



Учреждение образования  
«Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»

Гродненский областной комитет природных ресурсов  
и охраны окружающей среды

Университет в Белостоке (Польша)

Университет в Лодзи (Польша)

Вильнюсский университет (Литва)



**АКТУАЛЬНЫЕ  
ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ  
2016**

Сборник научных статей  
по материалам XI международной  
научно-практической конференции

(Гродно, 5 – 7 октября 2016 г.)

Гродно

ГрГУ им. Я. Купалы

2016

Редакционная коллегия:

*В. Н. Бурдь (отв. ред.), Г. Г. Юхневич, О. М. Третьякова, И. М. Колесник*

Рецензенты:

*Заводник И. Б.*, доктор биологических наук, профессор;

*Макарчиков А. Ф.*, доктор биологических наук, заведующий кафедрой химии  
Учреждения образования «Гродненский государственный аграрный университет».

Актуальные проблемы экологии : сб. науч. ст. по материалам XI Междунар. науч.-  
практ. конф. (Гродно, 5 – 7 окт. 2016 г.) / ГрГУ им. Я. Купалы ; редкол.: В. Н. Бурдь (отв.  
ред.) [и др.]. – Гродно : ГрГУ, 2016. – 291 с. : 33 рисунка на 10 страницах, 67 таблиц на 19  
страницах. – Библиогр.: 703 источника на 24 страницах. – Рус. – Деп. в ГУ «БелИСА»  
13.09.2016 № Д201619

В сборнике представлены материалы исследователей Беларуси, России, Польши, Украины, Турции, посвященные теоретическим и практическим аспектам сохранения биоразнообразия, влияния факторов окружающей среды на биологическую активность организмов, совершенствования методов экологического мониторинга. Рассматривается достаточно широкий спектр вопросов рационального использования водных и почвенных ресурсов, ресурсов атмосферы. Представлен опыт деятельности по экологическому образованию и просвещению в интересах устойчивого развития. Адресуется студентам, магистрантам, аспирантам и преподавателям средних и высших учебных заведений, научным сотрудникам.

## РАЗДЕЛ 1. РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА

UDC 574.1:502/504

A. Matwiejuk

### THE LICHEN BIOTA OF „LAS ANTONIUK” NATURE RESERVE IN BIALYSTOK – CURRENT STATE AND CHANGES IN SPECIES COMPOSITION OVER THE PAST 15 YEARS

Antoniuk reserve (53°10'24"N 23°07'50"E) is situated in the north part of Bialystok city. It comprises hectares 70.07 hectares. Antoniuk reserve established on 27th June 1995 by an act of the Minister of Environment in order to preserve for scientific and didactic reasons the fragments of forest unique for their natural and rare features. It is not a strict nature reserve though and is freely accessible for pedestrians and cyclists. In order to protect the reserve is to preserve the forest with a relatively high degree of naturalness and considerable diversity of flora containing in its composition characteristic of Bialystok Upland forest communities and a number of rare, including some under the legal protection of plants. The precious elements of the reserve should also include springfens with characteristic vegetation. The relief of the reserve is quite varied. The main forms were created as a result of glacier (Riss glaciation). Elevation moraine and arising later dunes occupy a large area of the reserve. There is also a lower melt-length of about 800 m and the bowls and troughs deflationary. Differences level is 29 m with an average amount equal to 135 m asl.

The aim of this study is to characterize the current state of lichen biota in positions that Matwiejuk, Kolanko [1] investigated, and to trace its degree of extent and direction of change that have occurred during more than fifteen years.

Currently, 39 species of lichens have been found. All lichen species reported previously from the area were found at present. During the recent research it was found 5 new species for this reserve nature (*Cladonia cryptochlorophaea*, *Lepraria lobata*, *L. incana*, *Peltigera canina*, *Tuckermanopsis chlorophylla*). The biota is dominated by epiphytes – 27 species, including 19 found only on the bark of trees. Terrestrial lichens include 12 species, lignicolous – 14. The biota is dominated by widespread and even common lichens, although species which are rare and endangered, both in the region and in the country, are also found there.

#### List of species

- Buellia punctata* (Hoffm.) A. Massal. – bark of *Populus tremula*, *Quercus robur*  
*Buellia griseovirens* (Sm.) Almb. – bark of *Carpinus betulus*, *Quercus robur*  
*Chaenotheca chrysocephala* (Ach.) Th. Fr. – bark of *Betula pendula*, *Pinus sylvestris*  
*Chaenotheca ferruginea* (Sm.) Mig. – bark of *Picea abies*, *Pinus sylvestris*  
*Cladonia chlorophaea* s.l. (Sommerf.) Spreng. – wood (pieces of bark), soil, bark of *Betula pendula*, *Quercus robur*  
*Cladonia coniocraea* (Flörke) Spreng., nom. cons. – wood (branches, pieces of bark), bark of *Picea abies*, *Pinus sylvestris*  
*Cladonia cryptochlorophaea* Asahina – soil, a new species for the reserve  
*Cladonia deformis* (L.) Hoffm. – soil  
*Cladonia digitata* (L.) Hoffm. – wood (branches, pieces of bark), bark of *Betula pendula*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris*  
*Cladonia fimbriata* (L.) Fr. – soil  
*Cladonia floerkeana* (Fr.) Flörke – wood (pieces of bark, stump)  
*Cladonia furcata* (Huds.) Schrad. – soil  
*Cladonia glauca* Flörke – wood (branches, pieces of bark), bark of *Betula pendula*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris*  
*Cladonia macilenta* Hoffm. – wood (branches, pieces of bark, stump)  
*Cladonia phyllophora* Hoffm. – soil  
*Cladonia subulata* (L.) F. H. Wigg. – soil  
*Coenogonium pineti* (Schrad. ex Ach.) Lücking & Lumbsch – bark of *Pinus sylvestris*  
*Evernia prunastri* (L.) Ach. – bark of *Quercus robur*  
*Hypocnemomyces calaris* (Ach.) M. Choisy – wood (branches, pieces of bark, stump), bark of *Alnus glutinosa*, *Betula pendula*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Quercus robur*  
*Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. – wood (branches, pieces of bark, stump), bark of bark of *Alnus glutinosa*, *Betula pendula*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Populus tremula*, *Quercus robur*  
*Hypogymnia tubulosa* (Schaer.) Hav. – bark of *Betula pendula*

*Imshaugia aleurites* (Ach.) S. L. F. Meyer – bark of *Pinus sylvestris*  
*Lecanora carpinea* (L.) Vain. – bark of *Populus tremula*, *Quercus robur*  
*Lecanora conizaeoides* Cromb. – wood (branches, pieces of bark, stump), bark of *Alnus glutinosa*, *Betula pendula*, *Carpinus betulus*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris*  
*Lecanora hagenii* (Ach.) Ach. – bark of *Betula pendula*  
*Lecanora apulicaris* (Pers.) Ach. – bark of *Quercus robur*  
*Lecanora symmicta* (Ach.) Ach. – bark of *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Populus tremula*  
*Lepraria elobata* Tønsberg – wood (stump), bark of *Pinus sylvestris*, a new species for the reserve  
*Lepraria incana* (L.) Ach. – wood (branches, pieces of bark, stump), bark of *Pinus sylvestris*, *Picea abies*, *Populus tremula*, *Quercus robur*, a new species for the reserve  
*Parmelia sulcata* Taylor – bark of *Populus tremula*, *Quercus robur*  
*Parmeliopsis ambigua* (Wulfen) Nyl. – bark of *Picea abies*, *Pinus sylvestris*  
*Peltigera canina* (L.) Willd. – soil, a new species for the reserve  
*Phlyctis argena* (Spreng.) Flotow – bark of *Alnus glutinosa*  
*Placynthiella uliginosa* (Schrad.) Coppins & P. James – soil  
*Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf – bark of *Pinus sylvestris*  
*Scoliciosporum chlorococcum* (Stenh.) Vězda – bark of *Betula pendula*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Quercus robur*  
*Trapeliopsis granulosa* (Hoffm.) Lumbsch – wood (branches, pieces of bark, fence, stump), soil, bark of *Betula pendula*, *Pinus sylvestris*  
*Trapeliopsis viridescens* (Schrad.) Coppins & P. James – wood (stump)  
*Tuckermanopsis chlorophylla* (Willd.) Hale – bark of *Betula pendula*, a new species for the reserve

Of the 39 lichen species identified in Antoniuk reserve, 4 species have been put on the Red list of the lichens in Poland [2], including 1 species in the category vulnerable – VU (*Tuckermanopsis chlorophylla*), 3 species in the category of Near Threatened – NT (*Evernia prunastri*, *Hypogymnia tubulosa*, *Trapeliopsis viridescens*), as well as 1 species on the Red List of threatened lichens in North-Eastern Poland [3], in the category Critically Endangered – CR (*Trapeliopsis viridescens*).

Three of the species given are protected in Poland [4] including 3 partially protected (*Hypogymnia tubulosa*, *Imshaugia aleurites*, *Tuckermanopsis chlorophylla*).

#### Reference

1. Matwiejuk A., Kolanko K. Porosty rezerwatu Anotniuk w Białymstoku (Polska Północno-Wschodnia). Parki nar. Rez. przyr. 2001, 20.1: 17–23.
2. Cieśliński S., Czyżewska K., Fabiszewski J. Red list of the lichens in Poland. In: Red list of plants and Fungi in Poland. Eds Z. Mirek, Zarzycki K., Wojewoda W., Szeląg Z. W. Szafer Institute of Biology, Polish Academy of Sciences, Kraków, 2006, 71–90.
3. Cieśliński S. Czerwona lista porostów zagrożonych w Polsce Północno-Wschodniej. In: Zagrożenie porostów w Polsce. Ed. K. Czyżewska. Monographiae Botanicae 2003, 6: 91–106.
4. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 października 2014 r. w sprawie gatunków dziko występujących grzybów objętych ochroną (Dz. U. z 2013 r. poz. 627, z późn.zm.). (Regulation of the Minister of Environment of 9 October 2014 on the species in the wild occurring fungi protected).

#### Summary

Biota of lichens of the reserve Antoniuk Forest was drawn up for the first time in years 90. of the 20th century through Matwiejuk, Kolanko (2001). An evaluation of changes was a purpose of research in biota of lichens of the reserve Antoniuk Forest after over fifteen years. Altogether 39 lichens were found in the studied area. All lichen species reported previously from the area were found at present. During the recent research it was found 5 new species for this reserve (*Cladonia cryptochlorophaea*, *Lepraria elobata*, *L. incana*, *Peltigera canina*, *Tuckermanopsis chlorophylla*). In the landscape of the reserve their participation is visible well, of particularly epiphytes lichens. The reserve draws attention to a small part of lichen species placed on the national Red List (Cieśliński et al. 2006), representing only 10% of biota. The share of each category are as follows: vulnerable (VU) – 1 and near threatened (NT) – 3. The reserve is a habitat for 3 species under legal protection.

Matwiejuk A., Department of Ecology of Plant, Institute of Biology, University in Białystok, e-mail: matwiej@uwb.edu.pl.

**МОНИТОРИНГ РАДИОНУКЛИДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОБОЧНОЙ ЛЕСНОЙ ПРОДУКЦИИ**

Оценка ресурсного потенциала недревесных побочных материалов лесных экосистем, изучение экологической ситуации на основной части лесных территорий, использующийся в хозяйственных целях, является одним из приоритетных задач прикладных исследований. Исследованиями ФАО установлено, что во многих регионах мира побочная лесная продукция является основным источником получения топливной древесины для приготовления пищи в большинстве развивающихся стран, кормов для животных, дополнительных компонентов пищи, лекарственных трав и других продовольственных продуктов, обеспечивающих сезонные доходы. Производство побочной лесной продукции решает значимую социальную проблему занятости среди сельского населения, особенно, среди женщин [1, 2]. Экологические условия - важный фактор формирования биологических эффектов в отдаленные сроки после техногенных воздействий в различных экосистемах [3]. В республике Казахстан в настоящее время представляет интерес определение биоэкологической безопасности радиационного воздействия в отдаленный период после испытаний на компоненты природной среды и живые организмы, длительно обитающие в лесных экосистемах территории, прилегающих к территории Семипалатинского испытательного полигона (СИП). Научная информация о качестве недревесной побочной продукции лесных экосистем отсутствует. Поэтому целью исследований являлась оценка радионуклидной загрязненности некоторых видов недревесной побочной продукции лесных экосистем в местах, прилегающих к территории Семипалатинского испытательного полигона.

**Материалы и методы исследований.** Основные компоненты побочной лесной продукции (опилки, стружки, сосновые шишки, спилы древесины) были отобраны в период организации экспедиционно-полевых исследований 2015 г. на лесных территориях, расположенных на ближнем «следе» радиоактивного загрязнения вблизи территории Семипалатинского испытательного полигона. Радионуклидное загрязнение в отобранных пробах нами были определены методом гамма-спектрометрического анализа дозобразующих радионуклидов после предварительной подготовки проб, включающих сжигание и озоление. Измерения выполнены на спектрометре с полупроводниковым Ge-LI детектором ДГДК-3В на базе многоканального анализатора импульсов LP - 4900. Разрешающая способность по линии  $^{137}\text{Cs}$ - 662 кэВ. Эффективность регистрации по этой же линии –  $1,7 \times 10^{-2}$ . Все методы широко применяются в научно-исследовательских работах и лабораторной практике [4-6].

**Результаты и их обсуждение.** Комплексное использование лесных ресурсов предусматривает заготовки не только древесной продукции, но и недревесных ресурсов, которыми богаты леса. К этой группе относятся грибы, ягоды, пищевые, лекарственные, технические, медоносные и кормовые растения, кора, веточный корм и др. Сбор и заготовка недревесных побочных ресурсов леса, их использование представляет собой определенный источник дохода в производственно-технологической и предпринимательской деятельности.

В Казахстане общая площадь лесов занимает около 4-4,5% от общей площади земель республики. На них производятся работы по оценке состояния и инвентаризации биоразнообразия древесно-кустарниковой растительности, промысловых животных, по расширению сети особо охраняемых природных территорий и сохранению природных популяций редких видов с помощью их искусственного воспроизводства и восстановления на нарушенных территориях с учетом современных природных и антропогенных процессов. В лесопромышленном комплексе развивается отрасль деревообработки, включающая лесозаготовку и лесовосстановление; мебельную промышленность; целлюлозно-бумажную промышленность; народные промыслы. Зона функционирования отрасли распространяется на гг. Алматы, Астана, Караганда, Петропавловск, Павлодар, Усть-Каменогорск. Также лесной сектор начал активно включать в программы своего развития туризм. Выбранный для исследования участок лесной территории является наиболее типичным участком ландшафта уникального реликтового ленточного бора Семипалатинского Прииртышья, подвергнутого радиационному воздействию при ядерных испытаниях 1949-1962 гг..

Локальные участки соснового ленточного бора вдоль правобережья реки Иртыш, подвергнутые радиационному воздействию, расположены на ближнем «следе» радиоактивных выпадений в результате многолетних ядерных испытаний в атмосфере на территории СИП. При оценке мощности экспозиционной дозы установлено, что средние значения радиационного гамма - фона приземного слоя атмосферы по населенным пунктам территории находились в пределах 0,08–0,22 мкЗв /ч и не превышали нормы. Плотность радиоактивных выпадений в приземном слое атмосферы на территории региона составила  $1,1 \text{ Бк/м}^2$ , что также не превышает предельно-допустимый уровень. Местные жители, туристы активно используют в хозяйственных

целях многие виды недревесной лесной продукции. Результаты лабораторных исследований по радионуклидной загрязненности побочной лесной продукции приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Уровни радионуклидного загрязнения некоторых видов побочной лесной продукции

Наименование проб	Диапазон измеренных значений гамма-излучающих радионуклидов, Бк/кг				
	<sup>226</sup> Ra	<sup>40</sup> K	<sup>228</sup> Ac	<sup>137</sup> Cs	<sup>241</sup> Am
Опилки	48-54	59-69	8,0-9,4	1,8-2,0	< 1,2
Сосновые ветки	32-62	45-85	< 9,7	< 2,0	< 0,9
Сосновые шишки	33-91	до 52	< 9,0	< 2,0	< 0,7
Кора сосны	< 39,0	< 66,0	< 10	< 2,4	< 1,0

Анализируя полученные данные, можно констатировать, что измеренные значения изученных радионуклидов характеризуются как незначительные. Невысокий уровень радионуклидной загрязненности побочной лесной продукции обусловлен различными факторами. Ведущими из всех факторов являются давность проведенных ядерных испытаний (1949-1962 гг.), низкие мощности взрывов (14-27 килотонн), небольшая высота взрывов (не более 97 м). Эти факторы обусловили радиационное загрязнение незначительной территории лесов и, видимо, захватили небольшую кромку леса с западной и северо-западной сторон [7]. Немаловажное значение в формировании радиационной ситуации имеют особенности экологических факторов, особенно, почвенных. Почвы лесных территорий в регионе характеризуются как боровые пески, обеспечивающие интенсивную вертикальную миграцию нуклидов по почвенному профилю. Все материалы лесных ресурсов, изученных нами, имеют незначительный разброс отмеченных нуклидов, что позволяет рекомендовать их использование в хозяйственных целях и заготовку в промышленных объемах.

#### Список литературы

1. Sharashkin L., Gold M., Barham E. Eco-farming and agroforestry for self-reliance: small-scale, sustainable growing practices in Russia. In: Proceedings of the Association for Temperate Agroforestry Conference, June 12-15, 2005, Rochester, Minnesota.
2. FAO (2001). Global Forest Resources Assessment 2000. FAO Forestry Paper 140. Rome, Food and Agriculture Organization.
3. Недревесная продукция леса: конспект лекций / Л.В. Суханова, А.И. Шургин. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2014. – 276 с.
4. Петрик В.В., Тутыгин Г.С., Гаевский Н.П. Недревесная продукция леса. Архангельск: АГТУ, 2003. - 260 с.
5. Хисамов Р.Р., Кулагин А.А. Эффективность использования недревесных ресурсов лесов Башкортостана // Аграрная Россия, 2008. № 4. - С. 45-50.
6. Чистилин, В. Г. Недревесная продукция леса. Брянск, 2003. - 270 с.
7. Ядерные испытания СССР / Рук. авт. кол. В.Н. Михайлова. - Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 1997.- Т.1. - 286 с.

The results of radionuclide contamination of non-wood forest products are presented. The concentrations of radionuclide was low range. The non-wood forest products are safe.

*Айдарханова Г.С.*, Евразийский национальный университет им.Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан, exbio@yandex.ru.  
*Кожина Ж.М.*, Евразийский национальный университет им.Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан.  
*Хусаинов М.Б.*, Евразийский национальный университет им.Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан.

УДК911.2

**Н. И. Амбурцева, Е. С. Зелепукина, С. А. Гаврилкина, А. А. Крылова**

#### **ИЗМЕНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ЗАПАДНОГО САЯНА В РЕЗУЛЬТАТЕ АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ**

Динамические процессы в геосистемах, происходящие под влиянием как природных, так и антропогенных факторов, имеют пространственный и временной аспект. Качественные и количественные изменения в ландшафтах в результате рубок, пожаров, строительства и пр. в наибольшей степени проявляются в растительном покрове как наиболее динамично меняющемся компоненте.

Активизация хозяйственной деятельности на территории горных районов юга Сибири делает актуальной необходимость всесторонней экологической оценки современного состояния ландшафтов, устойчивости отдельных компонентов и геосистем в целом, степени их нарушенности. Саяны много лет является объектом комплексных исследований, проводимых сотрудниками Санкт-Петербургского государственного университета [1, 2].

В целях количественной и качественной оценки изменений растительного покрова Западного Саяна за последние полвека в центральной части горного хребта в качестве объекта исследования был выбран ключевой участок площадью более 16 тыс. км<sup>2</sup>, отражающий значительное ландшафтное разнообразие.

Площади, охваченные процессами трансформации растительного покрова, выявлялись в результате анализа среднемасштабной ландшафтной карты (1:500000), составленной авторами по материалам многолетних экспедиционных исследований с использованием топографических, тематических карт, аэро- и космоснимков. Оценка качественных изменений растительного покрова проводилась на основе анализа ландшафтных описаний, включающих помимо подробного описания растительности (видовой состав, проективное покрытие, высота по ярусам, формула древостоя, подроста и др.) характеристики рельефа, почвенного профиля, условия увлажнения, характер и степень нарушенности геосистем и др.

Наложение ландшафтной карты на цифровую модель рельефа позволило выявить различия структуры растительного покрова высотных ступеней к северу и югу от главного водораздела. Предгорья северного макросклона (до высоты 500м) заняты сочетанием степей, в значительной степени распаханых, и мелколиственно-сосновых разнотравных лесов. Лесной пояс до высоты ~1000м представлен черневой тайгой (хвойные с осиной и березой высокотравно-папоротниковые леса), которая выше сменяется темнохвойной (преимущественно пихтово-кедровые и пихтовые разнотравно-кустарничково-моховые леса). Верхняя граница леса (1600-1700м) представлена редкостойными пихтово-кедровыми часто с густым подлеском из кустарниковой ольхи, разнотравными лесами в сочетании с высокотравными лугами, приуроченными к речным долинам. Выше 1600 м распространены ерниковые тундры с доминирующей *Betula rotundifolia* при участии нескольких видов рода *Salix* и *Spiraea*. На наиболее крутых участках верхних частей горных хребтов распространены гольцовые комплексы с пятнами альпийских разнотравных лугов.

Структура растительного покрова южного макросклона существенно отличается от северного. На нижних высотных ступенях разнотравно-злаковые и кустарниковые степи сочетаются с березово-лиственничными, часто остепненными, лесами, причем степи поднимаются по склону вплоть до 1400м, вторгаясь в таёжный пояс. В структуре таёжного пояса выделяются лиственничники и преобладающие по площади смешанные леса сложного состава с примерно равным участием темнохвойных пород, лиственницы и березы. Верхняя граница леса в более аридных условиях южного макросклона поднимается на 200-300м выше, чем на северном и представлена как кедровыми, так и лиственничными лесами.

В рассматриваемом регионе основным фактором динамики растительного покрова являются рубки и пожары. Реакция сообществ на различные виды антропогенного воздействия проявляется в смене условно коренных лесов производными, при этом возможны существенные изменения структуры таёжного пояса.

В первые годы после уничтожения леса за счет увеличения степени освещенности активно формируется густой травяно-кустарничковый либо кустарниковый ярус (I стадия восстановления) значительно большей высоты, проективного покрытия и большего запаса фитомассы. Примерно через 10 лет происходит смыкание крон молодых мелколиственных деревьев, в основном берёза и осина (II стадия восстановления), что приводит к угнетению травяно-кустарничкового яруса, а темнохвойные породы (*Abies sibirica*, *Picea obovata*) на первых этапах восстановления тайги встречаются только в подросте. Темпы накопления темнохвойного подроста под древесным пологом мелколиственных пород определяются локальными фитоценотическими условиями. Примерно через 30-40 лет после воздействия пихта образует второй ярус (III стадия восстановления), а кедр (*Pinus sibirica*) только изредка появляется в подросте. Установлено, что в отличие от пихты возобновление кедра естественным образом в этом регионе крайне затруднено, что соответствует результатам исследований сотрудников Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН [3, 4]. Подавляющее замещение мелколиственных пород темнохвойными в первом ярусе древостоя происходит не ранее, чем через 50-70 лет. Возобновление же лиственничных лесов происходит без смены лесообразующей породы с незначительным участием мелколиственных, то есть стадии восстановительных сукцессий лиственничников отличаются лишь возрастом и проективным покрытием.

Что касается оценки площадных изменений, за последние полвека доля коренных таёжных лесов сократилась более чем на треть. Усложнение структуры темнохвойной тайги произошло за счет замещения кедровых и кедрово-пихтовых лесов сообществами, представляющими II и III стадию восстановительных сукцессий примерно в равных пропорциях (12-15 %). Суммарная площадь сообществ, относящихся к I стадии, не превышает 5-8 %, что косвенно свидетельствует о некотором снижении объемов заготовок леса,

наблюдающемся с начала 2000-х гг. Следует добавить, что значительная доля лесных геосистем в этом регионе неоднократно подвергалась кратковременным пожарам невысокой интенсивности, что не привело к смене основных эдификаторов. В целом большая часть постпирогенных сообществ приурочены к южному макросклону.

Изучение динамических процессов, происходящих в геосистемах и их компонентах, крайне важно для разработки рекомендаций по рационализации природопользования и снижению неблагоприятных последствий антропогенного воздействия на растительный покров, почвы и др. Результаты подобных исследований могут стать основой районирования территории по степени устойчивости к разнообразным видам воздействия, а также могут быть использованы для уточнения границ существующих и при экологическом обосновании создания новых особо охраняемых природных территорий.

Работа была выполнена при поддержке РФФИ, проекты 15-05-06611-А, 14-05-10089\_к.

#### Список литературы

1. Пряхина Г.В., Зелепукина Е.С., Гузель Н.И., Журавлев С.А. Ландшафтно-гидрологическая характеристика водосбора реки Амыл / Фізична географія та геоморфологія. Киев: Обрії, 2013. №3(71). С. 256-265.
2. Пряхина Г.В., Зелепукина Е.С., Журавлёв С.А., Амбурцева Н.И., Чистяков К.В. Ландшафтно-гидрологическая структура водосбора реки Амыл и ее учет при моделировании формирования речного стока // География и природные ресурсы. 2014. № 4. С. 131-137.
3. Ермоленко П.М., Юрасов Е.В., Овчинникова Н.Ф. Структура лесовозобновления на сплошных вырубках пихтарников в горнотаежном поясе Западного Саяна // Лесн. хоз-во, 1993. № 1. С. 18–21.
4. Овчинникова Н.Ф. Фитоценотические особенности возобновления кедра и пихты сибирской в производных послерубочных лесах черневого пояса Западного Саяна // Проблемы кедра. Томск, 2003. Вып. 7. С. 127–134.

Dynamics of an ecosystem implies any changes in area borders location and replaces in the initial species composition. The authors explore this phenomenon woodlands case study, which are located on different slopes of West Sayan range, where the north one is covered with dark coniferous forests with motley grasses, undershrubs and moss, while the southern one is characterized by the dominance of larch forest with steppe species in the underbrush at that. As to concerned region the changes in forest ecosystems are caused by the anthropogenic load – generally logging and forest fire. In the article authors consider the differences and specific character of succession provided that initial species compositions are diverse and estimate transformation value on the opposite range slopes.

*Амбурцева Н.И.*, Санкт-Петербургский государственный университет, С.-Петербург, Россия, e-mail: guzel\_nataly@mail.ru.

*Зелепукина Е.С.*, Санкт-Петербургский государственный университет, С.-Петербург, Россия, e-mail: elezelepu@gmail.com.

*Гаврилкина С.А.*, Санкт-Петербургский государственный университет, С.-Петербург, Россия, e-mail: svetilnic@mail.ru.

*Крылова А.А.*, Санкт-Петербургский государственный университет, С.-Петербург, Россия, e-mail: nastena\_krylosha@mail.ru.

УДК 574.5 (28):581.

**Ю. В. Бондарь, О. В. Рапейко**

#### **АЛЬГОФЛОРА ОЗЕРА ЖЛОБИНСКОЕ г. БАРАНОВИЧИ**

Водоросли составляют основную массу растительных организмов в водоемах, встречаясь вместе с другими водяными растениями – высшими (цветковые водяные растения, мхи, папоротникообразные) и низшими (водные лишайники, грибы и бактерии).

Кроме того, значительное количество микроскопических водорослей, в массе образующих разнообразные по окраске пленки, войлочные или ватообразные наросты, приспособившись к жизни на поверхности почвы или в ее толще, на деревьях, камнях. Но и в этих необычных для них условиях жизнь водорослей, особенно процесс их размножения, требует, пусть даже непродолжительного, присутствия воды [1].

В историческом и геологическом прошлом водоросли принимали участие в образовании горных и меловых пород, известняков, рифов, особых разновидностей угля, ряда горючих сланцев, явились родоначальниками растений, заселивших сушу [2, с. 3–4].

Водоросли чрезвычайно широко используются в различных отраслях хозяйственной деятельности человека, в том числе пищевой, фармацевтической и парфюмерной промышленности. Велико значение водорослей в природе: они обогащают кислородом атмосферу и гидросферу; участвуют в самоочищении естественных и сточных вод; являются индикатором загрязнения и засоления; участвуют в круговороте кальция и кремния, в почвообразовании. В жизни человека они также играют немалую роль [2, с. 5].

*Цель нашей работы* – выявить состав водорослей, на уровне рода, озера Жлобинское г. Барановичи.

При изучении альгофлоры исследуемого водоема была использована общепринятая методика. Пробы для были взяты в периоды: осень 2015 г. (вторая половина сентября и первая половина октября) и весна 2016 г. (вторая половина апреля). Протяженность участка сбора составлял около трех метров. Всего за период исследования было взято и обработано свыше 60 проб [3].

Материал изучали под микроскопом Р-15, С-11 и Микмед-5 с использованием разной системы окуляров.

Озеро Жлобинское находится в Барановичском районе Брестской области, в пределах городской черты г. Барановичи, на его северо-восточной окраине и относится к бассейну р. Щара. Вода мутная с зеленоватым оттенком. Берега песчаные, низкие, поросшие кустарником, местами заболоченные, склон умеренной крутизны. Древесная растительность редкая, в основном представлена ивами. Травяной покров сплошной, нарушен эрозией. Дно озера илистое. Озеро соединено узкой протокой с обширной системой мелиоративных каналов, один из которых впадает в р. Щара. Зарастает существенно. Площадь зеркала около 0,16 км, длина 0,55 км, наибольшая ширина 0,4 км, максимальная глубина 1 м, длина береговой линии около 1,5 км. Объем воды 0,02 млн. м<sup>3</sup>. Имеются проходящие трассы и дороги с оживленным движением рядом с озером [3].

В ходе проведенного нами исследования были проведены сборы проб водорослей в исследуемом озере и лабораторные исследования по описанию, определению рода и систематической принадлежности выявленных водорослей. Было обнаружено 19 родов, относящихся к 9 порядкам, 7 классам, 3 отделам, 2 подцарствам, 2 царствам и 2 надцарствам. Также было выявлено много зигот, видовую принадлежность которых за неимением литературы мы не смогли определить.

Таблица 1 – Систематическая принадлежность выявленных видов

Надцарство <i>Procarvota</i>		Надцарство <i>Eucaryota</i>				
Царство <i>Michota</i>		Царство <i>Plantae</i>				
Подцарство <i>Cyanobionta</i> Отдел <i>Cyanophyta</i>		Подцарство <i>Phycobionta</i> Отдел <i>Chlorophyta</i>				Подцарство <i>Phycobionta</i> Отдел <i>Diatomeae</i>
Класс	Класс	Класс	Класс	Класс	Класс	Класс
<i>Chroococophyceae</i>	<i>Hormogoniophyceae</i>	<i>Volvocophyceae</i>	<i>Protococophyceae</i>	<i>Ulotrichophyceae</i>	<i>Conjugatophyceae</i>	<i>Pennatophyceae</i>
Порядок	Порядок	Порядок	Порядок	Порядок	Порядок	Порядок
<i>Chroococcales</i>	<i>Oscillatoriales</i>	<i>Volvocales</i>	<i>Chlorococcales</i>	<i>Chaetophorales</i>	<i>Zygnematales</i>	<i>Araphales</i>
Семейство	Семейство	Семейство	Семейство	Семейство	Семейство	Семейство
<i>Chroococcaceae</i>	<i>Oscillatoriaceae</i>	<i>Volvocaceae</i>	<i>Scenedesmaceae</i>	<i>Chaetophoraceae</i>	<i>Spirogyraceae</i>	<i>Fragilariaceae</i>
Род <i>Chroococcus</i>	Род <i>Oscillatoria</i>	Род <i>Volvox</i> <i>Eudorina</i>	Род <i>Scenedesmus</i>	Род <i>Pleurococcus</i>	Род <i>Spirogyra</i>	Род <i>Synedra</i> <i>Asterionella</i>
			Семейство <i>Chlorococcaceae</i> Род <i>Chlorococcum</i>		Семейство <i>Mougeotiaceae</i> Род <i>Mougeotia</i>	Порядок <i>Monoraphales</i> Семейство <i>Cocconeidaceae</i> Род <i>Cocconeis</i>
			Семейство <i>Hydrodictyceae</i> Род <i>Pediastrum</i>		Семейство <i>Zygnemataceae</i> Род <i>Zygnema</i>	Порядок <i>Diraphales</i> Семейство <i>Naviculaceae</i> Род <i>Pinnularia</i> Род <i>Navicula</i> <i>Pleurosigma</i>
					Порядок <i>Desmidiales</i> Семейство <i>Cosmariaceae</i> Род <i>Cosmarium</i>	
					Семейство <i>Closteriaceae</i> Род <i>Closterium</i>	

По результатам исследования прослеживается явная доминация зеленых водорослей, в меньшей степени диатомовых и сине-зеленых водорослей. Максимальная продуктивность зеленых и сине-зеленых водорослей наблюдается во второй половине лета при температуре воды выше 15°C. Осенью увеличивается количество диатомовых водорослей, а доля зеленых и сине-зеленых уменьшается.

Наиболее распространенными среди зеленых водорослей в озере являются: *Volvox*, *Scenedesmus*, *Spirogyra*, *Zygnema*. Из диатомовых водорослей наиболее часто встречались: *Pinnularia*, *Pleurosigma*. Не выявлены представители желто-зеленых и криптофитовых водорослей.

#### Список литературы

1. Горленко, М.В. Водоросли, лишайники и мохообразные СССР / М. В. Горленко. – М. : Мысль, 1978. – С. 15–30.
2. Арбузова, Л.Л. Водоросли : учебн. пособие / Л.Л. Арбузова, И.Р. Левенец. – Владивосток : Дальрыбвтуз, ИБМ ДВО РАН, 2010. – 177 с.
3. Лемеза, Н.А. Малый практикум по низшим растениям : учебн. пособие / Н.А. Лемеза, А.С. Шуканов. – Минск : Універсітэцкае, 1994. – 288 с.

Identified species composition of algae lake Zhlobin town of Baranovichi. Traced domination green algae, to a lesser extent diatoms and blue-green algae.

*Бондарь Ю.В.*, Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, Брест, Беларусь, e-mail: ulchitay@mail.ru.

*Ранейко О.В.*, студент 6 курса, биологического факультета Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина, Брест, Беларусь.

УДК 574.583

### А. А. Бояровская

#### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИТОПЛАНКТОНА ОЗЕР СВИТЯЗЬ И РАДОН

В последние десятилетия среди ряда экологических проблем одна из самых острых и актуальных - это проблема состояния водоемов. Антропогенный пресс на водоемы приводит к тому, что в водных экосистемах нарушается исторически сложившееся равновесие и ухудшается качество воды. Огромное влияние на формирование качества природных поверхностных вод, оказывает, как правило, фитопланктон. Будучи одним из основных, наиболее массовых компонентов водных экосистем и первичными продуцентами органического вещества, водоросли первыми вступают в контакт с загрязнениями, поэтому их считают хорошими биологическими индикаторами качества воды в водоемах разных типов. В связи с этим, возрос интерес к вопросам, связанным с оценкой качества воды, проведением мониторинговых исследований, где качественный и количественный состав фитопланктона выступает как удобный объект, позволяющий достаточно точно судить о состоянии водной экосистемы в целом.

Исследования проводились в Республике Беларусь на территории Гродненской области. Целью данной работы являлось изучение сезонных изменений качественных характеристик фитопланктона озер Свитязь и Радон.

Отбор проб проводился с июня по октябрь 2015 года один раз в месяц. Первым местом исследования являлось озеро Свитязь, которое находится в Новогрудском районе и относится к Свитязянскому ландшафтному заказнику [1]. Пробы отбирались от песчаного берега с пирса длиной 15-20 метров, это место является зоной отдыха горожан, рядом расположен пляж. Вторым местом исследования было озеро Радон, расположенное в Дятловском районе [2]. На озере радон изучались 2 станции. Первая проба отбиралась рядом с водопадом, с бетонного берега. Вторая проба отбиралась на расстоянии приблизительно 50 метров от водопада с бетонного берега. Всего исследовано 5 проб с озера Свитязь и 10 проб с озера Радон.

Отбор проб фитопланктона, их фиксация, концентрирование и определение видового состава проводили по классическим гидробиологическим методикам [3, 4].

Всего на станции озера Свитязь было выявлено 36 видов, данные виды водорослей принадлежат 7 отделам. Самым многочисленным отделом оказался *Chlorophyta*, он включает 17 видов, обнаружено 6 видов отдела *Cyanophyta*, 4 вида отдела *Bacillariophyta*, 3 вида отдела *Cryptophyta*, по 2 вида отделов *Dinophyta*, *Euglenophyta* и *Xanthophyta*.

На первой станции озера Радон было выявлено 30 видов водорослей. Они представлены 6 отделами. Отдел *Chlorophyta* насчитывает 12 видов, 6 видов отдела *Bacillariophyta*, обнаружено 5 видов отдела

*Cyanophyta*, по 3 вида отдела *Cryptophyta* и *Dinophyta*, 2 вида отдела *Chrysophyta*. На второй станции обнаружено 22 вида. Они включены в 6 отделов. Преобладающим является *Chlorophyta*, он насчитывает 8 видов, в отделе *Bacillariophyta* 6 видов, в отделах *Cyanophyta* и *Cryptophyta* по 3 вида, отдел *Euglenophyta* включает 2 вида и в отделе *Dinophyta* 1 вид.

Изучена динамика видового разнообразия фитопланктона озера Свитязь. В течение вегетационного периода наблюдается несколько пиков в развитии фитопланктона. В июне происходит небольшой спад в видовом разнообразии, что характерно для очень многих пресных водоемов и связано с развитием зоопланктона, который развивается и выедает фитопланктон. Максимальное количество видов водорослей планктона выявлено в июле – 25 видов из 8 отделов. Условия в водоеме в июле самые благоприятные для развития водорослей: вода прозрачная (1,5 м), температура воды 17°C, достаточно много света. В августе (или иногда в другие месяцы) наблюдается «цветение» воды, возбудителями которого являются, в основном, нитчатые сине-зеленые. Это приводит к исчерпанию биогенных элементов в воде и снижению прозрачности, следствием чего и является столь низкое видовое разнообразие водорослей (18 видов). Большого увеличения численности клеток мы не наблюдаем, так как возбудители «цветения» развиваются преимущественно в верхних слоях, нередко образуя зеленоватую пленку на поверхности воды, а мы исследовали лишь пробы, отобранные с глубины прозрачности, где все изменения, происходящие в структуре фитопланктона, отражены, но представлены в более сглаженном виде. В сентябре еще достаточно тепло, но уже становится чуть меньше света, водоем восстанавливается после «цветения», видов становится заметно больше. В октябре численность клеток заметно снижается.

Проанализировав изменения видового разнообразия фитопланктона озера Радон, можно сделать вывод, что ситуация здесь аналогичная. В июне и августе наблюдается спад количества видов. Максимальное количество видов водорослей отмечено в июле (22 и 16 видов на двух станциях соответственно), преобладают зеленые и сине-зеленые. В сентябре и октябре больше диатомовых, намного меньше зеленых и сине-зеленых.

Анализируя сезонные изменения в структуре фитопланктона, можно отметить, что на уровне прозрачности они проявляются, хотя и в несколько сглаженном виде: летом большего развития достигали тепло- и светолюбивые зеленые и сине-зеленые, осенью развивались диатомовые (они, в основном, холодо- и тенелюбивы, поэтому развиваются преимущественно в более глубоких слоях водоема).

В результате проведенных исследований было выявлено, что фитопланктон озера Свитязь представлен 36 видами водорослей, которые относятся к 32 родам, 26 семействам, 16 порядкам, 12 классам, 7 отделам. В фитопланктоне озера Радон обнаружено 40 видов водорослей, они относятся к 35 родам, 26 семействам, 15 порядкам, 11 классам, 7 отделам.

Самым богатым по видовому разнообразию фитопланктона озера Свитязь является отдел *Chlorophyta* (включает 17 видов, что составляет 47% от общего числа выявленных видов). На втором месте по количеству выявленных видов находится отдел *Cyanophyta* (6 видов, 17% от общего числа). В свою очередь, самым богатым отделом озера Радон является отдел *Chlorophyta*, он насчитывает 15 видов, что составляет 37% от всех выявленных видов, на втором месте отдел *Bacillariophyta*, он включает 9 видов, которые составляют 23%.

Сезонные изменения в структуре фитопланктона, хотя и слабо выражены, но происходят по классической схеме – максимум видового разнообразия фитопланктона в обоих озерах наблюдается в июле.

#### Список литературы

1. Памятники природы Беларуси [Электронный ресурс] / Свитязянский ландшафтный заказник – Режим доступа: <http://clubhome.narod.ru>. – Дата доступа: 03.03.2016 г.
2. Интернет-портал санатории Беларуси [Электронный ресурс] / Санаторий Радон – Режим доступа: <http://www.sanatorii.by>. – Дата доступа: 03.03.2016 г.
3. Садчиков, А.П. Методы изучения пресноводного фитопланктона: методическое руководство / А.П. Садчиков – М.: Университет и школа, 2003. – 157 с.
4. Голлербах, М.М. Жизнь растений. В 6-ти т. Т.3. Водоросли / М.М. Голлербах. М.: Просвещение, 1977. – 487 с.

The phytoplankton of lakes Svityaz and Radon are studied. The phytoplankton of lake Svityaz is represented by 36 species of algae from 7 divisions. In the phytoplankton of lake Radon discovered 40 species of algae from 7 divisions. The maximum species diversity of phytoplankton in both lakes was observed in July.

Бояровская А.А., УО «Гродненский государственный университет имени Я. Купалы», Гродно, Беларусь, e-mail: 375293925671@mail.ru.

Прибыловская Н.С., УО «Гродненский государственный университет имени Я. Купалы», Гродно, Беларусь, e-mail: ns-pribyl@yandex.ru.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРВИЧНОГО АНАЛИЗА ФЛОРЫ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ПРУДОВ В ОКРЕСТНОСТЯХ УЛ. ТКАЦКОЙ г. ГРОДНО

На территории Беларуси насчитывается не менее 1300 прудов. Доктор географических наук И.И. Кирвель изучал процессы заиления и зарастания прудов республики, причем особенно детально – прудов руслового, или речного, типа [1]. Не меньшего внимания заслуживают пруды других типов. С 2013 г. на кафедре ботаники Гродненского госуниверситета им. Я. Купалы начато изучение флористического состава растительного покрова прудов г. Гродно, в частности получены первые данные о флоре восьми прудов (не являющихся речными) в северной части города в окрестностях Гродненского мясокомбината [2].

В июле–августе 2015 г. нами проводились флористические исследования на трех прудах, расположенных на северо-западной окраине Гродно вблизи ул. Ткацкой (левобережье Немана). Первый, наиболее крупный и прозрачный пруд питается в основном подземными водами, а два других – второй и третий, – по-видимому, входят в систему очистки сточных вод. Рядом с ними, на закрытой охраняемой территории, расположены пруды биологической очистки сточных вод ОАО «Азот», откуда вода, скорее всего, под землей поступает во второй пруд, занимающий наиболее высокое положение в рельефе. Из второго пруда, сначала по трубе, а затем уже поверхностным довольно мощным потоком в виде ручья вода самопроизвольно стекает по лесистому склону в третий пруд, затем точно так же из третьего пруда – в реку Неман. Не исключено, что вода из второго пруда попадает подземным стоком и в первый пруд, расположенный в рельефе заметно ниже второго, хотя и в стороне, противоположной Неману.

Исследования выполняли детально-маршрутным методом, составляли флористические списки видов для каждого пруда. В соответствии с рекомендациями В.Г. Папченкова [3], в списки видов включали настоящие водные (гидрофиты), прибрежно-водные (гелофиты и гигрогелофиты) и околотовные (гигрофиты и гигромезо- и мезофиты) растения.

По нашим данным, флора изученных прудов насчитывает 62 вида сосудистых растений, относящихся к 49 родам, 30 семействам и 2 отделам – *Equisetophyta* и *Magnoliophyta*. Двудольные (*Magnoliopsida*) представлены 32 видами из 26 родов и 19 семейств, однодольные (*Liliopsida*) – 29 видами из 22 родов и 10 семейств, т.е. по числу родов и семейств двудольные доминируют над однодольными. Число видов двудольных на три таксона больше, чем число видов однодольных: на двудольные приходится 51,6% от общего числа видов, а на однодольные – 46,8% видов. Интересно, что в прудах северной части г. Гродно [2] видовые таксоны двудольных составили 63,5%, а однодольных – 34,6%. В нашем случае преобладание числа видов двудольных над однодольными выражено слабее. На этом основании можно предположить, что уровень воды в изученных нами прудах более постоянный, чем в прудах северной части г. Гродно.

Из таблицы 1 следует, что наибольшее число видов сосудистых растений наших прудов относится к семейству *Poaceae* (10 видов) и к семейству *Cyperaceae* (8 видов). Четырьмя видами представлено семейство *Salicaceae*.

Таблица 1 – Спектр ведущих по числу видов семейств флоры прудов в окрестностях ул. Ткацкой г. Гродно в сравнении с позициями тех же семейств для прудов северной части г. Гродно [2]

СЕМЕЙСТВО	Окрестности ул. Ткацкой г. Гродно			Северная часть г. Гродно[2]		
	Позиция	Число видов		Позиция	Число видов	
		n	%		n	%
<i>Poaceae</i>	I	10	16,1	I	10	9,3
<i>Cyperaceae</i>	II	8	12,9	I	10	9,3
<i>Salicaceae</i>	III	4	6,5	III	6	5,6
<i>Polygonaceae</i>	IV	3	4,8	IV	5	4,6
<i>Lamiaceae</i>	IV	3	4,8	II	7	6,5
<i>Asteraceae</i>	IV	3	4,8	II	7	6,5
<i>Lemnaceae</i>	IV	3	4,8	VII	2	1,9

Семейства *Polygonaceae*, *Lamiaceae*, *Asteraceae*, *Lemnaceae* насчитывают по 3 вида каждое. Видно, что ведущими в наших прудах оказались практически те же семейства, что и в прудах северной части г. Гродно [2]: в обеих группах прудов семейства *Poaceae* и *Syperaceae* занимают первое–второе места, а семейства *Salicaceae*, *Polygonaceae* – третье и четвертое места соответственно. Не совпадающие, но довольно близкие позиции и у семейств *Lamiaceae* и *Asteraceae*.

В таблице 2 показаны результаты экологического анализа видового состава растений прудов в окрестностях ул. Ткацкой г. Гродно в сравнении с флорой прудов северной части г. Гродно. Очевидно значительное преобладание в наших прудах гигрофитов (29 видов, или 46,8%), заметно менее представлены гигрогелофиты (10 видов, или 16,1%), гидрофиты и гигромезо- и мезофиты (по 9 видов, или по 14,5%). Наименьшее число видов относится к гелофитам (5 видов, или 8,1%). При определенном общем сходстве спектров гидроморф сосудистых растений наших прудов и прудов северной части г. Гродно можно отметить и отличия: в наших прудах более высокое содержание гигрогелофитов и гигрофитов, зато существенно меньшая доля гигромезо- и мезофитов.

Таблица 2 – Экологическая структура флоры прудов в окрестностях ул. Ткацкой г. Гродно в сравнении с флорой прудов северной части г. Гродно [2]

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ГРУППА	Окрестности ул. Ткацкой г. Гродно		Северная часть г. Гродно	
	Число видов		Число видов	
	п	в %	п	в %
Гидрофиты	9	14,5	14	13,1
Гелофиты	5	8,1	6	5,6
Гигрогелофиты	10	16,1	12	11,2
Гигрофиты	29	46,8	38	35,5
Гигромезо- и мезофиты	9	14,5	37	34,6
Всего видов	62	100	107	100

Несмотря на то, что мы обследовали только 3 пруда и выявили 62 вида сосудистых растений, а в северной части г. Гродно в восьми прудах было обнаружено 107 видов [2], состав ведущих семейств флоры двух совокупностей прудов примерно одинаков. Экологическая структура видового состава растений наших прудов также близка к таковой для прудов северной части г. Гродно, однако отличается относительно более низким содержанием наиболее сухопутных растений – гигромезо- и мезофитов, что может свидетельствовать о более постоянном уровне воды. Последнее обстоятельство может быть связано с непрерывным поступлением в наши пруды вод из системы очистных сооружений.

#### Список литературы

1. Кирвель, И.И. Пруды Беларуси как антропогенные объекты, их особенности и режим: монография / И.И. Кирвель. – Мн.: БГПУ, 2005. – 234 с.
2. Селевич, Т.А. Сосудистые растения прудов северной части г. Гродно / Т.А. Селевич, С.В. Макаревич // Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания: научные статьи Международн. науч.-практ. конф., Брест 23–25 апр. 2014 г.: в 4-х частях / УО «Брестск. гос. тех. ун-т»; под ред. А.А. Волчека [ и др. ]. – Брест, 2014. – Ч. 3. – С. 269–273.
3. Папченков, В.Г. О классификации растений водоемов и водотоков / В.Г. Папченков // Гидробиотаника: методология, методы: Материалы Школы по гидробиотанике (п. Борок, 8–12 апреля 2003 г.). – Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати», 2003. – С. 23–26.

The results of taxonomical and ecological analysis of flora of the ponds located in the district of street Weaving ctyies Grodno are presented.

Боярчук Е.В., УО «Гродненский госуниверситет им. Я. Купалы», Гродно, Беларусь, e-mail: [Katrinkin@inbox.ru](mailto:Katrinkin@inbox.ru).

## ДУБОВЫЕ ЛЕСА ВЫСОКОЙ ПРИРОДООХРАННОЙ ЦЕННОСТИ МАЛОРИТСКОГО ЛЕСХОЗА

Беларусь с 1999 г. начала процесс сертификации земель государственного лесного фонда в соответствии со стандартами Лесного Попечительского Совета (ЛПС), целью которой является защита и сохранение лесных участков, которые имеют природоохранную, социальную и экономическую ценность. Для выделения ценных участков лесной растительности применяли принципы и критерии Концепции лесов высокой природоохранной ценности, которые были разработаны Лесным Попечительским Советом и интерпретированы для Беларуси [1, 2].

В геоботаническом отношении данная территория принадлежит Полесской подпровинции Восточноевропейской провинции Европейской широколиственно-лесной области [3]; подзона широколиственно-сосновых лесов [4]. В соответствии с геоботаническим районированием Беларуси Малоритский район относится к подзоне широколиственно-сосновых лесов (Бугско-Полесский округ, Бугско-Припятский район). Для Бугско-Полесского округа характерно незначительное участие ели, повышенное количество дуба, граба при доминировании сосновых и широколиственно-сосновых лесов. Характерной особенностью является широкое распространение мелколиственных лесов на низинных болотах. В прошлом значительные территории округа были заняты разнотравно-мшисто-осоковыми лугами, располагавшимися, главным образом, в поймах рек [5]. Широколиственные леса на данной территории распространены фрагментарно на выходах основных пород, разбросанных по болотам в виде «минеральных островов».

В настоящее время леса покрывают 46,8% территории Малоритского района. Это выше, чем в среднем по Брестской области и в стране в целом (на 01.01.2015 г. соответственно 36,4 % и 39,6 %). Всего в Малоритском лесхозе дубовые леса занимают 3008 га (в том числе насаждения красного дуба 16,8 га), что составляет 4,3% лесов. В результате анализа таксационного описания лесной растительности было выявлено 136 участков дубовых лесов семи типов, соответствующих разработанным критериям ЛВПЦ (участки высоковозрастных лесов – дубравы со средним возрастом древостоя больше 80 лет; участки сложных по составу и структуре лесных насаждений или древостоев с единичными старыми деревьями предыдущих поколений, участки редких и находящихся под угрозой исчезновения типов лесов; участки леса в естественных поймах рек, вокруг истоков рек и родников), общей площадью 296,8 га (таблица 1). Дубравы лесхоза относятся к двум категориям: лесные территории, которые включают редкие, вымирающие или находящиеся под угрозой исчезновения экосистемы (ВПЦ 3); лесные территории, выполняющие особые защитные функции (ВПЦ 4).

Таблица 1 – Ценные участки дубрав Малоритского лесхоза

Тип	Количество выделов	Площадь, га	Доля от общей площади дубрав этого типа в лесхозе, %
орляковый	13	19,3	5,6
прируслово-пойменный	1	0,4	4,4
кисличный	12	25,0	4,4
снытевый	5	24,6	13,4
черничный	99	202,9	11,5
крапивный	1	6,2	20,1
папоротниковый	5	18,4	20,5
<b>Всего</b>	<b>136</b>	<b>296,8</b>	<b>9,9</b>

Дубовые леса произрастают на повышенных участках рельефа с ровной и слабоволнистой поверхностью, преимущественно на почвах легкого гранулометрического состава. Приурочены к участкам моренных, водноледниковых, аллювиальных террасированных равнин, долинам рек. Подлесок редкий или средней густоты. Леса естественного происхождения, формирование которых на протяжении всего периода их существования происходило в ходе естественной динамики. Наибольшую площадь дубравы занимают в Малоритском лесничестве (72,1 га), хорошо представлены в Великоритском и Гвоздницком лесничествах. Наименьшая площадь дубовых лесов в Хотисловском лесничестве (один выдел площадью 6,7 га). Возраст древостоя ценных участков леса варьирует от 85 до 170 лет. Средняя высота деревьев первого яруса 22-25 метров. Насаждения низко- и среднепродуктивные (2-4 класс бонитета).

**Дубняк черничный** (*Quercetum myrtillosum*) – наиболее распространенный тип в регионе (в Малоритском лесхозе занимает площадь 1761,7 га). Приурочен к ровным или слабоповышенным местам, занимает дерново-подзолистые супесчаные, оглеенные почвы с прослойками суглинка или глины, что ведет к образованию верховодки и застаиванию воды. Повышенное увлажнение способствует расселению черники. Большая влажность почвы сказывается на продуктивности насаждений. Бонитет дуба 3 класса, реже – 1 класса. Состав древостоев сложный (иногда двухъярусный): 3–9Д 1–3С 1–2Б 1–2Ол(ч)ГОс.

**Дубняк кисличный** (*Quercetum oxalidosum*). Наиболее распространенный коренной тип дубрав в Беларуси. В Малоритском районе занимает второе место после дубняка черничного (общая площадь 564,5 га). Для его экотопов характерны ровные местоположения (плато) или незначительные склоны с богатыми, свежими, дерново-подзолистыми супесчаными или суглинистыми почвами. Бонитет дуба 2 класс. Древостой чаще двухъярусный: 5–10Д 1–3Б 1–2С 2ГОсОл(ч).

**Дубняк снытевый** (*Quercetum aegopodiosum*). Фитоценозы формируются на понижениях и у подножий склонов, непосредственно примыкают к дубняку кисличному с малозаметными переходами. Почвы богатые, влажные, дерново-подзолистые, оглеенные, гумусированные супеси, подстилаемые суглинком, иногда глиной, или суглинка глубокоразвитые. Дубняки этого коренного типа высокобонитетные (1–2 классы), здесь в древостоях более обильно представлены ясень, береза бородавчатая и ольха черная. Состав: 5–8Д 1–3Г 1–2Б 1–2Ол(ч)СГ.

**Дубняк орляковый** (*Quercetum preridiosum*). Распространенный тип, занимающий повышенные, несколько всхолмленные местоположения (в лесхозе занимает третье место по площади). Произрастает на относительно бедных дерново-подзолистых супесчаных, реже легких суглинистых, часто суховатых почвах. Бонитет дуба низкий (3–4 класс). Состав древостоя: 4–9Д 1–3С 1–3Б 1–2Ол(ч)ОсГ.

**Дубняк папоротниковый** (*Quercetum filicosum*). Избирает понижения, склоны и ровные участки возле ольсов. Преобладают почвы дерново-подзолистые-глеевые, перегнойно-глеевые, серые супесчаные или суглинистые со среднепроточным режимом увлажнения. В связи с развитием процесса заболачивания бонитет насаждений значительно ниже: 2 – 3 класс. Состав древостоя: 3–7Д 1–2Б 2Ол(ч)Ос.

**Дубняк крапивный** (*Quercetum urticosum*). Малораспространенный тип леса. Занимает один выдел в Гвоздницком лесничестве. Находится в пониженных, но хорошо дренированных местоположениях, часто приурочен к склонам, примыкающим к черноольшаникам. Почвы очень богатые, перегнойно-глеевые, перегнойно-карбонатные оглеенные супесчаные, подстилаемые суглинком, или суглинистые, сырые. Дубняк крапивный высокопродуктивный, преобладают насаждения 2 бонитета. Состав древостоя: 8Д1ОС1Б.

**Дубняк прируслово-пойменный** (*Quercetum subalveto-fluvialis*). Малораспространенный тип леса. Представлен одним выделом в Великоритском лесничестве. Расположен на повышенной прируслово-поймы. Древостой с участием березы бородавчатой и примесью ольхи черной и сосны (4Д4Б1Ол(ч)1С). Бонитет дуба 3 класса.

Таким образом, регион имеет важное значение для сохранения ценных участков широколиственных лесов. Следует отметить, что не меньшее значение имеют и другие леса (высоковозрастные сосняки, коренные пушисто-березовые и бородавчато-березовые леса, высоковозрастные осиновые и черноольховые леса, участки островных ельников и другие).

#### Список литературы

1. Леса высокой природоохранной ценности: Практическое руководство / Дженнингс С. [и др.]. Пер. с англ. – М., 2005. – 184 с.
2. Belarusian-Polish Forest Mapping: Final Report, BirdLife European Forest Task Force. – 2007. – 70 s.
3. Растительность европейской части СССР / под ред. С.А. Грибовой, Т.И. Исаченко, Е.С. Лавренко. – Л. : Наука, 1980. – 429 с.
4. Энциклапедыя прыроды Беларусі. У 5 т. / рэдкал. : І.П. Шамякін (гал. рэд.) [і інш.]. Т.2. – Мінск : Беларуская савецкая энцыклапедыя імя Петруся Броўкі, 1983. – 520 с.
5. Юркевич, И.Д. Растительность Белоруссии, ее картографирование, охрана и использование / И.Д. Юркевич, Д.С. Голод, В.С. Адериго. – Минск : Наука и техника, 1979. – 247 с.

The conception of high conservation value forests (HCVF) is one of the optimization systems of forestry planning. In the article the conception's principles and criteria were applied on the territory of Malorita forestry enterprise. An analysis of the taxation descriptions of forest vegetation were identified 136 areas of oak forests of seven types, a total area of 296.8 hectares.

Бут-Гусаим Д.В., Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, г. Брест, Беларусь, e-mail: dinka-bg@mail.ru.

Абрамова И.В., Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, г. Брест, Беларусь, e-mail: : [iva.abramova@gmail.com](mailto:iva.abramova@gmail.com).

**БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА ГОЛУБИКИ УЗКОЛИСТНОЙ**

Голубика – ветвистый полукустарник или кустарник высотой до 1 м, обычно 30-50 см, иногда со стелющимся стеблем. В отличие от черники, стебель древеснеет почти доверху. По внешнему виду (особенно из-за схожести листьев) голубику часто путают с черникой. Однако от черники голубика отличается более светлыми стеблями и формой цветоложа на ягоде: у черники оно ровное, почти круглое, у голубики более изломанное; по вкусу ягоды черники и голубики также сильно отличаются. Сок голубики бесцветный. Корневая система мочковатая. Корневые волоски отсутствуют. Листья длиной до 3 см обратнойцевидные или продолговатые, плотные, тонкие. Цветы мелкие, пятизубчатые, поникающие; венчик кувшинчатый белый или розоватый. Плоды – синие с сизым налетом, сочные съедобные, мякоть зеленоватая, ягоды длиной до 1,2 см [1].

Голубика узколистная (*Vaccinium angustifolium* Ait.) относится к традиционно используемым растениям. Широкий спектр биологически активных веществ (БАВ), содержащийся в составе плодов голубики, обуславливает разнообразное благоприятное воздействие их на организм человека. Научная медицина проявляет интерес к плодам голубики, как к источнику богатому БАВ, в том числе фенольных соединений, способствующих укреплению капилляров и задерживающих в организме аскорбиновую кислоту. Биофлавоноиды являются участниками окислительно-восстановительных процессов и регулируют работу желез внутренней секреции, а кроме того, обладают противоопухолевым действием [2].

Антоцианы вовлечены в широкий диапазон биологических воздействий, например, проявляют антиокислительную, противовоспалительную, противораковую способность; они обладают нейропротекторным действием. Кроме того, антоцианы способны уменьшить риск возникновения сердечно-сосудистых заболеваний и др.

В настоящее время сырье, содержащее БАВ, характеризуется широким спектром фармакологического действия и применяется для получения лекарственных форм, которые характеризуются эффективностью и малой токсичностью, что позволяет использовать их длительное время для профилактики и лечения многих заболеваний без риска возникновения побочных явлений. Так применение экстрактов лекарственных растений вместо синтетических средств открывает новое направление в медицине и их преимущество в том, что они экологически чистые и практически не вредны для организма человека. Поэтому является актуальным получение экстрактов и настоек из растительного сырья богатого БАВ, которое произрастает на территории Республики Беларусь, но пока не нашло широкого применения, поэтому нам представляется перспективным использование с этой целью листьев голубики.

Согласно проведенным нами исследованиям в ягодах и листьях голубики узколистной было подтверждено наличие целого комплекса БАВ, таких как полифенолы, антоцианы, дубильные вещества, углеводы и витамины. В плодах голубики содержатся БАВ: флавоноиды ( $1,6 \pm 0,1\%$ ), антоцианы ( $4,33 \pm 0,22\%$ ), дубильные вещества ( $6,9 \pm 0,4\%$ ), в листьях: флавоноиды ( $1,4 \pm 0,1\%$ ), антоцианы ( $0,28 \pm 0,02\%$ ), дубильные вещества ( $17,7 \pm 0,9\%$ ). Как видно из представленных данных, содержание флавоноидов в листьях и ягодах практически одинаковое, следовательно, листья голубики также можно использовать в качестве сырья для выделения флавоноидов. Поэтому, согласно полученным экспериментальным данным, мы предлагаем использовать не только ягоды, но и листья для выделения БАВ. Таким образом, это позволит использовать листья в качестве источника дополнительного растительного сырья богатого БАВ и, кроме того, позволит решить проблему рационального природопользования за счет использования невостребованного ранее вторичного сырья, содержащего широкий комплекс БАВ.

Одним из методов выделения БАВ из природных растительных и животных источников является экстрагирование, предусматривающее извлечение отдельных компонентов из твердого тела с помощью растворителей. Существуют различные виды экстракции, в том числе, настаивание, ремацация, перколяция, реперколяция, циркуляционная экстракция. В качестве растворителей могут выступать водные, спиртовые, эфирные растворы. Для получения экстрактов из листьев голубики в качестве экстрагента использовали этиловый спирт, т. к. его применение позволяет извлечь не только спирторастворимые (антоцианы, флавоноиды и т. д.), но и водорастворимые (витамины группы В, С, минеральные вещества и т. д.). Так для извлечения БАВ из листьев голубики были использованы разные варианты экстрагентов – растворы 30, 45, 60, 70 и 95% этилового спирта. Для экстрагирования использовали соотношение листьев и этилового спирта 1:10 [3].

Так как фактор времени экстрагирования при производстве настоек и экстрактов имеет существенное значение, были проведены исследования по определению оптимального времени экстрагирования. Было установлено, что сумма экстрактивных веществ (ЭВ) в настойке из листьев голубики достигла максимума через

6 суток при использовании 45% раствора этилового спирта. Сумма ЭВ в настойке из ягод голубики достигла максимума через 2 суток при использовании 60% раствора этилового спирта.

Общая схема получения настоек и ягод и листьев голубики представлена на рисунке 1.

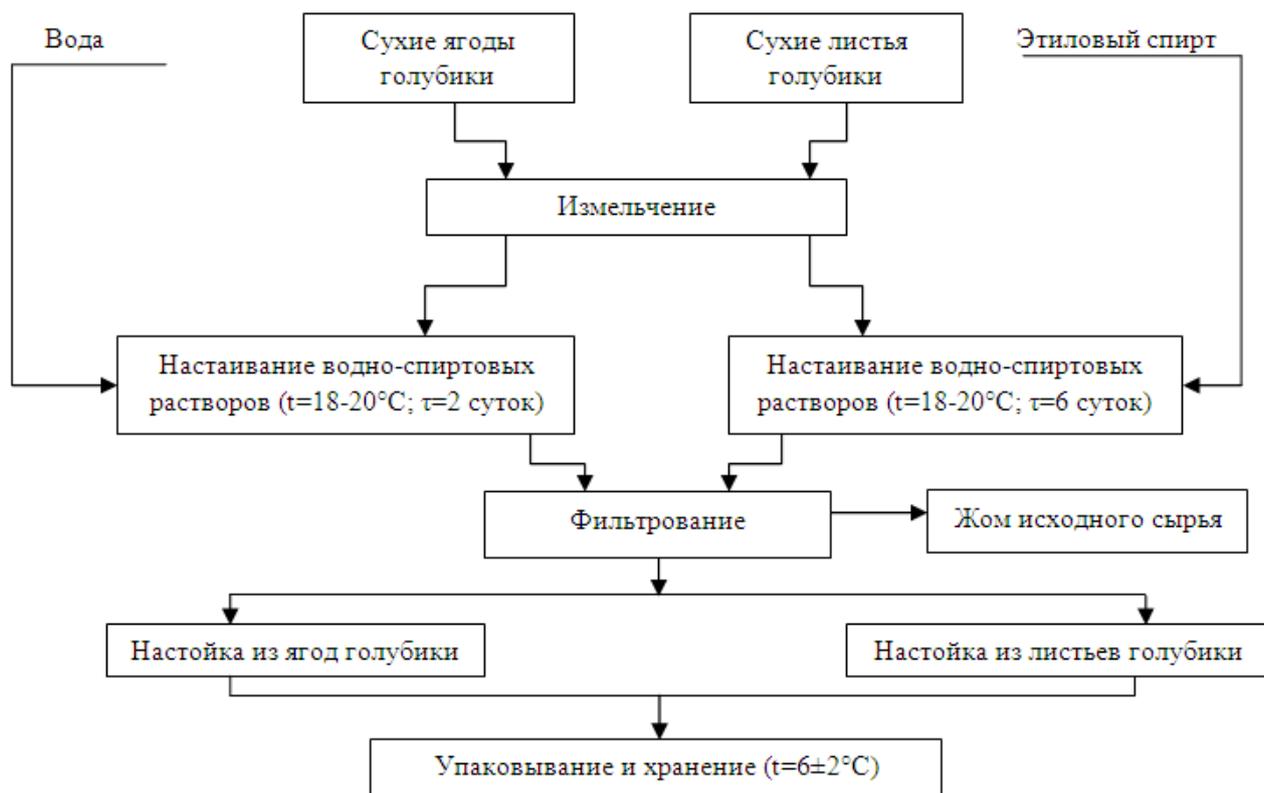


Рисунок 1 – Схема получения настоек из растительного сырья

С целью безотходного производства жом, полученный после настаивания, можно дополнительно измельчать и использовать в технологии обогащения карамели БАВ [3].

Согласно полученным данным была разработана схема получения настойки из листьев голубики узколистной, рассчитан материальный баланс, и на его основе и подобрано оборудование для оснащения технологической линии.

Дальнейшие наши исследования будут направлены на исследование возможности использования жома, который образуется при получении настойки, а также изучения возможности использования веток голубики, образующихся при ежегодной обрезке кустов, в качестве сырья для выделения БАВ.

#### Список литературы

1. Голубика [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%B1%D0%B8%D0%BA%D0%B0>. – Дата доступа: 26.05.2016.
2. Молчанов, М.В. Разработка технологии экстрактов и сиропа из плодов черники обыкновенной : дис. ... канд. фарм. наук : 15.00.02 / М.В. Молчанов. – Пятигорск, 2008. – 153 с.
3. Фролова, Н.А. Разработка технологии и товароведная оценка обогащенной леденцовой карамели : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.15 / Н.А. Фролова. – Кемерово, 2016. – 148 с.

Blueberries (*Vaccinium angustifolium* Ait.) is a valuable vegetable raw materials. It is rich in biologically active substances whole complex. Nutrients are found in berries and leaves of plants.

*Валовень Н.В.*, Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь, e-mail: [nadyavaloven@mail.ru](mailto:nadyavaloven@mail.ru).

*Клинецвич В.Н.*, Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь, e-mail: [vera.nikolaevna.k@mail.ru](mailto:vera.nikolaevna.k@mail.ru).

*Шкредова К.В.*, Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь.

*Флюрик Е.А.*, Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь, e-mail: [FlurikE@mail.ru](mailto:FlurikE@mail.ru).

## ДИНАМИКА РОСТА МАЛИНЫ РЕМОНТАНТНОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ В ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ

Одной из важнейших сельскохозяйственных задач является обеспечение населения страны качественной плодово-ягодной продукцией в требуемых объемах. По научно обоснованным нормам в среднем на жителя нашей республики приходится около 3 кг свежих ягод при общей потребности в плодах и ягодах 80 кг [1].

В последнее время из ягодных культур все большее распространение получают ремонтантные сорта малины. В Беларуси под малиной во всех категориях хозяйств занято не более 1 %, при средней урожайности 3 т/га (при возможных 15 т/га). В целом, в 2004–2011 гг. заложено 155,6 га насаждений малины.

Согласно принятой «Государственной комплексной программы развития картофелеводства, овощеводства и плодоводства на 2011–2015 годы», площади под закладку малины будут расширены до 196,5 гектаров. В крупнотоварных хозяйствах и сырьевых зонах перерабатывающих предприятий значительную часть насаждений планируется закладывать сортами ремонтантного типа [2–6].

В климатическом отношении для юго-западной части Беларуси характерны более высокие температуры лета и зимы. Весна и лето наступают на несколько недель раньше, чем на севере и в центре Беларуси. Так, переход среднесуточной температуры воздуха через 0 °С весной происходит 10–15 марта, вегетация растительности начинается 4–8 апреля [7].

Проблема увеличения производства малины ремонтантной может решаться, главным образом, за счет возделывания ее на орошаемых землях. В летний период отмечаются засухи [7]. В результате их воздействия иссушается пахотный слой, рост и развитие растений без орошения становится невозможным, поэтому необходимо разработать такой режим орошения, который в климатических условиях Брестского региона обеспечивал бы высокий урожай ягод малины ремонтантной и сохранение почвенного плодородия.

Экспериментальные опыты по изучению роста малины ремонтантной в условиях капельного орошения проводятся на дерново-подзолистой глееватой связносупесчаной почве, подстилаемой с глубины 0,8 метра рыхлым песком на поле в фермерском хозяйстве «Беркли», расположенном в Брестском районе и на дерново-подзолистой супесчаной почве, развивающейся на рыхлых супесях, подстилаемых с глубины 0,37 м маренными песками на поле СООО «ГермесЭкоГрупп», расположенном в Каменецком районе Брестской области. Исследуемым вариантом являлся сорт Херитейдж, включенный в Государственный реестр сортов Республики Беларусь. Влажность слоя почвы глубиной в 0,5 м в контурах увлажнения поддерживались в пределах трех вариантов наименьшей влагоемкости (80% НВ, 70% НВ, 60% НВ).

Критический период в обеспечении растений влагой это июнь–сентябрь. Недостаток влаги во время цветения и в начале созревания ягод приводит к снижению темпов роста побегов, цветки недоразвиваются, ягоды мельчают, плодоношение заканчивается преждевременно. Отклонение же от оптимального режима увлажнения (около 80% НВ) в позднелетний период нарушает состояние созревания тканей и побегов, чем снижает их зимостойкость. Поэтому от начала созревания ягод до последних сборов особенно необходимо поддерживать высокую влажность почвы [8].

Емельянова О.В. указывает на то, что полив малины необходимо проводить при влажности почвы на глубине 20 см менее 70% НВ [9]. После сбора урожая также необходимо поддерживать благоприятные условия для роста корней, так как в это время наступает период закладки цветочных почек, накопления пластических веществ, определяющих рост и плодоношение в следующем году. Однако нельзя допускать обильного увлажнения в этот период, так как это может вызвать затяжной рост побегов и ослабить их вызревание. Переувлажнение почвы в весенний период приводит к залеганию корней в поверхностном слое почвы, что вызывает ослабление роста побегов, снижение урожайности. С учетом поверхностного залегания корневой системы при поливе почву промачивают на глубину до 40–50 см [10].

Результаты наших исследований показали, что более благоприятные условия для роста куста малины ремонтантной создавались при поддержании предполивного порога на уровне 80 % НВ. При поддержании относительной влажности почвы 60, 70 % от наименьшей влагоемкости показатели снижались (таблица 1).

Результаты исследования в апреле показали, что высота куста малины ремонтантной при поддержании относительной влажности активного слоя почвы на уровне 80 % выше в среднем на 8,6–12,9 см (малина 3 года жизни) и на 3,5 см (малина 1 года жизни), чем в варианте опыта с относительной влажностью почвы 60% НВ и на 5,7–9 см (3 год) и 1,2 см (1 год) в варианте опыта с 70 % НВ.

Таблица 1 – Динамика роста малины ремонтантной за период исследования

Месяц	Высота куста малины ремонтантной, см								
	фермерское хозяйство «Беркли»			СООО «ГермесЭкоГрупп», 1 год			СООО «ГермесЭкоГрупп», 3 год		
	60 НВ	70 НВ	80 НВ	60 НВ	70 НВ	80 НВ	60 НВ	70 НВ	80 НВ
Март	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Апрель	39,7±2,43	45,4±1,19	48,3±3,21	24,9±2,15	26,1±4,12	28,4±3,61	32,9±4,16	41,9±1,28	45,8±2,52
Май	64,9±4,21	73,9±4,11	77,8±2,53	33,8±2,36	44,7±3,28	46,5±2,32	60,5±3,14	72,5±2,15	74,5±4,15
Июнь	78,8±3,24	86,6±3,65	91,0±4,12	37,5±4,11	46,5±1,15	48,5±2,84	70,9±3,25	80,7±3,62	82,9±1,89
Июль	82,7±2,45	120,3±3,57	140,5±2,36	65,9±3,51	96,0±3,12	103,5±2,81	80,7±3,48	112,6±3,27	122,5±2,10

В мае средняя высота куста при наименьшей влагоемкости 80% была выше на 12,7–14,0 см по сравнению с наименьшей влагоемкостью почвы 60 % НВ и на 9–12 см варианта с относительной влажностью 70% НВ.

В июне средняя высота куста малины при наименьшей влагоемкости 80 % НВ была выше на 11–12,2 см по сравнению с наименьшей влагоемкостью 60 % НВ и на 7,8–9,8 см варианта с относительной влажностью 70 % НВ. Линейный рост и июле при относительной влажности 80 % НВ был выше в среднем на 40,5–57,8 см (малина 3 года жизни) и на 37,6 см (малина 1 года жизни), чем в варианте опыта с относительной влажностью почвы 60% НВ и на 10,1–20,2 см (3 год) и 5,2 см (1 год) в варианте опыта с 70 % НВ.

Таким образом, результаты исследований по росту малины ремонтантной за период апрель–июль показали, что наиболее благоприятные условия в опыте были созданы в варианте при поддержании предполивного порога влажности почвы в активном слое на уровне 80 % НВ.

#### Список литературы

1. Моисеева, Т. За дарами леса – на плантации / Т. Моисеева // Лесное и охотничье хозяйство. – 2013. – янв.
2. Самусь, В.А. Развитие плодородия Республики Беларусь в 2004–2011 гг. и задачи 2012 года / В.А. Самусь // Плодородие : науч. тр. / Ин-т плодородия ; редкол.: В.А. Самусь (гл.ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2012. – Т. 24. – С. 9–18.
3. Государственная комплексная программа развития картофелеводства, овощеводства и плодородия в 2011–2015 годах : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 31 декабря 2010г., № 1926 / Минсельхозпрод РБ, НАН Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству. – Минск, 2011. – 284 с.
4. Легкая, Л.В. Оценка гибридного потомства малины по основным хозяйственным показателям в условиях Беларуси / Л.В. Легкая, А.М. Дмитриева // Плодородие. – 2014. – Т. 26. – С. 203–211.
5. Самусь, В.А. Состояние и перспективы развития белорусского плодородия / В.А. Самусь // Современное плодородие: состояние и перспективы развития : матер. междунар. науч. конф., посвящ. 80-летию основания Института плодородия НАН Беларуси, пос. Самохваловичи, 2005 г. / Ин-т плодородия ; редкол.: В.А. Матвеев (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2005. – С. 14–24.
6. Легкая, Л.В. Изучение сортов малины ремонтантного типа селекции Кокинского опорного пункта ВСТИСП в условиях Беларуси / Л.В. Легкая, О.В. Емельянова, А.М. Дмитриева // Плодородие и ягодоводство России. – С. 250–256.
7. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://meteoinfo.by>. – Дата доступа : 01.03.2015.
8. Александрова, Г.Д. Малина в саду / Г.Д. Александрова. – Л.: Лениздат, 1989. – 93 с.
9. Емельянова, О.В. Технология возделывания малины разного срока созревания / О.В. Емельянова // Наше сельское хозяйство. – 2013. – № 9. – С. 100–104.
10. Казаков, И.В. Малина. Ежевика / И.В. Казаков. – М.: ООО «Изд-во АСТ», 2001. – 256 с.

The paper deals with the dynamics of growth of raspberries remountant, depending on drip irrigation regimes. The analysis of the dynamics of remountant varieties of raspberries growing Heritage depending on the level of maintaining a relative humidity of active layer 60, 70, 80 % of field capacity.

Волчек А.А., Брестский государственный технический университет, г. Брест, e-mail: [volchak@tut.by](mailto:volchak@tut.by).

Санелина Е.А., Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, г. Брест, e-mail: [elena-sanelina@rambler.ru](mailto:elena-sanelina@rambler.ru).

Рой Ю.Ф., Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, г. Брест, e-mail: [bee-72@mail.ru](mailto:bee-72@mail.ru).

## ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ И ПРИРОДООХРАННЫЙ АНАЛИЗ ПАРМЕЛИОИДНЫХ ЛИШАЙНИКОВ БЕЛАРУСИ

Из всех известных на сегодняшний день семейств лишайников в Беларуси, *Parmeliaceae* составляет ядро порядка *Lecanorales* и в его пределах является самым многочисленным. Пармелиодные лишайники (ПЛ), характеризуются преобладанием листоватой формы слоевищ, ризинами на его нижней стороне и апотециями на верхней стороне слоевища, сумками типа *Lecanoga* и простыми гиалиновыми аскоспорами [13]. УПЛ за текущих 62 года (1928–1990 гг.) понятие рода *Parmelia* значительно изменилось, и в 90 году были предложены и выделенные новые рода [15]. В тот период вся систематика лишайников в соответствии со Статьей 13.1 (d) Кодекса [5] относилась к грибному компоненту, где преимущественно использовались признаки плодовых тел (апотеций и перитеций). И поскольку это больше подходило к лишайникам с накипной жизненной формой слоевища, встала проблема систематики листоватых пармелиоидных лишайников. В умеренной климатической зоне Восточной Европы (включая и Беларусь) у ПЛ, очень редко встречаются плодовые тела. Как правило, обычно они размножаются вегетативно (с участием мико- и фотобионта), для чего всегда у них в наличии присутствовали органы вегетативного размножения (соредии, изидии и др.). Особой кульминации у ПЛ достигла проблема таксономии, связанная с разграничением границ родов, где обычно использовались различия, связанные с тканями апотеция, сумками, сумкоспорами и др. Таким образом, признаки морфологии, химии и экологии зашли в тупик, особенно по вопросам некоторых пограничных таксонов. Было ясно, что в этой проблеме необходим независимый тест и филогенетические отношения. Впервые это стало возможным в конце 90-х с появлением молекулярных филогенетических подходов. Филогения, основанная на молекулярных маркерах, поддержала многие универсальные предложенные понятия о родах, хотя некоторые выделенные из них были полифилетическими [7]. С использованием молекулярно-генетического анализа многие ранее выделенные пармелиоидные рода (*Xanthoparmelia*, *Hypotrachyna* и др.) получили заметную поддержку молекулярными маркерами, морфологическими, химическими, экологическими признаками и были сгруппированы в особые группы (клады) [6,9,10,12,14]. Таким образом, как показали исследования, в пределах монофилетической группы ПЛ, они с уверенностью могут теперь быть признаны в семи главных группах (кладов): *Hypotrachyna*, *Melanelixia*, *Melanohalea*, *Parmelia*, *Parmelina*, *Parmotrema* (включая *Flavoparmelia*, *Punctelia* и др. как независимые ветви), и *Xanthoparmelia*, с *Arctoparmelia* и *Melanelia* s. str. [8,10,11, 13]. После обсуждения измененных родовых понятий у ПЛ, для Европы было принято 25 родов и 143 вида, из которых 17 родов и 112 видов принадлежат монофилетической пармелиоидной группе [15]. Современный таксономический анализ ПЛ показал, что если до 1973 года [1,2,3,4] они были представлены всего 23 видами, включенными в 4 рода (*Hypogymnia*, *Menegazzia*, *Parmelia*, *Parmeliopsis*), то на сегодняшний день [17,18] лишенобиота ПЛ Беларуси увеличилась почти вдвое (43 вида и 18 рода).

Созологический анализ ПЛ, показал, что 12 родов из 13 видов стали объектами Красной книги РБ, причем из них 6 были включены в Красную книгу, 7 в Список видов дикорастущих растений и грибов, нуждающихся в профилактической охране [16], а 3 лишайника (*Hypotrachyna afrorevoluta* (Krog&Swinscow) Krog&Swinscow, *Parmotrema perlatum* (Huds.) M.Choisy, *Punctelia jeckeri* (Roum.) Kalb, ), как виды, находящиеся под угрозой исчезновения в странах Центральной Европы были рекомендованы в кандидаты для включения в последующее издание Красной книги РБ [17].

### Список литературы

1. Томин, М.П. Определитель лишайников БССР. Ч.1. Кустистые и листоватые формы / М. П. Томин. - Минск: АН БССР, 1936. - 90 с.
2. Томин, М. П. Определитель кустистых и листоватых лишайников БССР / М. П. Томин. - Минск: АН БССР, 1937. - 312 с.
3. Горбач, Н.В. Лишайники Белоруссии: Определитель / Н.В. Горбач. - Минск: Наука и техника, 1973. - 356 с.
4. Горбач Н.В. Определитель листоватых и кустистых лишайников БССР. Минск: Наука и техника, 1965. - 180 с.
5. Hawksworth, D.L. Raffaele Ciferri, the crisis precipitated in the naming of lichen-forming fungi, and why lichens have no names. / D. L. Hawksworth / Archivio Geobotanico. - 1997. - Vol.3. - P. 3-9.
6. Crespo, A. A molecular approach to the circumscription and evaluation of some genera segregated from *Parmelia* s. lat. / A. Crespo, O.F. Cubero / Lichenologist. - 1998. - Vol. 30. - 369-380.
7. Mattsson, J.-E. & Wedin, M. Phylogeny of the *Parmeliaceae* - DNA data versus morphological data / J.-E Mattsson & M. Wedin / Lichenologist. - 1998. - Vol.30. - P.463-472.

8. Blanco, O. *Melanelixia* and *Melanohalea*, two new genera segregated from *Melanelia* (*Parmeliaceae*) based on molecular and morphological data / O. Blanco, A. Crespo, P.K. Divakar, T.L. Esslinger, D.L. Hawksworth, H.T. Lumbsch / *Mycological Research*. – 2004. – Vol.108. – P.873–884.
9. Thell, A., Monophyletic groups within the *Parmeliaceae* identified by ITS rDNA, betatubulin and GAPDH sequences / A.Thell, T. Feuerer, I. Karnefelt, L. Myllys, & S. Stenroos / *Mycological Progress*2004. – Vol. 3. – P.297–314.
10. Blanco, O., Crespo, A., Ree, R. H. &Lumbsch, H. T. () Major clades of parmelioid lichens (*Parmeliaceae*, Ascomycota) and the evolution of their morphological and chemical diversity / O. Blanco, A. Crespo, R.H. Ree, & H.T. Lumbsch / *Molecular Phylogenetics and Evolution*. – 2006. – Vol.39. – P. 52–69.
11. Divakar, P. K. Phylogenetic significance of morphological characters in the tropical *Hypotrachyna* clade of parmelioid lichens (*Parmeliaceae*, Ascomycota) / P.K. Divakar, A. Crespo, O. Blanco, H.T. Lumbsch / *Molecular Phylogenetics and Evolution*. – 2006. – Vol. 40. – P. 448–458.
12. Thell, A. A contribution to the phylogeny and taxonomy of *Xanthoparmelia* (Ascomycota, *Parmeliaceae*) / A. Thell, T. Feuerer, J.A. Elix, I. Karnefelt / *Journal of the Hattori Botanical Laboratory*. – 2006. – Vol. 100. – P.797–807.
13. Crespo, A. Testing morphology-based hypotheses of phylogenetic relationships in *Parmeliaceae* (Ascomycota) using three ribosomal markers and the nuclear RPB-1 gene / A. Crespo, Y.T. Lumbsch, J-E Mattsson, O.Blanco, P.K. Divakar, K. Articus, E. Wiklund, P. Bawingan, M. Wedin / *Molecular Phylogenetics and Evolution*. – 2007. – Vol. 42. – P.812–824.
14. Del Prado, R. The arachiform vacuolar body, an overlooked shared character in the ascospores of a large monophyletic group within *Parmeliaceae* (*Xanthoparmelia* clade, *Lecanorales*) /R. Del Prado, Z Ferencova, V. Armas-Crespo, de Pas G. Amo, P. Cubas, A. Crespo / *Mycological Research*. – 2007. – Vol. 111. – 685–692.
15. A first checklist of parmelioid and similar lichens in Europe and some adjacent territories, adopting revised generic circumscriptions and with indications of species distributions / D.L. Hawksworth [et al.] // *The Lichenologist*. – 2008. – Vol. 40. – P. 1-21.
16. Красная книга РБ, 2015, Красная книга Республики Беларусь. Растения : редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений.гл. редкол.: И. М. Качановский (предс.)М. Е. Никифоров, В.И. Парфенов [и др.] – 4-е изд. – Минск: Беларус. Энцикл. імя П. Броўкі, 2015. – 448 с.
17. Tsurukau, A. The genera *Hypotrachyna*, *Parmotrema* and *Punctelia* (*Parmeliaceae*, lichenized Ascomycota) in Belarus / A. Tsurukau, V. Golubkov& P. Bely // *Herzogia*. – 2015. – Vol. 28, № 2. – P. 735–745.
18. Голубков, В.В. Лихенобиота Национального парка «Припятский» / В.В. Голубков. – Минск: Белорус. Дом печати, 2011. – 192 с.

The modern taxonomical analysis the parmelioidof lichens has shown that if to 1973 [1,2,3,4] they have been presented only by 23 species included in 4 genera (*Hypogymnia*, *Menegazzia*, *Parmelia*, *Parmeliopsis*), today [17,18], lichenobiota PL from Belarus have increased almost twice (43 look and 18 childbirth) and is presented by such childbirth as: *Arctoparmelia*, *Cetrelia*, *Flavoparmelia*, *Hypohymnia*, *Hypotrachyna*, *Imshaugia*, *Melanelia*, *Melanelixia*, *Melanohalea*, *Menegazzia*, *Parmelia*, *Parmelina*, *Parmotrema*, *Pleurosticta*, *Pseudevernia*, *Punctelia*, *Xanthoparmelia* [8,10,11,13]. The nature protection analysis of PL has shown that 12 genera and 13 species became objects of the RB Red List, from them, 6 lichens have been included in the Red List, 7 in the List of species of the wild-growing plants and mushrooms needing preventive protection [16] and 3 lichens (*Hypotrachyna afrorevoluta* (Krog&Swinscow) Krog&Swinscow, *Parmotrema perlatum* (Peel). M.Choisy, *Punctelia jeckeri* (Roum). Kalb) which are under the threat of disappearance in the countries of the Central Europe, have been recommended in candidates for inclusion in the subsequent release of the Red RB [17] List.

Голубков В.В., УО «Гродненский государственный университет им. Я. Купалы», Гродно, Беларусь, e-mail: [vgolubkov@tut.by](mailto:vgolubkov@tut.by).

УДК 581.1

**П. А. Горбач , Ж. Э. Мазец, Р. П. Литвиновская**

### **ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ПРЕДПОСЕВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ БРАССИНОСТЕРОИДАМИ**

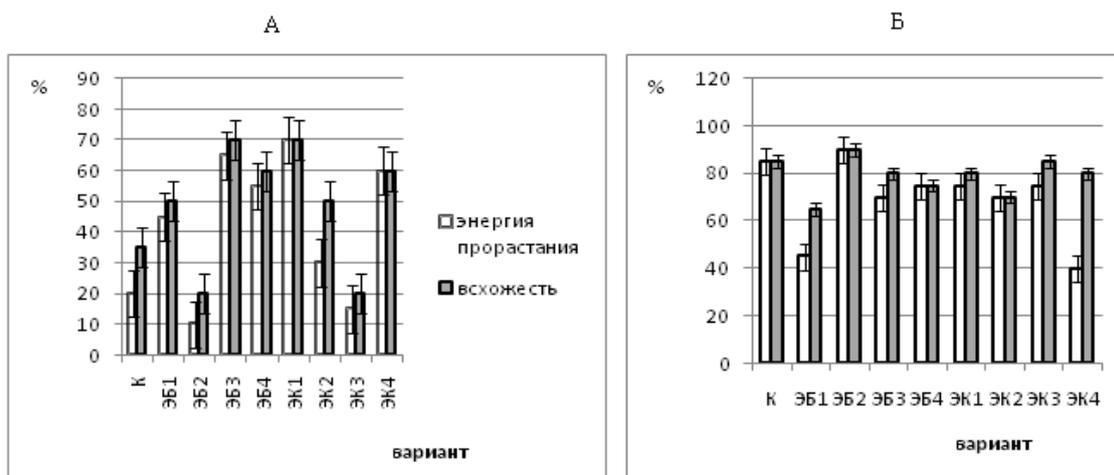
Растения существуют в постоянно меняющихся условиях окружающей среды и подвергаются воздействию стрессовых факторов. Способность к защите от действия неблагоприятных факторов среды – обязательное свойство любого живого организма, в том числе и растений, однако им в этом деле нужна помощь. Поэтому проблема повышения посевных качеств семян и адаптивных свойств растений, выращенных из них, получение экологически чистой продукции в настоящее время становится всё более актуальной. В связи с этим особого внимания требуют технологические приемы обработки семян, выводящие их из состояния покоя для получения более ранних, дружных и выровненных всходов, закладывающих основу повышения урожайности и высококачественной продукции. Среди факторов воздействия на растения особый интерес представляют физиологически активные вещества (ФАВ), способные в малых концентрациях направленно регулировать процессы роста и развития, повышать устойчивость к факторам среды, но при этом активно метаболизироваться в растениях, не нанося ущерба природе. К таким веществам относятся брассиностероиды.

Брассиностероиды (БС) – фитогормоны, отличающиеся чрезвычайно высокой физиологической, в т.ч. стресс-протекторной активностью [1]. За последнее десятилетие накоплено много фактов, свидетельствующих об участии гормональной системы растений в реализации ростостимулирующих и стресс-протекторных эффектов брассиностероидов. При стимуляции ростовых процессов отмечено синергическое взаимодействие БС и гиббереллинов, БС и ауксинов [2]. В связи с этим в качестве стимуляторов ростовых процессов семян нами были взяты эпибрассинолид (ЭБ) и эпикастастерон (ЭК), производства ИБОХ НАН Беларуси.

В качестве объектов исследования были выбраны лекарственные растения семейства Яснотковые (*Labiatae*) *иссоп лекарственный* (*Hyssopus officinalis L.*) и *шалфей мускатный* (*Salvia sclarea L.*). В настоящее время иссоп лекарственный используется научной и народной медициной многих стран мира. Выделенные из иссопа биологически активные вещества ускоряют процесс свертывания крови, являются основными компонентами ряда лекарственных препаратов для лечения заболеваний вен, предязвенного состояния, диабета, некоторых гинекологических патологий. Трава иссопа включена как официальное средство в фармакопеи Франции, Португалии, Румынии, Швеции, Германии. В фармацевтической промышленности из иссопа лекарственного готовят галеновы препараты – отвары, чаи, экстракты и получают эфирное масло, которое не только улучшает вкус продуктов, но и убивает гнилостные бактерии. Кроме того, эфирные масла и зелень иссопа используются как отдушка и фиксатор в косметике и парфюмерии (особенно восточного направления) [3]. Шалфей мускатный ценят и выращивают ради очень ароматного эфирного масла, получаемого из свежих цветков. Во всех частях растения находится эфирное масло различного состава. Эфирное масло шалфея мускатного обладает противовоспалительными, тонизирующими, адреномиметическими, диуретическими, антибактериальными, антимикотическими и антифунгальными свойствами [4]. Оба вида данного семейства являются для Беларуси интродуцентами, имеющими невысокую всхожесть. Это явилось отправным пунктом для наших исследований.

Семена иссопа лекарственного и шалфея мускатного были обработаны низкими и сверхнизкими (от 10<sup>-8</sup>% ЭБ1 и ЭК1 до 10<sup>-12</sup>% ЭБ4 и ЭК4) концентрациями стероидных препаратов (эпибрассинолида (ЭБ) и эпикастастерона (ЭК) и выращивались при комнатной температуре – 22°C и интенсивном освещении. В ходе исследований оценивалось влияние различных концентраций ЭБ и ЭК на энергию прорастания, всхожесть, морфометрические параметры изучаемых культур на ранних этапах онтогенеза. Результаты опыта были статистически обработаны с помощью пакета программ Microsoft Excel.

В результате исследований выявлено, что наиболее позитивно на обработку ЭБ и ЭК отозвался шалфей мускатный. Все изучаемые концентрации БС повышали посевные качества семян (рис.1 А) за исключением ЭБ2 и ЭК3, где было отмечено снижение энергии прорастания и всхожести. В случае шалфея энергия прорастания под влиянием обработок возросла на 10 – 50 %, а всхожесть 15 – 35% в зависимости от концентрации препаратов. Максимальное повышение агрономических качеств семян было отмечено в случаях ЭБ 3 (45%,35%), ЭБ4 (35%, 25%), ЭК1 (50%, 35%), ЭК4 (40%, 25%) энергии прорастания и всхожести соответственно. Эти же концентрации ЭБ и ЭК оказали угнетающее действие на посевные качества семян иссопа лекарственного за исключением ЭБ 2, где энергия прорастания и всхожести была на 10 % выше контрольных значений (рисунок 1 Б).



**Рисунок 1 – Влияние различных концентраций ЭБ и ЭК на агрономические качества семян *Salvia sclarea L.* (А) и *Hyssopus officinalis L.* (Б)**

Анализ влияния ЭБ и ЭК на ростовые процессы шалфея мускатного показал, что все изучаемые концентрации стимулировали рост корней и, особенно выражено в случае ЭБ1 (4,6 раза), ЭБ 4 (4,2 раза), ЭК 1 (5,04 раза), ЭК 4 (4,4 рза). Влияние на побеги было менее впечатляющим. Отмечено снижение роста проростков в случаях ЭК3, ЭБ2 и ЭК4, а максимальная стимуляция роста побегов отмечена в случае ЭБ1на 27% и ЭК1 на 25% относительно контроля. При оценке влияния регуляторов роста стероидной природы на ростовые процессы

иссопа лекарственного установлена стимуляция корнеобразования под влиянием всех концентраций от ЭК на 23,7% до ЭБ4 на 290%. Отмечено также активизация роста проростков иссопа под влиянием всех концентраций за исключением ЭК2, где было отмечено угнетение на 12% относительно контроля. Наиболее существенные позитивные сдвиги отмечены при обработке ЭК1 (41%) и ЭБ2 (31%) и ЭБ4 (33%) по сравнению с контролем.

Таким образом, в ходе исследований установлена видоспецифичная реакция растений иссопа лекарственного и шалфея мускатного на предпосевное воздействие регуляторами роста стероидной природы. Для промышленного выращивания шалфея лекарственного можно рекомендовать все изучаемые концентрации ЭБ и ЭК за исключением ЭБ2, тогда как для иссопа лекарственного наиболее оптимальна последняя концентрация.

#### Список литературы

1. Хрипач, В.А. Брассиностероиды// В.А. Хрипач, Ф.А. Лахвич, В.Н. Жабинский – Минск: Навука і тэхніка, 1993. – 288 с.
2. Bajguz A. Effects of brassinosteroids on the plant responses to environmental stresses/ A.Bajguz, S.Hayat //Plant physiol. Biochem – 2009–V. 47.–P. 1–8.
3. Иссоп // Лекарственные растения [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: <http://damenwelt.ru/health/plants/issop.html>. – Дата доступа: 17.08.2013.
4. Шалфей мускатный [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://lekmed.ru/lekarstva/lekarstvennye-rasteniya/shalfei-myskatnyi.html>. – Дата доступа: 20.03.2016.

The paper describes the comparative characteristics low and very low concentrations of some brassinosteroids influence on sowing qualities of seeds of *Hyssopus officinalis* L. and *Salvia sclarea* L.

Горбач П.А., Белорусский государственный университет имени Максима Танка, Минск, Беларусь, e-mail: [polina.gorbach.1996@mail.ru](mailto:polina.gorbach.1996@mail.ru).

Мазец Ж.Э., Белорусский государственный университет имени Максима Танка, Минск, Беларусь, e-mail: [zhannamazets@mail.ru](mailto:zhannamazets@mail.ru).

Литвиновская Р.П., Институту биоорганической химии НАН Беларуси. Минск, Беларусь, e-mail: [litvin@iboch.bas-net/by](mailto:litvin@iboch.bas-net.by).

УДК 633.88:602.3:57.086.83

**Т. И. Дитченко, С. Н. Филиппова, В. М. Юрин**

#### **ДЕПОНИРОВАНИЕ КЛЕТОЧНЫХ КУЛЬТУР *IN VITRO* – ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ СОХРАНЕНИЯ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ И ЭНДЕМИЧНЫХ В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ РАСТЕНИЙ-ПРОДУЦЕНТОВ ЦЕННЫХ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ**

Культивирование *in vitro* клеток и тканей растений представляет собой альтернативный и один из наиболее перспективных способов сохранения генофонда высших растений.

Интерес к культурам тканей растений-продуцентов фармакологически активных соединений в последние десятилетия возрастает в связи с тем, что природные ресурсы либо истощаются, либо не в полной мере удовлетворяют интересам человека, например, из-за трудности выращивания и акклиматизации некоторых тропических и субтропических видов. В результате не представляется возможным полностью обеспечить потребности фармакологической, косметической, а также пищевой промышленности в биологически активных веществах (БАВ) растительного происхождения за счет традиционно используемого лекарственного растительного сырья. Альтернативным возобновляемым источником ценных вторичных метаболитов (ВМ) могут служить культуры клеток высших растений [1-2].

Цель работы – создание коллекции каллусных и суспензионных культур лекарственных растений с целью их использования в качестве продуцентов фармакологических субстанций природного происхождения.

Объектами исследования служили каллусные культуры 7 видов лекарственных растений *Althaea officinalis* L., *Catharanthus roseus* (L.) G. Don, *Echinacea pallida* (nut.) Nutt., *Echinacea purpurea* (L.) Moench, *Salvia officinalis* L., *Trigonella foenum-graecum* L. и *Vinca minor* L., полученные из эксплантов различного происхождения.

Основными методами исследований являлись культивирование клеток и тканей растений, спектрофотометрия и микроскопирование.

Инкубацию каллусных и суспензионных культур производили на питательной среде по прописи Мурасиге-Скуга (МС) [3] с добавлением фитогормонов. Культивирование каллусов осуществляли в темноте в условиях термостата при температуре 25 °С (контроль) и 10 °С (опыт). Суспензионные культуры инкубировали в темноте при 25 °С. Постоянное перемешивание питательной среды обеспечивали с помощью орбитального шейкера-инкубатора MaxQ 6000 Thermo Scientific.

В работе проводили определение жизнеспособности клеток, индекса роста культур, содержания сухого вещества, степени агрегированности суспензионных культур [4-5]. Для оценки накопления вторичных метаболитов в клеточных культурах проводили определение содержания суммы фенольных соединений, фенолоксидов и флавоноидов [6].

Для каждой из исследуемой каллусной культуры подобраны наиболее оптимальные режимы беспересадочного культивирования в течение от 65 до 95 сут, обеспечивающие практически полное восстановление их ростовой активности после переноса в стандартные условия. С целью депонирования *Echinacea pallida*, *Echinacea purpurea*, *Salvia officinalis* рекомендовано использование гипотермии, а в случае *Althaea officinalis* – наряду с гипотермией сочетанное воздействие пониженной температуры и D-маннита. Для *Catharanthus roseus* среди исследуемых приемов депонирования каллусных клеток наиболее оптимальным методом является включение D-маннита в среду инкубации, тогда как для каллусных клеток *Vinca minor* – однокомпонентное воздействие D-маннита либо использование его в сочетании с гипотермией. Депонирование каллусной культуры *Trigonella foenum-graecum* предлагается осуществлять в условиях сочетанного действия D-маннита и пониженной температуры.

На основании установленных закономерностей разработана общая схема процесса депонирования каллусных культур лекарственных растений, включающая 3 этапа.

На первом этапе культуры поддерживаются в стандартных условиях выращивания *in vitro* на основе регулярного субкультивирования. Обязательной процедурой при этом является определение оптимальной продолжительности ростового цикла и периодический анализ ростовой активности культуры, а также характеристика биосинтетического потенциала по уровням содержания целевых метаболитов.

Задача второго этапа (депонирование) – изменение условий инкубации культуры с целью минимализации роста и увеличения продолжительности беспересадочного культивирования. Через определенные интервалы времени, как минимум раз в месяц, проводится контроль за физиологическим состоянием культуры в условиях депонирования (учет прироста биомассы, жизнеспособности и др.).

На третьем этапе осуществляют перенос объекта в стандартные условия культивирования – рекультивирование. Он включает оценку последствий беспересадочного культивирования на рост культуры и ее способность к синтезу ВМ, обладающих фармакологической активностью.

Поскольку основным биотехнологическим источником ВМ лекарственных растений являются суспензионные культуры, в работе получены стабилизированные суспензионные культуры исследуемых видов лекарственных растений.

Проведен их цитоморфометрический анализ, включающий описание степени морфологической гетерогенности культур, определение типа суспензионной культуры в зависимости от степени агрегированности. С целью выявления физиолого-биохимических особенностей исследуемых суспензионных культур получены кривые их роста, для каждой культуры определена оптимальная продолжительность цикла выращивания, выявлен характер влияния начального объема инокулюма на величину сухой биомассы в конце цикла выращивания. Установленные закономерности выступают в качестве теоретической основы для реализации технологии глубинного культивирования клеток лекарственных растений в накопительном режиме. На основе количественного определения содержания ВМ фенольной природы выявлены особенности биосинтетического потенциала полученных суспензионных культур.

Разработанные подходы длительного культивирования и сохранения *in vitro* каллусных и суспензионных культур представителей *Apocynaceae*, *Asteraceae*, *Fabaceae*, *Lamiaceae*, *Malvaceae* позволяют сформировать банк клеточных линий, обладающих определёнными цитоморфометрическими и физиолого-биохимическими свойствами и обеспечить надежное сохранение ценного генофонда интродуцированных в условиях Беларуси видов лекарственных растений, содержащих иммуноактивные, адаптогенные, сердечно-сосудистые, гепатопротекторные, противоопухолевые субстанции. Полученная коллекция лекарственных растений на основе клеточных культур *in vitro* значительно расширяет возможности их использования в молекулярно-биологических, генетических и физиолого-биохимических исследованиях, а также в процессе подготовки специалистов в области биотехнологии растений.

#### Список литературы

1. Андреев, Л.Н. Сохранение редких и исчезающих растений *in situ*: достижения и проблемы / Л.Н. Андреев, Ю.Н.

- Горбунов // Изучение и охрана разнообразия фауны, флоры и основных экосистем Евразии: Матер. Междунар. конф. – Москва, 2000. – С. 19–23.
2. Bhojwani, S.S. Plant Tissue Culture: Theory and Practice / S.S. Bhojwani, M.K. Razdan. – Amsterdam: Elsevier, 1996. – 766 p.
  3. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures / T. Murashige [et al.] // *Physiol. Plant.* – 1962. – Vol. 15, № 3. – P. 473–482.
  4. Еникеев, А.Г. Об использовании 2,3,5-трифенилтетразолий хлорида для оценки жизнеспособности культур растительных клеток / А.Г. Еникеев, Е.Ф. Высоцкая, Л.А. Леонова // *Физиология растений.* – 1995. – Т. 42, № 3. – С. 423–426.
  5. Калинин, Ф.Л. Методы культуры тканей в физиологии и биохимии растений / Ф.Л. Калинин, В.В. Сарнацкая, В.Е. Полищук. – Киев: Наук. думка, 1980. – 480 с.
  6. Запрометов, М.Н. Биохимические методы анализа растений / М.Н. Запрометов. – Москва: Иностранная литература, 1960. – 592 с.

The preservation of gene pools of valuable medicinal plants is currently the most important task of modern bioecology. The developed approaches of prolonged *in vitro* cultivation of the callus and suspension cultures of *Althaea officinalis* L., *Catharanthus roseus* (L.) G. Don, *Echinacea pallida* (nut.) Nutt., *Echinacea purpurea* (L.) Moench, *Salvia officinalis* L., *Trigonella foenum-graecum* L. and *Vinca minor* L. plants allow creating the bank of cell lines of introduced in Belarus valuable medicinal plants containing immunoactive, adaptogenic, cardiovascular, hepatoprotective and antineoplastic metabolites.

Дитченко Т.И., Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь, e-mail: [ditchenko@inbox.ru](mailto:ditchenko@inbox.ru).

Филиппова С.Н., Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь, e-mail: [svetlan\\_rom@mail.ru](mailto:svetlan_rom@mail.ru).

Юрин В.М., Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь, e-mail: [yurin@bsu.by](mailto:yurin@bsu.by).

УДК 635.21:632.938

**М. И. Жукова, Г. М. Серeda, В. И. Халаева**

#### **РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БОЛЕЗНЕУСТОЙЧИВОСТИ КАРТОФЕЛЯ**

Из культурных растений достоинства картофеля так велики, что и в обозримом будущем он останется «вторым хлебом», поскольку на единицу площади дает больше пропитания в более короткие сроки и на меньшей территории, чем любая иная сельскохозяйственная культура.

Обладая редкостными свойствами по химическому содержанию клубней, представляя особую ценность для питания и сырье для ряда отраслей, картофель нуждается в экологически безопасной защите растений, обеспечивающей получение биологически полноценной продукции при исключении отрицательных воздействий на окружающую среду используемых с этой целью технологических приемов. Для предотвращения эпифитотий болезней, поражающих культуру, и реализации ее генетического потенциала, наиболее целесообразно использование болезнеустойчивых сортов и технологических решений с применением средств, индуцирующих защитные функции растений к биотическим стрессам.

Следует отметить, что острота проблемы расширения возделывания устойчивых к вредным организмам сортов сельскохозяйственных культур связана, с одной стороны, с развитием ресурсосберегающих технологий и со все возрастающими потребностями рынка в экологически чистой продукции, с другой – продолжающейся дестабилизацией фитосанитарного состояния сельскохозяйственных угодий [1].

В зонах производства картофеля особо опасны вредные организмы карантинного значения. В Беларуси к таковым относятся гриб *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. - возбудитель рака и цистообразующая золотистая картофельная нематода - *Globodera rostochiensis* Woll. В комплексе мер по эффективному фитосанитарному их контролю главенствующее значение отводится внедрению в сельскохозяйственное производство устойчивых сортов.

Проводимые в РУП «Институт защиты растений» исследования по оценке образцов картофеля современной отечественной и зарубежной селекции на рако- и глободероустойчивость позволяют ежегодно на этапе предварительного и государственного испытания выделять образцы, устойчивые к возбудителю рака – грибу *S. endobioticum* патотипу D1и золотистой картофельной нематоде патотипу Ro1. Анализ пораженности образцов картофеля за многолетний период (2006-2012 гг.) показывает, что по ракоустойчивости в предварительном и государственном испытании выделяется 76,0-94,4 % гибридного материала, тогда как по нематодоустойчивости – в пределах 25,0-66,3 %.

При этом ценность восприимчивых к раку образцов заключается в том, что через пассаж на некоторых из них (например, восприимчивый гибрид отечественной селекции 7887-5) проявляется усиление агрессивных

свойств *S. endobioticum*. Такие восприимчивые образцы можно использовать с целью наработки инфекционного биоматериала для формирования инфекционного фона фитопатогена.

Практическое приложение исследований болезнеустойчивости картофеля к раку и золотистой картофельной нематоде выражается в использовании устойчивых сортов к этим вредным объектам карантинного значения, против которых в Беларуси не имеется эффективных и безопасных истребительных средств защиты (фунгицидов, нематодцидов). Поскольку очаги рака и золотистой картофельной нематоды сконцентрированы преимущественно в частном секторе, где производится до 90 % картофеля, то культивирование устойчивых к ним сортов наиболее эффективный, ресурсосберегающий и экологически чистый метод защиты картофеля от рака и глободероза. Устойчивые сорта, являясь мощным фактором, вызывающим депрессию развития и размножения вредных организмов, обеспечивают многолетний эффект стабильного улучшения фитосанитарного состояния полей и получение гарантированного урожая [2].

Серьезную опасность для картофеля по всем регионам возделывания культуры создает также фитофтороз, возбудителем которого является оомицет *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. В Беларуси болезнь ежегодно проявляет себя на уровне неоднородного развития - от депрессивного (менее 25 %) до эпифитотийного (более 50 %). Причем эта неоднородность изменяется во времени и пространстве и во многом определяется сортовыми свойствами растений, главное из которых устойчивость к болезни. Целенаправленная селекция на устойчивость к фитофторозу является составной частью селекционных программ в Беларуси [3].

Изучение сопряженности развития фитофтороза с ростом и развитием растений в онтогенезе разных по скороспелости и болезнеустойчивости сортов позволили установить управляющую функцию сорта в формировании эпифитотии болезни. Потенциальная возможность эпифитотийноопасной ситуации и степень ее реализации в онтогенезе формирующих агробиоценозы сортов картофеля выше у раннеспелой группы. В этой связи сорта ранней группы спелости как благоприятная среда для возобновления инфекции остро нуждаются в первоочередном подавлении болезни.

Посредством многолетнего (2003-2015 гг.) фитопатологического анализа более 30 разрешенных для возделывания в Беларуси сортов картофеля разных сроков созревания выделены сорта, эпифитотийное развитие фитофтороза на которых выявлено реже (Атлант, Здабытак, Сузорье, Рагнеда).

Агроценотический уровень сортовой специфики взаимоотношений возбудителя фитофтороза и растения-хозяина положен в основу оптимизации защиты картофеля для повышения ее экономичности и экологичности. Определено, что оптимизация достижима:

- дифференцированием кратности обработок растений картофеля фунгицидами как средством оперативного контроля болезни в сторону их снижения на устойчивых к фитофторозу сортах;
- корректировкой подбора более приемлемых по стоимостной характеристике фунгицидов и эквивалентных по ингибированию и механизму действия на возбудителя болезни;
- заменой на ранней стадии роста и развития картофеля профилактической фунгицидной обработки внесением физиологически активных веществ – фитоиммунокорректоров, активизирующих болезнеустойчивость растений.

Экспериментально доказано, что уменьшение кратности фунгицидного воздействия на фитофтороустойчивый сорт со снижением риска неблагоприятного влияния химических препаратов на окружающую среду не снижает реализацию продукционного потенциала растений, что обеспечивает получение планируемого урожая клубней при сокращении затрат на фунгицидную защиту. Более того, даже в условиях эпифитотии растения устойчивых к фитофторозу сортов белорусской селекции способны формировать и без применения фунгицидов свойственный им достаточно высокий уровень продуктивности: например, в 2012 г. у сортов Атлант, Здабытак, Рагнеда масса клубней составила в среднем 1173,5; 1099,2 и 1497,8 г/куст соответственно. Способность пораженных растений давать нормальный урожай обусловлена общефизиологической реактивностью, что позволяет растению «выдерживать» паразита за счет активизации своего основного обмена веществ и включения компенсаторных механизмов [4].

В условиях изменения генетической структуры популяций возбудителя фитофтороза возрастает роль сортов с высокой степенью полевой (горизонтальной) устойчивости, которые могут противостоять постоянно варьирующей агрессивности патогена, поскольку обладают неспецифической устойчивостью к проникновению спор возбудителя в листья и клубни, к распространению мицелия в тканях и способны снижать интенсивность спороношения [5].

С учетом вышеизложенного можно констатировать, что вовлечение в производственный процесс все большего количества болезнеустойчивых сортов картофеля и расширение занимаемых ими площадей принесет преимущества устойчивости растений в защиту от болезней этой важной в народнохозяйственном отношении культуры.

### Список литературы

1. Афанасенко, О.С. Проблемы рационального использования генетических ресурсов устойчивости растений к болезням / О.С. Афанасенко, К.В. Новожилов // Экологическая генетика. – 2009. - Т.7, №2. – С. 38-43.
2. Павлюшин, В.А. Устойчивые сорта – важнейший элемент в фитосанитарной оптимизации агроэкосистем / I-я Всерос. конф. по иммунитету растений к болезням и вредителям: науч. материалы. – СПб., 2002. - С. 16-17.
3. Пискун, Г.И. Селекция фитофтороустойчивых сортов картофеля / Г.И. Пискун, Г.К. Журомский // I-я Всерос. конф. по иммунитету растений к болезням и вредителям: науч. материалы. – СПб., 2002. – С. 213-214.
4. Чумаков, А.Е. Теоретические предпосылки к усовершенствованию санитарно-профилактических мероприятий по защите растений от грибных болезней / А.Е. Чумаков // Фитосанитарные основы защиты сельскохозяйственных культур от болезней: труды ВИЗР / научн. редактор А.Е. Чумаков. – Ленинград, 1981. – С. 7-12.
5. Яшина, И.М. Значение сорта в современных технологиях производства картофеля / И.М. Яшина [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.kartofel.org/sbornik2010/sorta i selekcija.doc](http://www.kartofel.org/sbornik2010/sorta_i_selekcija.doc) . – Дата доступа: 12.03.2016.

Based on the example of potato resistance to wart disease (*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.), potato golden nematode (*Globodera rostochiensis* Woll.) and late blight (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) a practical value of this plant property in crop protection against the diseases and a possibility of protective measures optimization based on it is shown.

Жукова М.И. Республиканское научное дочернее унитарное предприятие «Институт защиты растений», аг. Прилуки Минского района, Беларусь, e-mail: [zhukova-maria@tut.by](mailto:zhukova-maria@tut.by).

Серёда Г.М. Республиканское научное дочернее унитарное предприятие «Институт защиты растений», аг. Прилуки Минского района, Беларусь, e-mail: [protectpotato@tut.by](mailto:protectpotato@tut.by).

Халаева В.И. Республиканское научное дочернее унитарное предприятие «Институт защиты растений», аг. Прилуки Минского района, Беларусь, e-mail: [protectpotato@tut.by](mailto:protectpotato@tut.by).

УДК 502.171

**М. А. Занина**

### **РАЗВИТИЕ СЕТИ ООПТ КАК ФАКТОР СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ СРЕДНЕГО ПРИХОПЕРЬЯ**

Необходимость сохранения уникальных участков земной поверхности продиктована обострением экологических проблем, связанных с тотальным использованием природных ресурсов. Ответной реакцией на критическое нарушение природных экосистем является создание сети особо охраняемых природных территорий (ООПТ) от регионального до международного уровня. Создание сети ООПТ играет роль экологического каркаса, а отдельные ООПТ позволяют сохранить в естественном состоянии наиболее ценные природные объекты, а также способствовать успешному восстановлению экосистем, подверженных антропогенным воздействиям.

Формирование сети особо охраняемых природных территорий является одним из приоритетных направлений при решении социальных, экономических и экологических задач региона.

В Саратовской губернии первый частный заповедник-заказник был организован владельцем имения Пады Балашовского уезда В.Л. Нарышкиным на территории небольшого соснового леса вблизи деревни Рзянка, имевшего название Борок. Современный облик региональной сети ООПТ сложился под действием природно-ландшафтных (преобладание степей, равнинность территории и другие), социально-экономических (высокая степень сельскохозяйственной освоенности и другие) факторов. Характер, специфику и практику выявления и организации ООПТ в Саратовской области определила направленность научных исследований в природоохранной сфере региона.

Общая площадь всех категорий областных ООПТ составляет около 1,5% от площади региона, что явно недостаточно для выполнения природоохранных задач, установленных для системы ООПТ. В Балашовском Прихопerry существует три охраняемых объекта - памятники природы: озеро Рассказань, Падовский приусадебный парк и природный микрозаповедник «Арзянский бор» [1].

Сотрудники кафедры биологии и экологии БИ СГУ Золотухин А. И., Овчаренко А. А., Занина М. А., Шаповалова А.А., Смирнова Е.Б., Семенова Н.Ю. и др. на протяжении многих лет занимались научными исследованиями видового разнообразия Среднего Прихопerry [2-3]. Неотделимо от научной задачи изучения биоразнообразия стоит проблема его сохранения на всех уровнях, что может быть наиболее эффективным в системе особо охраняемых природных территорий [4].

Установлено, что в результате усиления антропогенной нагрузки снижается биологическое разнообразие пойменных лесов, однако они обладают высоким экологическим потенциалом, обеспечивающим биологическую устойчивость в напряженной экологической среде. Пойменные леса степной зоны стабилизируют ландшафты, выполняют экологические и социально-экономические функции. В результате

антропогенных воздействий в лесах, расположенных в окрестностях Балашова происходит замусоривание территории, уничтожение подроста, частые лесные пожары. Возникает необходимость создания в городской округе природного парка регионального значения. Создание парка поможет решить вопросы по сохранению биоразнообразия, благоустройству леса, приспособить его для отдыха и оздоровления населения и равномерно распределить рекреационное давление.

На лугово-степных участках в последние годы в связи со снижением антропогенной нагрузки наблюдается некоторое возобновление растительности, в том числе и редких и охраняемых видов, поэтому также возникает необходимость их изучения и сохранения. Так, луга среднего Прихопёрья служат резерватом редких видов Саратовской области – *Fritillaria meleagroides* PatrinxSchult., *Pedicularis dasystachys* Schrenk., *Tulipa gesneriana* L., *Hyacinthella leucophaea* (C. Koch.) Schur., *Valeriana wolgensis* Kazan., *Iris aphylla* L., *Myosotis popovii* Dobroc., *Gladio lustenius* M. Bieb. и других видов.

На территории Балашовского района расположен лесной массив Медвежий куст противозеронозного назначения площадью 1045 га, находящийся в ведомстве ГУ Балашовского лесничества Саратовской области (111-120 кв.). В данном урочище распространены ценные лекарственные растения. Это такие виды, как *Achillea millefolium* L., *Gentiana pneumonanthe* L., *Cichorium intybus* L., *Salvia pratensis* L., *Althaea officinalis* L., *Sanguisorba officinalis* L., *Fragari viridis* (Duch), *Ononis arvensis* L., *Leonurus quinquelobatus* Gilib., *Stachis officinalis* L., *Helichrysum arenarium* (L.) Moench., *Thymus marschallianus* Willd., *Mentha arvensis* L., *Origanum vulgare* L., *Agrimonia eupatoria* L., *Salvia stepposa* Schost., *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim, *Hypericum perforatum* L.

Лесной массив урочища Медвежий куст имеет значительное биологическое разнообразие древесных, кустарниковых и травянистых растений, оценивается как важный хозяйственный объект. Древостои различного состава представляют интерес для исследования по специальным методикам взаимоотношений дуба с другими древесными растениями, а в целом этот рукотворный объект целесообразно выделить как особо охраняемый. Он является важной составной частью экологического каркаса Прихоперья, имеет большое историческое значение как живой памятник огромного созидательного труда.

Таким образом, создание новых особо охраняемых природных территорий составит систему, необходимую для сбережения видового, экосистемного и ландшафтно-географического разнообразия природы, необходимых для жизни людей благоприятных экологических условий.

#### Список литературы

1. Особо охраняемые природные территории Саратовской области: национальный парк, памятники природы, дендрарии, ботанический сад, особо охраняемые геологические объекты // Комитет охраны окружающей среды и природопользования Саратовской области ; науч. ред. В.З. Макаров. — Саратов: Изд-во Саратов. ун-та. 2008. — 380 с.
2. Золотухин А.И. Пойменные леса Прихоперья: состояние, эколого-ценотическая структура, биоразнообразие: монография / А.И. Золотухин, А.И. Овчаренко. — Балашов: Николаев, 2007. — 152 с.
3. Золотухин А.И. Антропогенная динамика структуры и биоразнообразия пойменных дубравах Среднего Прихоперья / А.И. Золотухин, А.А. Шаповалова, А.А. Овчаренко, М.А. Занина. — Балашов: Николаев .2010. — 164 с.
4. Золотухин А.И. Концепция биологической устойчивости и сохранения биоразнообразия пойменных лесов степной зоны в условиях антропогенного стресса / А.И. Золотухин, А.А. Овчаренко, М.А. Занина // Антропогенная трансформация природных экосистем: матер. Всерос. науч.-практич. конф. с междунар. участием (г. Балашов, 13—14 октября 2010 г.) / под ред. А.И. Золотухина. — Балашов: Николаев, 2010. — С.60-72.

The need to preserve unique areas of the earth's surface is dictated by the aggravation of the environmental problems associated with the total use of natural resources. A response to a critical disruption of natural ecosystems was the creation of a network of specially protected natural territories (SPNT) at various levels, from regional to international. The creation of a network of protected areas plays the role of the ecological framework, and allow individual protected areas to preserve the natural state of the most valuable natural objects, as well as contribute to the successful restoration of ecosystems affected by anthropogenic influences.

Занина М.А., Балашовский институт (филиал) Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского, г.Балашов, Россия, e-mail: zanmarina@yandex.ru.

УДК 581.524

**Е. Н. Ивкович, С. А. Автушко**

#### **АДВЕНТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ФЛОРЫ БЕРЕЗИНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА: БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ДИНАМИКА**

В последние годы проявление особого интереса к изучению чужеродных видов растений было вызвано тем, что они активно стали распространяться как по территории республики, так и на особо охраняемых

территориях. Нами адвентивный компонент флоры рассматривается как две составляющие: адвентивные – чужеродные виды растений, ареалы которых находятся значительно далеко (на других континентах) и культивируемые с различной степенью натурализации. В 2014 году адвентивных видов было зарегистрировано 122 единицы, культивируемых – 401 (328 родов, 84 семейства). Подробный анализ показал, что подавляющая часть видов входящих в адвентивный компонент флоры заповедника относится к покрытосеменным (отдел *Magnoliophyta*), среди которых преобладают двудольные (86 %). В видовом отношении наиболее богаты семейства *Asteraceae* (75 видов), *Rosaceae* (45 видов), *Brassicaceae* (32 вида), *Lamiaceae* (27 видов). Среди однодольных (класс *Liliopsida*) наиболее многочисленны семейства *Poaceae* (30 видов), *Liliaceae* (13 видов), *Alliaceae* (7 видов). Сравнение состава ведущих семейств адвентивной и аборигенной фракции флоры показало их существенное различие. Общими среди них являются только шесть семейства - *Asteraceae*, *Poaceae*, *Fabaceae*, *Rosaceae*, *Caryophyllaceae*, *Lamiaceae*. Из числа ведущих семейств адвентивной фракции выходят семейства *Scrophulariaceae* и *Ranunculaceae*, характерные для бореальных флор. Такие семейства, как *Brassicaceae*, *Lamiaceae*, *Solanaceae*, *Liliaceae*, *Apiaceae*, наоборот, усиливают свои позиции среди ведущих таксонов. Отличительной особенностью спектра ведущих семейств адвентивной фракции является появление семейства *Chenopodiaceae*, отсутствующее в аборигенной фракции флоры. В адвентивной фракции не представлены семейства *Superaceae* и *Orchidaceae*, которые занимают 2-е и 9 –е места в аборигенной фракции заповедника.

Адвентивная фракция содержит 328 родов. Семейственно-родовой спектр возглавляют семейства *Asteraceae* (48 родов), *Poaceae* (25 родов) и *Brassicaceae* (24 рода). Семейство *Rosaceae* (21 род) переместилось со второго места на четвертое, *Solanaceae* (9 родов) с седьмого на восьмое, а его место заняло семейство *Boraginaceae* (10 родов). На прежних рангах остались семейства *Lamiaceae* (5) и *Caryophyllaceae* (6). Десятое место разделили два семейства *Ranunculaceae* и *Chenopodiaceae* (по 6 родов). Семейственно - родовой спектр адвентивной фракции отличается от аборигенной отсутствием среди ведущих семейств – *Apiaceae*, *Orchidaceae*, *Scrophulariaceae*, и наоборот появляются среди ведущих таксонов – *Brassicaceae*, *Boraginaceae* и *Chenopodiaceae* – семейства преимущественно южного распространения

Среди многовидовых родов аборигенной и адвентивной фракции общих родов нет. Наиболее богаты в видовом отношении из аборигенов роды *Carex*, *Salix*, *Potamogeton*, *Viola* и *Galium*, среди адвентов – *Chenopodium*, *Oenothera*, *Galeopsis*, *Lamium* и *Malva*. В целом в родовом спектре адвентивной фракции преобладают одновидовые роды (70 %), 18 % содержат по 2 вида, 10 % - по 3-4 вида. Возглавляют роды, характерные для южных регионов. Во флорогенетической структуре значительная часть адвентивных растений флоры заповедника имеет европейское происхождение (в широком смысле). В их составе наиболее многочисленны европейско-западноазиатские (*Fumaria officinalis*, *Urtica urens*, *Chenopodium album*, *Rumex confertus*, *Euphorbia helioscopia*, *Senecio vulgaris*, *Sonchus oleraceus* и др.) – всего 63 вида. Вторая по численности – группа растений американского происхождения (18 видов). Преобладают североамериканские виды (представители родов *Epilobium*, *Oenothera*, *Galinsoga* и др.). Значительна группа циркумбореальных видов (11,5 %) – *Alsine media*, *Spergula arvensis*, *Atriplex patula*, *Barbarea stricta*, *Conyza canadensis* и др. Немного видов растений азиатского происхождения: восточноазиатские - *Sclerantus annuus*, *Reynoutria japonica*, *Capsella bursa-pastoris*; ирано-туранские – *Lepidium ruderae*, *Malva pusilla*; южноазиатские – *Impatiens parviflora*, *Acorus calamus*, один вид кавказского – *Heracleum sosnowskyi* и три средиземноморского – *Conium maculatum*, *Hyoscyamus niger*, *Echinochloa crusgalli*.

Среди культивируемых видов самая многочисленная группа североамериканская (70 видов), второе место занимают европейско-западноазиатская и культивгенная группы (58, 54 вида), и на третьем месте восточноазиатская, европейская и средиземноморская (45, 43, 37 видов). Остальные группы малочисленны. Однако не надо забывать, то, что культивируемые виды являются одним из источников пополнения флоры заповедника. Уже в настоящее время в естественных растительных сообществах регистрируются такие культивируемые виды как *Amelanchier spicata*, *Sorbaria sorbifolia*, *Parthenocissus quinquefolia*, *Lupinus polyphyllus*, *Helianthus tuberosus* и др.

Таким образом, адвентивная фракция флоры заповедника сформировалась выходцами из Северной и Южной Америки, Азии, Африки, Европы и даже Австралии. Преобладают виды североамериканского и европейского происхождения, что аналогично для республики [1]. Основное большинство их (93 вида – 76,2 %) селится на нарушенных местообитаниях, вдоль дорог, по мусорным местам, на огородах или в посевах на полях. Немного видов произрастает в сосновых или широколиственных лесах (10 видов – 8,2 %), на заливных или суходольных лугах (11 видов – 9 %) и еще меньше в водоемах или на берегах рек (8 видов – 6,6 %). По жизненным формам флора заповедника включает 7 групп: деревья, кустарники, полукустарники, кустарнички, лианы, суккуленты и травы. Всего к деревянистым формам относится 194 видов (15,3% от всей флоры); в том числе 67 вида аборигенных и 120 видов культивируемых. В аборигенной фракции флоры 20 видов деревьев, 39 вид кустарников, 3 вида полукустарников, 9 видов кустарничков, а также 2 вида суккулентов, 1 лиана.

Культивируемые растения представлены 40 видами деревьев, 89 видами кустарников, 2 видами полукустарников, 1 видом кустарничков, 6 видами лиан и 6 видами суккулентов.

К травянистой форме относится – 1067 видов, из них 668 аборигенных, 119 адвентивных и 280 культивируемых. Аборигенные травы представлены однолетниками - 55 видов, одно-двулетниками – 13, двулетниками – 24 и многолетниками – 556 видов. В адвентивной фракции флоры однолетников - 58, одно-двулетников – 15, двулетников – 14, многолетников - 16 видов. Культивируемые травы включают однолетники - 101, одно-двулетники -3, двулетники - 14, многолетники - 159 видов.

Со временем изменялся не только количественный состав чужеземной флоры заповедника, но и в местах произрастания менялся ее видовой состав. Этому способствовали как природно-климатические, так и антропогенные факторы. С присвоением заповеднику статуса «биосферный» в 1979 году, с появлением новых задач заповедника проводилось выделение абсолютно-заповедной зоны, сселение деревень, сокращение посевных площадей, ликвидация опытно-производственного хозяйства. Так, в связи с сокращением посевов зерновых культур из сеgetальных растений уже не часто встречаются *Cirsium arvense*, *Viola arvensis*, *Raphanus raphanistrum*, *Fallopia convolvulus*, *Apera spica-venti*, *Avena strigosa* а массовый сорняк *Centaurea cyanus* стал редким. На их месте господствуют сеgetально-рудеральные виды - *Oenothera biennis*, *O. rubricaulis*, *Artemisia absinthium*, *Senecio vulgaris*, *Conyza canadensis*, *Capsella bursa-pastoris*, *Veronica arvensis*, *Poa annua*. С прекращением посевов гречихи не регистрируются в настоящее время такие виды как *Camelina alyssum*, *Fagopyrum tataricum*, а вместе с посевами клевера лугового исчезли такие виды как *Cuscuta epithymum*, и *Agrostemma githago*. В огородах и садах стали широко распространены *Galeopsis bifida*, *G. ladanum*, *Stellaria media*, *Galinsoga ciliata*, *G. parviflora*, *Fumaria officinalis*, *Spergula arvensis*, *Echinochloa crusgalli*, *Erodium cicutarium*, *Urtica urens*, *Polygonum aviculare*, *Elytrigia repens*, *Erysimum cheiranthoides*. Очевидно, в настоящее время значительные изменения видового состава претерпевают растительные сообщества, испытывающие антропогенное воздействие – агроценозы, линии электропередач, населенные пункты, дороги, менее естественные растительные сообщества – леса, луга, болота, водоемы, где доступ человека ограничен. В этих биотопах определяющую роль играют природно-климатические условия. В лесных сообществах распространению адвентивных видов способствуют ветровалы и буреломы, на лугах засухи, в водоемах уровенные изменения воды.

#### Список литературы

1. Козловская Н.В. Флора Белоруссии, закономерности ее формирования, научные основы использования и охраны. / Н.В. Козловская – Мн.: Наука и техника, 1978. – 128 с.

The features of taxonomic, florogenetic, biomorphologic, and cenotic structure of adventive fraction of the Berezinsky Reserve's flora are given; its distinctive characteristics in comparison with aboriginal fraction are shown.

Ивкович Е.Н., ГПУ «Березинский биосферный заповедник», п. Домжерицы, Беларусь, e-mail [valery.ivkovich@tut.by](mailto:valery.ivkovich@tut.by).

Автушко С.А., ГПУ «Березинский биосферный заповедник», п. Домжерицы, Беларусь, e-mail [valery.ivkovich@tut.by](mailto:valery.ivkovich@tut.by).

УДК 573.6:577.158.579.66.

**О. С. Игнатовец, Т. И. Ахрамович, Е. В. Феськова, В. Н. Леонтьев**

### **ПОВЫШЕНИЕ АКТИВНОСТИ МИКРООРГАНИЗМОВ-ДЕСТРУКТОРОВ ПЕСТИЦИДОВ РЯДА СУЛЬФОНИЛМОЧЕВИНЫ С ЦЕЛЬЮ ИНТЕНСИФИКАЦИИ РЕМЕДИАЦИИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПРИРОДНЫХ СРЕД**

В настоящее время для защиты сельскохозяйственных культур от сорных растений используются гербициды четвертого поколения, действующим веществом (д.в.) которых являются производные сульфонилмочевины. Масштабы применения указанных ксенобиотиков на сельскохозяйственных площадях РБ к настоящему времени достигли, например, на посевах кукурузы, 80% от общего количества всех применяемых гербицидов. В сельском хозяйстве РБ гербициды из этой группы представлены 15 д.в., на основе которых разрешено к применению 45 препаратов пестицидов группы сульфонилмочевины (ПГС). Однако, несмотря на низкие нормы расхода (от 2 до 70 г/га), появились данные о том, что применение указанных пестицидов оказывает негативное влияние на агрофитоценозы и их основные компоненты: сельскохозяйственную почву, растительный покров, наземную и почвенную биоту, водные объекты. Длительное использование указанных

пестицидов сопровождается такими нежелательными явлениями, как повреждение чувствительных культур, временная депрессия биологической активности почвы, появление устойчивых биотипов сорняков и др. Наряду с остатками пестицидов, в почве обнаруживаются и их достаточно персистентные метаболиты, что дополняет перечень эколого-токсикологических проблем, связанных с использованием ядохимикатов. Одним из перспективных направлений экологической биотехнологии является интродукция активных микроорганизмов-деструкторов ксенобиотиков в почвы, загрязненные пестицидами. При этом необходимо получение всесторонней информации о миграции, кумуляции и превращениях пестицидов в природных средах (динамике), а также факторах, повышающих эффективность целенаправленного применения бактерий-деструкторов (иммобилизация, внесение дополнительных субстратов). Результатом применения микробных препаратов для решения обозначенных проблем является, в первую очередь, сокращение потерь урожая сельскохозяйственных культур вследствие фитотоксического последствия остатков гербицидов в севооборотах, а также предотвращение включения пестицидов в различные миграционные цепи. Таким образом, объектами исследований являлись гербициды группы сульфонилмочевины – трибенурон-метил (ТУМ), метсульфурон-метил (МСМ), а также бактерии-деструкторы указанных гербицидов. Цель работы – изучение влияния микроорганизмов-деструкторов на динамику пестицидов ряда сульфонилмочевины для повышения их активности с целью интенсификации ремедиации природных сред.

На первом этапе исследовательской работы были определены оптимальные условия культивирования бактерий штаммов Т5, Т6 и М1, которые являются активными деструкторами ТУМ и МСМ соответственно. Критерием отбора являлась удельная скорость роста клеток культур при использовании соответствующих пестицидов в качестве единственного источника углерода. В ходе эксперимента варьировались следующие факторы: температура, степень аэрации, концентрация пестицида. Таким образом, было установлено, что оптимальные условия культивирования бактерий-деструкторов ТУМ следующие: температура культивирования 20°C; аэрация отсутствует; концентрация ТУМ в качестве единственного источника углерода в жидкой питательной среде – 0,01%. В свою очередь, определены оптимальные условия культивирования для бактерий-деструкторов МСМ: температура культивирования 20°C; аэрация 200 об/мин; концентрация МСМ в качестве единственного источника углерода в жидкой питательной среде – 0,01%.

Перед интродукцией микроорганизмов в окружающую среду необходимо спрогнозировать их выживаемость, поведение и оценить эффективность биодеградации пестицида. Кроме того, биодеградация ксенобиотиков должна проводиться без накопления токсичных интермедиатов.

В связи с этим на следующем этапе НИР было проведено исследование микробной деградации ТУМ и МСМ и оценена эффективность данного процесса, осуществляемого бактериями-деструкторами Т5 и М1 в модельной почвенной системе как иммобилизованными клетками, так и суспендированными. В образцах контролировали численность клеток бактерий-деструкторов, а также содержание пестицидов в почве. Количественное и качественное определение субстрата в образцах осуществляли по разработанной нами методике с помощью хромато-масс-спектрометрии.

ТУМ в почве разлагался достаточно быстро, через 21 день его остаточное количество составляло 30%, а через месяц он присутствовал в следовых количествах. В процессе биодеградации ТУМ в почве обнаруживались такие промежуточные продукты как сахарин и 2-гидрокси-4-метил-6-диметиламино-1,3,5-триазин, но они довольно быстро подвергались дальнейшей трансформации. Помимо анализа изменения концентрации вышеназванных веществ в образцах почвы изучали также развитие интродуцированной культуры чашечным методом Коха. Величина КОЕ на 1 г сухой почвы в начале эксперимента составила  $7,5 \cdot 10^7$  кл/г. В опыте с модельно загрязненной ТУМ почвой величина КОЕ на 1 г сухой почвы была максимальной на 14-е сутки эксперимента, затем наблюдали снижение этого показателя, вследствие истощения в среде основного источника питания. Активность бактерий-деструкторов, интродуцированных в почву без предварительной иммобилизации, была намного ниже. Адаптационный период бактерий составил порядка 14 дней, разложение ТУМ шло достаточно медленно, и через месяц составляло порядка 40% от исходного. Остаточное количество ТУМ в модельно-загрязненной почве при деградации его свободными клетками на 40-е сутки эксперимента составляло порядка 41%. Таким образом, полученные результаты убедительно доказывают, что применение иммобилизованных клеток бактерий-деструкторов в процессе биодеградации ТУМ позволяет увеличить скорость процесса деградации, снизить остаточное количество гербицида в почве, а также уменьшить длительность самого процесса деградации.

Изучение динамики деградации МСМ в модельной почве содержащей иммобилизованные и свободносуспендированные клетки бактерий штамма М1 показало, что ксенобиотик разлагается в почве медленно и довольно длительное время. В связи с этим, на следующем этапе НИР были проведены эксперименты по изучению влияния легкоусвояемых микроорганизмами источников питания и энергии, внесение которых в почву могло бы интенсифицировать процесс деградации. В качестве ко-субстратов деградации МСМ были взяты представители различных классов органических соединений – углеводы

(глюкоза), углеводороды (гексан), спирты (этанол), органические кислоты (ацетат натрия). Наиболее эффективным косубстратом для бактерий-деструкторов являлась глюкоза, причем роль глюкозы в данном случае не ограничивалась только тем, что она в качестве ростового субстрата обеспечивала больший прирост биомассы. По-видимому, связь здесь намного сложнее, так как в случае с этанолом мы также наблюдали заметный прирост биомассы, но деградация МСМ была достаточно слабой. Культура М1 была также активна в экспериментах с использованием ацетата натрия в качестве косубстрата. Во всех экспериментах скорость деградации была связана с фазой роста культур и была максимальной в период их активного роста. Причем для глюкозы и ацетата натрия наблюдали двухфазный рост культуры бактерий, что можно объяснить использованием на первом этапе культивирования «метаболически более удобных» ростовых субстратов, что обеспечивало достаточный прирост биомассы клеток. На втором этапе происходила перестройка ферментных систем под «новый» ростовой субстрат (МСМ). Таким образом, проведенные исследования продемонстрировали, что наилучшими субстратами являются глюкоза и ацетат натрия. Критерием эффективности применения указанных косубстратов являлись скорость роста культуры и остаточное количество МСМ в среде.

В процессе выполнения НИР получены результаты, которые могут являться основой для разработки технологии получения бактериального препарата, предназначенного для ремедиации почвы, загрязненной пестицидами группы сульфонилмочевины.

#### *Список литературы*

1. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Справочное издание, авторы составители Л.В. Плешко, О.А. Хвалей, Т.И. Гололоб, А.Ю. Апанович, В.Е. Боярчук, С.А. Пестерев. Минск, 2014. Режим доступа: [http://www.ggiskzr.by/doc/protection/reestr\\_2014\\_1\\_Perechen.pdf](http://www.ggiskzr.by/doc/protection/reestr_2014_1_Perechen.pdf). – Дата доступа: 02.02.2015.

In the present study the results on ways of improvement of the degradation efficiency of the sulfonylurea group pesticides by the bacteria destructors in the remediation of natural environments are describes.

*Леонтьев В.Н.*, Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь, e-mail: [leontiev@belstu.by](mailto:leontiev@belstu.by).

*Игнатовец О.С.*, Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь, e-mail: [ignatovets@belstu.by](mailto:ignatovets@belstu.by).

*Ахрамович Т.И.*, Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь, e-mail: [leontiev@belstu.by](mailto:leontiev@belstu.by).

*Феськова Е.В.*, Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь, e-mail: [lena.feskova@mail.ru](mailto:lana.feskova@mail.ru).

УДК 502.7

### **Ю. З. Квач**

#### **НАХОДКИ ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ В ЛИДСКОМ РАЙОНЕ(БЕЛАРУСЬ)**

Согласно закону о растительном мире Республики Беларусь «О растительном мире» (№ 205-3 от 14.06.2003) статье 17 – Содействие граждан, общественных объединений и органов территориального общественного самоуправления в осуществлении государственного управления в области обращения с объектами растительного мира: граждане, общественные объединения и органы территориального общественного самоуправления: оказывают содействие специально уполномоченным республиканским органам государственного управления и их территориальным органам, местным исполнительным и распорядительным органам в проведении мероприятий по озеленению, содержанию, охране и воспроизводству объектов растительного мира. Одним из действенных способов охраны редких и исчезающих видов растений является выявление их местопроизрастаний с последующей передачей информации научным сотрудникам НАН Беларуси, для оформления охранных обязательств и паспортов.

Белорусская природоохранная общественная организация «Ахова птушак Бацькаўшчыны» (АПБ) <http://www.ptushki.org/> работает ради сохранения разнообразия видов и экосистем в Беларуси путем приобщения населения к активной охране природы. Основными целями АПБ являются: сохранение биологического разнообразия и поощрение населения к активной охране природы. Одной из важнейших задач

АПБ является изучение и сохранение биоразнообразия страны. Активные члены АПБ изучают не только разнообразие птиц, но и растений, чем вносит свой важный вклад в обеспечение эффективности природоохранной мероприятий на территории Республики.

В ходе проведения флористических исследований на территории Лидского района Гродненской области Беларуси за 2009-2015 гг. нами выявлен ряд новых мест произрастания охраняемых видов сосудистых растений [1]. Определение гербарных образцов проводили по [2]. Гербарные образцы хранятся в личной коллекции (Квач Ю.З., г. Лида). Фотоматериалы по находкам размещены на интернет-сайте «Биоразнообразие Беларуси» <http://florafauna.by>.

В результате флористических исследований выявлено 24 мест произрастания 12 охраняемых видов растений Республики Беларусь. Характеристика находок включает: 1) местонахождение, 2) место произрастания, 3) обилие, 4) год находки.

#### **I категория (CR) – вид находящийся на грани исчезновения:**

*Orchis militaris* L.

1) южные окр. г. Лида, 2) пойма реки Лидея (Лидейка), 3) два цветущих экземпляра, 4) 2014.

#### **III категория (VU) – уязвимый вид:**

*Cephalanthera longifolia* (L.) Fritsch

1) 1,35 км на ЮЗ от д. Островля, 2) елово-широколиственный лес, 3) два экземпляра, в 2014-2015 гг. цветение не выявлено, 4) 2010.

*Dactylorhiza majalis* (Rchb.) Hunt et Summerh.

1) 2,2 км на СВ от д. Беневичи, 2) опушка сосняка, 3) три экземпляра на 1 м<sup>2</sup>, 4) 2014.

*Allium ursinum* L.

1) 3 км на СЗ от д. Минойты, 2) дубрава с примесью граба и ели, 3) обильно по выделу, 4) 2014.

*Berula erecta* (Huds.) Coville

1) 1,2 км на СЗ от д. Гончары, 2) ручей, впадающий в р. Дитва, 3) более 1000 экз. по руслу ручья, 4) 2015;

1) 2,1 км на СВ от д. Белица, 2) р. Ольховка, 3) свыше 400 экз. на 14 м<sup>2</sup>, 4) 2015;

1) 2,75 км на СЗ от д. Доржи, 2) правый берег р. Дитва, 3) ~ 20 экземпляров на 2 м<sup>2</sup>, 4) 2015;

1) 1,9 км на СВ от д. Гончары, 2) правый берег р. Дитва, 3) ~ 200 экземпляров на 7 м<sup>2</sup>, 4) 2015.

*Linnaea borealis* L.

1) ~1 км на ЮВ от д. Беневичи, 2) сосняк мшистый, 3) обильно на 2 м<sup>2</sup>, 4) 2009.

*Trifolium spryginii* Belyaeva & Sipliv.

1) ~1,2 км на ЮЗ от д. Минойты, 2) сосняк на границе низинного болота, 3) три цветущих экземпляра, 4) 2009.

*Moneses uniflora* (L.) A. Gray

1) ~1,5 км на ЮЗ от д. Гончары, 2) сосняк мшистый, 3) ~20 экземпляров на 3 м<sup>2</sup>, 4) 2011;

1) ~0,5 км на ЮЗ от д. Палубники, 2) сосняк мшистый, 3) ~50 экземпляров на 4 м<sup>2</sup>, 4) 2011.

#### **IV категория (NT) – потенциально уязвимый вид:**

*Polypodium vulgare* L.

1) 2,5 км на В от д. Пески, 2) сосняк мшистый, старая военная траншея, 3) 38 куртин, 4) 2015;

2) 2,2 км на С от д. Беневичи, 2) сосняк мшистый, старая военная траншея, 3) >100 куртин, 4) 2015.

*Arnica montana* L.

1) 0,9 км на СЗ от д. Островля, 2) сосняк мшистый, 3) ~100 экземпляров на 4 м<sup>2</sup>, 4) 2015;

1) 2,5 км на В от д. Пески, 2) сосняк мшистый, 3) ~170 экземпляров на 5,5 м<sup>2</sup>, 4) 2015;

1) 0,6 км на ЮВ от д. Беневичи, 2) сосняк орляковый, 3) около 150 экземпляров на 5 м<sup>2</sup>, 4) 2015;

1) 3,5 км на ЮЗ от д. Докудово, 2) сосняк вересковый, 3) >300 экземпляров на 18 м<sup>2</sup>, 4) 2015;

1) 4 км на ЮЗ от д. Докудово, 2) сосняк черничный, 3) 37 экземпляров на 1 м<sup>2</sup>, 4) 2015;

1) 0,9 км на ЮЗ от д. Минойты, 2) сосняк мшистый, 3) 26 экземпляров на 1,5 м<sup>2</sup>, 4) 2015;

1) 2,45 км на СВ от д. Гончары, 2) сосняк мшистый, 3) ~140 экземпляров на 4,5 м<sup>2</sup>, 4) 2015;

1) 2,4 км на ЮЗ от д. Пески, 2) сосняк мшистый, 3) >80 экземпляров на 4 м<sup>2</sup>, 4) 2015.

*Pulsatilla patens* (L.) Mill.

1) ~2,5 км на В от д. Пески, 2) сосняк на дюнах, 3) 12 растений на 25 м<sup>2</sup>, 4) 2015.

*Pulsatilla pratensis* (L.) Mill.

1) ~3 км на В от д. Пески, 2) сосняк на дюнах, 3) три генеративных растения на 1 м<sup>2</sup>, 4) 2014.

Все выявленные виды (кроме *Orchis militaris*) относятся к III и IV категории национальной природоохранной значимости [1]. Наибольшее количество ценологических популяций отмечено по «старому новому» [1] охраняемому виду – *Arnica montana*. На 14 мест произрастания в 2015 году оформлены охраняемые обязательства и паспорта.

## Список литературы

1. Красная книга Республики Беларусь. Растения /Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, Национальная академия наук Беларуси. – Мн.: БелЭ, 2015. – 448 с.
2. Определитель высших растений Беларуси / Под ред. В. И. Парфенова. – Мн.: Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.

As a result of investigations on the territory of Lida region identified 24 habitat 11 protected species of plants of Belarus.

Квач Ю.З., ООО «Ахова птушак Бацькаўшчыны», Лида, Беларусь, e-mail: kukenot@mail.ru.

УДК 615.322+633.12

**В. Н. Клинецвич, А. А. Матюк, Е. А. Флюрик**

### **РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ГРЕЧКИ**

Гречиха посевная, или гречиха съедобная, или гречиха обыкновенная (*Fagopyrum esculentum*) – вид травянистых растений рода Гречиха (*Fagopyrum*) семейства Гречишные (*Polygonaceae*). Гречиха – ценная широко культивируемая крупяная культура, возделывание которой имеет большое народно-хозяйственное значение. У гречихи короткий период вегетации, она сеется позже других зерновых культур, а собирается раньше, что делает ее выгодной для многопрофильных хозяйств. Выращивание гречихи наиболее выгодно при наличии пасек, так как с одной стороны гречиха – надежный и эффективный медонос (до 40-60 кг меда с 1 га), а с другой – при опылении пчелами урожай этих зерновых значительно повышается.

Зерно гречихи содержит 90,3% сухого вещества, 3 000 ккал/кг обменной энергии, 12% протеина, 12,8% клетчатки, 2,1% жира, 0,10% кальция и 0,35% фосфора, а по содержанию лизина (0,77%) превосходит другие зерновые культуры. Белки гречки (в зерне 10-13%) более полноценны, чем белки злаков. Из гречихи изготавливается ядрица – цельное зерно (гречка), продел (дробленое зерно с нарушенной структурой), смоленская крупа (сильно измельченные зерна), гречневая мука. В результате очистки зерна образуется около 67% крупы ядрицы, 7% продела, 6% отрубей и 20% лузги (шелухи). В настоящее время имеются немногочисленные технологические предложения по их использованию [1].

Гречишная лузга составляет 1/3 от общего веса зерна гречихи и имеет большую ценность для производства биофлавоноидов, целлюлозы, коричневого пигмента и полисахаридов. Лузга имеет толщину 0,13-0,18 мм и в значительной мере состоит из клеточных стенок и лигнина, содержит неперевариваемые сухие вещества и незначительное количество протеина. В золе лузги гречихи содержатся: Р – 0,03%, Na – 0,015%, К – 0,06%. Коричневый пигмент применяется в производстве некоторых видов напитков (кола, вина), сладостей, тортов, соевого соуса и уксуса. Пищевые волокна могут быть использованы в качестве добавок в печенье для улучшения вяжущих свойств теста. Самое широкое применение лузга гречихи нашла в качестве топлива в котельных крупозаводов, а также в качестве наполнителя для подушек, упаковки фруктов и хрупких товаров. Использование тонко измельченной гречневой лузги в качестве кормовой добавки невозможно из-за высокого содержания в ней клетчатки и жесткости, что приводит к травмированию пищеварительного тракта животных.

Кроме того, при выращивании гречихи образуются многотоннажный отход – солома. Доля соломы гречихи зависит от сорта и составляет 42-62%. Солома гречихи такого широкого применения, как лузга не нашла, она чаще всего сжигается либо частично скормливается скоту, либо измельчается и закапывается.

Создание комплексной технологии переработки отходов производства гречки является важной и актуальной задачей, поскольку в указанных выше отходах остается значительное количество полезных веществ. Существует ряд факторов, сдерживающих в настоящее время применение этих отходов в производственной практике. Белковые вещества гречихи содержат тиамин-связывающий протеин, являющийся причиной плохого пищеварения у сельскохозяйственных животных. В связи с этим не находят самостоятельного применения в кормопроизводстве продел и отруби гречихи. В зерне гречихи содержится около 70% резистентного крахмала, необходимого для снижения содержания влаги в продукции. Поэтому, технологически более целесообразно продел и отруби гречихи не подвергать биотехнологической переработке, а использовать в кормопроизводстве в качестве концентрированных кормов в составе кормосмесей.

Известен способ повышения качества кормов, заключающийся в том, что просяную лузгу обрабатывают водным раствором гидроксида натрия, непрореагировавший остаток щелочи и водорастворимые продукты отмывают, а затем гранулируют. Недостатком является сложность процесса обработки кормов из-за

проведения процесса отмывки, связанный с большим расходом воды и потерями ценных питательных веществ [2].

Согласно проведенных нами исследований в растительном сырье гречихи посевной было установлено наличие таких биологически активных веществ (БАВ), как антоцианы, флавоноиды и витамины. Кроме того, была разработана схема выделения БАВ из соломы, травы и лузги гречихи [3], на стадии экстрагирования образуется жмых, который, в свою очередь, направляется на силосование для получения корма сельскохозяйственных животных. На стадии экстрагирования растительное сырье подвергается термической обработке в водно-спиртовом растворе. Применение обработки позволяет разрушить лигнинно-целлюлозные связи, препятствующие воздействию ферментов пищеварительных соков на потенциально перевариваемую целлюлозу, значительно уменьшить содержание клетчатки и повысить питательную ценность лузги и соломы гречихи. В результате снимается защитный слой и повышается способность сырья к набуханию и перевариванию животными.

На наш взгляд, с целью рационального использования отходов производства гречихи актуальным представляется, вовлечение этого вторичного сырья в биотехнологический оборот в качестве дополнительного сырьевого ресурса фармацевтической промышленности с целью получения БАВ, а также для решения проблемы защиты окружающей среды от загрязнения растительными отходами и получения доброкачественного силоса на корм скоту.

В настоящее время проведена оценка возможности использования травы и соломы гречихи посевной для полученного силоса на корм скоту. Согласно полученным данным, в составе золы соломы обнаружены такие макро- и микроэлементы как O, K, Ca, Fe, Si, Mg, Al, P, Cl, S, Na (таблица 1). А также проведена модернизация процесса силосования в лабораторных условиях и определены органолептические показатели полученного силоса, такие как цвет, консистенция, структура, наличие плесени, содержание радионуклидов, согласно государственному стандарту Республики Беларусь СТБ 1223-2000. С целью оценки питательной ценности полученных образцов силоса были определены следующие показатели: pH – ГОСТ 26180; наличие микроскопических грибов – ГОСТ 18057; содержание сухого вещества – ГОСТ 13496; сырого протеин – ГОСТ 13496.4-93; сырой клетчатки – ГОСТ 13496.2-91; сырой золы – ГОСТ 26226; каротина – ГОСТ 13496.17-95 и доля масляной кислоты в силосе по СТБ – 1223-2000.

Таблица 1 – Элементный состав и удельное содержание химических элементов в золе гречихи посевной

Элемент	O	K	Ca	Fe	Si	Mg	Al	P	Cl	S	Na
Удельное содержание элементов, %	26,5±1,3	20,8±1,1	15,6±0,8	10,7±0,5	7,9±0,4	5,9±0,3	4,5±0,2	3,9±0,2	2,0±0,1	1,6±0,1	0,5±0,1

Согласно полученным данным, основным недостатком полученного силоса является низкое качество, обусловленное высоким содержанием «сырой» клетчатки и отсутствием достаточного количества протеина. Данный силос может быть использован в кормовых целях только при добавлении полноценного белка и минеральных веществ. Отличительной особенностью отходов производства гречихи является высокая зольность и наличие макро- и микроэлементов.

Дальнейшие наши исследования будут направлены на разработку способов получения доброкачественного силоса с высокими показателями питательной ценности, а также на подбор соответствующих консервантов и усовершенствование процесса силосования растительного сырья гречихи посевной с целью рационального использования вторичных отходов.

Кроме того, были проведены эксперименты, показавшие хорошую сорбционную способность лузги в качестве адсорбционно-активного материала для очистки сточных вод от различных загрязняющих веществ (топлива, солей тяжелых металлов). Дальнейшие исследования будут направлены на разработку способов использования многотоннажных отходов производства гречихи (лузги) для решения ряда экологических проблем, таких как: очистка сточных вод, газовых выбросов, грунта.

#### *Список литературы*

1. Энциклопедия качества товаров и продуктов [Электронный ресурс] / Гречневая крупа. – Минск, 2014. – Режим доступа: [http://wiki.ektip.ru/Гречневая\\_крупа](http://wiki.ektip.ru/Гречневая_крупа). – Дата доступа: 02.05.2016.
2. Гнеушева, И.А. Биотехнологическая переработка отходов производства гречихи и получение ценных продуктов : дис. ... канд. техн. наук: 03.01.06 / И.А. Гнеушева, ФГБОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет». – Воронеж, 2014. – 143 с.

3. Клинецвич, В.Н. Технология получения технического рутина из гречихи обыкновенной *Fagopyrum* / В.Н. Клинецвич // 65-я студенческая научно-техническая конференция студентов и магистрантов : материалы конф., Минск, 21–26 апр. 2014 г. : в 3 ч. / Белорус. гос. технол. ун-т. – Минск, 2014. – Ч. 2. – С. 132–133.

The possibilities of using waste generated in the production of buckwheat. A silage production technology of grass and straw. A number of experiments on the use of the husks as a sorbent for sewage treatment.

*Клинецвич В.Н.*, Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь, e-mail: vera.nikolaevna.k@mail.ru.

*Матюк А.А.*, Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь, e-mail: anna.matuk.vi@mail.ru.

*Флюрик Е.А.*, Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь, e-mail: FlurikE@mail.ru.

УДК 551.582;581.5;632.9

**Н. В. Кныш, М. В. Ермохин**

### **ВЛИЯНИЕ КЛИМАТА И ПАСТБИЩНОГО РЕЖИМА НА РАДИАЛЬНЫЙ ПРИРОСТ ДУБА (*QUERQUS ROBUR L.*)**

Изменения климата сопровождаются многочисленными экстремальными погодными и климатическими явлениями (засухи, наводнения, ливни, шквалы, ураганы, сильная жара, заморозки, аномальные зимние температуры и т.п.), которые негативно сказываются на состоянии лесных экосистем. Именно экстремальные погодные явления влекут за собой потери прироста древесных пород, приводят к ослаблению деревьев, снижению их устойчивости к вторичным вредителям и могут вызвать гибель деревьев [1]. Поэтому определение внешних факторов, определяющих динамику лесных экосистем, всегда является актуальной проблемой.

Цель настоящей работы состояла в том, чтобы выявить особенности реакции прироста деревьев дуба черешчатого на изменение пастбищной нагрузки в пойменных дубравах и колебания климатических факторов.

Объектами исследования послужили две дубравы в долине реки Неман, которые находятся на территории ландшафтного заказника республиканского значения «Липичанская пуца». Одна пробная площадь (LPCN01o) заложена в дубраве кисличной (*Quercetum oxalidosum*), вторая (LPCN02o) – в пойменной дубраве (с пастбищным режимом) злаково-пойменного типа леса (*Quercetum graminoso-fluvialis*).

На участках выполнены геоботанические описания с целью уточнения типологической приуроченности сообществ, у 20-25 деревьев дуба черешчатого по общепринятым методикам были отобраны, а затем обработаны образцы древесины [2].

По результатам исследований установлено, что древесно-кольцевые хронологии имеют высокие межсерийные коэффициенты корреляции (LPCN01o – 0,71 и LPCN02o – 0,63). Это говорит о том, что существуют хорошо выраженные внешние факторы (фактор), которые обуславливают схожую погодичную динамику прироста деревьев.

Стандартизованная древесно-кольцевая хронология LPCN01o имеет высокий коэффициент автокорреляции первого порядка (0,62), в то время как для хронологии LPCN02 он гораздо ниже (0,47). Поскольку в пастбищной дубраве деревья дуба располагаются на большом расстоянии друг от друга то, здесь, соответственно, минимально воздействие деревьев друг на друга, и отсутствует микроклимат, характерный для лесных насаждений, который существенно сглаживает влияние климатических факторов.

Поскольку климатические и почвенно-грунтовые условия региона исследования благоприятны для произрастания дуба, то для обеих стандартизованных хронологий характерен средний коэффициент чувствительности (LPCN01o – 0,24 и LPCN02o – 0,20).

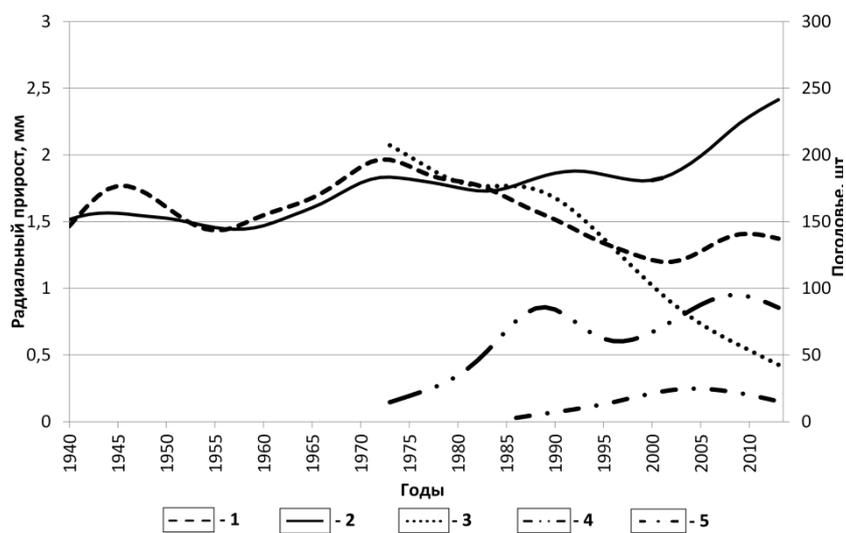
Для обеих нестандартизированных хронологий характерно небольшое падение прироста в период с 1920 по 1945 года, а также увеличение прироста деревьев с 1950 по 2000 год. Такое синхронное изменение прироста у деревьев связано с динамикой общего внешнего фактора, которым, является климат.

Сравнивая абсолютные древесно-кольцевые хронологии LPCN01o и LPCN02o, можно сделать вывод, что в отрезке с 1940 по 1985 год прирост у деревьев дуба на пробных площадях синхронный и сохранялся на одном уровне (рисунок 1). Однако, начиная с 1985 года, у хронологий наблюдаются расхождения в радиальном приросте. В хронологии LPCN02o (пастбищная дубрава) отмечено устойчивое увеличение прироста,

сохраняющееся и по сей день. В то время, как в хронологии LPCN01o (дубрава кисличная) наблюдается устойчивое незначительное снижение прироста.

Увеличение прироста в хронологии LPCN02o совпало по времени с резким падением поголовья крупного рогатого скота (рисунок 1). Таким образом, уменьшение интенсивности пастбищной нагрузки привело к увеличению прироста деревьев дуба несмотря на их высокий возраст (около 200 лет).

Анализ коэффициентов корреляции прироста с климатическими показателями и коэффициентов функции отклика позволили установить общие закономерности и индивидуальные особенности влияния климатических факторов на прирост деревьев.



1 – хронология LPCN01o; 2 – хронология LPCN02o; 3 – КРС; 4 – овцы; 5 – лошади

**Рисунок 1 – Динамика прироста деревьев и поголовья скота, сглаженные 20-ти летним скользящим средним**

У хронологии LPCN01o отмечен значимый положительный коэффициент корреляции с осадками июня и отрицательный – с осадками февраля, отрицательный – с температурами января. К значимым положительным коэффициентам добавляются осадки апреля, июня, июля, октября предыдущего года, а также температуры декабря предыдущего года. Схожая реакция на климатические показатели наблюдается и в хронологии LPCN02o.

В обеих хронологиях отмечена отрицательная связь с температурами сентября предыдущего года. Повышение температур воздуха способствует росту и развитию древесных растений до конца сентября, приводя к их повреждению ранними заморозками, что отражается в приросте следующего года. Положительное влияние температур ноября-декабря вероятнее всего связано с меньшим промерзанием почвы при отсутствии снежного покрова.

Значимое положительное влияние осадков апреля отмечено для деревьев, растущих в обоих насаждениях, а марта – только в пойменной дубраве, что связано с более ранним оттаиванием почвы и началом вегетационного сезона.

В летние месяцы наибольшее количество осадков выпадает в июне и июле (период интенсивного роста деревьев), что отражается в положительной корреляции и коэффициентах функции отклика прироста деревьев в дубраве кисличной. В дубраве пойменной значимого влияния осадков июня на приросте деревьев не выявлено.

Таким образом, наиболее сильное влияние на колебания прироста оказывают температуры января, сентября предыдущего года (отрицательная корреляция), ноября предыдущего года (положительная корреляция) и количество осадков в ранневесенние и летние (июль, август) месяцы.

Установленные закономерности показали, что умеренный выпас скота в исторически сформировавшихся пастбищных дубравах, позволяет сохранять эти уникальные биотопы в практически неизменном виде в течение многих десятилетий и даже столетий, поддерживая высокую жизнеспособность деревьев.

#### Список литературы

1. Ермохин, М.В. Методика оценки потерь прироста древесины на основе дендрохронологических материалов / М.В. Ермохин, А.В. Пугачевский // Минск: Право и экономика, 2010. - 24 с.
2. Шиятов, С.Г. Дендрохронология, ее принципы и методы / С.Г. Шиятов // Записки Свердловского отд-ния ВБО. Свердловск, 1973. Вып.6. С. 53-81.

Intensive cattle grazing reduces the growth of the trees by 20-30%. The decline in livestock numbers from 190 to 30 heads led to increase of tree ring width of oak trees in 1.5 times in comparison with the growth of trees growing in a closed canopy.

The regularities revealed that moderate grazing cattle in historical formed pasture oak forests allows to save these unique biotope in practically unchanged for decades and even centuries to maintain a high vitality of trees.

*Кныш Н.В.*, Институт экспериментальной ботаники им.В.Ф. Купревича НАН Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: knyshnv@gmail.com.

*Ермохин М.В.*, Институт экспериментальной ботаники им.В.Ф. Купревича НАН Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: yermaxim@yahoo.com.

УДК 581.5

**Е. В. Косач**

## **ВИДОВОЙ СОСТАВ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ИСКУССТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ МИКРОРАЙОНА ЗАРИЦА г. ГРОДНО**

Изучение биологического разнообразия Республики Беларусь предполагает исследование не только естественных, но и искусственно созданных экосистем. К таковым относятся пруды – водоемы, создаваемые человеком или путем перегораживания русел малых рек, или путем выемки грунта и заполнения котловины тальми, дождевыми и грунтовыми водами. По данным И. И. Кирвеля, на территории Беларуси насчитывается более 1300 прудов. Пруды Беларуси – это искусственные водоемы с объемом водной массы не более 1 млн м<sup>3</sup>, площадью водного зеркала в среднем 4–41 га. В Беларуси преобладают русловые пруды (65,5%) [1]. Лишь 51 из них исследовался с точки зрения геоботаники, а наиболее детально изучен растительный покров только 16 прудов [1]. Прудам не всегда уделяется должное внимание: со временем они чрезмерно зарастают водными растениями, заполняются илом, загрязняются и теряют свое целевое назначение. Об экологическом состоянии водоемов в определенной мере может сигнализировать видовой состав произрастающих в них сосудистых растений [2]. Среди растений прудов встречаются редкие охраняемые виды [3].

Приведем результаты собственных исследований трех искусственных водоемов, расположенных в северной части города Гродно в пределах микрорайона Зарица, за вегетационный сезон 2015 года. Один из водоемов – наиболее крупный, – создан на малой реке Зарница, фактически на ручье, впадающем в Неман, и таким образом является прудом в узком смысле слова, или копанью на водотоке. Два других водоема, гораздо меньших размеров, находятся почти рядом друг с другом и на расстоянии примерно 300 м к югу от первого пруда; они являются чисто копанями и питаются близко стоящими грунтовыми водами. Все три водоема можно считать прудами в широком смысле слова.

При изучении флоры прудов применяли детально-маршрутный метод: периодически совершали сплошные обходы водоемов по периметру и производили сбор материала с берега вручную или при помощи якорька-кошки. Систематическое положение образцов определяли в основном с помощью [4]. При экологическом и биоморфологическом анализе списка видов использовали традиционный, номиналистический, подход (находили отношение количества видов данной группы к количеству всех видов в прудах). Экологические группы растений выделяли в соответствии с классификацией растений водоемов и водотоков В. Г. Папченкова [5] и в список флоры прудов включали настоящие водные (гидрофиты), прибрежно-водные (гелофиты и гигрогелофиты) и околководные (гигрофиты и гигромезо- и мезофиты) растения. Гидрофиты, гелофиты и гигрогелофиты в сумме рассматриваются нами как водная составляющая флоры прудов или просто как «водные» виды.

Представляло определенный интерес сравнить наши данные с полученными самим В.Г. Папченковым для многочисленных прудов Среднего Поволжья, среди которых преобладали русловые пруды [6].

Общее число выявленных на всех трех прудах видов сосудистых растений в микрорайоне Зарица составило 43. Они относятся к 2 отделам (*Equisetophyta* – 1 вид, *Magnoliophyta* – 42 вида), 3 классам, 24 семействам, 35 родам. Класс *Magnoliopsida* представлен 24 видами из 19 родов и 16 семейств, класс *Liliopsida* – 19 видами из 14 родов и 8 семейств. Таким образом, по числу видов, родов и семейств двудольные преобладают над однодольными. Преобладание видовых таксонов двудольных над однодольными наименее выражено: на них приходится 53,5% видов, а на однодольные – 44,2% видов; в расчете на отдел *Magnoliophyta* соотношение таково: 55,8% и 44,1%. В прудах Среднего Поволжья обнаружено 185 видов сосудистых растений, а соотношение двудольных и однодольных в отделе *Magnoliophyta* составило 50,3% и 49,7% соответственно, то есть число представителей двух классов практически одинаковое.

Наибольшее число видов сосудистых растений обследованных нами прудов относится к семействам *Cyperaceae* и *Poaceae* (по 5 видов), тремя видами каждое представлены семейства *Salicaceae* и *Asteraceae* (таблица 1). В прудах Среднего Поволжья семейства *Cyperaceae* и *Poaceae* также делят между собой первую позицию, а семейства *Salicaceae* и *Asteraceae* находятся на третьем и четвертом местах соответственно, то есть также являются ведущими. Однако в прудах Среднего Поволжья очень сильную вторую позицию занимает семейство *Potamogetonaceae*, которое в прудах микрорайона Зарица формально находится на третьем месте вкупе с еще шестью семействами и вряд ли может считаться ведущим.

В таблице 2 показано количественное распределение видов сосудистых растений обследованных нами прудов по экологическим группам. Видно, что наибольшее число видов относится к гигрофитам (44,2%) и гигромезо- и мезофитам (20,9%), на гидрофиты (настоящие водные растения) приходится 18,6% от общего числа видов, заметно меньше – на гигрогелофиты (9,3%) и меньше всего – на гелофиты (7,0%).

Таблица 1 – Спектр ведущих семейств флоры прудов микрорайона Зарица в сравнении со спектром флоры прудов Среднего Поволжья [6]. Римские цифры – место в спектре; арабские цифры в скобках – число видов.

Семейство	Пруды микрорайона Зарица	Семейство	Пруды Среднего Поволжья
<i>Cyperaceae</i>	I (5)	<i>Cyperaceae</i>	I (23)
<i>Poaceae</i>	I (5)	<i>Poaceae</i>	I (23)
<i>Salicaceae</i>	II (3)	<i>Potamogetonaceae</i>	II (17)
<i>Asteraceae</i>	II (3)	<i>Salicaceae</i>	III (13)
<i>Potamogetonaceae</i> и еще 6 семейств	III (2)	<i>Polygonaceae</i>	IV (10)
		<i>Asteraceae</i>	IV (10)

Таблица 2 – Экологическая структура видового состава сосудистых растений прудов микрорайона Зарица в сравнении с прудами Среднего Поволжья [6].

Экологическая группа	Количество видов в прудах микрорайона Зарица		Количество видов в прудах Среднего Поволжья [6]	
	n	%	n	%
Гидрофиты	8	18,6	36	19,5
Гелофиты	3	7,0	16	8,6
Гигрогелофиты	4	9,3	26	14,1
Гигрофиты	19	44,2	81	43,8
Гигромезо- и мезофиты	9	20,9	26	14,1

Для сравнения в таблице 2 приводятся аналогичные данные для многочисленных русловых прудов Среднего Поволжья. Несмотря на значительное различие числа прудов и числа выявленных видов в микрорайоне Зарица и в Среднем Поволжье, сравниваемые спектры гидроморф во многом сходны: наименьшее количество видов приходится на гелофиты, наибольшее – на гигрофиты, практически совпадает содержание настоящих водных растений – гидрофитов. Однако, в прудах Среднего Поволжья заметно выше доля гигрогелофитов и заметно ниже доля гигромезо- и мезофитов. Сравнительно более высокое содержание гигромезо- и мезофитов в прудах микрорайона Зарица можно связать с тем, что в начале вегетационного сезона 2015 г. была увеличена высота плотины самого большого пруда, что привело к подъему уровня воды в нем и к небольшому затоплению прибрежной полосы суши. В результате в список флоры попало большее количество наиболее сухопутных видов – гигромезо- и мезофитов. С этим согласуется и полученное нами некоторое преобладание двудольных над однодольными по количеству видов. Сухопутные местообитания обычно более богаты видами класса *Magnoliopsida*.

#### Список литературы

1. Кирвель, И.И. Пруды Беларуси как антропогенные объекты, их особенности и режим / И.И. Кирвель. – Минск: БГПУ, 2005. – 234 с.
2. Гигевич, Г.С. Высшие водные растения Беларуси: Эколого-биологическая характеристика, использование и охрана / Г.С. Гигевич, Б.П. Власов, Г.В. Вынаев; под общ. ред. Г.С. Гигевич. – Минск: БГУ, 2001. – 231 с.
3. Селевич, Т. А. Находки *Najas major* All. в прудах г. Гродно (Беларусь) / Т.А. Селевич // Гидробиотаника 2015 = Hydrobotany 2015 : материалы VIII Всерос. конф. с междунар. участием по водным макрофитам, Борок, 16–20 окт. 2015 г. / науч. ред. А.Г. Лапиров, Д.А. Филиппов, Э.В. Гарин/. – Ярославль : Филигрань, 2015. – С.225–227.
4. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В.И. Парфенова. – Минск: Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.

5. Папченков, В.Г. О классификации растений водоемов и водотоков / В.Г. Папченков // Гидробиотаника: методология, методы: Материалы Школы по гидробиотанике (п. Борок, 8–12 апреля 2003г.). – Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати», 2003. – С. 23–26.
6. Папченков, В.Г. Закономерности зарастания водотоков и водоемов Среднего Поволжья : дис. ... д-ра биол наук: 03.00.16 – экология / В.Г. Папченков. – СПб, 1999. – 578 с.

Taxonomic and ecological analysis of the three artificial reservoirs in the northern part of the city of Grodno are presented.

*Косач Е.В.*, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: [katerina.kosach@mail.ru](mailto:katerina.kosach@mail.ru).

УДК 581.557.24:631.445.4

**А. А. Крохмальчик, И. С. Жебрак**

### **ЭНДОФИТНЫЕ КОРНЕВЫЕ ГРИБЫ ТОМАТОВ**

Микоризные эндофитные грибы могут встречаться во всех природных и аграрных экосистемах. Эндофиты могут влиять на развитие корневой системы, рост побегов, защищать от фитопатогенных грибов, влиять на качество плодов и содержание глюкозы в них и др. В сельском хозяйстве микоризные грибы являются естественной альтернативой внесению больших количеств удобрений, в первую очередь фосфорных. Они могут использоваться для восстановления нарушенных экосистем, а также оказывать общестимулирующее действие на растения, в результате которого значительно возрастает урожайность сельскохозяйственных культур [1; 2; 3].

**Цель работы** – изучение эндофитных грибов на корнях разных сортов томатов.

Нами приводилось исследование микоризы семнадцати сортов томатов на разных стадиях вегетации: 1) «Жёлтые тепличные»; 2) «Krakus»; 3) «Белостоцкие длинные»; 4) «Малиновка»; 5) «Полосатые томаты»; 6) «Жёлтые грунтовые»; 7) «Nowosk F1 тепличные»; 8) «Ирина» грунтовые; 9) «Де Барао чёрные»; 10) «Краковские томаты»; 11) «Де Барао розовые»; 12) «Rerkoz F1 тепличные»; 13) «Оранжевые большие»; 14) «Жёлтые золотой король»; 15) «Красные большие»; 16) «Бычье сердце»; 17) «Марина».

После предварительного проращивания семян томаты высевали в горшки с почвенной смесью (покупной грунт + дерново-подзолистая почва, 1:1) в условиях закрытого грунта. Через 2 месяца рассаду томатов высаживали в теплицу. Для исследования микоризы проводили отбор корней томатов в разные сроки: через 20, 51, 67 и 91 дней после посева семян. Выкопанные из почвы корни томатов тщательно промывали водой и фиксировали в 50% спирту.

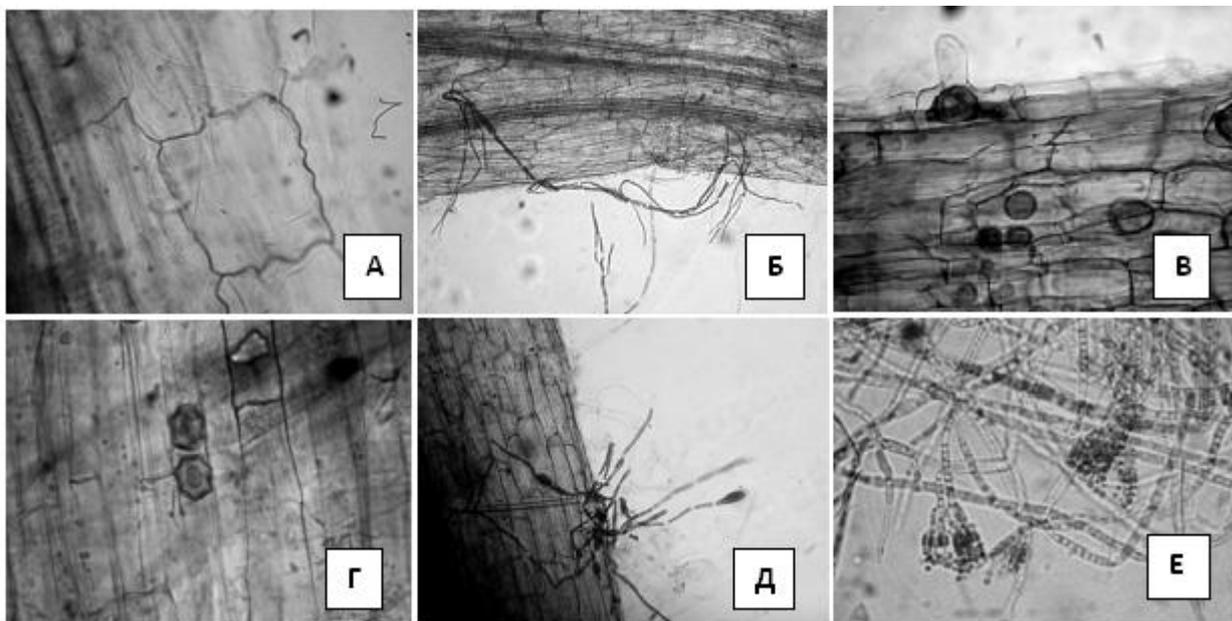
Для учета микоризных грибов использовали метод Травло, который дает полную количественную характеристику развития всех структур арбускулярных микоризных грибов (АМГ) в корнях. Перед приготовлением препаратов проводили мацерацию корней (в 10% КОН 24 часа при комнатной температуре) и их окраску (в 0,05% растворе анилинового синего в 80% молочной кислоте 24 часа). Для каждого варианта опыта готовили 3 препарата с 15 фрагментами корней по 1 см. Большинство методов количественного учета развития АМГ основывается на определении соотношения участков корня без гриба и участков с микоризой. Степень микоризации определяли по шести бальной шкале (0-5), в зависимости от степени образования гиф и грибных структур в области коры корня. Обилие образования арбускул определяли в четырех бальной шкале (А0-А3). На основе полученных результатов степени микоризации и обилия арбускул для 45 фрагментов (определенной пробы), общитывали параметры микоризации (F – частота встречаемости микоризы; M – интенсивность микоризации (для всей пробы); m – интенсивность микоризации (для 1 см корня); a – обилие арбускул (для 1 см корня); A – обилие арбускул (во всей пробе)) используя компьютерную программу Mikoriza 1.1 beta.

Исследование микоризных грибов на корнях томатов показало, что из 17 сортов томатов АМГ встречались у 11. Корни томатов изучали на разных стадиях вегетации растения (20, 51, 67, 91 день после посева семян). На 20 сутки арбускулярная микориза не выявлена ни у одного исследуемого сорта томатов. АМГ не встречались на протяжении всего срока вегетации у томатов следующих сортов: «Полосатые томаты», «Малиновка», «Желтый золотой король», «Nowosk F1», «Rerkoz F1», «Краковские томаты». Наиболее отзывчивыми на микоризную инфекцию оказались томаты сортов «Де Барао розовые» и «Оранжевые большие», на корнях этих растений АМГ встречались на 51, 67, 91 день вегетации. У остальных сортов АМГ выявлялись только в образцах корней отобранных в один либо в два периода вегетации. На 51 сутки после посева АМГ обнаруживались у томатов следующих сортов «Красные больше», «Желтые грунтовые», на 67

сутки – «Кракус», «Де Барао чёрные». В корнях томатов сорт «Белостоцкие длинные» арбускулярная микориза выявлялась на 51, 67 сутки, сорт «Марина» – на 67, 91. У некоторых сортов томатов АМГ появлялись только на 91 сутки («Бычье сердце», «Желтые тепличные», «Ирина грунтовые»). На всех анализируемых корнях, где обнаруживались арбускулярные микоризные грибы, была 100% встречаемость.

У всех исследуемых сортов томатов АМГ в большей степени были представлены внутриклеточным и наружным мицелием, везикулы встречались редко. Обилие арбускул в корнях большинства исследуемых томатов было низким и составляло от 0,6% до 34% (А%). Исключением стали сорта «Оранжевые большие» и «Марина» в период цветения обилие арбускул у этих растений достигало 58-70% (А%), что свидетельствует об эффективности микоризного симбиоза. Интенсивность микоризации корней томатов также была наибольшая у томатов «Оранжевые большие» и «Марина» (М%). По-видимому, несмотря на присутствие АМГ в корнях исследуемых сортов томатов данные симбиозы не являются эффективными за исключением двух вышеуказанных сортов.

Эндофитные септированные грибы встречались на корнях у всех исследуемых сортов томатов, обязательно в поле зрения попадалась какая-нибудь структура этих грибов: наружные и внутренние септированные гифы, межклеточный мицелий, округлые структуры DSE (Dark Septate Endophyte) (рисунок). Наружные и внутренние септированные гифы встречались у большинства исследуемых томатов. Кроме того, были выявлены фитопатогенные и сапротрофные грибы из родов *Olpidium* (сорт «Nowosc»), *Altermaria* (сорт «Бычье сердце») и *Penicillium* («Кракус», «Малиновка», «Желтые тепличные», «Полосатые томаты», «Желтые грунтовые», «Ирина» грунтовые, «Краковские томаты», «Rerkoz F1», «Оранжевые большие», «Желтый золотой король») (рисунок1).



**Рисунок 1 – Эндофитные септированные темноокрашенные грибы: межклеточный мицелий в корне томатов «Оранжевые большие» (А); наружный и внутриклеточный мицелий томатов сорт «Де Барао черный» (Б); округлые структуры DSE в корнях томатов сорт «Марина» (В). Фитопатогенные и сапротрофные грибы из родов *Olpidium* (сорт«Nowosc») (Г), *Altermaria* (сорт «Бычье сердце») (Д) и *Penicillium* («Rerkoz F1») (Е).**

Таким образом, из 17 исследованных сортов томатов у 11 выявлены арбускулярные микоризные грибы, у всех встречались эндофитные септированные грибы, у отдельных сортов обнаружили фитопатогенные и сапротрофные грибы из родов *Olpidium*, *Altermaria* и *Penicillium*.

#### Список литературы

1. Воронина, В.Ю. Микоризы в наземных экосистемах: экологические, физиологические и молекулярно-генетические аспекты микоризных симбиозов / Е.Ю.Воронина // Микология сегодня / ред. Ю.Т. Дьяков, Ю.В. Сергеев. – Том 1. – М.: Национальная академия микологии, 2007. – С. 142-221.
2. Смит, С.Э. Микоризный симбиоз / С.Э. Смит, Д.Дж.Рид / пер с 3-го англ.издания Ворониной.– Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 776 с.

3. Andrade-Linares D.R. Effects of dark septate endophytes on tomato plant performance / D.R. Andrade-Linares, R. Grosch, S. Restrepo, A. Krumbein, P. Franken // Mycorrhiza. – V. 21. – 2011 – P. 413-422.

Of the 17 studied varieties of tomatoes, 11 varieties on the roots identified arbuscular mycorrhizal fungi, have all met Dark Septate Endophyte fungi, of certain varieties found saprotrophs and phytopathogenic fungi *Olpidium*, *Altermaria*, *Penicillium*.

*Крохмальчик А.А.*, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: [krokhmalchika@mail.ru](mailto:krokhmalchika@mail.ru).

*Жебрак И.С.*, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: [coryne@mail.ru](mailto:coryne@mail.ru).

УДК 639.512:595.38.12

**В. Ф. Кулеш**

### **ОСОБЕННОСТИ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ГИГАНТСКОЙ ПРЕСНОВОДНОЙ КРЕВЕТКИ (*MACROBRACHIUM ROSENBERGII* (DE MAN)) НА СБРОСНОЙ ПОДОГРЕТОЙ ВОДЕ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ**

Гигантская пресноводная креветка является аборигенным видом во всей Южной и Юго-восточной азиатской области, в северной Океании и западных Тихоокеанских островах. В настоящее время этот вид – основной объект искусственного культивирования среди пресноводных креветок в монокультуре и поликультуре с рыбой, в основном в прудовых условиях, куда высаживают предварительно подрощенную молодь. Для гигантской пресноводной креветки характерен высокий темп роста. Через два–три месяца послеличинки превращается в неполовозрелых особей длиной 5–6 см (от глазной впадины до края тельсона) и средней массой около 6 г. За последующие 150–170 суток после завершения личиночного периода креветки достигают товарной массы 25–30 г [1,2]. Благодаря этому *M. rosenbergii* занимает лидирующее место в аквакультуре среди пресноводных креветок. Главные производители продукции – Бангладеш, Бразилия, Вьетнам, Индия Китай, Эквадор, Малайзия, Тайвань и Таиланд с производством более 200 тыс. тонн в год [3].

Наши многолетние наблюдения показали, что водоемы-охладители ТЭС и АЭС вполне пригодны для ведения аквакультуры десятиногих ракообразных, в том числе и тропического вида – гигантской пресноводной креветки. При этом использование сбросной подогретой воды повышает коэффициент полезного действия низкопотенциального сбросного тепла [1].

Есть две основных стратегии получения продукции пресноводных креветок. Непрерывная посадка и сбор урожая используются в тропических регионах, где водная температура является благоприятной для ежегодного роста креветок. Весь жизненный цикл креветок проходит в течение вегетационного сезона при непрерывном культивировании. «Стратегия прерывистой посадки» используется в субтропической и умеренной климатической зоне, где зимняя температура понижается до летальной как для *M. rosenbergii* [7]. Согласно этой системе, инкубация личинок и подращивание послеличинок проводятся в зимне-весенний период в искусственных, контролируемых условиях. Примерно в середине весны молодь того же самого возраста и размера помещается в наружные пруды или садки товарной продукции.

В течение многолетних исследований нами впервые выявлено, что в условиях умеренной географической зоны тропическую гигантскую пресноводную креветку можно культивировать при осуществлении «стратегии прерывистой посадки», предусматривающей получение «посадочного материала» в искусственных условиях с последующим его товарным выращиванием на сбросной воде в течение одного вегетационного периода для получения товарной продукции в лотках, прудах или садках [1, 8].

Данная процедура требует специальных знаний, включающих оценку ростовых потенциалов пресноводных креветок в условиях ограниченного срока получения товарной продукции, оптимизации факторов среды, эффективности внесения искусственных субстратов, выбор оптимальной плотности при различных условиях культивирования, чтобы уменьшить гетерогенный индивидуальный рост и агрессивные взаимодействия.

В отношении гигантской пресноводной креветки особое значение имеет разработка биотехники получения жизнестойкого посадочного материала определенного размера, т.е. исследования касающиеся изучению особенностей послеличиночного роста и выживаемости молоди. Чем выше размер и масса посадочного материала, тем большую товарную продукцию можно получить при ограниченном времени культивирования и, особенно в прудовых условиях, т.е. чем меньше число доступных дней производства, тем большее значение имеет соответствующий размер посадочного материала, а не новые послеличинки [1, 5].

В наших экспериментах личиночный период гигантской пресноводной креветки («типичный тип» развития личинок) в искусственных условиях (температура 28°C, соленость 12‰) продолжается от 29 до 77 суток при выживаемости в среднем 52,0%, что соответствует общепринятым стандартам искусственного культивирования личинок этого вида [3].

Для получения быстрорастущих креветок товарного размера следует отбирать в качестве «посадочного материала», группы «ранних» и «средних» послеличинок происходящих из одной яйцекладки (семьи). Данная процедура сокращает период выращивания личинок, повышает их выживаемость, дает возможность выделить быстрорастущих особей относительно однородного размера, что в конечном итоге позволяет культивировать креветок с меньшими экономическими затратами.

Целесообразно завершать выращивание личинок через 15–18 суток, после того как появились первые послеличинки [9]. Исходя из полученных данных, можно уверенно констатировать, что начальная плотность посадки, превышающая 100 лич./ литр является ограничивающим фактором, влияющим на выживаемость личинок. В этих условиях повышение плотности даже в несколько раз существенного изменения выживаемости личинок не вызовет, она будет закономерно низкой [1, 9].

Осуществляя стратегию прерывистой посадки в умеренном климате, стадию инкубации необходимо начинать приблизительно за 4 месяца до запланированной посадки молоди гигантской пресноводной креветки в выростные пруды. Продолжительность инкубации (или личиночный цикл), от выклева яиц к получению послеличинок, обычно происходит в пределах 28-40-дневного периода. Ограниченный прудово-выростной период в умеренных регионах обязательно требует подращивания послеличинок в течение 2 месяцев для получения однородного посадочного материала массой не менее 0,5 г. Далее посадочный материал высаживается в садки, тэнки, пруды для получения товарной продукции.

При таких условиях на сбросной подогретой воде (в садках, земляных прудах) креветки достигают за вегетационный период (конец мая – начало октября) товарной массы в среднем 20-25г. Лучшие результаты дает товарное выращивание посадочного материала в земляных прудах при начальной плотности посадки не превышающей 20 экз./м<sup>2</sup>.

Следует особо отметить, что половозрелые особи *M. rosenbergii* – самцы и самки демонстрируют две различные стратегии роста. Примерно после 6 месяцев у самцов наблюдается широкое позитивно-асимметричное распределение размеров, в то время как самки представлены нормальным гомогенным распределением [1, 4]. Такая широкая амплитуда размерных вариаций самцов снижает конечный урожай и этот факт должен учитываться при искусственном культивировании этого вида.

#### Список литературы

1. Кулеш В.Ф. Биология культивирования промысловых видов пресноводных креветок и речных раков на теплых водах / В.Ф. Кулеш.– Москва: Новое знание, 2012.– 328 с.
2. New, M.B. Freshwater prawn farming: global status, recent research and a glance at the future / M.B. New // Aquacult. Res. – 2005.– Vol. 36.– P. 210–230.
3. New, M.B. Farming freshwater prawns: a manual for the culture of the giant river prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) / M.B. New. – Rome: FAO, Fisheries Techn. Pap. Food and agriculture organization of the united nations, 2002. – No 428.– 212 p.
4. Karplus, I. Social control of growth in *Macrobrachium rosenbergii* (De Man): a review and prospects for future research / I. Karplus // Aquacult. Res.– 2005.– Vol.36.– P. 238–254.
5. Tidwell, J.T. Overview of research and development in temperate culture of the freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii* De Man) in the South Central United States / J.T. Tidwell, L.D. D'Abramo, S.D. Coyle, D. Yasharian // Aquacult. Res.– 2005.– Vol. 36.– P. 264–277.
6. Суханова, М.Э. Опыт культивирования гигантской пресноводной креветки в дельте Волги / М.Э. Суханова, Н.Е. Сальников // Гидробиол. ж. – 2000.– Т. 36, № 3.– С. 31–35.
7. Ra'anan, Z. Effect of winter on growth of the prawn *Macrobrachium rosenbergii* in a commercial farm in the tropics / Z. Ra'anan, G. Issar, A. Fereri, R. Rodrigues // Bamidgeh .– 1990.– Vol. 42, No 1.– P. 22–30.
8. Khmeleva N.N. Growth potentialities of the giant tropical prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man), in waste-heat discharge waters of a thermoelectric power station / N.N. Khmeleva, V.F. Kulesh, Y.G. Guiguiniak // Aquaculture.– 1989.– Vol. 81. – P. 111–117.
9. Кулеш В.Ф. Развитие личинок гигантской пресноводной креветки из одной яйцекладки / В.Ф. Кулеш // Весці БДПУ, 2010, сер.3, №1– С. 27–34.

It is possible to cultivate the tropical giant freshwater shrimp in conditions of the moderate geographic area on the power plant relief heated water in the implementation of the "intermittent planting strategy" provides for "planting material" in the artificial incubator plant conditions in winter followed by placing it at the beginning of the growing season in trays, ponds or cages for obtaining marketable products.

Кулеш В.Ф., УО «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», Минск, Беларусь, e-mail: victor\_kulesh@tut.by.

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РУДЕРАЛЬНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ГОРОДА МИНСКА

Города – экосистемы, в которых концентрируется большая часть населения планеты. По этой причине, с одной стороны, столь высокая концентрация населения оказывает сильное влияние на природу, а с другой – нарушенная природа отрицательно влияет на здоровье человека. Возникает сложная задача оптимизации отношений человека и природы, важнейшей элементом которой является городская растительность. Все это делает разработку путей ее оптимизации одним из более актуальных разделов городской экологии [1].

Рудеральная растительность сегодня все чаще используется для индикации состояния городской экологической среды, ее мониторинга и оптимизации. Характерной чертой рудеральных сообществ является то, что они образованы эксплерентными видами. К антропогенным экотопам, в которых развивается рудеральная растительность, относят места интенсивной рекреации, обочины железных и шоссейных дорог, руины старых зданий, стены, валы и насыпи, заброшенные поля. Вместе с тем, рудеральные сообщества могут возникать и в естественных природных условиях, например на берегах водоемов, обнажающихся после спада воды в летнее время; на регулярно покрываемых аллювием прирусловых участках пойм рек и др [2].

Рудеральные сообщества играют как положительную, так и отрицательную роль. С одной стороны, они в удалении от источников загрязнения могут давать дополнительные ресурсы лекарственных, пищевых, кормовых и медоносных растений; содействуют очищению воздуха от промышленных и транспортных выбросов, продуцируя кислород и аккумулируя в себе тяжелые металлы и другие поллютанты, вредные для здоровья людей. Сообщества последних стадий рекреационных сукцессий, формирующиеся в результате интенсивного вытаптывания, служат дешевым и наилучшим вариантом покрытия почвы на игровых площадках и небольших стадионах. Растения-рудералы имеют и противозерозионное значение. С другой стороны, в составе рудеральных ценозов нередко содержатся виды, вызывающие у людей поллинозы (*Ambrosia artemisifolia*, *Cyclachaena xanthiifolia*, *Artemisia vulgaris*, *Atriplex tatarica*), дерматиты (*Heracleum sosnowskyi*) и представляющие опасность для людей. Часто в синантропных сообществах встречаются злостные, в т. ч. карантинные сорняки: *Sonchus arvensis*, *Cirsium setosum*, *C. arvense*, – которые благодаря своей экологической лабильности в настоящее время получили широкое распространение [3, 4]. Таким образом, важнейшей задачей становится оценка рудеральной растительности с целью наиболее полного использования ее положительных качеств и предотвращения (уменьшения) ее отрицательных свойств.

В основу работы положены материалы собственных полевых исследований, проводившихся на протяжении 2004–2015 гг. на территории г. Минска. При обследовании рудеральной растительности были охвачены антропогенные экотопы, выделенные на основе традиционного подхода к их классификации, в основу которого положен характер застройки и пространственно временной аспект освоения территорий [5]. Эколого-флористическая классификация рудеральной растительности выполнена в соответствии с общими установками направления Браун-Бланке [6] на основе обработки 300 геоботанических описаний. Составлен продромус рудеральных сообществ города, включающий в себя 5 классов, 10 порядков, 12 союзов, 33 ассоциации и 1 базальное сообщество.

### Продромус рудеральной растительности г. Минска

Класс *Bidentetea tripartiti* R. Tx., Lohm. et Prsg. 1950

Порядок *Bidentetalia tripartiti* Br.-Bl. et R. Tx. 1943

Союз *Bidention tripartiti* Nordh. 1940 (2)

Класс *Stellarietea mediae* R. Tx., Lohm. et Prsg. 1950

Порядок *Atriplici-Chenopodietalia albi* (Tx. 1937) Nordhagen 1950

Союз *Oxalidion fontanae* Passarge 1978 (1)

Порядок *Sisymbrietalia officinalis* J. Tx. 1961 em. Görs 1966

Союз *Sisymbriion officinalis* Tüxen et al. ex von Rochow 1951 (1)

Союз *Atriplicion* Passarge 1978 (4)

Порядок *Eragrostietalia* J. Tx. in Poli 1966

Союз *Eragrostion cilianensi-minoris* Tüxen ex Oberdorfer 1954 (1)

Класс *Artemisietea vulgaris* Lohm., Prsg. et R. Tx. in R. Tx. 1950

Порядок *Artemisietalia vulgaris* Lohm. in R. Tx. 1947

Союз *Arction lappae* R. Tx. 1937 em Gutte 1972 (3)

Порядок *Onopordetalia acanthii* Br.-Bl. et R. Tx. 1943 em Görs 1966

- Союз *Dauco-Melilotion* Görs ex Rostański et Gutte 1971 (5)  
 Порядок *Agropyretalia intermedio-repentis* Oberd. et al. ex T. Müller et Görs 1969  
 Союз *Convolvulo arvensis-Agropyron repentis* Görs 1966 (4)  
 Класс ***Galio-Urticetea*** Passarge ex Kopecký 1969  
 Порядок *Calystegietalia sepium* Tx. 1950  
 Союз *Senecionion fluviatilis* Tüxen ex Moor 1958 (2)  
 Порядок *Lamio-Chenopodietalia boni-henrici* Kopecký 1969  
 Союз *Aegopodion podagrariae* Tuxen 1967 (7)  
 Класс ***Polygono arenastri-Poëtea annuae*** Rivas-Martínez 1975 corr. Rivas-Martínez et al. 1991  
 Порядок *Polygono arenastri-Poetalia annuae* R. Tx. in Géhu et al. 1972 corr. Rivas-Martínez et al. 1991  
 Союз *Coronopodo-Polygonion arenastri* Sissingh 1969 (1)  
 Союз *Saginion procumbentis* Tüxen et Ohba in Géhu et al. 1972 (3)

Для реализации стратегии управления сукцессиями рудеральной растительности на основе единиц эколого-флористической классификации разработана ее хозяйственная типология. Было выделено 10 хозяйственных типов (чередовый, маревый, гулявниковый, полевичковый, полыневый, донниковый, пырейный, снытевый, сосновскоборщевиковый, спорышевый) рудеральной растительности и намечены основные направления их практического использования или преобразования. Необходимо отметить, что предложенные нами пути оптимизации, в основном, направлены на повышение эстетического и гигиенического потенциала рудеральных сообществ, а не на улучшение их кормовых качеств.

#### Список литературы

1. Рябова, Т.Г. Флора и растительность г. Бирска: автореф. дис... канд. биол. наук : 03.00.05 / Т.Г. Рябова ; Башкирский государственный университет. – Уфа, 1996. – 17 с.
2. Chytry, M. Vegetation of the Czech Republic. 2. Ruderal, weed, rock and scree vegetation / M. Chytry [et al.]. – Praha : Academia, 2009. – 524 p.
3. Миркин, Б.М. О некоторых вопросах изучения рудеральной растительности городов / Б.М. Миркин, М.Т. Сахапов // Экология. – 1990. – № 5. – С. 18–29.
4. Фрадкин, В.А. Аллергены / В.А. Фрадкин. – М. : Медицина, 1978. – С. 139.
5. Ильминских, Н.Г. Экологическая структура городской флоры / Н.Г. Ильминских // Актуальные проблемы сравнительного изучения флор. – СПб. : Наука, 1994. – С. 169–176.
6. Braun-Blanquet, J. Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde / J. Braun-Blanquet. – Wien–New York : Springer-Verlag, 1964. – 865 p.

The article presents the ecologo-fitocenotic characteristic of ruderal vegetation of Minsk. Developed prodromus of ruderal communities of the city includes 5 classes, 10 orders, 12 unions, 33 associations and 1 basal community. On the basis of ecological-floristic classification units developed economic typology of ruderal vegetation. As a result, 10 were allocated economic types and outlined the main directions of their practical use or conversion.

Куликова Е.Я., Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: kulikova22@mail.ru.

УДК 630\*16'116.28(476.7)

**М. В. Левковская, В. В. Сарнацкий**

### **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА СОСНЯКОВ МШИСТЫХ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

Мощным фактором, изменяющим живой напочвенный покров, является хозяйственная деятельность человека, в первую очередь рубки леса. Разреживание полога древостоя и изменение его состава и структуры влечет за собой изменение световых условий под пологом насаждений, что оказывает существенное влияние на динамику растительности травяного и кустарникового ярусов [1].

Целью нашей работы является изучение видового разнообразия и динамики живого напочвенного покрова после проведения прореживаний в сосняках мшистых Брестского ГПЛХО.

Объектами исследований служили чистые и смешанные сосняки мшистые (*Pinetum pleuroziosum*) в возрасте прореживания, в которых были проведены механизированные рубки ухода различной давности

(2004–2012 гг.). Исследование лесной растительности осуществлялось на пробных площадях (ПП) методом учетных площадок (раункиеров) с использованием морфолого-эколого-географического метода [2].

Пробная площадь 1 (Леснянское лесничество, Барановичский лесхоз квартал 217, выдел 4). Почва дерново-подзолистая, песчаная, сосняк мшистый, эдафотоп А<sub>2</sub>. Состав древостоя – 10С, бонитет – I, возраст – 50 лет. Средние таксационные показатели древостоя: высота 19,3 м; диаметр 21,8 см.

Травяно-кустарничковая растительность приурочена, в основном, к более освещенным местам – между рядами и окнам древесного яруса. В напочвенном покрове наблюдается разрастание и расселение следующих лесных видов: *Rubus idaeus* L., *Dryopteris spinulosa* (O.F.Muell.) Watt, *Vaccinium myrtillus* L. – встречаемость до 30%, *Vaccinium vitis-idaea* L. – до 35%, *Calluna vulgaris* L. – 25%, *Maianthemum bifolium* L. – 40%, *Hieracium umbellatum* L. Характерно значительное участие теневыносливых растений лесного фитоценоза: *Pyrola rotundifolia* L. – 21%, *Peucedanum oreoselinum* (L.) Moench, *Chimaphila umbellata* (L.) W. Barton, *Convallaria majalis* L., *Melampyrum sylvaticum* L., *Orthilia secunda* (L.) House.

Биологическое разнообразие растительности составляет 20 видов. В этом составе встречаются в небольшом количестве или одиночными экземплярами *Hypericum perforatum* L., *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Festuca ovina* L., *Knautia arvensis* (L.) Coult., *Polygonatum officinale* All., *Lathyrus vernus* (L.) Bernh., *Anthericum ramosum* L.

Проективное покрытие мохового покрова составляет около 90%. Произошло полное его восстановление за счет сильного разрастания мхов. Фон живого напочвенного покрова определяют зеленые мхи – *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. (встречаемость – 100%, обилие – 6 баллов), встречаются *Polytrichum commune* Hedw., *Ptilium crista-castrensis* (Hedw.) De Not.

Прореживание было проведено в 2004 году с интенсивностью 20%. Лесосечные работы выполнялись с применением на трелевке форвардера Valtra X120.

Пробная площадь 2 (Березовское лесничество, Пружанский лесхоз, кв. 43, выд. 12.) Почва дерново-подзолистая, оглеенная внизу, развивающаяся на рыхлом песке. Эдафотоп А<sub>2</sub>. Состав древостоя – 10С+Б+Ос, бонитет – II, полнота – 0,75, возраст – 37 лет. Средние таксационные показатели древостоя: высота 15,9 м; диаметр 17,3 см. Изменение светового режима и ослабление конкуренции между деревьями за влагу и питательные вещества благоприятно сказалось на развитии живого напочвенного покрова [5]. У большинства видов увеличилась встречаемость и повысилось проективное покрытие за счет появления молодых растений, увеличения количества побегов и разрастания, например ягодных кустарничков: *Vaccinium myrtillus* L. (встречаемость 30%, обилие 3 балла), *Vaccinium vitis-idaea* L. (встречаемость 30%, обилие 3 балла). В живом напочвенном покрове доминируют расположенные куртинно *Convallaria majalis* L., *Calluna vulgaris* L., *Vaccinium myrtillus* L., *Vaccinium vitis-idaea* L., *Hieracium umbellatum* L., *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Woloszcz.) Klaskova, *Lembotropis nigricans* (L.) Griseb., *Lycopodium clavatum* L., *Peucedanum oreoselinum* (L.) Moench., *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce, *Veronica officinalis* L. Удаление древесного полога на технологических коридорах приводит к появлению на освещенных участках видов характерных для более разреженных сосняков, лесных полян и опушек: *Erigeron acris* L., *Geranium sylvaticum* L., *Galium mollugo* L., *Galium verum* L., *Stellaria media* (L.) Vill. На открытых местах рубки возросло участие светолюбивых злаков: *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth., *Poa nemoralis* L., *Festuca polesica* Zapal.

Проективное покрытие мохового покрова составляет около 90%, однако полного его восстановления не произошло. В составе доминирует *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. (встречаемость – 72%, обилие – 4 балла), встречаются *Hylocomium splendens* (Hedw.) Schimp. in B.S.G., *Dicranum polysetum* Sw., *Racomitrium canescens* (Hedw.) Brid.

Прореживание было выполнено в декабре 2010 года с интенсивностью 10%. Транспортировку древесины выполняли сортиментным способом с применением форвардера Vimek 608.

Пробная площадь 3 (Гута-Михалинское лесничество, Ивацевичский лесхоз, кв. 28, выд. 9). Почва дерново-подзолистая, оглеенная внизу, песчаная, эдафотоп А<sub>2</sub>. Состав древостоя – 10С+Б, бонитет – II, полнота – 0,78, возраст 30 лет. Сосна имеет среднюю высоту 12,4 м, средний диаметр – 12,8 см. В травяно-кустарничковом ярусе доминируют *Vaccinium myrtillus* L. (встречаемость 60% с баллом обилия 5), а также *Rubus caesius* L., *Rubus idaeus* L. Встречаются виды, характеризующиеся куртинным расположением: *Calluna vulgaris* L., *Chamaenerion angustifolium* L., *Fragaria vesca* L., *Melampyrum pratense* L., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn., *Vaccinium vitis-idaea* L. Развито разнотравье: *Agrostis canina* L., *Convallaria majalis* L., *Hieracium sylvestris* L., *Hypericum perforatum* L., *Lembotropis nigricans* (L.) Griseb., *Maianthemum bifolium* L., *Melica nutans* L., *Oenothera biennis* L., *Persicaria persicaria* L., *Poa nemoralis* L., *Rumex acetosella* L., *Thymus serpyllum* L., *Veronica officinalis* L.

Трелевка деревьев, движение лесозаготовительной техники вызвали снижение проективное покрытие по травяно-кустарничковому и мохово-лишайниковому ярусам. В технологических коридорах через год после рубки отмечено присутствие лишь отдельных мозаичных пятен зеленых мхов.

Прореживание проводили в апреле 2012 года по линейно-пасечной технологии (полосное удаление каждого пятого ряда деревьев), интенсивность проведения рубки – 20%. Транспортировку древесины выполняли погрузочно-транспортной машиной МПТ 461.1, изготовленной на базе МТЗ-82.

Пробная площадь 4 (Гута-Михалинское лесничество, Ивацевичский лесхоз, кв. 28, выд. 2) – контроль. Почва дерново-подзолистая, песчаная. Тип леса – сосняк мшистый, эдафотоп А<sub>2</sub>, состав древостоя – 10С, бонитет – II, полнота – 1,0, возраст – 30 лет. В травяно-кустарничковом ярусе доминируют *Chamaenerion angustifolium* L., *Fragaria vesca* L., *Convallaria majalis* L. с баллом обилия 3. Наличие заносных видов обусловлено присутствием вблизи населенного пункта (в пределах 500 м), антропогенным воздействием. Проективное покрытие мохового покрова составляет 75%. В нем доминирует *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. (встречаемость – 90%, обилие – 6 баллов).

Под влиянием рубок ухода произошло увеличение видового разнообразия в сосняках мшистых. Появились новые виды растений, которые отсутствовали или находились в угнетенном состоянии. На контроле обнаружено около 20 видов травянистых растений (ПП 4). На секциях с прореживанием – 21–30.

Результаты исследований показывают, что в сосняках мшистых, пройденных рубками ухода, возрастает участие гелиофитов, а также видов, не требовательных к почвенному плодородию и влажности по сравнению с контролем: *Calluna vulgaris* (L.) Hill., *Hieracium pilosella* L., *Hypericum perforatum* L., *Knautia arvensis* (L.) Coult. и др., общее проективное покрытие которых составляет примерно 1–2%. Возрастает проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса за счет появления молодых растений, увеличения количества побегов и разрастания *Vaccinium myrtillus* L. и *Vaccinium vitis-idaea* L. Восстановление яруса мхов и лишайников протекает медленнее и в основном за счет *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt.

Таким образом, в сосняках мшистых происходит частичная смена видового состава живого напочвенного покрова и через 5–8 лет, невзирая на уплотнение почвы, носящее динамический характер, проективное покрытие достигает 100%.

#### Список литературы

1. Климчик, Г.Я. Трансформация и восстановление живого напочвенного покрова в сосняках, пройденных рубками леса / Г.Я. Климчик, Л.С. Пашкевич // Труды БГТУ. Сер. I, Лесн. хоз-во. – 2007. – Вып. XV. – С. 108–112.
2. Федорук, А.Т. Ботаническая география. Полевая практика / А.Т. Федорук. – Минск : Изд-во БГУ, 1976. – 224 с.

The results of studies of the living ground cover pure and mixed pine moss, traveled decimation of various limitations. In the corridors there is a change podpologovoy vegetation on the vegetation of open habitats. The increasing participation of light-loving crops.

Левковская М.В., Брестский государственный университет им. А.С. Пушкина, Брест, Беларусь, e-mail: [lemarivik@mail.ru](mailto:lemarivik@mail.ru).

Сарнацкий В.В., Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси, г.Минск, Беларусь, e-mail: [sarnatsky1@tut.by](mailto:sarnatsky1@tut.by).

УДК627.8:582.86/.27(476.7)

**Н. М. Матусевич, Е. В. Демянчук**

#### АЛЬГОФЛОРА СВЕТИЛОВСКОГО ОЗЕРА ГОРОДА БАРАНОВИЧИ

Повсеместное распространение водорослей определяет их огромное значение в биосфере и хозяйственной деятельности человека. Благодаря способности к фотосинтезу они являются основными продуцентами большого количества органических веществ в водоемах, которые широко используются животными и человеком.

Цель нашей работы – изучение состава водорослей, на уровне рода, Светиловского озера г. Барановичи.

Исследуемый водоем располагается в Барановичском районе Брестской области, в пределах городской черты, в Северном микрорайоне г. Барановичи, и относится к бассейну р. Щара.

Пробы для изучения разнообразия альгофлоры Светиловского озера г. Барановичи отбирались всентябре–октябре 2015 г. Пробы фитопланктона и фитобентоса отбирали в период открытой воды, всегда на одном расстоянии от берега. Сбор фитопланктона проводился методом фильтрования воды через планктонные сети. Сконцентрированную таким образом пробу планктона изучали в живом и фиксированном состоянии. Для изучения видового состава фитобентоса на поверхности водоема извлекалось некоторое количество донного

грунта и отложений на нем. На мелководьях (до 0,5–1,0 м глубины) это достигалось с помощью опущенного на дно сифона, в который засасывался наилок. Чтобы отметить качественное состояние водорослей до наступления изменений, вызванных хранением, собранный материал изучался в живом состоянии в день сбора [1].

Протяженность участка сбора составлял около трех метров. Изучение водорослей проводилось с помощью их осмотра под микроскопом XSP-136. В водоеме нами выявлены представители 21 рода, относящиеся к 6 классам, 8 порядкам, 4 отделам [2–4].

Многие виды имеют значение для очищения и доочистки сточных вод. По результатам исследования прослеживается явное доминирование диатомовых водорослей, в меньшей степени зеленых и сине-зеленых водорослей. Максимальная продуктивность зеленых и сине-зеленых водорослей наблюдается во второй половине лета при температуре воды выше 15°C. Осенью увеличивается количество диатомовых водорослей, а доля зеленых и сине-зеленых уменьшается, что не противоречит результатам наших исследований.

Наиболее распространенными зелеными водорослями в Светиловском озере г. Барановичи являются: класс *Volvocophyceae*, порядок *Chlamydomonadales*, род *Chlamydomonas*; порядок *Volvocales*, род *Pandorina*, род *Volvox*; класс *Ulothrichophyceae*, порядок *Ulothrichales*, род *Ulothrix*; класс *Conjugatophyceae*, порядок *Desmidiiales*, род *Closterium*, род *Cosmarium*; класс *Clorococcophyceae*, порядок *Chlorococcales*, род *Chlorella*, род *Chlorococcum*, род *Pediastrum*, род *Scenedesmus*.

Из диатомовых водорослей наиболее часто встречались представители класса *Centrophyceae*, порядка *Coscinodiscales*, рода *Cyclotella*; класса *Pennatophyceae*, порядка *Araphales*, родов *Fragilaria*, *Tabellaria*, *Synedra*, порядка *Diraphales*, родов *Pinnularia*, *Navicula*, *Pleurosigma*, *Cymbella*.

Встречались представители синезеленых водорослей, класса *Chroococcophyceae*, порядка *Chroococcales*, рода *Microcystis*; класса *Hormogoniophyceae*, порядка *Oscillatoriales*, рода *Oscillatoria* и порядка *Nostocales*, рода *Nostoc*.

Материалы работы и сформулированные в ней выводы могут найти применение в работе природоохранных и рыбохозяйственных организаций при оценке состояния водоемов и водотоков города Барановичи и его окрестностей, а также при разработке практических рекомендаций по изучению качества водной среды. Любая водная экосистема, находясь в равновесии с факторами внешней среды, имеет сложную систему подвижных биологических связей, которые нарушаются под воздействием антропогенных факторов. Прежде всего, влияние антропогенных факторов, и, в частности, загрязнения отражается на видовом составе водных сообществ и соотношении численности слагающих их видов. Следовательно, водоросли – важнейший компонент водных систем, который активно участвует в формировании качества воды и является чутким показателем состояния водных экосистем и водоема в целом. Им принадлежит ведущая роль в индикации изменения качества воды.

#### Список литературы

1. Лемеза, Н.А. Малый практикум по низшим растениям : учебн. пособие / Н.А. Лемеза, А.С. Шуканов. – Минск : Універсітэцкае, 1994. – 288 с.
2. Водоросли как объект изучения на полевой практике / А.Г. Бурдин [и др.]. – БрГУ, 1997. – 27 с.
3. Определитель пресноводных водорослей СССР / М.М. Забелина [и др.]. – М., 1951. – 620 с.
4. Классификация бактерий, низших и высших растений / С.В. Зеркаль [и др.]. – Брест : Изд-во БрГУ, 2004. – 31 с.

We conducted a study of the species composition of algae in the genus level, Svetilovskogo lake of Baranovichi. According to the study there is a clear domination of diatoms, a lesser degree of green and blue-green algae.

Матусевич Н.М., Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, Брест, Беларусь, e-mail: [botany@brsu.brest.by](mailto:botany@brsu.brest.by).

Демянчук Е.В., Государственное учреждение образования «Гимназия №4 г. Барановичи», Барановичи, Беларусь, e-mail: [aminna.82@mail.ru](mailto:aminna.82@mail.ru).

## ФИТОПЛАНКТОН РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В УСЛОВИЯХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

Рыбинское водохранилище в системе волжских водохранилищ занимает особое положение. Это одно из наиболее изученных водохранилищ мира. Изучением его фитопланктона занимались ряд известных альгологов – Гусева, Кузьмин, Елизарова, Корнева [1–5]. Но в последнее время сведения о состоянии фитопланктона этого водоема публикуются на основе данных эпизодических сборов. В связи с этим целью наших исследований было изучить фитопланктон открытой части Рыбинского водохранилища, для чего ставились следующие задачи – изучить видовой состав, показатели обилия, особенности распределения фитопланктона, особенности межгодовой и сезонной динамики.

Являясь первым в каскаде волжских водохранилищ водохранилищем многолетнего регулирования водообмена, водохранилище принимает воды трех крупных рек: Волги, Шексны и Мологи и более тысячи мелких речек. В то же время оно оказывает влияние на формирование водных экосистем нижележащих водохранилищ.

По морфологическим особенностям ложа, распределению глубин и химизму вод выделяют 4 плеса – речные Волжский, Моложский, Шекснинский и озеровидный Главный. Нижняя часть Волжского плеса и Главный представляют собой открытую часть водохранилища.

Фитопланктон Рыбинского водохранилища изучался на материале «стандартных» сборов ИБВВ РАН им. И.Д. Папанина в 2013, 2014 и 2015 гг., характеризовавшихся интенсивным прогревом водных масс [данные лаборатории гидрологии ИБВВ]. По составу доминирующих видов между плесами, составляющими открытую часть водохранилища, в эти годы сохранялись различия. В целом по группам, как и ранее [1–6], весной и осенью доминировали диатомовые водоросли, а летом – синезеленые и диатомовые. Летом и осенью по численности преобладали синезеленые, весной – диатомовые.

В 2001-2012 гг. наблюдалась тенденция к уменьшению средневегетационных величин биомассы фитопланктона Волжского плеса относительно таковой Главного [6]. Начиная с 2013 средневегетационная величина биомассы фитопланктона в речном Волжском плесе увеличивалась, и в 2015 г. она была выше, чем в озеровидном Главном. Биомасса фитопланктона открытой части Рыбинского водохранилища в среднем за безледный период в последние годы колебалась в пределах среднемноголетней, составляя 1.0 – 2.3 мг/л. На данном этапе существования по составу доминирующих видов, соотношению ведущих групп и уровню развития фитопланктона Рыбинское водохранилище можно отнести к водоемам мезотрофного типа с чертами эвтрофии.

### Список литературы

1. Гусева, К.А. Фитопланктон Рыбинского водохранилища (сезонная динамика и распределение его основных групп) / К.А. Гусева. – Тр. биол. ст. «Борок» – М.-Л., 1955. – Вып. 2.
2. Кузьмин, Г.В. Водоросли / Г.В. Кузьмин – Рыбинское водохранилище и его жизнь. Приложение. Списки видов растений и животных Рыбинского водохранилища. – Л., 1972. – С. 304–311.
3. Елизарова В.А. Динамика и пространственное распределение фитопланктона в Рыбинском водохранилище / В.А. Елизарова – Водные сообщества и биология гидробионтов – “Н.” – Л., 1985. – С. 129–223.
4. Корнева Л.Г. Фитопланктон Рыбинского водохранилища: состав, особенности распределения, последствия эвтрофирования / Л.Г. Корнева – Современное состояние экосистемы Рыбинского водохранилища: Труды ИБВВ РАН, вып. 67/70 – Гидрометеиздат – СПб., 1993 – С. 50-113.
5. Корнева, Л.Г. Сообщества фитопланктона водохранилищ Верхней Волги / Л.Г. Корнева, В.В. Соловьева, И.В. Митропольская, В.Г. Девяткин, Е.С. Гусев – Экологические проблемы Верхней Волги – Ярославль, 2001 – С.87–94.
6. Митропольская, И.В. Развитие фитопланктона открытой части Рыбинского водохранилища на современном этапе / И.В. Митропольская – Водоросли: проблемы таксономии, экологии и использование в мониторинге: Материалы докладов 3 Международной научной конференции 24-29 августа 2014 г. – Борок, Россия – Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина. – Ярославль: Филигрань, 2014. – С. 167–169.

The Rybinsk reservoir can be considered as a mesotrophic waterbody with features of eutrophy according to the composition of dominating species, the ratio of leading groups, and the development of phytoplankton.

*Митропольская И.В.*, Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок Ярославской, РФ, E-mail: mitr@ibiw.yaroslavl.ru.

### СОЗОЛОГИЧЕСКАЯ РЕПРЕЗЕНТАТИВНОСТЬ И ЛАНДШАФТНАЯ ПРИУРОЧЕННОСТЬ ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ ФЛОРЫ ПРИПЯТСКОГО ПОЛЕСЬЯ

Территория Припятского Полесья – отдельного физико-географического округа в центральной части Белорусского Полесья – представляет собой обособленную естественно-историческую область с присущими ей особенностями геологического развития, своеобразием геоморфологических, климатических, гидрологических и почвенных условий, что способствовало формированию здесь специфического растительного покрова и флоры. Аборигенная флора данного региона представлена 935 видами сосудистых растений, из которых около 200 находятся на пределе своего естественного распространения и, следовательно, являются редкими для этой территории. Всего в пределах Припятского Полесья выявлено 87 видов сосудистых растений [1] имеющих категорию охраны Красной книги Республики Беларусь [2].

По категориям национальной природоохранной значимости, выделенными в соответствии с критериями МСОП, виды распределяются следующим образом: I – находящиеся на грани исчезновения (CR) – 11, II – исчезающие (EN) – 18, III – уязвимые (VU) – 32, IV – потенциально уязвимые (NT) – 26 видов. На рисунке 1 показано соотношение охраняемых видов флоры Припятского Полесья с флорой Беларуси и Белорусского Полесья и по охранным категориям Красной книги Республики Беларусь [2].

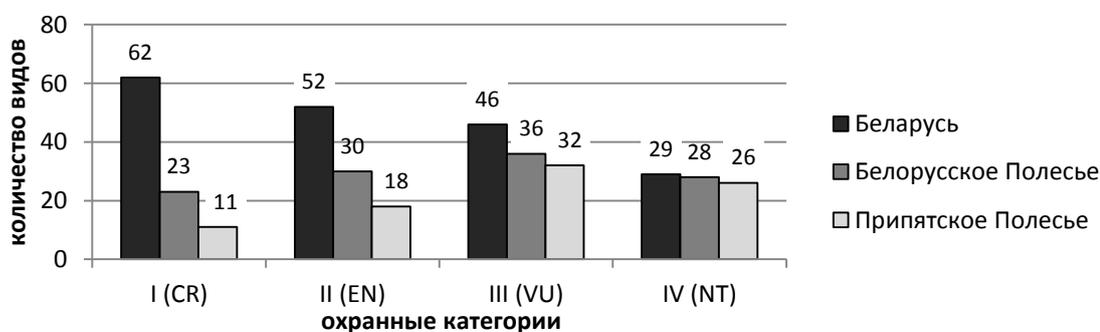


Рисунок 1 – Распределение видов по категориям охраны

Большинство охраняемых видов Припятского Полесья широко распространены по всей территории Беларуси: *Dentaria bulbifera*, *Thesium ebracteatum*, *Platanthera chlorantha*, *Iris sibirica* и др. Места произрастания некоторых (*Lindernia procumbens*, *Iris aphylla*) в пределах Беларуси известны только здесь. Важной отличительной особенностью флоры Припятского Полесья в сравнении с другими физико-географическими округами Полесской провинции является сосредоточение здесь значительного количества видов аркто-бореальной и бореальной группы: *Isoëtes lacustris*, *Nuphar pumila*, *Betula humilis*, *Salix myrtilloides*, *Lunaria rediviva*, *Listera cordata* и некоторых других. Обусловлено это более широким распространением на территории Припятского Полесья ельников, верховых и переходных болот, где чаще встречаются виды бореальной группы.

Оценивая созологическую репрезентативность флоры Припятского Полесья в сравнении с флорой Беларуси и Белорусского Полесья (рисунок 1) следует отметить, что здесь произрастает 46,0 % (87 из 189) охраняемых в Беларуси и 74,4 % (87 из 117) охраняемых в Белорусском Полесье видов сосудистых растений. При этом международный природоохранный статус имеют 12 видов из Приложения II к Конвенции «СИТЕС» (все представители семейства *Orchidaceae*). В соответствии с Приложением I к Бернской конвенции охраняется 10 видов: *Botrychium multifidum*, *Salvinia natans*, *Pulsatilla patens* и другие. Только 4 вида (*Pulsatilla patens*, *Aldrovanda vesiculosa*, *Thesium ebracteatum*, *Cypripedium calceolus*) охраняются в соответствии с Директивой Европейского Союза по охране естественных мест обитания видов дикой флоры и фауны. Из видов, включенных в Красную книгу Республики Беларусь [2], на территории Припятского Полесья отмечено 40 таксонов, охраняемых на государственном уровне в Украине: *Daphne cneorum*, *Lathyrus laevigatus*, *Allium ursinum*, *Dactylorhiza majalis* и др. Из них 30 видов (*Astragalus arenarius*, *Carex chordorrhiza*, *Diphasiastrum tristachyum*, *Salix starkeana* и др.) в Беларуси не имеют охранного статуса [3].

Рассматривая особенности распространения охраняемых видов на территории Припятского Полесья (рисунок 2) и их взаимосвязь с ландшафтами различной степени антропогенной трансформации [4] следует отметить, что наименьшее количество мест произрастания охраняемых видов находится в пределах

ландшафтов с высокой и максимальной степенью преобразованности. Большинство местообитаний охраняемых видов растений находится в пределах ландшафтов со средней и низкой степенью антропогенной трансформации, которые, как правило, соответствуют особо охраняемым природным территориям: национальному парку «Припятский», заказникам республиканского значения «Выгонощанское», «Званец», «Ольманские болота», «Споровский», «Средняя Припять». Эти территории приурочены к Ганцевичскому району средней степени (находится на северо и северо-западе Припятского Полесья) и Припятскому району (находится на юго-востоке) низкой степени антропогенной трансформации ландшафтов [4].

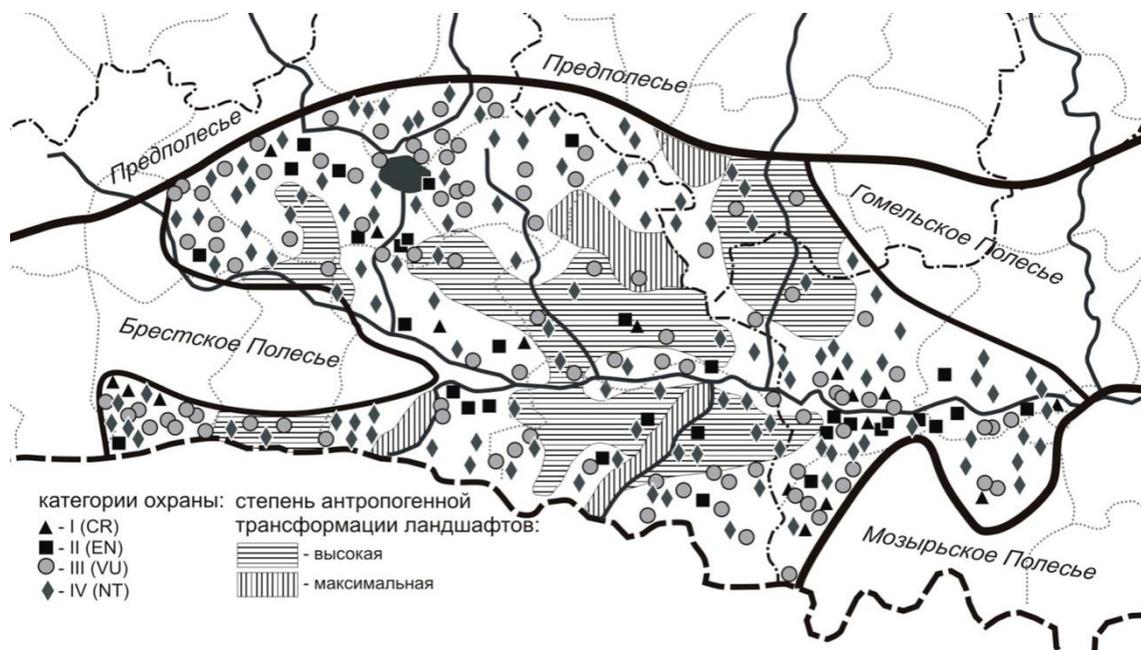


Рисунок 2 – Распространение охраняемых видов на территории Припятского Полесья

Таким образом, на территории Припятского Полесья, не смотря на значительную антропогенную преобразованность ландшафтов, сосредоточено около половины (46,0 %) всего разнообразия охраняемых видов сосудистых растений Беларуси и около 75 % таковых Белорусского Полесья. Последнее позволяет отнести Припятское Полесье к наиболее репрезентативному физико-географическому округу Полесской провинции в отношении распространения охраняемых видов сосудистых растений.

#### Список литературы

1. М्याлик, А.Н. Созологический анализ аборигенной флоры Припятского Полесья / А.Н. М्याлик // Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов: материалы III Междунар. научн.-практ. конф.; редкол.: В.В. Титок [и др.]. – Минск : Кондифо, 2015. – С. 162–166.
2. Красная книга Республики Беларусь. Растения : редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / гл. редкол. : И.М. Качановский (предс.), М.Е. Никифоров, В.И. Парфёнов [и др.]. – 4-е изд. – Минск : Беларус. энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – 448 с.
3. М्याлик, А.Н. Сосудистые растения белорусского Полесья охраняемые в Украине / А.Н. М्याлик // Сучасні екологічні проблеми Українського Полісся та суміжних територій (до 30-ої річниці аварії на ЧАЕС) : Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (20–22 квітня 2016 року). – Ніжин, 2016. – С. 44–47.
4. Марцинкевич, Г.И. Функциональная типология и структура трансформированных ландшафтов Белорусского Полесья / Г.И. Марцинкевич, И.И. Счастливая, И.П. Усова // Земля Беларуси. – 2010. – № 4. – С. 42–48.

The article shows the zoological representation of the native flora of Prypiackaje Paliessie in comparison with the flora of Belarus and the Bielaruskaje Paliessie. The analysis of the distribution of species in relation to the degree of anthropogenic transformation of landscapes.

Мялик А.Н., Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, e-mail: [aleksandr-myalik@yandex.ru](mailto:aleksandr-myalik@yandex.ru).

Галуц О.А., Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, e-mail: [olga\\_galuc@list.ru](mailto:olga_galuc@list.ru).

## ПРОВЕДЕНИЕ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА С ПОМОЩЬЮ МОДИФИЦИРОВАННЫХ РАСТВОРОВ КРАСИТЕЛЕЙ

После аварии на Чернобыльской АЭС значительно возрос интерес к исследованиям воздействия ионизирующих излучений на различные объекты живой и неживой природы.

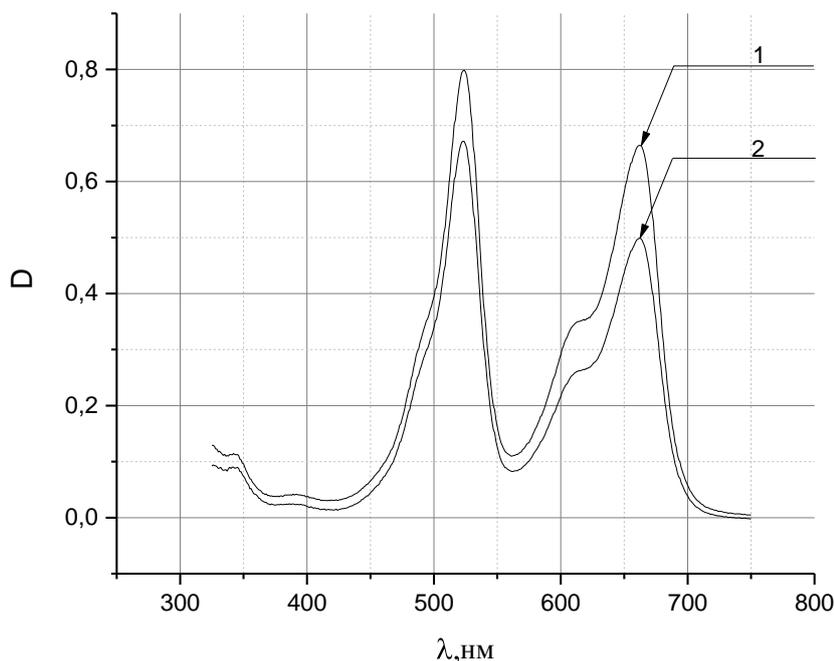
Растворы органических красителей в органических и неорганических растворителях, а также в полимерных матрицах (окрашенные полимерные пленки) имеют интенсивные полосы поглощения в видимой области спектра, что указывает на возможность их применения в качестве детекторов радиационной дозы [1]. При воздействии ионизирующего излучения на жидкие и твердые растворы красителей происходит их необратимое обесцвечивание, вызванное взаимодействием молекул красителей с кислородсодержащими радикалами и ион-радикалами, образующимися в результате радиолитического распада растворителей [2]. В растворах, содержащих несколько красителей, поглощающих свет в различных областях спектра, под действием рентгеновского и гамма излучения происходит изменение цвета, зависящее от времени облучения, исходной концентрации и химической природы красителей, физико-химических свойств используемого растворителя, спектрального состава и радиационной дозы ионизирующего излучения, что позволяет визуально определить величину радиационной дозы, используя соответствующую градуировочную шкалу [3, 4]. Первоначальный цвет необлученного многокомпонентного раствора можно устанавливать, создавая определенную концентрацию каждого из входящих в раствор красителей. Наиболее простым многокомпонентным раствором является трехкомпонентный раствор, содержащий два красителя, поглощающих в разных спектральных областях видимого диапазона света, и растворитель.

В данной работе исследовано влияние гидроксида калия на спектральные и цветоконтрастные характеристики визуализаторов ионизирующих излучений на основе трехкомпонентных растворов органических красителей (в качестве растворителя использовалась дистиллированная вода, в которой растворялись два красителя: один поглощал свет в длинноволновой области видимого диапазона длин волн, другой – в коротковолновой). Сначала была исследована химическая стойкость двухкомпонентных водных растворов красителей, перспективных для использования в качестве компонентов визуализаторов ионизирующих излучений. Концентрация растворов красителей составляла  $3,5 \cdot 10^{-5}$  моль/л. К 15 мл водного раствора красителя данной концентрации добавлялось 3 мл водного раствора КОН концентрации  $2,5 \cdot 10^{-2}$  моль/л. Спектры поглощения растворов красителей, содержащие щелочную добавку, записывались через определенные промежутки времени на спектрофотометре РВ 1251 "Solar". Точность измерения оптической плотности составляла 3 %. Чтобы исключить фотохимическую деструкцию красителей, растворы хранились в полной темноте, при комнатной температуре. По химической стойкости к щелочным добавкам красители можно условно разделить на три группы: относительно стойкие – концентрация исходного красителя со временем уменьшается незначительно, среднестойкие, не стойкие. Понятно, что для приготовления визуализаторов ионизирующих излучений на основе многокомпонентных растворов красителей, активированных щелочными добавками, следует использовать красители двух первых групп.

Для исследования влияния щелочных добавок на спектральные и цветоконтрастные характеристики облученных растворов были приготовлены трехкомпонентные водные растворы красителей. Смешивались 10 мл водного раствора красителя, поглощающего в длинноволновой области видимого спектра (концентрация  $3,5 \cdot 10^{-5}$  моль/л), и 10 мл водного раствора красителя, поглощающего в коротковолновой области, такой же концентрации. В полученный трехкомпонентный раствор добавлялись 4 мл воды или 4 мл водного раствора КОН концентрации  $2,5 \cdot 10^{-2}$  моль/л, соответственно. Облучение трехкомпонентных растворов, содержащих и не содержащих щелочную добавку, проводилось в пластиковых кюветках на рентгеновской установке «Дрон 2М», при мощности тока, проходящего через рентгеновскую трубку, 200 Вт (напряжение – 20 кВ, ток – 10 мА), при этом соблюдался одинаковый способ установки кювет, для того, чтобы обеспечивать одинаковые условия облучения каждого раствора. Облучение производилось в течение 15 минут. Затем на спектрофотометре РВ 1251 "Solar" записывались спектры поглощения облученных растворов.

В качестве примера на рисунке 1 представлен спектр поглощения одного из облученных трехкомпонентных растворов, содержащего и не содержащего щелочную добавку, из которого видно, что скорость радиационной деструкции красителей в растворе, содержащем щелочную добавку, возрастает. Это можно объяснить присутствием в растворе гидроксид-ионов, которые при радиолитическом расходе образуют кислородсодержащие радикалы и ион-радикалы, обладающие высокой химической активностью. Взаимодействие последних с молекулами красителей приводит к нарушению  $\pi$ -электронной цепи сопряжения

и смещению полос поглощения этих продуктов реакции в УФ-область спектра, что способствует уменьшению интенсивности длинноволновых полос поглощения растворов в видимой области спектра.



**Рисунок 1 – Спектры поглощения трехкомпонентного водного раствора метиленового голубого ( $\lambda_{\text{max}} = 665$  нм) и родамина 6Ж ( $\lambda_{\text{max}} = 523$  нм) после облучения рентгеном (1), то же с добавлением щелочи (2)**

Полученные экспериментальные данные позволили сделать вывод о том, что скорость необратимой радиационной деструкции красителей в водных растворах возрастает при добавлении в растворы щелочи. Причем это возрастание скорости радиационной деструкции зависит от химической природы красителя, т.е. разное для каждого красителя. Следовательно, подбором красителей и добавлением в растворы щелочи можно улучшить цветоcontrastные характеристики облученных растворов, что важно при применении трехкомпонентных растворов красителей в качестве детекторов радиационной дозы, в частности при проведении радиационного мониторинга.

#### Список литературы

1. Степанов, Б.И. Введение в химию и технологию органических красителей / Б.И.Степанов / – М.: Химия, 1977. – 487 с.
2. Попечиц, В.И. Влияние гамма-облучения на спектры поглощения растворов кислотных красителей / В.И.Попечиц // Журнал прикладной спектроскопии. – 2003. – Т. 70, № 1. – С. 34 – 37.
3. Попечиц, В.И. Влияние гамма-облучения на спектральные характеристики растворов ксантеновых красителей / В.И.Попечиц // Вестник БГУ. Серия 1. – 2008. – № 2. – С. 49 – 52.
4. Гончаров, В.К. Исследование воздействия высокоэнергетического излучения на вещество с целью создания новых материалов и технологий / В.К.Гончаров, К.В.Козадаев, В.И.Попечиц, М.В.Пузырев // Вестник БГУ. Серия 1. – 2010. – № 1. – С. 3 – 10.

The effect of alkaline additives in solutions of organic dyes on spectral and colorcontrast characteristics solutions are investigated. It is shown that the rate of dyes radiation degradation in aqueous solutions under the influence of X-ray radiation increases with addition of alkali in solutions, depending on the chemical nature of the dye.

Попечиц В.И., Научно-исследовательское учреждение «ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ИМЕНИ А.Н.СЕВЧЕНКО» Белорусского государственного университета, Минск, Беларусь, e-mail: [Papechyts@bsu.by](mailto:Papechyts@bsu.by).

**ДИНАМИКА ДРОЖЖЕВОЙ МИКРОФЛОРЫ В ЗАКВАСКАХ ЯГОД ЕСТЕСТВЕННОГО БРОЖЕНИЯ**

Дрожжевые грибы составляют большую группу эпифитных микроорганизмов, сосуществующих с разнообразными растениями. Качественный состав дрожжевой флоры филопланы существенно зависит от вида растения, его местообитания, климата, погодных условий [1]. Культуры дрожжей, изолированных из естественных микробоценозов, имеют обширную историю использования в пищевой промышленности, виноделии, а также для производства макромолекулярных клеточных компонентов, таких как липиды, белки (в том числе ферменты) и витамины [2, 3, 4]. В длительной истории промышленного применения дрожжи выступают либо в качестве предмета, либо в качестве модели в различных микробиологических исследованиях.

Не ослабевает интерес микробиологов к выделению и исследованию дрожжей-броидильщиков, обитающих на плодах и ягодах в регионах, где они произрастают в достаточных для промышленной переработки объемах [5, 6, 7]. Плоды разных растений как естественная среда обитания эпифитных дрожжей неравноценны, так как различаются анатомическим строением, количеством и химическим составом выделяемых поверхностных экссудатов, адгезивными свойствами. Степень колонизации субстрата тем или иным видом определяется такими факторами, как температура, влажность, солнечная радиация, взаимодействием между растительным субстратом и микробным сообществом, уровнем миграции клеток и скоростью их роста [8].

В качестве вероятных природных локусов дрожжей исследовались плоды *Fragaria ananassa*, *Fragaria vesca*, *Rubus idaeus*, *Vaccinium myrtillus*, *Prunus cerasus*, *Ribes nigrum*, *Ribes rubrum*. Образцы отбирали на трех пробных площадках один раз в июне-июле 2015 г., когда ягоды накапливали максимальную для конкретных экологических условий концентрацию сахаров. Плоды снимали в разных точках участка в равных количествах и, соблюдая необходимые меры стерильности, смешивали для получения средней пробы, помещали в стерильную 0,25 л посуду в количестве 70% от объема. В тот же день образцы доставляли в лабораторию, заливали стерильным 3%-м раствором сахарозы и культивировали при 25°C. С момента спонтанного забраживания мезги производились 3 высева на твердую питательную среду солодовое сусло-агар, подкисленную молочной кислотой (3-4 мл/л), по методу Дригальского из разведений в объеме 0,1 см<sup>3</sup> в 2-х повторностях. Периодичность посевов – через две недели от начала культивирования, через один месяц и через восемь месяцев. Учитывалась численность колоний на питательной среде, а также их макроморфологические признаки: цвет, характер поверхности, профиль, оптические свойства. Колонии разных морфотипов пересеивали штрихом на сусло-агар в количестве 10-20 штук для дальнейшего исследования. В целом в коллекцию выделено 394 штамма дрожжей.

В заквасках ягод земляники садовой численность дрожжей от первого посева к третьему постепенно увеличивалась. В первом посеве высевались как белые колонии, так и пигментированные (со временем пигмент проникал в питательную среду под колонией). В последующих двух посевах пигментированные колонии не обнаруживались. Колонии белого цвета имели разнообразные признаки – как гладкую или складчатую, глянцевую или матовую поверхность.

В закваске ягод земляники лесной, собранной в Гомельском районе численность дрожжей во втором посеве незначительно увеличилась относительно численности в первом посеве. В закваске, собранной в Гродненском районе, численность дрожжей увеличилась примерно в 2 раза во втором посеве и уменьшалась к третьему посеву. Во всех трех посевах из заквасок высевались как белые колонии, так и пигментированные. Колонии белого и коричневого цвета имели глянцевую поверхность.

Во всех трех заквасках ягод малины обыкновенной численность дрожжей от первого посева к третьему постепенно увеличивалась. В первом и втором посеве из всех трех заквасок высевались белые колонии, пигментированные колонии имелись только в закваске из Гомельского района (со временем пигмент проникал в питательную среду под колонией). Пигментированные колонии в закваске из Гомельского района имелись также в третьем посеве, однако, отсутствовали во втором. Колонии белого цвета имели разнообразные признаки – как гладкую или складчатую, глянцевую или матовую поверхность.

В заквасках ягод черники обыкновенной численность дрожжей от первого посева к третьему постепенно уменьшалась. Во всех трех посевах из всех трех заквасок высевались белые колонии. Пигментированные колонии обнаружены только в закваске из Гродненского района при первом посеве. В последующих двух посевах пигментированные колонии не обнаружены. Колонии белого цвета имели глянцевую поверхность. При третьем посеве закваски из Гомельского района дрожжевые колонии не обнаружены. Вероятно, в связи с накоплением спирта за период культивирования произошла гибель дрожжей.

В двух заквасках ягод красной смородины (из Гомельского и Гродненского районов) численность дрожжей от первого посева к третьему постепенно увеличивалась. В третьей закваске численность незначительно снизилась, сохраняясь при этом в пределах одного порядка. В первом посеве из закваски ягод, собранных в Гомельском районе, высевались как белые колонии, так и пигментированные (со временем пигмент проникал в питательную среду под колонией). В последующих двух посевах пигментированные колонии не обнаруживались. Колонии белого цвета имели матовую поверхность. В посеве из закваски ягод, собранной в Гродненском районе, пигментированные колонии наблюдались только во втором посеве. Белые колонии присутствовали в первом и втором посеве. Колонии белого цвета имели разнообразные признаки – как гладкую или складчатую, глянцевую или матовую поверхность. Во всех трех посевах из закваски ягод, собранных в Волковысском районе высевались только белые матовые колонии дрожжей.

В заквасках ягод черной смородины, собранных в Гомельском и Гродненском районах, численность дрожжей от первого посева к третьему постепенно увеличивалась. В заквасках ягод из Волковысского района наблюдалось уменьшение численности светлых и темных глянцевых колоний. В третьем посеве колонии данного типа отсутствовали, однако, появились белые матовые колонии. В первом посеве из всех трех заквасок высевались белые колонии, которые имели разнообразные признаки – как гладкую или складчатую, глянцевую или матовую поверхность. Темные колонии присутствовали только в посевах из заквасок ягод, собранных в Волковысском и Гродненском районах.

Результаты исследования ягодных субстратов позволяют сделать следующие выводы: в образцах ягод малины обыкновенной, земляники садовой и черной смородины, отобранных в различных регионах, прослеживалась четкая тенденция к увеличению содержания дрожжей от первого к третьему посеву; в образцах ягод черники обыкновенной, отобранных в Гомельском и Гродненском районах, численность дрожжей заметно снизилась от первого к третьему посеву, вплоть до полного прекращения роста в закваске ягод из Гомельского района.

#### Список литературы

1. Магомедова, Е.С. Разнообразие и морфологические свойства дрожжей, обитающих в условиях различной вертикальной поясности / Е.С. Магомедова, Д.А. Абдуллабекова, Ш.А. Абрамов // Юг России: экология, развитие, 2009. – № 1. – С. 99-102.
2. Freire A.L. Study of the physicochemical parameters and spontaneous fermentation during the traditional production of yakupa, an indigenous beverage produced by Brazilian Amerindians / [A. L. Freire et al.] // World J. Microbiol Biotechnol. – 2013, August 31.
3. Loira I. Effect of *Saccharomyces* strains on the quality of red wines aged on lees / [I. Loira, R. Vejarano, A. Morata et al.] // Food Chem. – 2013. – Vol. 139, N 1-4. – P. 1044-1051.
4. Hoppe A. Enzyme maintenance effort as criterion for the characterization of alternative pathways and length distribution of isofunctional enzymes / A. Hoppe, C. Richter, H. G. Holzhutter // Biosystems. – 2011. – Vol. 105, № 2. – P. 122-129.
5. Колесник, И.М. Исследование дрожжевой микрофлоры ягод в Западной Беларуси и поиск новых штаммов для плодово-ягодного виноделия / И.М. Колесник, Н.Н. Мартыненко, И.М. Грачева // Хранение и переработка сельхозсырья. 2004. – №1. – С. 27-28.
6. Руденко, Е.Ю. Перспективные штаммы дрожжей для плодово-ягодного виноделия в Самарской области // Виноделие и виноградарство. 2007. – №3. – С. 24-25.
7. Абдуллабекова, Д.А. Биотехнологические свойства дрожжей-сахаромицетов, выделенных на винограде и плодах / Д.А. Абдуллабекова, Е.С. Магомедова // Виноделие и виноградарство. – 2009. – №5. – С. 16-17.
8. Абдуллабекова, Д.А. Дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*, выделенные из плодов абрикоса (*Prunus armeniaca*) / Д.А. Абдуллабекова, А.В. Качалкин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2012. – Т. 14. – №1(8). – С. 1864-1867.

Investigation of the spontaneous fermentation starters of different berries were held. It is shown that the fruits of *Fragaria ananassa*, *Fragaria vesca*, *Rubus idaeus*, *Vaccinium myrtillus*, *Prunus cerasus*, *Ribes nigrum*, *Ribes rubrum* may be a natural source of yeast, the allocation of which is limited mainly fermentation industries. The microbiological characteristics of isolated cultures allow us to recommend this locus for the production and directed search of strains.

Приходько А.С., Гродненский государственный университет им. Я. Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: Pridodko\_AS\_12@student.grsu.by.

## ОСНОВНЫЕ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА «СОРНЫХ» ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ БИОСФЕРНОГО РЕЗЕРВАТА «ПРИБУЖСКОЕ ПОЛЕСЬЕ»

**Актуальность.** Многие травы для приготовления лекарственных средств не всегда доступны. Их сложно найти, не все могут узнать и сомневаются в пригодности растений. В своем исследовании мы уделили особое внимание «сорным» лекарственным растениям. Их массовое распространение и узнаваемый внешний вид делают их удобным сырьем для любого человека [1].

**Цель** – провести систематический анализ собранных «сорных» лекарственных растений: изучить их основные биологически активные вещества, установить возможность использования в медицинской практике и рассмотреть встречаемость «сорных» лекарственных растений на территории биосферного резервата «Прибужское Полесье» [2; 6].

**Материалы и методы.** Для исследования были произведены: сбор полевого материала в районе прохождения учебных практик на территории биосферного резервата «Прибужское Полесье»; изучены и проанализированы основные биологически активные вещества данных видов, выявлены их фармакологические свойства; изготовлен гербарный материал [5].

**Выводы.** На основании проведенных исследований и анализа теоретических данных можно сделать следующие выводы:

1. Наибольшее число видов «сорных» лекарственных растений относится к семействам Сложноцветные (*Compositae*) – 8, Злаки (*Gramineae*) – 8 и Зонтичные (*Umbelliferae*) – 7.
2. Нами было собрано 63 видов «сорных» лекарственных растений, которые можно применять при заболеваниях: дыхательных путей, желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистых заболеваниях, мочеполовой системы, опорно-двигательного аппарата.
3. У изученных нами видов были выявлены основные биологически активные вещества, среди которых следующие: антропины, хинины, берберины, морфины, сердечные гликозиды, фенологликозиды, тиогликозиды, антрагликозиды, сапонины и др [2; 3; 4].

### Список литературы

1. Аксенов, М.Д. Энциклопедия для детей, Т.2. Биология. 5-е изд., Э 68 перераб. и доп. / Глав. ред. М.Д. Аксенов. – М.: Аванта, 2000. – 704 с.
2. Александров, Б.А. Копилка витаминов / Б.А. Александров: 2-е изд., переработ. – М.: Просвещение, 1966. – 120 с.
3. Бавтуто, Г.А. Ботаника: Морфология и анатомия растений / Г.А. Бавтуто, В.М. Еремин: учеб. пособие. – Минск : Высшая школа, 1997. – 375 с.
4. Губанов, И.А. Дикорастущие полезные растения СССР / И.А. Губанов и др. – М.: Мысль, 1976. – 319 с.
5. Козловская, Н.В. Флора Беларуси, закономерности ее формирования, научные основы использования и охрана. – Минск : Наука и техника, 1978. – 128 с.
6. Проскурова М.И. Использование видов сорных лекарственных растений в медицинской практике М.И. Проскурова / Сборник тезисов докладов 2-й региональной научно-практической конференции молодых ученых. – Брест: 2015 – С. 75.

The greatest number of species of "weedy" medicinal plants belongs to the family Asteraceae (*Compositae*), Cereals (*Gramineae*) and Umbrella (*Umbelliferae*). The herbarium collected 63 species of "weeds" medicinal plants that can be used in various diseases. We investigated species were identified the main biologically active substances.

Проскурова М. И., Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, г. Брест, Беларусь, e-mail: marinaproskurova@mail.ru.

## ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ФИТОПЛАНКТОНА РЕКИ ВИЛИЯ

Знание видового состава водорослей планктона, их развития по сезонам и межгодовой динамики необходимо для оценки качества вод реки. В каждой местности находится множество неисследованных пока водоемов, мониторинг состояния которых важен для сохранения экологического здоровья этих мест.

Для исследования была выбрана река Вилия Сморгонского района Гродненской области. Река Вилия (в Литве – Нярис) – река на территории Беларуси и Литвы, правый приток Немана.

Длина 498 км, в Беларуси – 264 км. Площадь водозабора 25,1 тыс. км<sup>2</sup>, на территории Беларуси – 11 тыс. км<sup>2</sup> [1]. Пересекает границу с Литвой за 2 км на северо-запад от д. Жарнели Островецкого района, впадает в Неман на территории Литвы возле г. Каунас. На реке создано Вилейское водохранилище, часть воды которого по Вилейско-Минской водной системе перебрасывается в Свислочь [1].

Станция отбора проб находится на расстоянии 0,6 км от деревни Андреевцы. Правый берег с густым лесным массивом. На левом берегу находится деревня Дубки. Отбор проб осуществлялся в пластиковые бутылки объемом 1 литр. Консервация проб производилась фиксатором Уотермеля, концентрирование – осадочным методом [2]. Видовую принадлежность водорослей планктона определяли при помощи светового микроскопа и определителей [3–6]. Отбор проб проводился три раза в месяц на одной станции.

Были проанализированы результаты исследования 14 проб фитопланктона, отобранных с июня по октябрь 2015 года. Динамика видового разнообразия разных отделов водорослей в течение вегетационного периода на станции реки Вилия показана на рисунке.

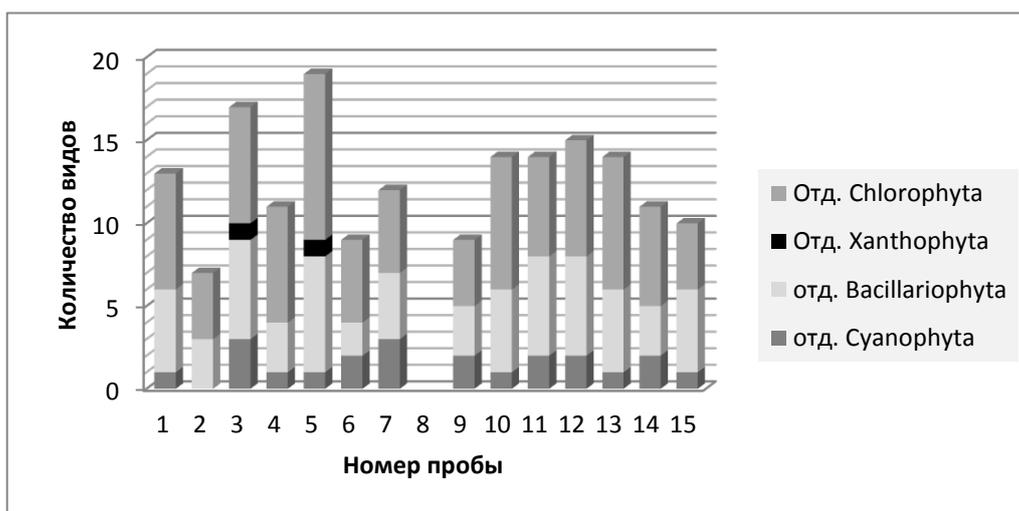


Рисунок – Динамика видового разнообразия фитопланктона на станции

Из выше приведенной диаграммы видим, что лидирующее место по числу выявленных видов во все месяцы занимает отдел *Chlorophyta*, с отставанием следуют отделы *Bacillariophyta* и *Cyanophyta*. И лишь по одному виду из отдела *Xanthophyta* мы встречаем в пробах 3 и 5. Сезонная динамика фитопланктона характеризуется максимальным видовым разнообразием в июле. Относительно большое число видов *Chlorophyta* в сентябре является следствием очень теплой погоды.

Таксономический анализ результатов обработки проб водорослей р. Вилия отражен в таблице 1.

В результате проведенных исследований в фитопланктоне реки Вилия было выявлено 32 вида водорослей, которые принадлежат 4 отделам, 9 классам, 10 порядкам, 16 семействам, 20 родам. Класс *Protococcophyceae* обладает самой высокой видовой насыщенностью – сюда входит 13 видов (они относятся к 7 родам, 4 семействам и 1 порядку). Следующими по видовой насыщенности являются классы: *Pennatophyceae* – 8 видов (они относятся к 4 родам, 3 семействам и 2 порядкам), *Hormogoniophyceae* – 4 вида, *Ulotrichophyceae* – 2 вида. Самыми немногочисленными оказались: *Chroococcophyceae*, *Centrophyceae*, *Xanthotrichophyceae*, *Euglenophyceae*, *Cryptophyceae*, *Conjugatophyceae* – они насчитывают по 1 виду.

Таблица 1 – Таксономический спектр фитопланктона реки Вилия

Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Род	Вид
<i>Cyanophyta</i>	<i>Hormogoniophyceae</i>	1	2	2	4
	<i>Chroococcophyceae</i>	1	1	1	1
<i>Bacillariophyta</i>	<i>Centrophyceae</i>	1	1	1	1
	<i>Pennatophyceae</i>	2	3	4	8
<i>Xanthophyta</i>	<i>Xanthotrichophyceae</i>	1	1	1	1
<i>Chlorophyta</i>	<i>Protococcophyceae</i>	1	4	7	13
	<i>Volvocophyceae</i>	1	1	1	1
	<i>Ulotrichophyceae</i>	1	2	2	2
	<i>Conjugatophyceae</i>	1	1	1	1
Общее кол-во:	9	10	16	20	32

Таким образом для реки Вилия характерно высокое относительное обилие зелёных (*Chlorophyta*, включает 53 % от общего числа выявленных видов) и диатомовых (*Bacillariophyta*, 28 % от общего числа выявленных видов) водорослей, что, в общем, типично для большинства белорусских рек.

#### Список литературы

1. Река Вилия [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.brik.org/showthread.php?t=168> – Дата доступа: 02.02.2016
2. Садчиков, А.П. Методы изучения пресноводного фитопланктона: методическое руководство / А.П. Садчиков. – Москва: Университет и школа, 2003. – 157 с.
3. Голлербах, М.М. Синезеленые водоросли / М.М. Голлербах, Е.К. Коссинская, В.И. Полянский. Определитель пресноводных водорослей СССР. Выпуск 2. – Москва: Советская наука, 1953. – 650 с.
4. Рундина, Л.А. Зигнемовые водоросли России / Л.А. Рундина. – СПб.: Наука, 1998. – 351 с.
5. Топачевский, А.В. Пресноводные водоросли Украинской ССР / А.В. Топачевский, Н.П. Масюк; под ред. А.В. Топачевского – Киев: Вища школа, 1984 – 336 с.
6. Царенко, П.М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР / П.М. Царенко. – Киев: Наук. думка, 1990. – 208с.

The phytoplankton of the river Viliya have been studied. The phytoplankton of the river Viliya is represented by 32 species of algae from 4 divisions. The maximum species diversity is in July. The greatest number of species is typical for departments of *Chlorophyta* (53 %) and *Bacillariophyta* (28 %).

Рожко А.Г., УО «Гродненский государственный университет имени Я. Купалы», Гродно, Беларусь, e-mail: rojko96@mail.ru.

Прибыловская Н.С., УО «Гродненский государственный университет имени Я. Купалы», Гродно, Беларусь, e-mail: ns-pribyl@yandex.ru.

УДК 57.045

**Ю. Ф. Рой, Е. А. Санелина**

### РЕАКЦИЯ АТОМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ СТЕБЛЯ ЛИПЫ МЕЛКОЛИСТНОЙ (*Tilia cordata* Mill.) НА ЗАГАЗОВАННОСТЬ УЛИЦ ГОРОДА БРЕСТА

О возможности использования живых организмов в качестве показателей определенных природных условий писали еще ученые древнего Рима и Греции. В России в рукописях XV и XVI вв. уже упоминались такие понятия как «лес пашенный» и «лес непашенный», т.е. участки леса, пригодные для его сведения под пашню и непригодные. В трудах М.В. Ломоносова и А.Н. Радищева есть упоминания о растениях – указателях особенностей почв, горных пород, подземных вод.

В XIX веке с развитием экологии растений была показана связь растений с факторами окружающей среды.

К концу XX века биоиндикационные закономерности претерпели качественный скачок. В настоящее время для целого класса индикаторных видов растений и животных целесообразно говорить не только о наличии или отсутствии фактора, но и о степени его влияния на природный комплекс [1,2,3,4].

Исследования анатомо-морфологической структуры растений вскрывают механизм взаимодействия растений с естественной и измененной антропогенным взаимодействием средой обитания. Формирование генотипа растений при этом в конечном итоге – определение нормы реагирования на внешние условия. Способность растения отвечать приспособительными реакциями сложилась исторически в определенных условиях. Однако, адаптивность реакции относительна, в некоторых условиях она может утрачиваться или наоборот усиливаться. Именно с такими явлениями приходится сталкиваться при анализе биоморфологических изменений, которые происходят в растении, когда оно произрастает в несвойственной, чуждой ему среде и при воздействии химических или физических факторов, с которыми предшествующие поколения не встречались [5].

Объектом исследования выбрана липа мелколистная, широко используемая в озеленении города. Для сравнения были отобраны по 3 модельных дерева в возрасте 35-40 лет произрастающие на оживленных улицах города, интенсивность движения транспорта приведена в таблице 1, которые сравнивались с деревьями этого вида произрастающими в районе Брестской крепости-герой, где показатели загазованности многократно ниже.

Таблица 1 – Средняя интенсивность движения автотранспорта

Дни недели	Время	Количество автотранспорта, шт	Количество автотранспорта, проехавшего за 1 минуту, шт
Сб	14.25 – 14.55	523	17
Вс	14.40 – 15.10	613	20
Пн	14.20 – 14.50	751	25

Исследованию подверглась анатомическая структура четвертого междоузлия однолетних побегов липы мелколистной взятых с западной стороны кроны, на уровне 1,5 – 2 метра. Взятие образцов, фиксация материала и изготовление постоянных препаратов проводили по общепринятой в анатомии растений методике [6]. Повторность всех измерений проводилась на 50-ти вариантах.

Анализ показателей тканей однолетних побегов *Tilia cordata* позволяет заключить следующее:

Условия загазованности не влияют на общее строение стебля, структуру и топографию тканей. Отличия наблюдаются в числе кристаллов оксалата кальция в паренхиме первичной коры, их в условиях загазованности значительно больше, и в количественных показателях тканей. Одним из сравниваемых показателей, был средний размер тканей на поперечном срезе (таблица 2).

Средний диаметр стебля побегов, собранных в окрестностях Брестской крепости ниже и составляет 2091 мкм, а у побегов в условиях города этот показатель составляет 2171,44 мкм. Варьирование диаметра стебля в различных условиях загазованности нормальное и заметных отличий не имеет. В условиях крепости коэффициент вариации равен 20, 6 %, в условиях города – 14,9 %. Критерий Стьюдента равен 0,8, т.е. зависимость варьирования признаков от условий незначительна.

Диаметр сердцевинки заметных отличий не имеет (752,92 мкм у побегов из крепости и 752,88 мкм у побегов из города). Варьирование диаметра сердцевинки также почти не отличается. Коэффициент вариации в условиях города составляет 18,5 %, в условиях «чистого» воздуха – 19,4 %. Варьирования данного показателя в различных условиях не наблюдается.

Таблица 2 – Показатели среднего значения тканей стебля липы мелколистной в условиях разной загазованности, мкм

Название ткани стебля,	Крепость	Город
Диаметр стебля	2091 ± 86,0	2171,4 ± 64,6
Диаметр сердцевинки	752,9 ± 29,2	752,9 ± 27,9
Ширина ксилемы (x2)	484,7 ± 44,7	520,0 ± 21,4
Ширина флоэмы (x2)	291,6 ± 21,5	357,4 ± 13,7
Ширина МК (x2)	54,7 ± 4,5	43,7 ± 3,6
Ширина ПК (x2)	212,2 ± 11,8	175,4 ± 16,9
Ширина перидермы (x2)	207,5 ± 7,1	211,4 ± 8,3

Зависимость ширины годичного кольца древесины коррелирует с диаметром стебля и составляет в разных условиях 519,96 мкм и 484,68 мкм соответственно. Ширина ксилемы значительно варьирует в условиях

крепости и превышает таковую в условиях города. Коэффициент вариации в условиях «чистого» воздуха равен 46,1 %, в условиях города – 20,6 %, критерием Стьюдента  $t$  равен 0,7.

Размеры флоэмы в условиях загазованности превышают таковые в условиях крепости и составляют 357,36 мкм, а у побегов из крепости – 291,6 мкм. Варьирование ширины флоэмы нормальное. Коэффициент вариации признака в условиях «чистого» воздуха превышает таковой в условиях загазованности и составляет 36,9 % (в условиях города 19,4 %). Зависимость величины признака от условий значительна, что подтверждается критерием Стьюдента – 2,6.

Ширина механического кольца в условиях меньшей загазованности, в отличие от проводящих тканей, превышает таковую в условиях большей загазованности и составляет в условиях крепости 54,68 мкм, а в условиях города – 43,72 мкм. Варьирование ширины механического кольца заметных отличий не имеет: коэффициент вариации в условиях крепости равен 41 %, в условиях города – 40,9 %. Зависимость величины признака от условий значительна, что подтверждается критерием Стьюдента – 1,9.

Ширина первичной коры, как и ширина кольца первичных механических элементов в условиях крепости больше и составляет 212,2 мкм, тогда как в условиях загазованности – 175,36 мкм. Варьирование ширины первичной коры в условиях крепости значительное и превышает таковое в условиях города, что подтверждает коэффициент вариации. В условно «чистой» зоне он равен 27,7 %, в условиях загазованности – 48,2 %. Зависимость величины признака от условий незначительна и подтверждается критерием Стьюдента, который равен 1,8.

Ширина перидермы у побегов взятых в условиях города больше, по сравнению с побегами из крепости и составляет 211,36 мкм и 207,52 мкм соответственно. В варьировании ширины перидермы в различных условиях особых различий не наблюдается. В условиях крепости коэффициент вариации  $C = 17,2$  %, в условиях города –  $C = 19,5$  %. Зависимость величины признака от условий маловероятна, т.к. критерий Стьюдента  $t$  равен 0,4.

Количество слоев феллемы у стеблей в условно чистом районе составляет 4 - 5, а в городе основное число стеблей имеет 5 – 6 слоев.

Таким образом, согласно нашим исследованиям, реакция анатомических показателей стебля неоднозначно проявляется в степени развития тканей этого органа в условиях разной загазованности.

#### *Список литературы*

1. Ашихмина, Т.Я. Экологический мониторинг : учебно-методическое пособие / Под ред. Т.Я. Ашихминой. – Москва : Академический проект, 2005. – 325 с.
2. Галактионов С. Г. Водоросль сигнализирует об опасности / С. Г. Галактионов, В. М. Юрин. – Минск : Выш. школа, 1980.
3. Экологический мониторинг : Учебно-методическое пособие / Под ред. Т. Я. Ашихминой. М. : Академический проект, 2005.
4. Мусатова О.В. Биоиндикация и биоповреждения / Мусатова О. В. – Витебск : Издательство УО «ВГУ им. Г.М. Машерова», 2005.
5. Горышина, Т. К. Экология растений / Т. К. Горышина. – М.: Высшая школа, 1979. – 368 с.
6. Прозина, М.Н. Ботаническая микротехника / М.Н. Прозина. – Москва : «Высшая школа», 1960. – 206 с.

The reaction of the anatomical parameters of *Tilia cordata* Mill. stem uniquely manifested in the degree of development of the body tissues in a different gas pollution.

*Рой Ю.Ф.*, Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, г. Брест, Беларусь, e-mail: bee-72@mail.ru.

**ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ БРИОКОМПЛЕКСА ФОРТИФИКАЦИЙ В ПРЕДЕЛАХ БЕЛАРУСИ НА ГРАДИЕНТЕ КАРБОНАТНОСТИ СУБСТРАТА**

Из субстратов антропогенного происхождения на территории Беларуси следует выделить разветвленную систему долговременных фортификаций времен Первой и Второй мировых войн, ареной которых и является территория Беларуси. Это своеобразный объект в отношении условий произрастания бриофитов. Уникальность его для экологического комплекса на территории страны состоит в том, что он представляет своего рода аналог карбонатных горных скально-каменистых пород на равнинной территории. Этот факт предопределяет наличие здесь видов мохообразных горной экологии.

Учитывая, карбонатность данного типа субстрата, особенный интерес представляет выявление корреляционных зависимостей между уровнем биоразнообразия видового состава районов, степени встречаемости редких видов и видов кальцефилов относительно уровня содержания кальция в сооружениях. В такой связи, целью исследования явилось выявление закономерностей изменчивости показателей биоразнообразия относительно содержания кальция в фортификациях на территории Беларуси.

Исследования проводили маршрутным и детально-маршрутным методами, методом тотального учета мохообразных [1-3] на более чем 130 фортификациях в период с 2008г. по 2015г., включающих Гродненскую крепость и Гродненский укрепрайон (УР) (Гродненский р-н Гродненской обл.), Нарочанский УР (в этот укрепрайон мы также включаем фортификации исследованные около г. Сморгонь) (Сморгонский р-н Гродненская обл, Мядельский р-н Минской обл.), Полоцкий УР (Полоцкий р-н Витебской обл.), Брестскую крепость и Брестский УР (а также доты исследованные около г. Малорита) (Брестский р-н, Малоритский р-н Брестская область), Пинский УР (здесь включены сооружения исследованные от г.п. Телеханы до г. Пинска) (Ивацевичский р-н, Пинский р-н Брестской области), Мозырский УР (Мозырский р-н Гомельской области). Материалом для обработки послужила авторская коллекция мохообразных состоящая из более чем 5000 образцов. Коллекция хранится в гербариях ИЭБ НАН Беларуси (MSK-B), гербарии ГрГУ им. Я. Купалы (GRSU). Образцы определены при помощи общепризнанного сравнительного анатомо-морфологического метода [4-7]. Название видов и их таксономическое положение приводится по [8] с некоторыми изменениями [9]. Коэффициент встречаемости видов (R) рассчитывали по методу К. Раункьера [2]. Химический анализ бетона проводили на базе научно-исследовательской лаборатории физико-химических методов исследования объектов окружающей среды ГрГУ им. Я. Купалы методом лазерно-искровой эмиссионной спектроскопии и рентгенофлуоресцентного метода [10-11]. Статистический анализ проводили с помощью программы Statistica 10.0

В результате проведенных исследований в составе бриофлоры фортификаций Беларуси всего выявлено 143 вида и 8 разновидностей мохообразных, из них 132 вида представители класса *Bryopsida*, 8 видов класса *Jungermanniopsida*, 3 вида класса *Marchantiopsida*, относящихся 73 родам, 37 семействам, 14 порядкам. Видовой состав исследуемых сооружений достаточно богат, достигая 36 % от всей бриофлоры Беларуси (без учета сфагновых мхов), доля бриевых мхов составляет 44% от всего их состава в Беларуси, а печеночников – 11%.

В связи с разнообразными экологическими условиями на фортификациях здесь представлены различные экогруппы по отношению к особенностям субстрата, в том числе и виды проявляющие высокое сродство к кальцийсодержащему субстрату, многие из которых являются редкими. Так на фортификациях отмечено 32 вида мохообразных (22% от всего бриокомплекса фортификаций) из числа кальцефилов или тяготеющих к повышенному уровню содержания кальция в субстрате, из них ½ относятся к редким и охраняемым видам.

Выявлена положительная согласованная изменчивость между индексом биоразнообразия Шеннона и уровнем содержания кальция по укрепрайонам ( $r=0,79$ ). Следовательно, при увеличении содержания кальция возрастает уровень биоразнообразия фортификаций. Также, выявлена достоверная высокая согласованная изменчивость между содержанием Ca в субстрате и встречаемостью у *Encalypta streptocarpa* ( $r=0,99$ ), *Barbula convoluta* ( $r=0,73$ ), *Tortella tortuosa* ( $r=0,73$ ), у *Tortula mucronifolia*, *Orthotrichum pallens*, *Bryum klingraeffii*, *Orthotrichum diaphanum*, *Mnium marginatum*  $r=0,70$  и *Homalothecium lutescens* ( $r=0,59$ ). В результате проявляются закономерные корреляционные связи между содержанием кальция в исследуемых районах и встречаемостью данных видов на фортификациях, т.е. при увеличении содержания кальция в субстрате, увеличивается и встречаемость видов кальцефилов. Выше перечисленные виды можно отнести к облигатным кальцефилам, что подтверждает имеющиеся данные в литературе о характере их распространения [4-7,12-14]. Особого рассмотрения требует *Encalypta streptocarpa*, так как выявленная высокая корреляционная связь с

содержанием кальция позволяет назвать его *ультракальцефилом*, т.е. для данного вида характерна полная зависимость его встречаемости от содержания кальция на исследуемых старых бетонных сооружениях.

Для таких видов, как *Pellia endiviifolia*, *Schistidium crassipilum*, *Campylium stellatum*, *Ditrichum cylindricum*, *Didymodon fallax*, *Didymodon rigidulus*, *Didymodon vinealis*, *Orthotrichum cupulatum*, *Bryum warneum* достоверной корреляционной связи их встречаемости с содержанием кальция в субстрате не выявлено, в такой связи вышеперечисленные виды можно отнести к факультативным кальцефилам. Ряд классических кальцефилов, такие как *Syntrichia virescens*, *Tortula muralis* и *Didymodon acutus*, также не проявили достоверной зависимости встречаемости уровня содержания кальция в субстрате ( $p \geq 0,05$ ), по нашему представлению, данные виды являются кальцефилами, но оптимум их произрастания находится на более ранних стадиях сукцессии.

Таким образом, одним из определяющих факторов в заселении мохообразными старых бетонных сооружений является уровень содержания кальция в бетоне. При этом, количество кальция влияет в целом на весь видовой состав сооружений и, прежде всего, на виды тяготеющие к повышенному уровню содержания его в субстрате.

*Благодарность.* Авторы выражают благодарность заведующему НИЛ физико-химических методов исследований объектов окружающей среды Гродненского государственного университета им. Я. Купалы профессору д.ф.-м. наук Ануфрику С.С. за сотрудничество и помощь в проведении химического анализа бетона.

#### Список литературы

1. Жукова, Л.А. Полевой экологический практикум. Учебное пособие. Ч 1. / под ред. Л. А. Жукова. – Йошкар-Ола : Мар. гос. ун-т, 2000. – 112 с.
2. Лемеза, Н.А. Геоботаника. Учебное пособие. / Н.А. Лемеза, М.А. Джус. – Минск : Выш. шк., 2008. – 255 с.
3. Методы полевых и лабораторных исследований растений и растительного покрова: Сб. статей / Отв. ред. Е.Ф. Марковская. – Петрозаводск: ПетрГУ, 2001. – 320 с.
4. Флора Беларуси. Мохообразные. В 2 т. / под ред. В.И. Парфенова – Минск : Тэхналогія, 2004. – Т. 1: Andreopsida – Bryopsida / Г.Ф. Рыковский, О.М. Масловский. – 2004. – 437с.
5. Флора Беларуси. Мохообразные. В 2 т. / под ред. В.И. Парфенова – Минск : Беларуская навука, 2009. – Т. 2: Heteropsida – Sphagnopsida / Г.Ф. Рыковский, О.М. Масловский. – 2009. – 213 с.
6. Игнатов, М.С. Флора мхов Средней России. Том 1. Sphagnaceae – Hedwigiaceae / М.С. Игнатов, Е.А. Игнатова. – Москва: КМК Scientific Press Ltd, 2003. – С. 1-608.
7. Игнатов, М.С. Флора мхов Средней России. Том 2. Fontinalaceae – Amblystegiaceae / М.С. Игнатов, Е.А. Игнатова. – Москва: КМК Scientific Press Ltd, 2004. – С. 609-944.
8. Игнатов, М. С. Список мхов Восточной Европы и Северной Азии / М.С. Игнатов, О.М. Афонина, Игнатова Е.А. – Москва: Arctoa T.1., 2006. С. 1-130.
9. Sakovich A. Comparative analysis of the bryophyte floras of northwest Belarus concrete fortification and the Carpathians / A. Sakovich, G. Rykovskij // Biodiversity. Research and Conservation. Vol. 24 / Poznan, 2012. – P. 31-35.
10. Черноруков, Н.Г. Теория и практика рентгенофлуоресцентного анализа. Электронное учебно-методическое пособие / Н.Г. Черноруков, О.В. Нипрук. – Нижний Новгород : Нижегородский университет, 2012. – 57 с.
11. Попов, А.М. Использование лазерно-искровой эмиссионной спектроскопии для анализа конструкционных материалов и объектов окружающей среды / А.М. Попов, Т.А. Лабутин, Н.Б. Зоров // Вестник Московского университета. Серия 2. Химия. – 2009. – Т.50, №6. – С. 453-467
12. Stebel, A. Mosses of the Pieniny Range (Polish Western Carpathians) / A. Stebel, R. Ochyra, V. Gregorz. – Poznan : Sorus, 2010. – 114 p.
13. Stebel, A. Bryophytes of the Polish Carpathians / A. Stebel, R. Ochyra. – Poznan : Sorus, 2008. – 339p.
14. Зеров, Д.К. Мохоподібні Українських Карпат / А.Д. Зеров, Л.Я. Партика / Відп. ред. М.Ф. Макаревич. – К.: Наукова думка, 1975. – 230 с.

The article considers the impact of the level of calcium in the concrete construction of Belarus of the mosses composition. This shows the high level of variability between coherent structures of biodiversity, the incidence of some types of calcicole and calcium content in concrete.

*Сакович А.А.*, Гродненский государственный университет имени Я. Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: anastasia\_pryaz@inbox.ru.

*Курьян Н.Н., Анунич С.Н.*, Гродненский государственный университет имени Я. Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: kurian90@mail.ru.

### ФИТОРАЗНООБРАЗИЕ МАССИВА ЛИСТВЕННОГО ЛЕСА В МИКРОРАЙОНЕ ДЕВЯТОВКА г. ГРОДНО

Лиственные леса в Беларуси занимают около 33% лесопокрытой площади и преимущественно представлены мелколиственными лесами, являющимися в основном производными от дубрав и хвойных насаждений. На широколиственные леса приходится всего лишь около 4,5%. В то же время широколиственные леса имеют важное хозяйственное и природоохранное значение: они дают высококачественную древесину, предохраняют берега рек от водной эрозии. Кроме того, широколиственные леса имеют наиболее насыщенный состав флоры. Поэтому в нашей республике требуется бережное отношение к ним, расширение и восстановление этих лесов [1].

Коренные широколиственные леса с присущими им особенностями стали редкостью на всей территории европейской части бывшего СССР. Они, несомненно, нарушаются при вырубках, но не в меньшей степени и от усиливающихся рекреационных нагрузок, особенно в пригородной зоне. Многие неморальные виды растений вошли в категорию редких и исчезающих [2].

Производные мелколиственные леса образуются на месте коренных лесов, в том числе широколиственных, в результате естественных или антропогенных сукцессий (после вырубок, пожаров) [1]. Интересно, что, по данным российских исследователей, травяной покров широколиственных лесов представляет собой динамически устойчивую систему, способную восстанавливаться при таких существенных нарушениях, как сплошные рубки, причем основные черты структуры травяного покрова после рубок восстанавливаются значительно быстрее, чем структура древостоя. Более того, травяной покров широколиственных лесов проявляет относительную самостоятельность: все основные показатели его структуры (набор видов, их количественное соотношение, распределение по площади ценоза, возрастная и пространственная структура ценопопуляций) остаются практически неизменными при смене состава господствующих в древостое видов вплоть до появления таких вторичных пород, как береза и осина [3]. С этих позиций, производные мелколиственные леса, возникшие на месте коренных широколиственных, по-видимому, можно рассматривать как своего рода рефугиумы (убежища) для типичных травянистых растений дубрав, ясенников, грабняков, и поэтому такие мелколиственные леса также нуждаются в бережном отношении к ним.

Исходя из вышесказанного, представляются актуальными исследования, как участков сохранившихся широколиственных лесов, так и производных от них мелколиственных. На территории г. Гродно имеются небольшие островки лиственных лесов, которые достойны внимания. К ним относятся и четыре участка небольшого массива лиственного леса в конце ул. Дзержинского в микрорайоне Девятовка. Массив разделен на четыре части, прилегающие с разных сторон к перекрестку, образованному шоссе и дорогой улицы Дзержинского и железнодорожной веткой. Пользуясь маршрутным методом, изучали видовой состав сосудистых растений названных участков лиственного леса в основном в течение вегетационного сезона 2015 г.

По результатам рекогносцировочного обследования, три участка можно отнести к формации осины (*Populus tremula* L.), один – к формации граба обыкновенного (*Carpinus betulus* L.). При этом на каждом участке произрастают хотя бы немногочисленные приспевающие, спелые или (редко) перестойные экземпляры дуба черешчатого (*Quercus robur* L.), липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill., нередко многоствольные), граба обыкновенного, осины. Встречается подрост граба. На всех участках по опушкам присутствует обильный молодняк осины, местами – вяза малого (*Ulmus minor* Mill.). При выполнении флористических описаний старались избегать широких тропинок, больших «окон», просек и опушек.

Всего в общей сложности нами было выявлено не менее 90 видов растений. В таблице 1 представлен спектр ведущих по числу видов семейств лиственного леса в микрорайоне Девятовка в сравнении со спектрами широколиственных насаждений г. Москвы [4] и травяного яруса широколиственных лесов бывшего СССР [2]. Наибольшим числом видов в нашем случае представлено семейство Rosaceae (10 видов), за ним следуют семейства Poaceae (8 видов), Ranunculaceae (7 видов), Asteraceae (6 видов), Liliaceae (5 видов), Salicaceae и Apiaceae (по 4 вида), Scrophulariaceae (3 вида). Можно отметить определенное сходство с ведущими семействами широколиственных насаждений г. Москвы, где также высокие позиции занимают семейства Poaceae, Rosaceae и Ranunculaceae, однако самое первое место по числу видов там занимает семейство Asteraceae, что может свидетельствовать о большей нарушенности широколиственных насаждений г. Москвы по сравнению с нашим лесным массивом и о проникновении в их флору заносных или сорных видов.

Таблица 1 – Ранжированный по числу видов ряд ведущих семейств сосудистых растений лиственного леса в микрорайоне Девятровка в сравнении с аналогичными данными для широколиственных насаждений г. Москвы [4] и травяного яруса широколиственных лесов бывшего СССР [2]

Микрорайон Девятровка г. Гродно		г. Москва [4]		Ведущие семейства травяного яруса широколиственных лесов бывшего СССР [2]
Семейство	Число видов	Семейство	Число видов	
Rosaceae	10	Asteraceae	20	Liliaceae
Poaceae	8	Poaceae	19	Ranunculaceae
Ranunculaceae	7	Rosaceae	17	Polypodiaceae
Asteraceae	6	Ranunculaceae	13	Lamiaceae
Liliaceae	5	Lamiaceae	9	Orchidaceae
Salicaceae	4	Liliaceae	7	Poaceae
Apiaceae	4	Cariophyllaceae	6	Asteraceae
Scrophulariaceae	3	Fabaceae	6	Fabaceae
		Scrophulariaceae	6	Apiaceae
		Apiaceae	6	Boraginaceae

В третьей колонке таблицы представлены ведущие семейства только травяного яруса всех широколиственных лесов бывшего СССР. Среди них отсутствует семейство Rosaceae, высокое же положение этого семейства в нашем лесном массиве и, по-видимому, в насаждениях г. Москвы обусловлено в основном представителями древесной и кустарниковой жизненных форм. Семейства же Poaceae и Asteraceae в травяном ярусе широколиственных лесов бывшего СССР находятся далеко не на первом–втором и даже не на четвертом месте (как это наблюдается в нашем массиве и/или в насаждениях Москвы), а лишь на шестом и седьмом соответственно. Считается, что состав флоры травяного яруса широколиственных лесов является исключительно своеобразным по сравнению со всей флорой бывшего СССР (Малышев, 1972; цит. по [2]), уже хотя бы потому, что первые три позиции в нем занимают примитивные семейства Liliaceae, Ranunculaceae и Polypodiaceae [2]. Высокое положение семейства Ranunculaceae (фактически второе и третье, если исключить древесные виды розоцветных), а также далеко не последнее место семейства Liliaceae в нашем массиве и в широколиственных насаждениях г. Москвы свидетельствует все же о сохранении основных черт травяного покрова в нарушенных широколиственных лесах или в производных от них мелколиственных лесах. Нам удалось обнаружить и двух представителей семейства Aspidiaceae, выделенного из семейства Polypodiaceae в 1999 г. [5].

Следует отметить присутствие в обследованном нами массиве довольно редких в Беларуси четырех видов сосудистых растений, входящих в список профилактической охраны последнего издания Красной книги Республики Беларусь [6]. Это печеночница благородная (*Hepatica nobilis* Mill.), бедренец большой (*Pimpinella major* (L.) Huds. s.l.), кольник колосистый (*Phyteuma spicatum* L.), дремлик широколистный (чемерицевидный) (*Epipactis helleborine* (L.) Stantz). Три последних вида встречаются в массиве лиственного леса микрорайона Девятровка лишь спорадически.

#### Список литературы

1. Юркевич, И.Д. Растительность Белоруссии, ее картографирование, охрана и использование / И.Д. Юркевич, Д.С. Голод, В.С. Адериго. – Мн.: Наука и техника, 1979. – 248 с.
2. Карпионова, Р.А. Травянистые растения широколиственных лесов СССР. Эколого-флористическая и интродукционная характеристика / Р.А. Карпионова. – М.: Наука, 1985. – 205 с.
3. Смирнова, О.В. Структура травяного покрова широколиственных лесов / О.В. Смирнова. – М.: Наука, 1987. – 205 с.
4. Сафронова, Ю. В. Экологическое состояние травяного покрова широколиственных насаждений г. Москвы: автореф. ... дис. канд. биол. наук: 03.00.16 – экология / Ю.В. Сафронова; Рос. ун-т дружбы народов. – М., 2008. – 23 с.
5. Определитель высших растений Беларуси / Под. ред. В.И. Парфенова. – Мн.: Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
6. Красная книга Республики Беларусь. Растения : редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / гл. редкол. : И.М. Качановский (предс.), М.Е. Никифоров, В.И. Парфенов [и др.]. – 4-е изд. – Минск : Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – 448 с.

Data on floristic composition of the massif of the deciduous wood are provided in Devyatovka residential district of the city of Grodno.

Селевич Т.А., Гродненский государственный университет им. Я. Купалы, государственный университет имени Я. Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: [selevic@rambler.ru](mailto:selevic@rambler.ru).

### РАСПРОСТРАНЕНИЕ РЕДКИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ В ЛУГОВО-СТЕПНЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ СРЕДНЕГО ПРИХОПЁРЬЯ

Сохранение природных ресурсов возможно при их рациональном использовании путем оптимизации отношения человека к природе. Это ставит на повестку дня срочную инвентаризацию видового состава растительного покрова. Сохранение редких видов актуально не только из-за роли, которую они несут в круговороте веществ. Редкие виды имеют эстетическую и ресурсную значимость [1]. Развитие сети дачных товариществ, летних детских лагерей, баз отдыха, прибрежных кафе, наблюдаемое в последнее время в береговой зоне реки Хопёр, не может не сказаться на состоянии редких видов растений. Выявление особенностей произрастания растений, благоприятных условий для их вегетации, а также изучения сопутствующих видов будет способствовать сохранению редких видов в Ботанических садах, памятниках природы и др. [2].

Район исследования расположен на западе Саратовской области, в Восточной части Окско-Донской равнины в подзоне северной степи, в бассейне реки Хопёр (левый приток Дона). Этот район располагает высокоплодородными черноземами выщелоченными, типичными и обыкновенными. Лесистость его составляет 7%. Доминируют дуб, липа, клен остролистный, ольха. Остепненные луга приурочены к неудобьям и сильно изменены выпасом.

После сплошного обследования территории были выделены участки с наиболее сохранившейся растительностью, на которых сделаны фитоценотические описания по общепринятым методикам [3, 4, 6]. На исследуемых участках распространены ассоциации: *Festuca rupicola*, *Stipa capillata* + mh, *Stipa capillata* + *Festuca rupicola*, *Stipa capillata* + *Festuca vesiciata*, *Bromopsis riparia* + *Elytrigia repens* + mf и *Elytrigia repens*. Всего было сделано 16 описаний. В том числе, на теневых склонах описано 9 ценозов, 5 на световых и 2 – на водоразделе. Малое количество описаний на плакоре связано с распашкой степей, которое привело практически к полному отсутствию здесь естественной растительности.

В результате анализа флоры лугово-степных сообществ нами обнаружено 20 видов, нуждающихся в охране на территории Саратовской области из 15 семейств (таблица 1) [5].

Таблица 1 – Перечень охраняемых растений лугово-степных сообществ

Видовое название	Семейство	Местообитание
1. <i>Pulsatilla patens</i> (L.) Mill. <u>Прострел раскрытый</u>	Ranunculaceae	Луговая степь
2. <i>Tulipa gesneriana</i> L. Тюльпан Геснера	Liliaceae	Степные склоны
3. <i>Hyacinthella leucophaea</i> (C. Koch.) Schug. Гиацинтик светло-голубой	Hyacinthaceae	Плакор, сев.-запад. склоны
4. <i>Adonis vernalis</i> L. Адонис весенний	Ranunculaceae	Сев.-запад. склоны
5. <i>Stipa dasyphylla</i> (Lindem.) Trautv. Ковыль опушеннолистный	Poaceae	Степь
6. <i>Stipa pennata</i> L. Ковыль перистый	Poaceae	Степь
7. <i>Valeriana wolgensis</i> Kazan. Валериана волжская	Valerionaceae	Опушки, луга
8. <i>Campanula rapunculoides</i> L. Колокольчик рапунцелевидный	Campanulaceae	Опушки, луга
9. <i>Dianthus volgicus</i> Juz. Гвоздика волжская	Caryophyllaceae	Луга
10. <i>Gentiana pneumonanthe</i> L. Горечавка лёгочная	Gentianaceae	Заливные луга
11. <i>Inula oculus-christi</i> L. Девясил глазковый	Asteraceae	Степь
12. <i>Iris aphylla</i> L. Ирис болотный	Iridaceae	Заливные луга, болота
13. <i>I. pumila</i> L. Ирис низкий	Iridaceae	Склон юж. эксп.
14. <i>Myosotis popovii</i> Dobrocz. Незабудка Попова	Boraginaceae	Луг
15. <i>Ephedra distachya</i> L. Эфедра двуколосковая	Ephedraceae	Склон юго-вост. эксп.
16. <i>Trollius europaeus</i> L. Купальница европейская	Ranunculaceae	Опушка пойменной дубравы
17. <i>Bulbocodium versicolor</i> (Ker – ganl.) Spreng. Брандушка разноцветная	Melanthiaceae	Луга
18. <i>Paeonia tenuifolia</i> L. Пион тонколиственный	Pionaceae	Подножие сухого склона
19. <i>Pedicularis dasystachys</i> Schrenk. Мытник мохнатоколосый	Scrophulariaceae	Заливные луга
20. <i>Fritillaria meleagroides</i> Patrin ex Schut. et Schult. Fil. Рябчик шахматовидный	Ranunculaceae	Заливные луга

К семейству Ranunculaceae относятся 4 вида охраняемых растений, к семейству Iridaceae и Poaceae по 2 вида, остальные 12 семейств содержат в изучаемой флоре по 1 виду.

Степные ассоциации в различной степени насыщены видами, подлежащими охране. Наибольшее количество видов охраняемых растений встречается в ассоциациях *Festuca rupicola*, *Stipa capillata* +mh, *Stipa capillata* + *Festuca rupicola*, *Stipa capillata* + *Festuca veselskii*. В них зарегистрировано по 6-9 видов охраняемых растений, по 2-3 вида отмечено в ассоциациях *Bromopsis riparia* + *Elytrigia repens* + mf и *Elytrigia repens*. В остальных ассоциациях встречено по 4-5 видов.

Об уязвимости видов судят по ряду признаков. Такие виды имеют низкую встречаемость и обилие в сообществах, узкую экологическую амплитуду и произрастают в сообществах, подвергающихся антропогенному воздействию.

По совокупности таких признаков как: приуроченность к элементу рельефа, гранулометрический состав почв, ее обеспеченность макро- и микроэлементами, степень увлажнения экотопа, количество ассоциаций, в которых они отмечены, встречаемость в сообществах, виды охраняемых растений исследованной территории можно объединить в три группы, характеризующиеся разным уровнем экологической пластичности.

Первую группу составляют виды, встречающиеся в большом количестве местообитаний и сообществ в достаточно высоком обилии. Эта группа состоит из 5 видов *Stipa pennata*, *Iris pumila* L., *Iris aphylla* L., *Pedicularis dasystachys* Schrenk., *Fritillaria meleagroides* Patr. ex Schut. et Schult. Fil.

Вторую группу составляют охраняемые растения, приуроченные к менее разнообразным местообитаниям и небольшому числу ассоциаций, обилие их колеблется в широких пределах. В этой группе насчитывается тоже 5 видов - *Dianthus volgicus*, *Bulbocodium versicolor* (Ker. – ganl.) Spreng., *Inula oculus-christi* L., *Eryedra distacya*, *Stipa dasyphylla*.

Третью группу составляют виды, строго приуроченные к определенным экотопам, и встречаются в 1-2 (максимум 3) ассоциациях, обилие их мало. Эта совокупность наиболее многочисленная: *Adonis vernalis*, *Gentiana pneumonanthe*, *Myosotis popovii*, *Pulsatilla patens*, *Trollius europaeus*, *Paeonia tenuifolia*, *Hyacinthella leucophaea* (C. Koch.) Schur., *Campanula rapunculoides* L.

Очевидно, что в настоящее время состояние видов группы с высоким уровнем пластичности не вызывает особых опасений. Виды группы со средним уровнем пластичности на исследованной территории требуют максимально бережного отношения. Особо строгие меры охраны в исследованном регионе следует применять к видам группы с низким уровнем экологической пластичности путем охраны растительных сообществ, в которых они произрастают.

#### Список литературы

1. Семенова, Н.Ю. Структура и флористическое окружение ценопопуляций *Pedicularis dasystachys* Schrenk. в западном Правобережье Саратовской области / Н.Ю. Семенова, Е.Б. Смирнова // Современная наука: исследования, технологии, проекты. Сборник материалов V международной научно-практической конференции. – М.: Издательство «Перо», 2015. – С. 600-606.
2. Семенова, Н.Ю. Онтогенетическая структура ценопопуляций *Bulbocodium versicolor* (Ker – ganl.) Spreng. в Балашовском районе Саратовской области / Н.Ю. Семенова, Е.Б. Смирнова [и др.] // Проблемы развития науки и образования: теория и практика: Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 31 августа 2015 г.: в 3 частях. Часть 1. – М.: «АР-Консалт», 2015. – С. 40-43.
3. Тарасов, А.О. Основные географические закономерности растительного покрова Саратовской области. – Саратов : Изд-во СГУ. 1977. 24с.
4. Полевая практика по экологической ботанике / под ред. проф. А.О. Тарасова. – Саратов : СГУ, 1981. – 90 с.
5. Красная книга Саратовской области: Грибы. Лишайники. Растения. Животные / Комитет охраны окружающей среды и природопользования Саратов. обл. – Саратов : Изд-во Торгово-промышленной палаты Саратов. обл., 2006. – 528 с.
6. Черепанов, С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / С.К. Черепанов. Русское издание. – СПб.: Мир и семья-95, 1995. – 992 с.

The article presents data on the rare plants of the Middle Preopera (Western districts of the Saratov region). Of the 20 detected species of rare plants 5 found in a large number of habitats and communities in quite high abundance. The second group are protected plants, are confined to less diverse habitats and a small number of associations, their abundance varies widely. In this group there are also 5 types. The third group consists of species that are strictly confined to certain ecotopes. Strogie protection measures in the studied region should be applied to the group with a low level of ecological plasticity through the protection of plant communities in which they live.

Смирнова Е.Б., Балашовский институт (филиал) Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, г. Балашов, Россия, e-mail: Elenarentam@mail.ru.

### ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОПУЛЯЦИЙ ОРХИДЕЙ *CYPRIPEDIUM CALCEOLUS* L. И *ORCHIS MILITARIS* L. (ГРОДНЕНСКИЙ РАЙОН БЕЛАРУСИ)

Стратегия сохранения редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растительного мира, определяя научные основы, принципы и способы охраны, предусматривает приоритетным популяционный принцип сохранения видообразия через сохранение объекта охраны в условиях естественной среды обитания. В целях реализации Стратегии по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия на 2011-2020 гг. в рамках ряда государственных программ проводится работа по организации практических мер охраны: выявление новых и инвентаризация уже известных популяций редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений, изучение охраняемых видов по единой программе в рамках мониторинга охраняемых видов растений (Государственная программа обеспечения функционирования и развития Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь на 2011-2015 годы), ведение кадастра, оформление охранных документов и передача популяций под охрану землепользователям и разработка планов действий по сохранению видов растений, включенных в Красную книгу Республики Беларусь.

В ходе флористических исследований сотрудниками факультета биологии и экологии Гродненского государственного университета в 2004 г. в Гродненской области были выявлены местонахождения двух охраняемых в Беларуси представителей семейства орхидные (Orchidaceae): венериного башмачка настоящего *Cypripedium calceolus* L. – III категория национальной природоохранной значимости [1, 2] и ятрышника шлемоносного *Orchis militaris* L. – I категория национальной природоохранной значимости [2, 3]. В пределах биотопов проведены стандартные геоботанические описания [4] и морфо-ценотические исследования популяций. Видовую принадлежность растений определяли по [5-8]. Градации экологических факторов биотопов определяли по Г. Элленбергу [9] на основе полного геоботанического описания растительных сообществ с учетом взвешенного обилия видов [10].

*C. calceolus* – имеет международный статус охраны: III (VU); в IUCN Red List Category (Europe): NT; EU Wildlife Trade Regulation: A. Вид включен в Приложение II к Конвенции СИТЕС, Приложение I к Бернской конвенции и в Приложения II и IV к Директиве Европейского Союза о местообитаниях [3, 11].

Популяция *C. calceolus* находится на территории Республиканского ландшафтного заказника «Озёры», в окр. санатория «Озерный», в долине озера Белое, 67 квартал Озерского лесничества. Координаты локуса по универсальной сетке Меркатора (UniversalTransverseMercator = UTM): 35ULV<sub>1</sub>. *C. calceolus* произрастает в экотоне прибрежной полосы черноольшаника и дубравы орешниково-снытевой с елью, сосной, ольхой и березой. Средняя высота древостоя 21 м. Отмечена высокая степень мозаичности («оконная» структура) фитоценоза вследствие деятельности бобров и рекреации рыбаков. Площадь занимаемая популяцией ~ 350 м<sup>2</sup>. Всего в фитоценозе зафиксировано 44 вида высших растений, вкл. мхи *Eurinchiu mangustifolium* и *Plagiomniu mundulatum*. Фитоиндикация экологических режимов биотопа показала, что он находится в условиях мозаичного затенения (L=5,1), на хорошо увлажненных (F=6,0), нейтральных (R=5,9) с относительно достаточным обеспечением азота (N=4,9) почвах. В 2012 году было отмечено 20 экз. *C. calceolus*. В 2013 году (2 июня) отмечено 12 экземпляров: 6 генеративных и 6 вегетативных растений, высотой 35,3±1,6 см (коэффициент вариации признака – Cv = 11,4%) и 25,3±2,1 см (Cv = 29,2%) соответственно. У трех цветущих побегов было по 2 цветка. В 2016 году (31 мая) выявлено 10 генеративных побегов и 6 вегетативных: 39,8±2,16 см (Cv = 17, 2%) и 23,2±2,9 см (Cv = 30,6%); два цветка отмечены только у одного побега. Соответственно наблюдается относительная стабилизация ценотической и размерной структуры ценопопуляции *C. calceolus* при невысоком обилии в условиях умеренного зоогенного и антропогенного влияния.

*O. militaris* – имеет международный статус охраны: I (RC); в IUCN Red List Category (Europe): LC; IUCN Red List Category (EU 27): LC. Вид включен в Приложение II к Конвенции СИТЕС, Приложение I к Бернской конвенции и в Приложения II и IV к Директиве Европейского Союза о местообитаниях [3, 11].

Популяция *O. militaris* известна в Гродненской области с 2004 года [2]. Находится в северной промышленной зоне г. Гродно в Зокр. микрорайона Девятровка и ЮЗ окр. д. Лапенки. Координаты местонахождения по универсальной сетке Меркатора (UniversalTransverseMercator = UTM): 34UFE<sub>3</sub>. Популяция занимает площадь ~ 2 га в районе как эксплуатируемых, так и не используемых ж/д путей. Местопроизрастания ятрышника характеризуется высокой мозаикой биотопов на карбонатных почвах: недействующие ж/д пути, заросшие в различной степени кустарником (ивы, облепиха, свидина), разнотравно-злаковые

луговины, подвергающиеся периодически палам с единичными кустарниками, а также редины берёзы и сосны с ивами и свидиной на выемках западной экспозиции действующих ж/д путей. Отмечено наличие в различной степени замоховелости биотопа (*Calliergonella cuspidata* (доминант), *Campylium polygamum*), где произрастает ятрышник. На изученной территории выявлено более 30 видов высших растений. Экологические режимы местообитания ятрышника характеризуются освещением характерным для гелиофитов с незначительным затенением (L=7,4) на среднеувлажненных (F=5,7), слабощелочных (R=7,2) с умеренным обеспечением азота (N=4,7) почвах. В 2004 году отмечено 4 генеративных экземпляра [2], в 2015г. – 120 цветущих экземпляров, в 2016г. – 140 генеративных экземпляров. В 2016 г. на 29 мая высота генеративных побегов (n=37) составила 37,1±1,4 см (Cv = 26,9%). Соответственно, для популяции *O. militaris* отмечен рост обилия растений и устойчивое положение в антропогенном ландшафте города при минимальных нарушениях.

Таким образом, в ходе мониторинговых исследований популяций двух охраняемых видов растений: венериного башмачка настоящего *Cypripedium calceolus* и ятрышника шлемоносного *Orchis militaris* выявлена относительная устойчивость в условиях умеренного антропогенного (и биотического) влияния. Проведенная исследовательская работа с популяциями охраняемых видов ставит эволюционные вопросы: насколько целесообразно и эффективно осуществлять природоохранные мероприятия на популяционном уровне в промышленных зонах городов; как обеспечить сохранность одного вида при изменении экологических режимов биотопов другими видами в условиях охранного режима ландшафтного заказника и, каковы пути компромиссного не деструктивного сосуществования охраняемых видов растений и рекреации (в первую очередь в долинах рек и озер).

#### Список литературы

1. Голубков, В.В. Новая находка популяции краснокнижного вида *Cypripedium calceolus* L. в Гродненской области (краткое сообщение) / В.В. Голубков, С.В. Дворянчик, Е.В. Якимович // Экологические проблемы Полесья и сопредельных территорий: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, октябрь 2004; А. Н. Кусенков (отв. ред.) [и др.]. – Гомель, 2004. – С.54–55.
2. Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений. – Минск: БелЭ, 2005. – 456 с.
3. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений. – Минск: БелЭ, 2015. – 448 с.
4. Федорук, А.Т. Ботаническая география. Полевая практика / Т.А. Федорук. – Минск: Изд-во БГУ, 1976. – 224 с.
5. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В. И. Парфенова. – Мн.: Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
6. Игнатов, М.С. Флора мхов средней части европейской России. Т.1. / М.С. Игнатов, Е.А. Игнатова. – М.: КМК, 2003. – 608 с.
7. Игнатов, М.С. Флора мхов средней части европейской России. Т.2. / М.С. Игнатов, Е.А. Игнатова. – М.: КМК, 2004. – 960 с.
8. Рыковский, Г.Ф. Флора Беларуси. Мохообразные. В 2 т. Т. 1. Andreaopsida – Bryopsida / Г.Ф. Рыковский, О.М. Масловский; под ред. В.И.Парфенова. – Минск, 2004. – 437 с.
9. Ellenberg, H. Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas / H. Ellenberg. – Göttingen, 1992. – 282 s.
10. Горышина, Т.К. Практикум по экологии растений / Т.К. Горышина, И.С. Антонова, Ю.И. Самойлова. – СПб: СПбГУ, 1992. – 140 с.
11. Bilz, M. European Red List of Vascular Plants / M. Bilz, S.P. Kell, N. Maxted, R.V. Lansdown, – Luxembourg, Publications Office of the European Union, 2011. – 132 p.

In the vicinity of Grodno and in the Republican landscape reserve "Ozery" monitoring of the two protected in Belarus species conducted: *Cypripedium calceolus* and *Orchis militaris*. *Cypripedium calceolus* grows in oak forest in the Lake White valley. In 2016 10 generative and 6 vegetative shoots is found. Biotope where *Cypripedium calceolus* growing is in terms of mosaic shading (L=5,1 by G. Ellenberg ecological scales (1992)), on well-watered (F=6), neutral (R=5,9), with a relatively sufficient nitrogen providing (N = 4,9) soils. The *Orchis militaris* population is found in the northern industrial area of Grodno city in the zone of railway transport influence. In May 2016 *Orchis militaris* 140 specimens detected. Biotopes are characterized by unclosed shrubby vegetation, mosaic relief and calcareous soils. Ecological regimes of orchids habitats in 2016 are characterized by weak mosaic shading (L=7,4), average moisture (F=5,7), slightly alkaline (R=7,2), with a moderate nitrogen provision (N = 4,7) soils.

Созинов О.В., Гродненский государственного университета им. Янки Купалы и Ботанический институт РАН, Гродно, Беларусь и Санкт-Петербург, Россия, e-mail: ledum@list.ru.

**ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТИТЕЛЬНОГО СООБЩЕСТВА  
НИЗИННОГО БОЛОТА БОГАТОГО МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ  
(ЛАНДШАФТНЫЙ ЗАКАЗНИК «ОЗЕРЫ»)**

К числу важнейших инструментов реализации принципов, провозглашенных в Конвенции о биоразнообразии, относится Конвенция об охране дикой фауны и флоры и естественных местообитаний Европы (Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats), вступившая в силу в 1982 г. В 2013 году конвенцию подписала Республика Беларусь. Резолюция 4 Постоянного комитета Бернской конвенции стали основой для разработки Европейской экологической сети природоохранных территорий «Emerald Network» («Изумрудная сеть»), которая реализуется и в Беларуси. В целях реализации вышеназванных стратегий был разработан Технический кодекс установившейся практики 17.12-06-2014 (02120) устанавливает правила выделения и охраны типичных и редких биотопов, типичных и редких природных ландшафтов Республики Беларусь. Одной из природоохранных областей применения данного ТКП является оформление паспортов и охранных обязательств типичных и редких биотопов, типичных и редких природных ландшафтов (Положение о порядке передачи типичных и (или) редких природных ландшафтов и биотопов под охрану пользователям земельных участков и (или) водных объектов. Постановление Совета Министров Республики Беларусь 12.07.2013 № 611).

Большая часть редких биотопов и ландшафтов в Беларуси имеют природоохранный статус, в первую очередь в границах заказников республиканского и местного значения. Одной из ключевых особо охраняемых природных территорий Беларуси, которая была создана с целью сохранения в естественном состоянии ценных экологических систем и уникальных природно-ландшафтных комплексов являются республиканский ландшафтный заказник «Озеры». В административно-территориальном отношении заказник «Озеры» расположен в северо-западной части Республики Беларусь, на территории Гродненского и Щучинского административных районов Гродненской области в 15 км к северо-востоку от г. Гродно и к северу от аг. Озеры. Заказник является сложным лесным и водно-болотным природным комплексом, местами нарушенным хозяйственной деятельностью – мелиорацией торфяников, вырубками леса, застройкой, сельскохозяйственной освоенностью, дорожной освоенностью, полосными посадками лесных культур и рекультивацией насаждений. Республиканский ландшафтный заказник «Озеры» вместе с ландшафтным заказником «Гродненская Пуща» в соответствии со «Схемой экологической сети Республики Беларусь», формируют перспективное ядро европейского значения (ЕЯ4).

В ходе геоботанических изысканий на территории ландшафтного заказника «Озеры» нами в 2015 году было выявлено редкое растительное сообщество в долине реки Соломянка на низинном болоте, сформированном на первой припойменной террасе (опушка черноольшанника), западные окр. д. Новая Руда (Гродненский район, Гродненской области Беларуси). Координаты по универсальной сетке Меркатора (Universal Transverse Mercator = UTM): 35ULV1. Сделано стандартное геоботаническое описание [1] (22.08.2015). Пробная площадь = 100 м<sup>2</sup>. Видовую принадлежность растений определяли по [2–4]. Градации экологических факторов биотопаопределили по Г. Элленбергу [5].

Анализ полученных результатов, показал, что в изученном сообществе доминировали вахта (*Menyanthes trifoliata*), болотный папоротник (*Thelypteris palustris*), осоки (*Carex* spp.), гипновые и сфагновые мхи (таблица 1).

Из древесных растений произрастали с невысоким обилием *Salix cinerea* (5%, средняя высота 1,5 м) и *Betula pubescens* (1%, 0,5 м). Всего зафиксировано 44 вида высших растений. Фитоиндикация экологических режимов показала, что биотоп находится в условиях невысокого мозаичного затенения (L=7,4), на хорошо увлажненных (F=7,6), умереннокислых (R=5,0), с невысоким обеспечением азота (N=3,7) почвах.

Оценка фиторазнообразия фитоценоза с помощью индексов показала, что индекс видового богатства Маргалефа = 8,2, индекс разнообразия Шеннона = 3,1, индекс выравненности (E) = 0,49, вероятность межвидовых встреч (1-D) = 0,93, индекс Бергера-Паркера = 1,13, и, соответственно, это свидетельствует относительно высоком уровне видового разнообразия изученного фитоценоза.

Изученное растительное сообщество относится к редким для Беларуси биотопам: 5.9 Карбонатные болота. Класс *SCHEUCHZERIO-CARICETEA NIGRAE* (Nordh. 1937) R. Tx. 1937, порядок *Caricetalia davallianae* Br.-Bl. 1949, *Sphagno warnstorffiani-Tomenthypnion* Dahl 1957. (ТКП17.12-06-2014 (02120)), что являются основанием оформления охранного обязательства и паспорта на фитоценоз. Данные сообщества имеют природоохранный статус (7230, карбонатные болота, вкл. springmires) и в Европейском Союзе в соответствии с

Директивой ЕС о местообитаниях (*Council Directive 92/43/EEC on the Conservation of natural habitats and of wild fauna and flora*).

Таблица – Ценогическая структура живого напочвенного покрова разнотравно-осоково-сфагново-гипнового растительного сообщества

Spp.	Проективное покрытие, %	Spp.	Проективное покрытие, %
<i>Menyanthe trifoliata</i>	25	<i>Filipendula ulmaria</i>	1
<i>Drosera rotundifolia</i>	1	<i>Carex nigra</i>	2
<i>Briza media</i>	4	<i>Carex panicea</i>	3
<i>Myosotis palustris</i>	+	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	+
<i>Thelypteris palustris</i>	10	<i>Lysimachia vulgaris</i>	1
<i>Galium uliginosum</i>	1	<i>Agrostis stolonifera</i>	2
<i>Galium palustre</i>	1	<i>Epipactis palustris</i>	1
<i>Festuca rubra</i>	5	<i>Dactylorhiza incarnata</i>	+
<i>Hieracium umbellatum</i>	+	<i>Carex rostrata</i>	8
<i>Holcus lanatus</i>	5	<i>Cirsium palustre</i>	1
<i>Equisetum fluviatile</i>	1	<i>Scutellaria galericulata</i>	+
<i>Plantago lanceolata</i>	+	<i>Viola palustris</i>	+
<i>Caltha palustris</i>	1	<i>Stellaria palustris</i>	+
<i>Naumburgia thyrsoflora</i>	1	<i>Sphagnum fuscum</i>	15
<i>Poa palustris</i>	1	<i>Sphagnum teres</i>	20
<i>Mentha aquatica</i>	1	<i>Sphagnum angustifolium</i>	5
<i>Ranunculus auricomus</i>	+	<i>Paludella asquarossa</i>	18
<i>Epilobium palustre</i>	+	<i>Helodium blandowii</i>	25
<i>Veronica chamaedrys</i>	+	<i>Marchantia polymorpha</i>	2
<i>Ranunculus repens</i>	+	<i>Plagiomnium ellipticum</i>	10
<i>Prunella vulgaris</i>	+	<i>Aulacomium palustre</i>	5

Примечание. + – проективное покрытие менее 1%.

#### Список литературы

1. Федорук, А.Т. Ботаническая география. Полевая практика / Т.А. Федорук. – Минск: Изд-во БГУ, 1976. – 224 с.
2. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В. И. Парфенова. – Мн.: Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
3. Игнатов, М.С. Флора мхов средней части европейской России. Т.1./ М.С. Игнатов, Е.А. Игнатова.– М.:КМК, 2003. – 608 с.
4. Игнатов, М.С., Игнатова Е.А. Флора мхов средней части европейской России. Т.2. / М.С. Игнатов, Е.А. Игнатова. – М.:КМК, 2004. – 960 с.
5. Ellenberg, H. Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas / H. Ellenberg. – Göttingen, 1992. – 282 s.

The rare plant community in the landscape reserve "Oziery" (Belarus, Grodno region) was found. This biotope in Solomyanka river valley on the first floodplain terrace is located. Community refers to the Sphagnowarnstorffiani-Tomenthypnion union. The abundance of woody species is low – under 5%. In the living ground cover dominated by *Menyanthes trifoliata*, *Thelypteris palustris*, sedges (*Carex* spp.), green and sphagnum mosses. Vegetable community formed on well-watered (by G. Ellenberg, F = 7,6), moderately acidic (R = 5), providing a low nitrogen (N = 3,7) soils.

Созинов О.В., Гродненский государственного университета им. Янки Купалы и Ботанический институт РАН, Гродно, Беларусь и Санкт-Петербург, Россия, e-mail: ledum@list.ru.

Носкова М.Г., Санкт-Петербургский государственный университет и Ботанический институт РАН, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: maria.noskova@mail.ru.

## ВИДОВОЙ СОСТАВ ФИТОПЛАНКТОНА РЕКИ ЛОСОСНА (г. ГРОДНО, БЕЛАРУСЬ)

Биоиндикационные методы на основе видового состава сообществ и обилия водорослей дают интегральную оценку результатов всех природных и антропогенных процессов, протекавших в водном объекте. Кроме того, биоиндикация по сообществам водорослей – дешевый экспресс-метод, в то время как химические анализы дорогостоящи, а основным преимуществом автотрофов является то, что водоросли первыми в трофической цепи реагируют на загрязнители, не успевая их накапливать. Реакцией на изменение условий среды является изменение состава и обилия водных организмов, причем смена сообщества водорослей может произойти за несколько часов при смене условий среды [1].

Естественно, что обследовать всю водную массу водоема совершенно невозможно. Поэтому применяли метод выборочного обследования, при котором отбирали пробы на станциях, расположенных в разных частях водоема [2]. Поскольку одной из задач исследования было изучение сезонной динамики фитопланктона, пробы отбирались ежемесячно, на двух станциях реки Лососна. Лососна – река в Гродненском районе, левый приток Немана. Длина 46 км. Площадь водосбора 468 км<sup>2</sup>. Среднегодовой расход воды в устье 2,8 м<sup>3</sup>/с. Средний уклон водной поверхности 1,1%. Начинается в Польше, недалеко от деревни Брузги, пересекает государственную границу, впадает в реку Неман в западной окраине города Гродно. Основные притоки в Беларуси – Каменка (правый) и Татарка (левый). Долина корытообразная, преимущественно левобережная, четкая, ширина 200 – 800 м. Пойма прерывистая, в верхнем течении открытая, в нижнем – в основном под лесом, узкая, ширина 50 – 150 м. На период весеннего половодья приходится 45 % годового стока. Русло извилистое, ширина в границах от 5 – 10 м в верхнем и среднем течении, до 20 – 25 в нижнем. На реке в низине сделано водохранилище Юбилейное, около деревни Коробчицы – 2 пруда. Протекает по Гродненской возвышенности [3].

Отбор проб проходил с мая по сентябрь, в первой и во второй половине каждого месяца, и составил 16 качественных проб. Участки, с которых происходил отбор проб, находятся вблизи дачных массивов и кварталов жилой застройки по улице Дмитриевка. Отбор проб фитопланктона, их фиксация, концентрирование и определение видового состава проводили по классическим гидробиологическим методикам.

По результатам исследования фитопланктона реки Лососна было выявлено 69 видов водорослей. Станции между собой по количеству водорослей отличаются. Преобладают представители отделов *Chlorophyta* и *Bacillariophyta* – 34 и 20 видов соответственно, представители отделов *Cyanophyta* – 5 видов, *Xanthophyta* – 2 вид, *Euglenophyta* – 1 вид, *Dinophyta* – 1 вид.

Таксономический анализ результатов обработки проб водорослей ртб Лососна отражен в таблице 1.

Таблица 1 – Таксономический спектр фитопланктона реки Лососна

Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Род	Вид
<i>Chlorophyta</i>	<i>Protococccophyceae</i>	1	9	13	32
	<i>Conjugatophyceae</i>	1	1	1	1
	<i>Volvocophyceae</i>	1	1	1	1
<i>Bacillariophyta</i>	<i>Pennatophyceae</i>	2	7	12	18
	<i>Centrophyceae</i>	1	1	1	2
<i>Cyanophyta</i>	<i>Hormogoniophyceae</i>	2	3	3	5
<i>Xanthophyta</i>	<i>Xanthotrichophyceae</i>	1	1	1	2
<i>Euglenophyta</i>	<i>Euglenophyceae</i>	1	1	1	1
<i>Dinophyta</i>	<i>Dinophyceae</i>	1	1	1	1
Общее количество:		<b>11</b>	<b>25</b>	<b>34</b>	<b>63</b>

Класс *Protococccophyceae* обладает самой высокой видовой насыщенностью – сюда входит 32 вида, что составляет почти половину от всех выявленных видов (они относятся к 13 родам, 9 семействам и 1 порядку). Самым многочисленным является порядок *Chlorococcales*. Он включает в себя 9 семейств, среди которых наиболее часто встречались виды родов *Scenedesmus* и *Ankistrodesmus*. Следующим по видовой насыщенности является класс: *Pennatophyceae* – 18 видов, большинство представителей данного класса относится к таким родам как *Gomphonema*, *Fragilaria*. Далее следует *Hormogoniophyceae* – 5 видов, 3 из которых относится к роду *Oscillatoria*. *Centrophyceae* и *Xanthotrichophyceae* представлены 2 видами родов *Melosira* и *Tribonema*

соответственно. Самыми немногочисленными оказались: *Conjugatophyceae*, *Volvocophyceae*, *Euglenophyceae*, *Dinophyceae* по 1 виду каждый.

Таким образом, за период исследования в фитопланктоне реки Лососна было выявлено 69 видов из 6 отделов 9 классов 11 порядков 25 семейств 34 родов.

За вегетационный сезон 2015 г. в реке Лососна выявлены представители шести отделов, наибольшее число видов в фитопланктоне относится к отделу *Chlorophyta* – 34 вида (54%), немного меньше к отделу *Bacillariophyta* – 20 видов (31%), далее следуют отделы *Cyanophyta* – 5 видов (8%), *Xanthophyta* – 2 вида (3%), *Euglenophyta* – 1 вид (1%), *Dinophyta* – 1 вид (2%).

Сезонная динамика видового богатства фитопланктона реки Лососна характеризуется пиком развития в июне.

Для планктонных альгокомплексов в течение всего периода исследований характерно большое видовое разнообразие представителей отдела *Chlorophyta*.

#### Список литературы

1. Барина, С. С. Атлас водорослей – индикаторов сапробности (российский Дальний Восток) / С. С. Барина, Л. А. Медведева. – Владивосток : Дальнаука, 1996. – 364 с.
2. Садчиков, А. П. Методы изучения пресноводного фитопланктона / А. П. Садчиков. – «Университет и школа», 2003. – 157 с.
3. Река Лососна [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://ostisbelarus.sourceforge.net/index.php/%D0%9B%D0%BE%D1%81%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%B0\\_3141000/](http://ostisbelarus.sourceforge.net/index.php/%D0%9B%D0%BE%D1%81%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%B0_3141000/). – Дата доступа: 09.03.2016.

In the phytoplankton of the river Lososna revealed 69 species from 6 divisions. The greatest number of species in the phytoplankton belongs to the division *Chlorophyta* – 34 (54%), to the division *Bacillariophyta* – 20 species (31%). Seasonal dynamics in species richness of phytoplankton of the river Lasosna is characterized by a peak development in June. For planktonic aligocomex throughout the period of research is characterized by a large diversity of representatives of *Chlorophyta*.

Таранова Е.А., УО «Гродненский государственный университет имени Я. Купалы», Гродно, Беларусь, e-mail: [olsen\\_ekaterina@mail.ru](mailto:olsen_ekaterina@mail.ru).

Прибыловская Н.С., УО «Гродненский государственный университет имени Я. Купалы», Гродно, Беларусь, e-mail: [ns-pribyl@yandex.ru](mailto:ns-pribyl@yandex.ru).

УДК 574.583

**Г. С. Тишук, Н. С. Прибыловская**

### **ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕТНЕГО ФИТОПЛАНКТОНА ОЗЕРА ЗАЦКОВО (РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ЛАНДШАФТНЫЙ ЗАКАЗНИК «ОЗЕРЫ», БЕЛАРУСЬ)**

Изучение фитопланктона озёр особо охраняемых природных территорий очень важно для мониторинга состояния этих водоёмов. Исследования проводили на озере Зацково, расположенном на территории Государственного ландшафтного заказника «Озёры» (Гродненская область). Озеро относится к системе реки Пыранка, бассейн реки Неман. Площадь 0,75 км<sup>2</sup>, длина озера 2,1 км, средняя ширина 0,36 км. Донные отложения представлены сапропелем смешанного типа. Максимальная мощность отложений составляет 9 м, средняя 3,6 м. Проточное.

Пробы отобраны на озере Зацково в начале августа с 5 разных горизонтов, обработаны с помощью классических гидробиологических методов [1, 2].

В результате проведенных исследований в фитопланктоне было выявлено 53 вида и подвидовых таксона. Все виды принадлежат к 40 родам, 27 семействам, 13 порядкам, 11 классам, 7 отделам. Систематический список составлен на основании «Таксономического каталога» [3]. Результаты таксономического анализа представлены в таблице 1.

Самый богатый по видовому разнообразию отдел *Chlorophyta* (включает 30 видов, что составляет 56,6 % от общего числа выявленных видов). На втором месте по количеству выявленных видов находится отдел *Cyanophyta* (8 видов, 15 %), на третьем – отдел *Bacillariophyta* (6 видов, 11,3 %). Самым богатым по видовому разнообразию классом является *Protococcophyceae* с 28 видами и подвидовыми таксонами. Далее с большим отрывом следуют *Hormogoniophyceae* с 6 видами и *Pennatophyceae* и *Dinophyceae* – по 4 вида. Рода класса

*Protococcophyceae* обладают самой высокой видовой насыщенностью: род *Scenedesmus* Meyer – 7 видов и внутривидовых таксона, род *Tetraedron* Kutz – 4.

Таблица 1 – Таксономическое разнообразие фитопланктона озера Зацково

Отдел	Класс	Количество			
		порядков	семейств	родов	видов
<i>Cyanophyta</i>	<i>Hormogoniophyceae</i>	2	3	3	6
	<i>Chroococcophyceae</i>	1	2	2	2
<i>Chlorophyta</i>	<i>Protococcophyceae</i>	1	10	16	28
	<i>Conjugatophyceae</i>	1	1	1	1
	<i>Volvocophyceae</i>	1	1	1	1
<i>Cryptophyta</i>	<i>Cryptophyceae</i>	1	1	3	3
<i>Bacillariophyta</i>	<i>Pennatophyceae</i>	1	4	4	4
	<i>Centrophyceae</i>	2	2	2	2
<i>Dinophyta</i>	<i>Dinophyceae</i>	1	1	4	4
<i>Euglenophyta</i>	<i>Euglenophyceae</i>	1	1	3	3
<i>Xanthophyta</i>	<i>Xanthococcophyceae</i>	1	1	1	1
Всего		13	27	40	53

Среди выявленных водорослей 35 видов (66 %) являются индикаторами органического загрязнения вод. Сапробиологический анализ воды озера Зацково по Пантле-Буку в модификации Сладечека демонстрирует преобладание  $\beta$ -мезосапробионтов (34 %) – индикаторов умеренного органического загрязнения, олиго- $\beta$ -мезосапробионтов (13 %) – организмов, обитающих на дне незагрязненных или слабозагрязненных водоемов и  $\beta$ - $\alpha$ -мезосапробионтов (8 %).

По итогам проведенного экологического анализа фитопланктона исследуемого озера выявлено четыре экологические группировки водорослей – планктонно-бентосные виды – 56,6 %, планктонные виды – 26,4 %, бентосные и почвенные, наземные субстраты – по 7,5 %. Такая ситуация вполне логична для слабопроточного водоема.

По отношению водорослей планктона озера Зацково к солености воды выявлено: 32 вида – олигогалобы – обитающие в пресных или слегка солоноватых водах, 1 вид – мезогалоб – встречающийся в солоноватых водах, а 20 видов не являются индикаторами засоления. Из олигогалобов 25 видов индифферентны, типично пресноводные, иногда встречающиеся в слегка солоноватых водах, 7 видов – галофилы – преимущественно пресноводные, но распространенные также в водах с невысоким уровнем концентрации NaCl.

Анализ температурной приуроченности показал: 47 видов не являются индикаторами по отношению к температуре, 2 вида из отдела *Euglenophyta* являются эвритермными, 4 вида – индифферентными из отдела *Bacillariophyta*. Ситуация абсолютно типична для летне-осеннего планктона озер средней полосы.

Согласно имеющимся данным [4], 17 видов не являются индикаторами реофильности, 31 вид характерен для стояче-текучих водоемов, 5 видов – для стоячих. Это типично для слабопроточного водоема.

Большинство выявленных видов не являются индикаторами ацидификации. Представители отдела *Bacillariophyta* являются алкалифилами и 1 вид – нейтрофил; в трех отделах выявлены виды, которые являются нейтрофилами.

На основе справочных данных [4], 53 исследуемых вида отнесли к пяти географическим группировкам – голарктические виды, космополиты, палеотропические, бореальные, средиземноморские. Космополиты встречаются во всех отделах, голарктические виды – в двух отделах, палеотропические – в одном отделе, бореальные – в одном отделе и средиземноморские – тоже в одном отделе. В составе флоры планктона преобладают космополиты – 88,7 %, голарктические – 7,6 %, средиземноморские и бореальные – по 3,7 %, палеотропические – 1,9 %. Результаты географического анализа фитопланктона озера Белое свидетельствует о том, что исследуемое озеро является неотъемлемой частью Белорусского Поозерья и имеет ледниковое происхождение.

#### Список литературы

1. Садчиков, А.П. Методы изучения пресноводного фитопланктона: методическое руководство / А.П. Садчиков. – М.: Университет и школа, 2003. – 157 с.
2. Михеева, Т.М. Методы количественного учета нанопланктона (обзор) / Т.М. Михеева // Гидробиол. журнал. – 1989. Т 25, № 4. – С. 3-21.

3. Михеева, Т.М. Альгофлора Беларуси. Таксономический каталог. / Т.М. Михеева. – Минск: Издательство БГУ, 1999. – 396 с.
4. Баринаова, С.С. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды / С.С. Баринаова, Л.А. Медведева, О.В. Анисимова. – Тель-Авив, 2006. – 498 с.

The phytoplankton of lake Zackova was studied (State landscape reserve "Ozery"). 53 species of algae from 7 divisions defined. Taxonomic, ecological and geographical analyses were performed. 83% of identified algae species are typically planktonic or planktonic-benthic. 88.7% of the algae are cosmopolitan.

Тишук Г.С., УО «Гродненский государственный университет имени Я.Купалы», Гродно, Беларусь, e-mail: [mapinova02@mail.ru](mailto:mapinova02@mail.ru).

Прибыловская Н.С., УО «Гродненский государственный университет имени Я.Купалы», Гродно, Беларусь, e-mail: [ns-pribyl@yandex.ru](mailto:ns-pribyl@yandex.ru).

УДК 582.282.173(470)

А. Г. Федосова

### РАСПРОСТРАНЕНИЕ, ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ГРИБОВ РОДА *TRICHOGLOSSUM* В РОССИИ

Род *Trichoglossum* Boud. вместе с родами *Geoglossum* Pers., *Glutinoglossum* Hustad, A.N. Mill., Dentinger & P.F. Cannon и некоторыми другими, представленными одним-двумя видами, объединяются учеными в группу геоглоссовых грибов, названных так благодаря своему внешнему виду: булавовидным темноокрашенным плодовым телам. С таксономической точки зрения геоглоссовые грибы представляют собой небольшое семейство сумчатых грибов монотипного порядка Geoglossales, который вместе с классом Geoglossomycetes был выделен в 2009 г. [1]. От других родов семейства род *Trichoglossum* отличают щетинистые плодовые тела, темноокрашенные аскоспоры и отсутствие окраски стенки сумок в реактиве Мельцера (MLZ) или растворе Люголя (IKI), указывающее на неамилоидную природу этой структуры. Род *Trichoglossum* является вторым по числу видов в семействе после рода *Geoglossum* и насчитывает 46 видов и внутривидовых таксонов (по данным [www.indexfungorum.org](http://www.indexfungorum.org)), из которых в авторитетном издании «Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi» [2] признаются лишь 20 видов, причем один в настоящее время относится к другому роду. Грибы рода *Trichoglossum* были отмечены от экваториального климатического пояса (Индонезия) [3] до границы умеренного и субарктического поясов в провинции Ньюфаундленд и Лабрадор в Канаде [4]; наиболее распространены в умеренной зоне [2].

Работа основана на изучении и анализе собственных сборов 2012 – 2015 гг., а также коллекций микологических гербариев KW, LE, LECB, LEP, ТААМ и VLA, в которых хранятся образцы видов рода *Trichoglossum*, собранные на территории России. При анализе материала основное внимание в ходе данной работы уделялось информации о месте сбора плодовых тел: географическом положении и экологических условиях.

Всего в работе было изучено 92 образца, которые относятся к четырем видам рода *Trichoglossum*: *T. hirsutum* (Pers.) Boud., *T. kunmingense* F.L. Tai, *T. velutipes* (Peck) E.J. Durand, *T. walteri* (Berk.) E.J. Durand. При этом *T. variable* (E.J. Durand) Nannf. рассматривается здесь в рамках *T. hirsutum*, поскольку оба таксона входят в комплекс видов *Trichoglossum hirsutum*, для которого еще только предстоит выявить истинное разнообразие видов и уточнить их границы. Виды рода *Trichoglossum* были найдены в Красноярском (1 вид /1 образец), Приморском (4/38) и Хабаровском (2/4) краях, Ленинградской (1/19), Новгородской (2/5), Псковской (1/6), Сахалинской (1/1), Смоленской (1/1), Тверской (1/3) и Челябинской (1/1) областях, Карачаево-Черкесской Республике (1/3) и Республике Мордовия (1/1), в городе Санкт-Петербург (1/9). Также стоит отметить упоминание *T. hirsutum* (как *G. hirsutum*) в окрестностях Москвы [5]. Такое распределение видов рода *Trichoglossum* по регионам показывает не столько реальное распространение этих видов, а во многом степень изученности того или иного региона микологами. Из полученных данных видно, что наиболее изученными регионами являются Северо-Запад и Дальний Восток России. Образцы *T. hirsutum* из Санкт-Петербурга, Смоленской, Тверской и Челябинской областей были собраны в конце XIX – первой четверти XX вв. и позднее в этих регионах не отмечались.

По результатам исследования наиболее часто встречаемым видом оказался *T. hirsutum* (81 находка). Остальные виды являются редкими и представлены единичными находками (*T. kunmingense* – 3, *T. velutipes* – 5, *T. walteri* – 3), при этом *T. walteri* включен в Красную книгу Республики Мордовия [6]. Некоторые виды являются редкими и имеют охранный статус не только в России. Например, *T. hirsutum* занесен в Красные

списки Австрии, Дании, Германии, Латвии, Литвы, Нидерландов, Польши, Румынии, Словакии; *T. octopartitum* Mains – в Красный список Германии; *T. walteri* – Дании, Германии, Норвегии, Швеции; *T. variabile* – Германии и Швеции [7–17].

Изучая экологические преферендумы видов, удалось выявить некоторые особенности и закономерности. Единственным сообществом, в котором был отмечен *T. kunmingense*, является широколиственный лес в долине реки Кедровая в Приморском крае. *Trichoglossum velutipes* характерен для смешанных лесов Дальнего Востока, а *T. walteri* не является приуроченным к какому-то одному типу сообществ, поскольку был обнаружен в широколиственном лесу Приморского края, сосняке липовом орляково-вейниково-ландышевом в Республике Мордовия и на злаково-разнотравном лугу в Новгородской области. Грибы всех этих видов были собраны на почве. Образцы *T. hirsutum*, собранные в Северо-Западном регионе России, на Кавказе и в Сибири, также росли на почве, преимущественно на лугах с доминированием *Calamagrostis* sp., иногда на болоте и однажды были отмечены в сосново-березовом лесу. В то же время образцы *T. hirsutum*, собранные на Дальнем Востоке, чаще встречались в широколиственных и смешанных лесах, хотя также были найдены на влажных лугах и берегу ручья, причем росли они здесь как на почве, так и на гнилой древесине. Трофический статус всех этих видов до сих пор остается неясным.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 16-34-00510 мол\_а.*

### Список литературы

1. Schoch, C. L. Geoglossomycetes cl. nov., Geoglossales ord. nov. and taxa above class rank in the Ascomycota Tree of Life / C. L. Schoch, Z. Wang, J. P. Townsend, J. W. Spatafora // *Persoonia*. – 2009. – Vol. 22. – P. 129–36.
2. Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi / P. M. Kirk [et al.]. – 10th ed. – UK: CABI Europe, 2008. – 771 p.
3. Rifai, M. A. Discomycete flora of Asia, Precursor III: Observations on Javanese species of *Trichoglossum* / M. A. Rifai // *Lloydia*. – 1965. – Vol. 28, No. 2. – P. 113–119.
4. Voítk, A. Earth tongues of Newfoundland and Labrador / A. Voítk // *Omphalina*. – 2013. – Vol. 4, No. 5. – P. 14–19.
5. Martius, H. *Prodromus Florae Mosquensis* / H. Martius. – Lipsiae: Commercio industriae, 1817. – 288 p.
6. Список редких и исчезающих видов растений и грибов Республики Мордовия : постановление Правительства Республики Мордовия, 01 окт. 2015 г., № 559 // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/906304082>. – Дата доступа: 28.05.2016.
7. Andrušaitis, G. Latvijas Sarkanā Grāmata. Retās un izzūdošās augu un dzīvnieku sugas [Red Data Book of Latvia. Rare and endangered species of plants and animals] / G. Andrušaitis – Vol. 1. – Rīga, 1996.
8. Arnolds, E. Bedreigde en kwetsbare paddestoelen in Nederland. Basisrapportmet voorstel voor de Rode Lijst / E. Arnolds, Th. W. Kuyper. – Biologisch Station, Wijster, 1996. – 38 p.
9. Krisai-Greilhuber, I. Rote Liste gefährdeter Großpilze Österreichs. 2. Fassung / I. Krisai-Greilhuber // Rote Listen gefährdeter Pflanzen Österreichs, 2. Auflage. Grüne Reihe des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie / Ed. H. Niklfeld. – 1999. – № 10. – P. 229–266.
10. Lietuvos raudonoji knyga [Red data book of Lithuania] / V. Rašomavičius [at al.] – Kaunas: Lututė, 2007. – 800 p.
11. Lizoň, P. Červený zoznam húb Slovenska. 3 verzia (December 2001) [Red list of fungi of Slovakia, the third draft (December 2001)] / P. Lizoň // Červený zoznam rastlín a živočíchov Slovenska, Ochrana prírody 20 // D. Baláz, K. Marhold, P. Urban. – 2001. – p. 6–13.
12. Norsk rødliste for arter 2010 [The 2010 Norwegian Red list for species] / J. A. Kålås [et al.]. – Trondheim: Artdatabanken, 2010. – 480 s.
13. Rödlistade arter i Sverige 2015 / Ed. A. Westling. – Uppsala: Artdatabanken, 2015. – 209 p.
14. Rote Liste der gefährdeten Großpilze in Deutschland. Deutsche Gesellschaft für Mykologie e.V., Naturschutzbund Deutschland e. V. / D. Benkert [et al.] – IHW-Verlag, Echting, 1992 (Reprinted 1996). – 144 s.
15. Tănase, C. Red List of Romanian Macrofungi species / C. Tănase, A. Pop // Bioplatform- Romanian National Platform for Biodiversity. – București: Ed. Academiei Române, 2005. – P. 101–107.
16. The Danish Red List. – The National Environmental Research Institute, Aarhus University [2004] [Electronic resource] / P. Wind, S. Pihl. – updated April 2010. – Mode of access: <http://bios.au.dk/videnudveksling/til-myndigheder-og-saerligt-interessererede/redlistframe/soegart/> – Date of access: 28.05.2016.
17. Wojewoda, W. Czerwona lista grzybów wielkoowocnikowych w Polsce [Red list of macrofungi in Poland] / W. Wojewoda, M. Ławrynowicz // Czerwona lista roślin i grzybów Polski [Red list of plants and fungi in Poland] / Eds. Z. Mirek [et al.]. – Kraków: W. Szafer Institute of Botany Polish Academy of Sciences, 2006. – P. 53–70.

*Trichoglossum* belongs to the family *Geoglossaceae* (Ascomycota) commonly known as earth tongues. *Trichoglossum* is easily distinguished from others geoglossoid genera due to its hirsute fruit bodies, dark coloured ascospores and inamyloid cell walls of asci in MLZ and IKI. The genus involves 19 species and has a worldwide distribution especially in the temperate climate. The study is based on the material kept in KW, LE, LECB, LEP, TAAM and VLA mycological herbariums as well as the author own collection. In total 92 specimens belonging to four *Trichoglossum* species were studied. The species are *T. hirsutum*, *T. kunmingense*, *T. velutipes* and *T. walteri*. The most species and specimens were collected from Primorye Territory. The latest findings for some regions are dated to the first quarter of the 20<sup>th</sup> century. The most frequent species is *T. hirsutum* (81 specimens). Other species are

rare and their specimens are scanty moreover *T. walteri* is included in the Red book of the Republic of Mordovia. Some species of *Trichoglossum* are also protected in European countries. *Trichoglossum velutipes* and *T. kunmingense* have habitat preferences and grow on soil in the forests of the Far East while *T. hirsutum* has not any preferences and could be found on soil or on rotten wood, in forests or in grasslands from European part up to the Far East of Russia. The trophic status of the genus is still unclear.

Федосова А.Г., Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: anna.fedosova@gmail.com.

УДК 581.557.24:631.445.4

Я. А. Чернецкая, И. С. Жебрак

## МИКОРИЗНЫЕ ГРИБЫ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА *LILIACEAE*

Микориза – неотъемлемая часть большинства растений в природе. Инфекция системы корня растения микоризными грибами создает симбиотические отношения между растением и грибом. Типы микориз выделенных у травянистых растений относятся к эндофитам из отдела *Glomeromycota* с преимущественно несептированным мицелием или септированным грибом из отделов *Ascomycota* и *Basidiomycota*. Наиболее широко распространенный тип микориз в растительном мире арбускулярная микориза. Микобионт арбускулярной микоризы образует несептированный многоядерный гетерокариотический мицелий, который присутствует в межклетниках растения-хозяина, образуя внутриклеточные структуры – арбускулы и везикулы. На инфицированных корнях грибы развивают внешний мицелий, который является мостом, соединяющим корень с окружающей почвой. В настоящее время известно, что экологические функции микоризных ассоциаций намного шире, чем предполагалось ранее, и их влиянию подвержено не только растение, но и биогеоценоз в целом. Роль микоризы в жизни растения полифункциональная. Многочисленными экспериментами показана прямая зависимость состояния растения от степени его микоризации [1; 3; 4].

**Цель работы:** изучение эндофитных микоризных грибов растений семейства *Liliaceae*.

Для исследования микоризы были выбраны растения майник двулистный (*Maianthemum bifolium*), ландыш майский (*Convallaria majalis*), купена многоцветковая (*Polygonatum multiflorum*) собранные в июле 2013 г. в окрестности г. Гродно в смешенном лесу на территории лесопарковой зоны урочище Пышки вдоль реки Неман. Лук репчатый (*Allium cepa*) выращивали в лабораторных условиях в закрытом грунте. Луковицы высаживали в горшки в дерново-подзолистую почву. Все растения выкапывали с корнем и проводили учет степени микоризации. Частоту встречаемости арбускулярных микоризных грибов подсчитывали методом Крюгера. Отмытые корни помещали в емкость с 15% раствором КОН и выдерживали на водяной бане в течение 3-5 минут. После мацерации корни многократно промывали водой и окрашивали раствором анилинового синего в молочной кислоте. Окрашенные корни нарезали на фрагменты длиной 1-2 см. Отрезки корней разлаживали на предметном стекле 3-мя линиями длиной по 5 см. На 20 см анализируемых корней приходилось не менее 100 полей зрения. При микроскопировании учитывали общее число просмотренных полей зрения и число полей зрения, где обнаружена микориза. Регистрировали количество полей зрения с мицелием, арбускулами и везикулами. На основании полученных данных рассчитывали частоту встречаемости арбускулярных микоризных грибов в корне растений (F,%) по формуле:  $F=100*n/N$  %, где N – общее число просмотренных полей зрения, n – число полей зрения с микоризой [2]. Аналогичным способом рассчитывали частоту встречаемости арбускул (A%), везикул (V%) и гиф (G%).

При микроскопировании на многих фрагментах корней были видны окрашенные в синий цвет арбускулы, типичные структуры характерные для арбускулярных микоризных грибов (АМГ), которые являются зоной контакта между грибом и растением. Арбускулы Agum-типа выявлены у всех исследуемых растений кроме ландыша майского (рисунок; таблицы). Самая высокая частота встречаемости арбускул установлена у майника двулистного (85,6 %), самая низкая у купены лекарственной (24,3 %). Значительно реже в корнях растений встречались везикулы, структуры которые тоже принадлежат АМГ и выполняют запасующую функцию (рисунок). Чаше везикулы встречались в корнях майника двулистного (12,6 %), ландыша майского (18,3%), редко – у лука репчатого (1,7%). Не выявлены везикулы у купены многоцветковой. У некоторых растений обнаружены везикулы с утолщенной клеточной стенкой, считается, что из таких структур в дальнейшем образуются споры. Споры арбускулярных микоризных грибов зафиксированы на корнях майника двулистного. Споры после отмирания корней попадают в почву и вместе с корнями могут сохраняться в ней до их дальнейшего прорастания и инфицирования других растений. На корнях лука репчатого подмечено преколонизационное ветвление свободных гиф и формирование аппрессориев. Межклеточные, внутриклеточные и наружные гифы АМГ встречались во всех исследуемых растениях. Наибольшая частота

встречаемости всех структур АМГ наблюдалась у майника двулистного (*Maianthemum bifolium*) и лука репчатого (*Allium cepa*), составляла 95,3% и 90%, соответственно. Несколько ниже этот показатель отмечали у купены многоцветковой 67,6% и ландыша майского 70,3% (таблица 1).

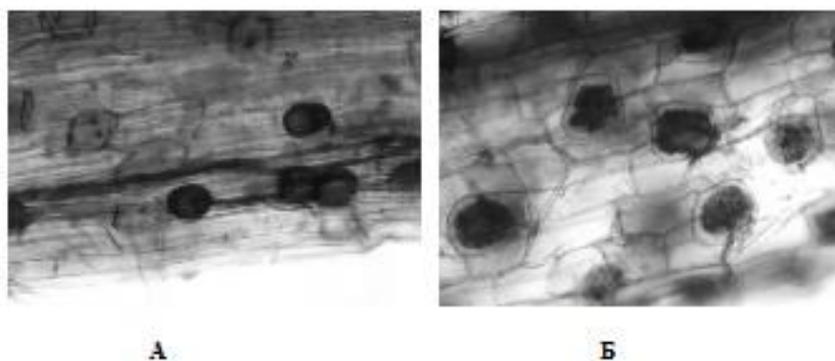


Рисунок – Арбускулярные микоризные грибы: арбускулы в корнях майника двулистного (А); везикулы в корнях ландыша майского (Б)

Таблица 1 – Частота встречаемости микоризных структур в корнях растений семейства *Liliaceae*

Вид растения	Частота встречаемости АМГ, %			
	арбускулы, А	везикулы, V	гифы, G	все структуры, F
Майник двулистный ( <i>Maianthemum bifolium</i> )	85,6±10,9	12,6±2,1	72,6±33,4	95,3±3,51
Купена многоцветковая ( <i>Polygonatum multiflorum</i> )	24,3±16,6	0	66,3±20,8	67,6±22,1
Ландыш майский ( <i>Convallaria majalis</i> )	0	18,3±8,08	70,3±8,54	70,3±6,11
Лук репчатый ( <i>Allium cepa</i> )	55,6±28,09	1,7±1,52	90±9,53	90±9,59

Кроме АМГ в корнях исследуемых растений были выявлены темноокрашенные септированные эндофитные грибы (ТСЕГ) или DSE (Dark Septate Endophyte), которые представлены в корне в виде септированного темноокрашенного мицелия, внутри клеток. В некоторых корнях наблюдали межклеточные гифы (DSE), которые четко повторяют контуры клеток, слегка извилистые. Эти гифы не проникают внутрь клеток и имеют меньший диаметр по сравнению с внутриклеточными и наружными гифами. В корнях майника двулистного обнаружены грибы рода *Alternaria*. Они были представлены гифами и конидиями овальной формы с вытянутыми носиками.

Таким образом, в корнях ландыша майского, купены многоцветковой, майника двулистного, лука репчатого установлена высокая частота встречаемости микоризных грибов (арбускулярные микоризные грибы и темноокрашенные эндофитные септированные микоризные грибы), что свидетельствует о высокой восприимчивости исследуемых растений сем. *Liliaceae* к инфицированию эндофитными грибами.

#### Список литературы

1. Курсанов, Л.И. Арбускулярная микориза / Л.И. Курсанов // *invam.caf*. – Режим доступа: <http://invam.caf.wvu.edu/>. – Дата доступа – 23.11.2010.
2. Лабутова, Н.М. Методы исследования арбускулярных микоризных грибов / Н.М. Лабутова. – С-Пб.: Всесоюз. науч.-исслед. ин-т с.-х. микробиол., 2000. – 24 с.
3. Микология сегодня / Ю.Т. Дьякова [и др.]; под общ. ред. Ю.Т. Дьякова, Ю.В. Сергеева. – Том 1. – Москва: Национальная академия микологии, 2007. – 190 с.
4. Смит, С.Э. Микоризный симбиоз / С.Э. Смит. – Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 776 с.

In plants of the family *Liliaceae* there was a high incidence of arbuscular mycorrhizal fungi (*Maianthemum bifolium* was 95.3%, *Allium cepa* – 90%, *Convallaria majalis* – 70,3%, *Polygonatum multiflorum* – 67,6%) and Dark Septate Endophyte.

Чернецкая Я.А., Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: [уапаа2106@mail.ru](mailto:уапаа2106@mail.ru).

Жебрак И.С., Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: [coryne@mail.ru](mailto:coryne@mail.ru).

**ЗОЛОТАРНИК КАНАДСКИЙ (*SOLIDAGO CANADENSIS L.*) ПОД ПОЛОГОМ ГОРОДСКИХ ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ**

Одним из наиболее широко распространенных и активно внедряющихся в природную среду инвазивных видов растений на территории Беларуси является золотарник канадский (*Solidago canadensis L.*). В нашей стране он впервые появился в 50-е годы XX в. [1]. А уже в 2013 г. только на территории г. Минска было зарегистрировано 198 таких мест общей площадью около 223,6 га [3]. Заслуживает внимания факт активного распространения золотарника под полог лесов разных типов, в том числе, городских древесных насаждений.

С целью разработки мероприятий по ограничению распространения золотарника под лесным пологом необходимо установить закономерности его внедрения в эти сообщества и стратегию поведения здесь, что и явилось основной целью настоящей работы.

Исследования выполнены в полевой период 2015 г. в лиственных и хвойных лесных массивах на территории г. Минска, подвергающихся рекреационной нагрузке разной степени. Лиственный массив по ул. Скорины сформирован на основе ранее произраставшего экотонного березняка черничного. Представлен березой бородавчатой, осинкой, ивой козьей и плакучей формой ивы белой, а также порослью липы мелколистной. На берегу Цнянского водохранилища лиственный массив сформирован на основе лесопосадки и включает клен серебристый, клен платановидный, березу бородавчатую и иву козью, единичные деревья сосны обыкновенной. В северо-западной части Севастопольского парка участок исследований расположен под пологом разреженного березняка, подвергается сильной рекреационной нагрузке и периодическому выкашиванию.

Хвойные массивы представлены двумя сосняками и ельником. Сосновый массив по ул. Ф.Скорины граничит с лиственным и сформирован на основе сосняка орлякового (10С). Сосновый массив в Уручье представляют лесные культуры (8С2Е) в возрасте 50 лет. Участок с расположенным на нем профилем рассматривается нами как сосняк елово-разнотравно-злаковый. Сосняк непосредственно переходит в значительный по площади массив ельника кисличного (7ЕЗС) 65 летнего возраста. Как и сосняк, ельник сильно вытоптан. Работа выполнена на участке с преобладанием кислично-мшистой ассоциации.

Оценку проективного покрытия золотарника на участках исследований проводили с помощью рамки в 1 м<sup>2</sup>. Собранные материалы обработаны с применением методов стандартной статистики [4]. Пространственное распределение оценивали по показателям встречаемости и коэффициенту агрегации  $\lambda$  [5-6].

Для оценки жизнеспособности золотарника в обследованных биотопах данного профиля и потенциала его распространения по территории изучены некоторые морфометрические параметры растения, в том числе: высота растения и соцветия, число корзинок на одной веточке соцветия, размеры листьев и др.

Исследования показали, что в настоящее время наблюдается широкое внедрение золотарника под лесной полог. Однако проективное покрытие его здесь невелико. Наиболее активно осваивает золотарник узкую полосу светлого экотонного березняка (п/п - 22,6±7,03). Под пологом прочих массивов проективное покрытие золотарника составило 1,3-5,4 % и достоверной разницы по этим участкам исследований не выявлено.

Встречаемость золотарника под пологом обследованных древесных насаждений достигала 50,0-90,0 % и была выше в экотонном березняке. Под пологом сосновых лесов встречаемость золотарника – 50,0-62,5 %. При невысокой встречаемости и низком проективном покрытии (2,2±0,96) в сосняке в Уручье золотарник распространен агрегировано ( $\lambda = 2,055$ ). Под пологом сосняка на ул. Скорины при сходном проективном покрытии (1,4±0,59) и аналогичной встречаемости золотарник менее агрегирован ( $\lambda = 1,436$ ).

Аналогичными пространственными показателями характеризуется золотарник и под пологом ельника кисличного, где он произрастает вдоль лесных дорожек, троп и по осветленным полянам. На территории Севастопольского парка в разреженном березняке проективное покрытие золотарника невысоко (5,4±2,10), а его встречаемость не превышала 50 %. Однако золотарник на этой территории распространен крайне неравномерно ( $\lambda = 4,035$ ).

При низком проективном покрытии (1,3±0,36) и высокой встречаемости (83,3 %) под пологом смешанного кленово-березового насаждения на берегу Цнянского водохранилища золотарник распределен случайным образом ( $\lambda = 0,772$ ).

Наиболее высокие растения золотарника отмечены нами под пологом разреженного березняка на территории Севастопольского парка. Их средняя высота – 165,1±3,45 см, а максимальная – более 180 см. Средняя высота золотарника в Севастопольском парке в 1,3-1,7 раза достоверно выше, чем на всех прочих исследованных участках городских лесов. В сосняках более высокие растения отмечены в условиях сильно выраженной рекреационной нагрузкой в Уручье. Под пологом елового массива растения золотарника заметно ниже, чем в прочих обследованных лесных насаждениях.

Сходная закономерность наблюдается при оценке длины соцветия. Наиболее крупные соцветия характерны для высоких растений в Севастопольском парке. Их средняя длина составила 24,4±1,79 см, а

максимальная – до 37 см. Длина соцветий под пологом прочих лесных массивов была в 2,2–4,1 раза достоверно меньше.

В общей высоте растения на долю соцветия у золотарника, произрастающего под пологом сосняков приходится  $5,7 \pm 0,66$  –  $9,0 \pm 0,40$  %, а березняков –  $8,7 \pm 0,50$ – $14,7 \pm 1,02$  %. Этот показатель достоверно выше ( $P=99,9$  %) для растений из березняка Севастопольского парка. Возможно, такое развитие соцветия может отчасти явиться ответной реакцией золотарника на постоянное выкашивание и вытаптывание. Под пологом сосняков большей долей соцветия характеризуется золотарник с территории Уручья, где он также подвергается существенной рекреационной нагрузке.

Золотарник в Севастопольском парке имеет не только наиболее длинные, но и самые крупные соцветия. Под пологом прочих массивов соцветия короче и мельче. Мелкие соцветия характеризуются и снижением количества цветочных корзинок. Их число на одной веточке в Севастопольском парке достигало 117 шт., тогда как в обоих сосняках и экотонном березняке не превысило 44 шт. На 1 см веточки соцветия золотарника под пологом березняков приходится  $9,8 \pm 0,81$ – $11,4 \pm 0,77$  корзинок, а сосняков -  $11,9 \pm 1,50$  и  $14,2 \pm 1,41$ .

Рассматривая в целом параметры соцветия золотарника из-под полога всех обследованных лесных насаждений, можно предположить, что у более мелких растений золотарника формируется меньшее количество семенной продукции, либо последняя по своим параметрам значительно уступает таковой у крупных растений, произрастающих в более благоприятных условиях среды.

Крупные растения золотарника характеризуются и более длинными листьями. Длина 25-го вниз от соцветия листа у растений золотарника в Севастопольском парке в среднем составила порядка 9 см и была в 1,2-1,4 раза достоверно больше, чем на прочих обследованных участках. В сосняках у золотарника листья не только короче, но и более узкие ( $t_d/P = 3,704/99,0$ ). В то же время отношение длины листа к высоте растения на участках светлых лесов остается постоянным:  $0,06 \pm 0,003$  в березняках,  $0,06 \pm 0,05$  и  $0,07 \pm 0,005$  в сосняках. Вероятно, это позволяет предположить, что у золотарника под пологом светлых лиственных лесов в сходных экологических условиях доля листового фотосинтезирующего аппарата в общей массе растения не изменяется. Снижение освещенности под пологом хвойных лесов (сосняки), приводит к формированию более узких листьев на фоне уменьшения их длины и высоты растений в целом. Т.е., при сохраняющейся величине индекса «длина листа/высота растения», при развитии более узких листьев должна теряться часть фотосинтезирующей поверхности. А это должно негативно отражаться на процессах фотосинтеза и состоянии растения.

Таким образом, оценка проективного покрытия золотарника и его пространственного распределения под пологом лиственных и хвойных городских лесных насаждений показывает, что внедрение золотарника под лесной полог происходит вне зависимости от типа лесного насаждения. Однако в силу обстоятельств, обусловленных влиянием условий среды и антропогенной нагрузкой разных видов и степени, его проективное покрытие здесь может несколько различаться. В целом в настоящее время оно невелико, и резерватами данного нежелательного растения могут в последующем послужить, прежде всего, экотонные лиственные древостои. Под пологом городских хвойных насаждений в ближайшем будущем, очевидно, не следует ожидать массового распространения золотарника.

#### Список литературы

1. Мотыль, М. Разнообразие золотарника в Беларуси и биорациональные способы ограничения его инвазионного распространения/ М.Мотыль, И.Гаранович. – Наука и инновации. 2014. № 4. С.65-67.
2. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2011/Под общ. ред. С.И. Кузьмина, И.В.Комоско. – Минск, «Бел НИЦ «Экология». – 2012. – С. 201–205.
3. Чумаков, Л.С. Эколого-биотопическая характеристика золотарника канадского (*Solidago canadensis* L) в г. Минске/Л.С. Чумаков [и др.] // Экологический вестник. – 2014. – № 4 (30). – С. –110--117.
4. Зайцев, Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике/Г.Н.Зайцев. – М.: Наука, 1984. – 424 с.
5. Песенко, Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях/Ю.А.Песенко. – М.: Наука, 1982. – 288 с.
6. Одум, Ю. Экология: В 2-х т. Пер. с англ. /Ю. Одум. – М.: Мир, 1986. Т. 2 . – С. 133-134.

Ecological assessment of *Solidago canadensis* L. under the canopy of urban forests was done. It was revealed that it inhabits ecotone light deciduous forests and recreation pine forests more actively. The distribution of *S. canadensis* in the spruce forests is complicated. Under the dense canopy the height of plants is reduced, the length of inflorescences and quantity of heads in them is decreased.

Чумаков Л.С., Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича НАН Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: [dianthus2013@gmail.com](mailto:dianthus2013@gmail.com).

Невердасова М.А., Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь, e-mail: [sakura-m@list.ru](mailto:sakura-m@list.ru).

## ОЦЕНКА РАСПРОСТРАНЕНИЯ РОБИНИИ ЛЖЕАКАЦИИ (*ROBINIA PSEUDOACACIA* L.) НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Робиния лжеакация (белая акация) – листопадное дерево североамериканского происхождения. Растет в лиственных лесах на влажных известняковых почвах от низменностей до 1350 м над ур. моря [1].

В Европе интродуцирована в 1601 г., когда была высажена в королевском саду во Франции. В настоящее время натурализовалась на всей территории Европы (известна в 80% стран), в зоне умеренного климата Азии, в Северной и Южной Африке, Австралии и Новой Зеландии, а также в южных районах Латинской Америки. Робиния довольно далеко продвинулась на север и уже встречается вплоть до 60<sup>0</sup> с.ш., хотя еще в 1825 г. линия распространения этого вида ограничивалась 50-54<sup>0</sup> с.ш. [2].

В России распространена от Санкт-Петербурга до Йошкар-Олы, Казани, Уфы. Растет в Томске, Новосибирске, Горно-Алтайске, Хабаровске, Караганде, на Балхаше и на Кавказе [3]. В первые годы XIX в. была завезена в Украину (Одессу, Харьков, Киев), где широко использовалась для создания придорожных насаждений. Уже в 1813 г. распространилась в Крыму.

В Беларуси известна с конца XVIII в. [2]. В начале XX в. робиния выращивалась преимущественно на юге страны. Отдельные экземпляры произрастали севернее. Наиболее широко культивировалась в XX в. в насаждениях на территориях населенных пунктов Брестской области и вдоль дорог в Гомельской области. Выйдя за пределы этих территорий, натурализовалась на пустырях, по берегам рек, на сельских кладбищах и в других местах. Хорошо и быстро растет на песках, супесях и легких суглинках. На таких почвах в Полесье широко внедрилась в сосновые и смешанные леса, образуя густой подлесок и даже чистые насаждения [4].

В настоящее время входит в группу инвазивных видов растений, за произрастанием которых необходим постоянный контроль.

Для разработки и реализации планов мероприятий по ограничению распространения робинии лжеакации на территориях населенных пунктов, сельскохозяйственных и лесных землях, а также в целом по стране необходимо проведение инвентаризации всех мест произрастания деревьев этого вида, их картирования, оценки площадей, занятых этим растением, установление закономерностей его распространения и т.д., что и явилось целью наших исследований.

Исследования выполнены преимущественно на территории 5 областей страны. К настоящему времени малоизученной остается Могилевская область, где основное внимание уделено распространению робинии вдоль железной дороги на участке от ст. Осиповичи до границы с Гомельской областью. В результате проведенной работы зарегистрировано около 750 местонахождений робинии лжеакации с общей площадью произрастания порядка 140 га. Наиболее часто встречается робиния в Минской области, где уже выявлено 260 мест ее произрастания. Широко распространен этот вид деревьев и на юге страны, что, как сказано выше, обусловлено, прежде всего, ее посадками вдоль шоссе и железных дорог. В Брестской области зарегистрировано 146 мест произрастания, в Гомельской – более 200.

Площадь распространения робинии наиболее высока в Гомельской области, где только в выявленных местах произрастания она занимает около 80 га. В Брестской области этот инвазивный вид занимает более 25 га земель, а на территории Минской области зарегистрированная площадь распространения робинии превышает 12,5 га.

Более 20 га земель занимает робиния вдоль железной дороги на участке между ст. Осиповичи Могилевской области и границей с Гомельской областью. Широко распространена в пойме р. Березины на территории г. Бобруйска и в его окрестностях. На отдельных участках площадь произрастания робинии достигает 0,1-5 га. В Витебской и Гродненской областях робиния встречается значительно реже и на небольших площадях.

Анализ распространения робинии лжеакации по административным районам страны показывает, что на территории Брестской области этот вид обильнее представлен в Лунинецком, Пинском и Столинском районах - порядка 13,5% всех выявленных мест произрастания и 17,6% общей площади по стране. Обильное произрастание робинии в данном регионе позволяет заключить, что эта территория может являться одним из основных резерватов распространения этого растения в Беларуси. В Гомельской области в настоящее время наибольшая выявленная площадь распространения робинии (с учетом произрастания вдоль ж/д от границы с Могилевской обл. в сторону Гомеля) приходится на Жлобинский район, где этот вид в общей сложности занимает более 38 га земель (27% по стране). Около 4% общей площади произрастания робинии приходится на

южные районы Минской области (Любанский, Солигорский, Клецкий, Копыльский, Слуцкий и Стародорожский).

В центральной части страны наиболее часто встречается робиния в Минском районе, где зарегистрировано свыше 100 мест ее произрастания общей площадью около 2 га. Такое же количество мест произрастания этого дерева известно в настоящее время и на территории г. Минска [5], что обусловлено, главным образом, многочисленными посадками робинии при восстановлении города в послевоенный период. Робиния лжеакация на территории г. Минска занимает около 1 га. Площадь наиболее крупной популяции не превышает 0,25 га. Обычна робиния в южной части города, где широко распространена вдоль железных дорог, в пойме р. Свислочь, а также в некоторых дворах. Отдельные ее группы занимают площадь до 300–400 м<sup>2</sup>. Значимым резерватом робинии является и территория Фрунзенского района города, где дерево широко использовалось в конце 70-х годов XX в. для озеленения. На территории столицы страны робиния активно использовалась для озеленения сразу в послевоенный период. На некоторых улицах того времени площадь произрастания робинии сегодня достигает 400–500 м<sup>2</sup> и более. В целом можно заключить, что наиболее вероятными местами бесконтрольного распространения этого вида могут стать пустыри в западной части Минска, пустоши на пойменных землях р. Свислочь в южном направлении, а также окраины зеленых зон и пустыри у гаражных кооперативов на востоке.

В Гродненской области нами зарегистрировано 73 места произрастания робинии на общей площади около 1,2 га. Чаше встречается она в Гродненском (27 мест) и Щучинском (10) районах, где распространена в целом более чем на 0,8 га территории. В Витебской области робиния редка. Лишь в Браславском районе зарегистрировано 9 мест ее произрастания, где в общей сложности этим деревом занято немногим более 130 м<sup>2</sup>.

Как отмечено выше, в начальный период интродукции наиболее широко робиния выращивалась в усадебных парках. В связи с этим, несмотря на разрушение многих из них в послереволюционный период XX в., в настоящее время робиния встречается более чем в 45 парках на территории страны, из которых на Брестскую область приходится более 54%, а Гродненскую – 30,4%. В старинных парках на востоке и севере страны робиния к настоящему времени нами не выявлена.

Таким образом, предварительный анализ распространения робинии лжеакация на территории Беларуси показал, что наиболее широко она распространена в Полесском регионе, где основными местами ее произрастания являются территории вдоль автомобильных и шоссейных дорог. Отсюда идет внедрение данного вида растений в лесные экосистемы и на пустошные земли.

#### Список литературы

1. Покорны, Я. Деревья вокруг нас / Я.Покорны. – Прага: Артия, 1980. – С. 146.
2. Федарук, А.Т. Интродукция *Robinia pseudoacacia* L. у Беларусі / А.Т.Федарук // Весці АН БССР. Сер. біял. навук. – 1984. – № 3. – С. 3–6.
3. Соколов, С.Я. Род 36. Робиния – *Robinia* L. / С.Я.Соколов, Н.В.Шипчинский. // Деревья и кустарники СССР. Дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции/ред. д-р биол. наук, проф. С.Я.Соколов.- М-Л.: Изд-во АН СССР, 1958. – Т. IV. – С. 147–152.
4. Агрессивные чужеродные виды диких животных и дикорастущих растений на территории Республики Беларусь / В.Н.Варавко [и др.]. – Минск, 2008. – 40 с.
5. Чумаков, Л.С. Клен ясенелистный (*Acer negundo* L.) и робиния лжеакация (*Robinia pseudoacacia* L.) – чужеродные виды в зеленых насаждениях г. Минска / Л.С.Чумаков [и др.] // Экологический вестник. – 2014. – № 3 (29). – С. 92–98.

In Belarus about 750 places of growth of *Robinia pseudoacacia* L. with total area about 140 ha are registered currently. It's especially widespread in Polesye region, where it forms sizeable thickets along motor roads and highways.

Чумаков Л. С., Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича НАН Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: [dianthus2013@gmail.com](mailto:dianthus2013@gmail.com).

Масловский О. М., Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича НАН Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: [oleg.maslovsky@tut.by](mailto:oleg.maslovsky@tut.by).

Левкович А. В., Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича НАН Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: [a.shevkunova@mail.ru](mailto:a.shevkunova@mail.ru)

Сысой И. П., Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича НАН Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: [mastibrotskaya@gmail.com](mailto:mastibrotskaya@gmail.com).

Шиманович Р. В., Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича НАН Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: [shimanovichrita@gmail.com](mailto:shimanovichrita@gmail.com).

## РАЗДЕЛ 2. РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ЖИВОТНОГО МИРА

UDC 577.21

**C. Özay, R. Mammadov**

### HOW DOES THE CRISPR/CAS SYSTEM AFFECTS ECOLOGY AS THE GENETIC MIRACLE OF 21 st CENTURY

Clustered regularly interspaced short palindromic repeats (CRISPRs) and CRISPR-associated (Cas) proteins are found in many bacteria and most archaea. The CRISPR-Cas systems use sequences derived from plasmids and phages to activate Cas endonucleases to neutralize those plasmids and phages via RNA-guided sequence-specific DNA cleavage, thus blocking their transmission and creating a simple acquired immunity. With their highly flexible but specific targeting, CRISPR-Cas systems can be manipulated and redirected to become powerful tools for genome editing. CRISPR-Cas technology permits targeted gene cleavage and gene editing in a variety of eukaryotic cells, and because the endonuclease cleavage specificity in CRISPR-Cas systems is guided by RNA sequences.

The CRISPR interference technique has enormous potential application, including altering the germline of humans, animals and other organisms, and modifying the genes of food crops. Through enhancing plants' resilience against drought and disease and through breeding crops with higher yields, CRISPR/Cas technology may be a critical tool in fighting the world's food shortage crisis. By delivering the Cas9 protein and appropriate guide RNAs into a cell, the organism's genome can be cut at any desired location. CRISPRs have been used in concert with specific endonuclease enzymes for genome editing and gene regulation in species throughout the tree of life. Ethical concerns have been expressed about the prospect of using this nascent biotechnology for editing the human germline. Countries are grappling with how to appropriately regulate human germline editing. As of December 2015, at least 29 countries have banned germline modification.

CRISPR could become a major force in ecology and conservation, especially when paired with other molecular biology tools. It could, for example, be used to introduce genes that slowly kill off the mosquitos spreading malaria. Or genes that put the brakes on invasive species like weeds. It could be the next great leap in conserving or enhancing our environment—opening up a whole new box of risks and rewards. For better or for worse, CRISPR/Cas9 is transforming biology. All of us are now at the dawn of the gene-editing age.

Through enhancing plants' resilience against drought and disease and through breeding crops with higher yields, CRISPR/Cas technology may be a critical tool in fighting the world's food shortage crisis. By delivering the Cas9 protein and appropriate guide RNAs into a cell, the organism's genome can be cut at any desired location.

*Özay C.*, Department of Biology, Pamukkale University, Turkey, e-mail: [cennetozay@hotmail.com](mailto:cennetozay@hotmail.com).

*Mammadov R.*, Department of Biology, Pamukkale University, Turkey, e-mail: [rmammad@yahoo.com](mailto:rmammad@yahoo.com).

UDC 59.018

**J. Wiącek, M. Polak, M. Kucharczyk, J. Bohatkiewicz**

### CZY HAŁAS KOMUNIKACYJNY WPLYWA NA ROZMIESZCZENIE PTAKÓW W LESIE?

Głównym skutkiem szybkiego rozwoju sieci szlaków komunikacyjnych oraz infrastruktury drogowej i kolejowej jest utrata siedlisk przyrodniczych oraz obniżenie ich jakości dla zwierząt wykorzystujących je, jako siedliska rozrodcze i żerowiskowe. Negatywne skutki oddziaływania dróg na zwierzęta to śmiertelność w bezpośrednich kolizjach z pojazdami oraz oddziaływania pośrednie polegające na zaburzeniach komunikacji głosowej co prowadzi do zmian w sukcesie lęgowym lub jego całkowitego braku w danym sezonie lęgowym. Zaburzenia komunikacji głosowej mają również ważne znaczenie w okresie pozalęgowym kiedy sygnały ostrzegawcze i głosy kontaktowe pozwalają uniknąć ataku drapieżnika lub znaleźć pokarm. Wszystkie te ważne biologicznie sygnały mogą być zakłócane (maskowane) przez hałas komunikacyjny. Nasze badania nad wpływem hałasu komunikacyjnego (drogowego i kolejowego) na rozmieszczenie ptaków prowadziliśmy w dużych kompleksach leśnych położonych na Lubelszczyźnie we wschodniej Polsce. Były to Lasy Janowskie, przecięte drogą krajową numer 19 oraz lasy Nadleśnictwa Puławy, które przecina linia kolejowa Lublin-Warszawa. Badania prowadzono na stosunkowo dużych

powierzchniach leśnych w punktach obserwacyjno nasłuchowych położonych w trzech odległościach od drogi (60, 310, 560m) oraz torów kolejowych (30, 280, 530m). Natężenie ruchu pojazdów na drodze wynosiło 6673 pojazdy na dobę, natomiast pociągów około 100 na dobę. W okresie lęgowym liczba wykrytych ptaków rosła wraz z oddalaniem się od drogi. Różnorodność gatunkowa była niższa w sąsiedztwie drogi. Niektóre gatunki takie jak śpiewak *Turdus philomelos* oraz bogatka *Parus major* wyraźnie preferowały sąsiedztwo drogi. Poziom hałasu poniżej 53 dB nie wpływał negatywnie na liczbę ptaków oraz ich różnorodność gatunkową. Zasięg negatywnego oddziaływania drogi wyniósł około 300 m w głąb lasu. W okresie migracji jesiennej liczebność ptaków oraz ich różnorodność gatunkowa były niższe przy drodze analogicznie jak w okresie lęgowym. Poziom hałasu który nie miał negatywnego wpływu na ptaki określono na 49 dB. W okresie zimowym hałas drogowy nie miał wpływu na rozmieszczenie ptaków w grudniu jednak w kolejnych miesiącach: styczniu i lutym, liczba ptaków przy drodze spadała podobnie jak w okresie lęgowym i migracji. Zmiany w zachowaniu ptaków wynikały ze zmian percepcji hałasu zimą w stosunku do okresu lęgowego. Zupełnie inny schemat rozmieszczenia ptaków względem szlaku komunikacyjnego zarejestrowano wzdłuż torów kolejowych. Efekt brzegowy oferujący bogatą bazę pokarmową oraz większą różnorodność wolnych nisz ekologicznych w połączeniu z nieregularnymi przejazdami pociągów wabił ptaki w sąsiedztwo drogi kolejowej. Charakter źródła hałasu drogowego, czyli liniowe ciągle emitujące hałas źródło odstrasza ptaki, podczas gdy nieregularnie przejeżdżające pociągi będące źródłami punktowymi w połączeniu ze skutkami efektu krawędzi (*edge effect*) przyciąga ptaki w pobliże torów kolejowych.

Noise level less than 53 dB does not affect negatively on the number of birds and their species diversity. The range of the negative impact of the road was about 300 meters deep into the forest.

*Wiącek J.*, Zakład Ochrony Przyrody, Instytut Biologii i Biochemii UMCS w Lublinie.

*Polak M.*, Zakład Ochrony Przyrody, Instytut Biologii i Biochemii UMCS w Lublinie.

*Kucharczyk M.*, Zakład Ochrony Przyrody, Instytut Biologii i Biochemii UMCS w Lublinie.

*Bohatkiewicz J.*, Katedra Dróg i Mostów, Politechnika Lubelska.

УДК [591.9+598.2] (476.7)

**И. В. Абрамова, В. Е. Гайдук**

### **РЕДКИЕ ИСЧЕЗАЮЩИЕ ПТИЦЫ ЮГО-ЗАПАДА БЕЛАРУСИ – СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ**

В основу этого обзора положены исследования орнитофауны Брестской области в 1967–2015 гг. По этой проблеме авторами опубликовано более 80 работ, материалы большинства из которых включены в монографии [1–4]. Некоторым видам посвящены отдельные работы [5–7], сведения о редких видах птиц приведены в статьях, посвященных орнитоценозам различных экосистем [8–10]. Использованы литературные источники [11–13], в которых имеется оригинальная информация по биологии птиц региона.

Важность сохранения и устойчивого использования биологического разнообразия обусловлена его ролью в поддержании стабильности биосферы и обеспечении экологически безопасного существования человечества. В последние десятилетия проблеме сохранения биоразнообразия животного мира Беларуси и других стран уделяется значительное внимание. Юго-западная часть Белорусского Полесья является районом, который имеет большое значение для сохранения биологического разнообразия, в том числе редких исчезающих видов, не только для Беларуси, но и для Европы в целом. Несмотря на антропогенную трансформацию большинства природных ландшафтов в регионе сохранились массивы болот, заболоченные поймы рек, озера, относительно нетронутые леса, которые и определяют международную значимость юго-западной Беларуси для сохранения редких, исчезающих и других видов животных. В настоящее время здесь зарегистрировано 302 вида птиц, в том числе 68 видов включено в последнее издание Красной книги Беларуси [14] и 20 видов в Приложение, как требующие дополнительного изучения и внимания в целях профилактической охраны. Редкие виды птиц региона составляют 97,1% птиц, включенных в Красную книгу Беларуси и 22,5% от орнитофауны Брестской области. Большая часть птиц (73,5%) является гнездящимися, остальные – мигрирующие, кочующие или залетные. По категориям Красной книги Беларуси птицы распределились следующим образом:

1 категория – 10 видов (белоглазая чернеть, луток, большой подорлик, беркут, орел-карлик, кобчик, сапсан, авдотка, сизоворонка, вертлявая камышевка);

2 категория – 15 видов (чернозобая гагара, длинноносый крохаль, малая выпь, орлан-белохвост, змеяд, скопа, галстучник, дупель, большой кроншнеп, малая крачка, сипуха, филин, бородастая неясыть, чернолобый сорококопуг, садовая овсянка);

3 категория – 26 видов (шилохвость, большой крохаль, большая выпь, черный аист, черный коршун, красный коршун, полевой лунь, малый подорлик, обыкновенная пустельга, дербник, коростель, серый журавль, кулик-сорока, золотистая ржанка, турухтан, большой веретенник, средний кроншнеп, мородунка, большой улит, поручейник, малая чайка, домовый сыч, обыкновенный зимородок, золотистая шурка, зеленый дятел, белая лазоревка);

4 категория – 17 видов (пискулька, серошекая поганка, кваква, чеглок, малый погоныш, гаршнеп, сизая чайка, сплюшка, воробьиный сыч, болотная сова, белоспинный дятел, трехпалый дятел, хохлатый жаворонок, полевой конек, мухоловка-белошейка, усатая синица, просянка).

Для большинства охраняемых видов птиц региона дана оценка численности [2, 3] и прослежена динамика их численности. Среди гнездящихся птиц национального охранного статуса в последние 10 лет увеличение численности отмечено у 15,1% видов, стабилизация численности – 22,6%, снижение численности – 32,1%, флуктуация численности – 13,2%. Для части видов (17,0%) тенденции изменения численности не определены из-за очень редкого и нерегулярного гнездования. Для некоторых видов (коростель, большой веретенник, обыкновенный зимородок и др.) прослежена динамика численности в видоспецифических экосистемах юго-запада Беларуси.

Многие из видов, которые включены в четвертое издание Красной книги Беларуси [14], имели национальный статус охраны в прошлом и были включены в 1–3 издания Красной книги нашей страны [15–17]. Все охраняемые в Беларуси виды имеют также тот или другой Международный статус охраны, включены в Приложение II Бернской конвенции, Приложение I/II и II Бонской конвенции; Приложение I к Директиве Европейского союза по охране диких птиц, в Красные книги сопредельных государств: Латвии, Литвы, Польши, России.

В Красный список МСОП включено 13 видов: пискулька, шилохвость, белоглазая чернеть, длинноносый крохаль, черный аист, красный коршун, большой подорлик, кобчик, дупель, большой веретенник, большой кроншнеп, сизоворонка и вертлявая камышевка. В сохранении и увеличении численности редких исчезающих видов птиц большую роль играют особо охраняемые природные территории (ООПТ): национальный парк «Беловежская пушта», биосферный резерват «Прибужское Полесье», система заказников разного подчинения и целевого назначения. В последние годы в Беларуси и регионе приоритетной категорией ООПТ являются заказники республиканского значения, на их долю приходится 50% от общей площади. Наиболее значительная площадь ООПТ в республике сосредоточена в Брестской области. По данным Брестского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды, площадь их в регионе на 01.01.2016 составляет 464,1 тыс. га (14,15% площади области).

Пропаганда охраны природы, в том числе и птиц, в СМИ Беларуси и региона играет большую роль в деле их охраны. В этом плане заслуживает высокой оценки деятельность общественной организации «Ахова птушак бацькаўшчыны».

#### Список литературы

1. Абрамова, И.В. Структура и динамика населения птиц экосистем юго-запада Беларуси / И.В. Абрамова. – Брест : Изд-во БрГУ, 2007. – 208 с.
2. Гайдук, В.Е. Экология птиц юго-запада Беларуси. Неворобьинообразные : монография / В.Е. Гайдук, И.В. Абрамова ; Брест. гос. ун-т. – Брест : Изд-во БрГУ, 2009. – 300 с.
3. Гайдук, В.Е. Экология птиц юго-запада Беларуси. Воробьинообразные : монография / В.Е. Гайдук, И.В. Абрамова ; Брест. гос. ун-т. – Брест : Изд-во БрГУ, 2013. – 299 с.
4. Гайдук, В.Е. Кадастр позвоночных животных биосферного резервата «Прибужское Полесье» (Белорусский сектор трансграничного биосф. резерв. «Западное Полесье») / В.Е. Гайдук, И.В. Абрамова, Н.А. Лукашук, Е.С. Блоцкая. – Брест : Альтернатива. – 2014. – 80 с.
5. Абрамова, И.В. Биология коростеля *Crex crex L. (Gruiformes, Rallidae)* в Беларуси / И.В. Абрамова, В.Е. Гайдук // Зоологический журнал. – 2007. – Т. 86. – №11. – С. 1356–1361.
6. Гайдук, В.Е. Экология черного аиста *Ciconia nigra* в юго-западной Беларуси / В.Е. Гайдук, И.В. Абрамова // Наука, образование и культура: состояние и перспективы инновационного развития : мат. Межд. науч.-практ. конф., Мозырь, 27–28 марта 2008г. : в 2 ч. / редкол. : В.В. Валетов (гл. ред.) [и др.]. – Мозырь : МГПУ им. И. П. Шемякина, 2008. – Ч. 2. – С. 32–33.
7. Абрамова, И.В. Биология дупеля в юго-западной Беларуси / И.В. Абрамова, В.Е. Гайдук // Зоологічна наука у сучасному суспільстві : Мат. Всеукр. наук. конф., присвяч. 175-річчю заснування кафедри зоології. Київ – Канів, 15-17 вересня 2009 р. – Київ : Фітосоціоцентр, 2009. – С. 15–17.

8. Гайдук, В.Е. Биоразнообразие и мониторинг водно-болотных птиц лентичных экосистем юго-западной Беларуси / В.Е. Гайдук, И.В.Абрамова и др. // Биомониторинг природных и трансформированных экосистем : мат Межд. научно-практ. конф. 15–16 октября 2008 г. – Брест : БрГУ, 2008. – С. 27–31.
9. Абрамчук, С.В. Структура и динамика населения птиц рыбхоза «Локтыши» / С.В. Абрамчук, В.Е. Гайдук // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Сер. прыродазнаучых навук. – 2010. – №2. – С. 26–32.
10. Абрамчук, С.В. Экология водно-болотной орнитофауны рыбхоза «Новоселки» / С.В. Абрамчук, В.Е. Гайдук // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Сер. прыродазнаучых навук. – 2009. – №2 (33). – С. 68–72.
11. Никифоров, М.Е. Птицы Беларуси: справочник-определитель гнезд и яиц / М.Е. Никифоров, Б.В. Яминский, Л.П. Шкляров. – Минск : Вышэйшая школа, 1989. – 479 с.
12. Птицы Беларуси на рубеже XXI века / М. Е. Никифоров [и др.]. – Минск : Издатель Н.А. Королёв, 1997. – 188 с.
13. Никифоров, М.Е. Формирование и структура орнитофауны Беларуси / М.Е. Никифоров. – Минск : Белорусская наука, 2008. – 297 с.
14. Красная книга Республики Беларусь. Животные : редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / гл. редкол. : И.М. Качановский (предс.), М.Е. Никифоров, В.И. Парфенов [и др.]. – 4-е изд. – Минск: Беларус. энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – 320 с.
15. Красная книга Республики Беларусь. Животные / редкол. Л.И. Хоружик [и др.]. – Минск : Беларуская энцыклапедыя, 2004. – 320 с.
16. Чырвоная кніга Рэспублікі Беларусь ; рэд. кал. А.М. Дарафееў [і інш.]. – Мінск : Беларуская энцыклапедыя, 1993. – 560 с.
17. Чырвоная кніга Беларускай ССР ; рэд. кал. А.М. Дарафееў [і інш.]. – Мінск : Беларуская энцыклапедыя, 1981. – 286 с.

In the latest edition of the Red Book of the Republic of Belarus (2015) included 68 species of birds common in the southwest of Belarus. Rare and vulnerable species of birds in the region account for 97.1% of the total number of guarded kinds of birds in Belarus. Most of the birds (73.5%) are nesting, others - migratory or nomadic.

*Абрамова И.В.*, Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, г. Брест, Беларусь, e-mail: iva.abramova@gmail.com.

*Гайдук В.Е.*, Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, Брест, Беларусь.

УДК 595.796:712.254(571.17)

**С. В. Блинова**

## **МИРМЕКОКОМПЛЕКСЫ ПАРКОВЫХ ЗОН ГОРОДОВ КАК ИСТОЧНИК БИОРАЗНООБРАЗИЯ**

Мирмекокомплексы – неотъемлемая часть практически всех наземных ценозов бореальной зоны. Как показывают исследования [1-3], существуют закономерности в распределении видов муравьев в зависимости от степени и типов антропогенного влияния. Однако, чем больше видовое богатство, тем устойчивее существующие экосистемы. Поэтому целью настоящих исследований стало изучение мирмекокомплексов парковых (зеленых) зон городов с целью возможности сохранения биоразнообразия.

Сбор всего материала проводили в 1999-2014 годах стандартными мирмекологическими методами на территории г. Кемерово – крупного промышленного центра, расположенного в Западной Сибири, где преобладают газообразные загрязняющие вещества. Было исследовано 3 участка на территории города и контрольный. Все они представляют собой разнотравно-злаковые луга с отдельно посаженными деревьями (главным образом, тополь черный), равноудаленные от дороги. Краткая характеристика исследованных участков приведена в таблице 1. Из характеристики участков видно, что главное их отличие – степень рекреационного воздействия. В качестве контроля изучены естественные (контрольные) участки сходных ценозов, расположенных на расстоянии 30-50 км от городской черты.

Известно [4], что интегральной мерой нагрузки могут выступать расстояние до источника выбросов, концентрации одного или нескольких веществ, индекс нагрузки или реакция биотестов, поэтому при выделении зон влияния промышленных предприятий на биоценозы использовали расстояние от источников выбросов основных загрязняющих веществ.

Степень рекреационной нагрузки определяли согласно [5]: слабая степень воздействия соответствует участкам, представленным лесными и луговыми видами, вытоптанная территория не превышает 10 %; средняя степень – травянистый покров содержит отдельные рудеральные виды, вытоптанность менее 25 %; высокая степень – в травяном покрове доминируют луговые и рудеральные виды, вытоптанность около 25–50 %.

Таблица 1 – Характеристика исследованных участков

Номер участка	Расстояние от источника выбросов, км	Уровень загрязнения, степень		Проективное покрытие трав, в среднем, %
		промышленное загрязнение	рекреационная нагрузка	
К2	5	средняя	высокая	55
К3	5,5	средняя	средняя	70
К3а	5,5	средняя	слабая	85
Кк (контроль)	25	слабая	слабая	90

В результате исследований найдено 11 видов муравьев, принадлежащих 4 родам двух подсемейств. При этом на территории города обнаружено 7 видов, в контроле – 9 видов муравьев.

Только в контроле найдены *Myrmica ruginodis* Nyl., *M. scabrinodis* Nyl., *Formica fusca* L. и *F. pratensis* Retz. Напротив, только в парковой зоне города обнаружены гнезда *M. rubra* L. и *M. slovacica* Sadii. Необходимо подчеркнуть, что поселения первого вида тяготеют к антропогенно нарушенным территориям, а *M. slovacica* – отмечены только единичные гнезда на всей Кузнецко-Салаирской горной области, в северной части которой расположен Кемерово.

Исследования показали, что на участке с высокой степенью рекреационного воздействия (К2) отмечено всего 2 вида Formicidae: *M. rubra* и *Lasius niger* L. При уменьшении степени рекреационной нагрузки (К3 и К3а) сначала появляются муравьи рода *Lasius* – *L. flavus* Fabr., затем *Tetramorium caespitum* L., *M. schencki* Vier. В последнюю очередь регистрировали гнезда *F. cunicularia* Latr. и *M. slovacica*. Необходимо отметить, что при увеличении на отдельных площадках степени рекреации, и исчезают гнезда этих видов в первую очередь. При этом распределение гнезд на обследованном участке неравномерно: в местах, подвергающихся большей рекреационной нагрузке, число гнезд резко уменьшается, вплоть до полного отсутствия на площадках до 100 м<sup>2</sup>. И напротив, на склоне берега в зоне с высокой степени рекреационной нагрузки, под кроной деревьев и т.п. число гнезд резко увеличивается (максимально до 48 гнезд / 100 м<sup>2</sup>). На таких участках, которые по нашему мнению, можно рассматривать, как резерв для поддержания естественного биоразнообразия городских экосистем, отмечены поселения видов, не встреченные в зонах со средней и высокой степенями рекреационной нагрузки.

Специально проведенные наблюдения показали, что при увеличении числа и интенсивности паркоустроительных мероприятий (стрижка газонов, подсев газонной травы, организация клумб и т.п.), число видов и количество и размеры гнезд муравьев заметно снижаются. Так *L. niger* в зонах с низкой рекреационной нагрузкой строят гнезда в виде земляных холмиков, которые могут достигать до 20-25 см. При увеличении степени нагрузки, на фоне снижения степени проективного покрытия, размер холмиков уменьшается. В зоне максимальной рекреационной нагрузки гнезда расположены только подземно.

Наши ранние исследования [6 и др.] показали, что при продвижении от источников промышленных выбросов возрастает число видов от 2,5±0,6 в непосредственной близости от источников выбросов до 6,0±0,8 в относительно чистой зоне города и 7,0±0,8 вида в контроле. Выявлена достоверная прямая корреляция между числом видов на исследованных участках и расстоянием до источников промышленных выбросов ( $r = 0,93$  при  $p < 0,05$ ) и обратная ( $r = -0,65$  при  $p < 0,05$ ) с объемом выбросов. Очевидно, что не менее заметное оказывает влияние на видовой состав рекреационное воздействие. Однако зеленые зоны города выступают как резервные участки для восстановления и поддержания биоразнообразия.

Таким образом, на примере мирмекофауны показано, что наличие «зеленых окон» на территориях городов позволяет сохранить высокое видовое богатство, что способствует сохранению стабильного существования городских экосистем. Заселение газонных участков происходит за счет расселения муравьев с таких нетронутых участках.

#### Список литературы

1. Блинова, С.В. Влияние предприятий угольной промышленности на поселения муравьев / С.В. Блинова // Известия ТРГУ. – 2009. – № 6 (95). – С. 181–186.
2. Блинова, С.В. Мирмекокомплексы лугов в условиях воздействия комплексных промышленных выбросов (на примере г. Новокузнецка) / С. В. Блинова // Известия Алтайского гос. университета. – 2012. – 3/1 (75). – С. 9–12.
3. Гилев, А.В. Влияние рекреации на муравьев в лесопарках г.Екатеринбурга / А. В. Гилев // Вестник Красноярского гос. аграрного ун-та. – 2013. – № 7. – С. 156–160.
4. Воробейчик, Е.Л. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем / Е. Л. Воробейчик,

- О. Ф. Садыков, М.Г. Фарафонов. – Екатеринбург: УИФ «Наука», 1994. – 281с.
5. Bugrova, N.M. The state of *Formica polyctena* Foerst. (Hymenoptera, Formicidae) population in recreation forests / N. M. Bugrova, J. I. Reznikova // Mem. zool. – 1990. – 44. – P.13–19.
  6. Блинова, С.В. Влияние газообразных промышленных выбросов на мирмекофауну города / С. В. Блинова // Известия ТРТУ. – Таганрог: Изд-во ТРТУ. – 2006. – № 12 (67). – С. 110–113.

Ants fauna in the park zone of the Kemerovo city was studied. Have found out that reduction of degree of a recreation allows to keep a lot of species of ants. So, on sites with equal degree of industry and automobile pollution 9 species of ants in the territory with weak degree of a recreation, with strong – 2 (*Myrmica rubra* L., *Lasius niger* L.) were found. Population of park zones of ants occur at the expense of such sites.

Блинова С.В., Кемеровский государственный университет, Кемерово, Россия, e-mail: [sv\\_blinova@mail.ru](mailto:sv_blinova@mail.ru).

УДК 595.76

А. Н. Бубенько

### ЖЕСТКОКРЫЛЫЕ (*INSECTA, COLEOPTERA*) НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «БЕЛОВЕЖСКАЯ ПУЩА» ВКЛЮЧЁННЫЕ В КРАСНУЮ КНИГУ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Беловежская пушта – единственный в Европе крупный лесной массив западноевропейского типа, сохранивший в известной степени свой первоначальный состав и структуры древостоев. Разнообразие ландшафтов Пушты обусловило видовое богатство животного населения. Выход в 2015 году нового издания Красной книги Республики Беларусь вынудил корректировать списки охраняемых видов обитающих на территории национального парка «Беловежская пушта». Основой для данной работы стали исследования, которые проводились нами на протяжении 2011-2015 годов на всей территории национального парка. Выявлялись места обитания отдельных видов жесткокрылых занесенных в Красную книгу Республики Беларусь (2004 года издания). Использовались стандартные энтомологические методы. Так же использовались литературные данные различных исследователей. Полученная информация была использована при составлении нового издания Красной книги Республики Беларусь (2015 г.).

К первой категории природоохранной значимости (I (CR)) относится один вид: *Chlaenius quadrisulcatus* (Паук.). Редкий вид, численность которого низкая. В Беловежской пуште отмечался на территории водно-болотного массива «Дикое» [4].

Ко второй категории природоохранной значимости (II (EN)) относятся четыре вида: *Chlaenius sulcicollis* Паук. - редок и локален. В Беловежской пуште встречается на территории водно-болотного массива «Дикое» [4]; *Chlaenius costulatus* Motsch. - локален, но в местах обитания может достигать высокой численности. В Беловежской пуште встречается в водно – болотном массиве «Дикое» [4]; *Rhysodes sulcatus* (Fabr.) - редок. Распространение в пуште требует дополнительного изучения. В настоящее время отмечен в кв. №294; *Tragosoma depsarium* L. - встречается крайне локально на всем своем ареале распространения. Распространение в пуште требует дополнительного изучения.

К третьей категории природоохранной значимости (III (VU)) отнесены 10 видов жесткокрылых из 5 семейств: *Calosoma inquisitor* (L.) - в Беловежской пуште нередок, встречается преимущественно в дубравах, иногда, локально, достигает высокой численности; *Carabus menetriesi* Humm. - несмотря на то, что в целом вид достаточно редок и локален, в Беларуси на ряде низинных болот вообще, и на болоте «Дикое» в Беловежской пуште в частности, местами преобладающий среди журилиц рода *Carabus* вид (1999 г. - 87,9%) [3]; *Carabus clathratus* L. - предпочитает заболоченные и поросшие тростником берега озер, болота. В Беловежской пуште отмечался в квартале №178. Возможно наличие во всех подходящих биотопах. Численность и распространение требует дополнительного изучения; *Carabus intricatus* L. - в Беловежской пуште находится практически вся известная на территории Беларуси популяция. Встречается весьма локально, но в местах распространения не редок. Предпочитает сухие мшистые сосняки на юге пушты, чем отличается даже от польской беловежской популяции населяющей дубравы. Но встречается и в дубравах. Распространение и особенности биологии требуют дальнейшего изучения; *Rhantus incognitus* Scholz - очень редко встречающийся вид. Экологические предпочтения слабо изучены. На польской территории отмечался в малых реках в местах со слабым течением заросших осокой (*Carex* sp.) и хвощем (*Equisetum* sp.) и мелиоративных каналах [5]. В белорусской части пушты отмечался в реке Левая Лесная [1]; *Graphoderus bilineatus* (De G.) - выявлен в сети мелиоративных каналов в южной части пушты (кв. №№ 802, 824). Вероятно встречается по всей территории. Редок. Состояние популяции в Беловежской пуште требует дополнительных исследований; *Osmoderma coriarium* (De G.) - в Беловежской

пуще редок и локален. Встречается в местах наличия старых дуплистых лиственных деревьев. Причем без густого подлеска между ними. Состояние популяции требует изучения; *Cerambyx cerdo* L.- предпочитает сильно изреженные, с отдельно стоящими деревьями дубравы, особенно деревья сильно освещенные солнцем. В Беловежской пушке давно не отмечался. Требует пристального изучения; *Gnorimus nobilis* (L.) - на территории Беловежской пушки редок и локален. Отмечен в кварталах №№ 352, 707, 713, 803; *Boros schneideri* (Panz.) - в Беловежской пушке наиболее часто встречается в хвойных лесах, что, связано с предпочтением здесь им сосны в качестве местообитания. Кроме того, в пушке, личинки *B. schneideri* встречаются на дубе черешчатом, ольхе черной, ели европейской, березе бородавчатой. Второй по частоте встречаемости биотоп после хвойных участков – это смешанный лес, где сосны встречаются довольно часто [6]. Наиболее часто *B. schneideri* колонизируют единичные мертвые деревья, оставленные на вырубках.

Из видов, относящихся к четвертой категории охраны (IV (NT)), на территории пушки встречается восемь. Среди них: *Carabus coriaceus* L. - в Беловежской пушке обычный и широко распространенный в лесу по всей территории вид; *Carabus violaceus* L. - обычный и широко распространенный на территории пушки вид; *Emus hirtus* (L.) - копрофильный подвижный вид. Обычные его местообитания это пастбища регулярно выпаса с высокой плотностью помета в разных стадиях разложения. В Беловежской пушке численность популяции за последние 20 лет сократилась в связи с сокращением поголовья крупного рогатого скота и уменьшением численности пастбищ. В настоящее время выявлен только в одном месте в окрестностях д. Каменюки; *Ceruchus chrysomelinus* (Hoch.) - личинка развивается в лежащих стволах елей, дубов и берез, пораженных красной гнилью, реже в стволах берез с белой гнилью. Обычен в лесу на всей территории национального парка; *Potosia aeruginosa* Drury - в Беловежской пушке редкий вид, развивающийся в дуплах старых дубов, лип. В настоящее время известен из кварталов №№ 263, 682, 683, 710, 712, 714, 746, 779, 805, 806, 807, 830 и д. Каменюки; *Liocola marmorata* Fabg. - личинка развивается в трухе пней и дуплах старых лиственных деревьев - тополя, осины, вербы, дуба, груши. В Беловежской пушке не редок, но достаточно локален. Встречается в старовозрастных дубравах; *Cucujus cinnaberinus* (Scop.) - обитает в старых смешанных лесах. Личинки развиваются под корой старых мертвых лиственных деревьев во влажной древесине. Вид, обычный в дубравах Беловежской пушки, местами встречается в массе [2]; *Ergates faber* (L.) - заселяет мертвые, сухостойные, больные, старые хвойные деревья. В Беловежской пушке требует дополнительного изучения.

Из жесткокрылых, внесенных в список видов требующих дополнительного изучения и внимания в целях профилактической охраны, на территории национального парка «Беловежская пушка» встречается 12 видов: *Agabus bifarius* (Kirby), *Hydroporus memnonius* Nic., *Hydrophilus aterrimus* (Eschscholtz), *Agrilus pseudocyaneus* Kiesw., *Clytus lama* Mulsant, *Lacon lepidopterus* (Panz.), *Stenagostus rufus* (De Geer.), *Dermestoides sanguinicollis* F., *Grynocharis oblonga* (L.), *Peltis grossa* (L.), *Xylophilus corticalis* Payk., *Tritoma bipustulata* F.

Таким образом, на основании изучения литературных источников и проведенных исследований, в белорусской части Беловежской пушки выявлено 22 вида жесткокрылых включенных в Красную книгу Республики Беларусь. Еще 12 видов - внесено в дополнительный список Красной книги Республики Беларусь. Необходимо дополнительное углубленное изучение распространения в пушке видов добавленных в новое издание Красной книги Республики Беларусь, а также недостаточно изученных видов.

#### Список литературы

1. Красная книга Республика Беларусь. Животные : редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / гл. редкол. : И.М. Качановский (предс.), М.Е. Никифоров, В.И. Парфенов [и др.]. – 4-е изд. – Минск: Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2015, - 320 с.
2. Лукин, В. В. Связь комплекса насекомых обитателей крупного древесного детрита с его породным составом и стадиями разложения / В. В. Лукин, С. А. Жданович, А. В. Дерунков // Проблемы лесоведения и лесоводства : сборник научных трудов. - Гомель, 2008. - Вып. 68. - С. 58-68.
3. Минец, М.Л. Особенности населения жуелиц рода *Carabus* L. некоторых биотопов заказника «Званец» / М. Л. Минец // Современные экологические проблемы устойчивого развития Полесского региона и сопредельных территорий: наука, образование, культура: Материалы IV междунар. науч. – практ конф. – Мозырь: МГПУ им. И.П.Шамякина, 2009. - С. 208-211.
4. План управления водно-болотным угодьем «Дикое» / Международный проект «Разработка планов управления ключевыми низинными болотами Полесья в целях сохранения биологического разнообразия»; рук. темы А.В. Козулин. – Минск, 2002. – 98 с. \_ ПРООН №BY 99003
5. Galewski, K. Pływakowate - Dytiscidae / K. Galewski // Klucze do oznaczania owadów Polski, 19 (7). Warszawa, 1971. - 112 str.
6. [Gutowski, J.M.](#) Habitat preferences of *Boros schneideri* (Coleoptera: Boridae) in the natural tree stands of the Białowieża Forest / J.M. Gutowski, K. Sućko, K. Zub, A. Bohdan // [Journal of Insect Science](#), 14(276): 1-6., 2014.

7. Przewoźny, M. Nowe stanowiska rzadziej spotykanych przedstawicieli wodnych chrząszczy z nadrodziny kałużnic (Coleoptera: Hydrophiloidea) i rodziny Hydraenidae (Coleoptera: Staphylinoidea) w Polsce. / M. Przewoźny, K. Lubecki// Wiadomości entomologiczne, 25(4): 2006, – 213-217ss.

Twenty two protected beetles (Insecta, Coleoptera) species at the Red Book of the Republic of Belarus were recorded in the National park «Belovezhskaya pushcha». Another 12 species - included in the supplementary list of the Red Book of the Republic of Belarus.

*Бубенько А.Н.*, ГПУ «НП«Беловежская Пуща», д. Каменюки, Беларусь, [aspirant2000@bk.ru](mailto:aspirant2000@bk.ru).

УДК 581.526.3:591.524.12

**В. В. Вежновец, И. Н. Майсак**

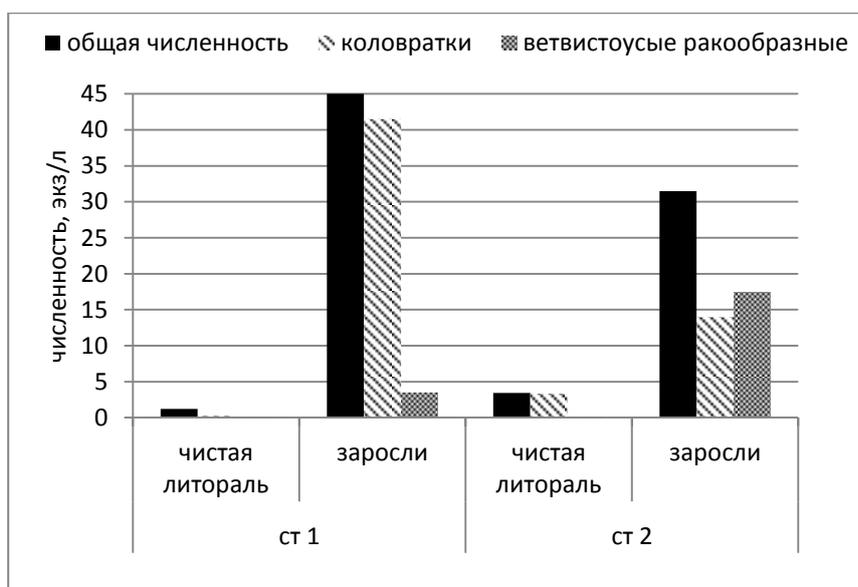
### **ВЛИЯНИЕ ВЫСШЕЙ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА РАЗВИТИЕ ЗООПЛАНКТОНА В ПРИБРЕЖЬЕ ОЗЕР**

Литоральная зона озер может быть покрыта высшей водной растительностью и свободной от зарослей. В зависимости от морфометрии водоема и степени трофности прибрежные зарослевые зоны могут быть сплошными по всей береговой линии, прерывистыми или покрывать всю акваторию. Степень зарастаемости макрофитами является одной из основных характеристик озер, по которому определяется экологический статус водоема.

Известно, что в зарослях макрофитов видовое богатство, численность и биомасса зоопланктона, как правило, выше, чем в открытой, незаросшей литорали и в пелагиали. Имеется значительное количество работ, в которых констатируется этот факт [1-3]. Полученные же другими авторами данные зачастую противоречивы и неоднозначны [4-7]. Литоральная зона и особенно ее зарослевые участки являются местом для нагула молоди рыб и убежищем для некоторых видов беспозвоночных [5].

Для изучения качественного и количественного развития литорального зоопланктона в зависимости от наличия или отсутствия зарослей в июле на 2-х станциях озера Нарочь были отобраны пробы зоопланктона на глубине менее 1 метра.

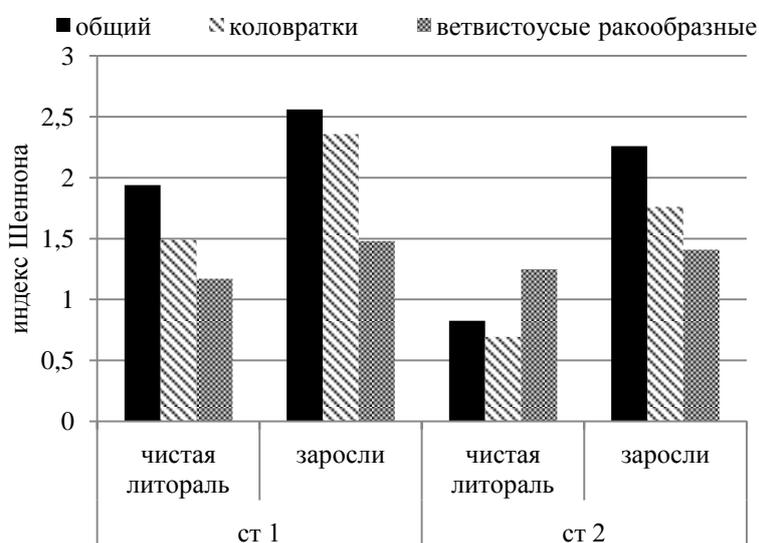
Общее видовое богатство в зарослях макрофитов и в чистой литорали отличалось незначительно: найдено от 15 до 21 вида зоопланктона в зарослях и 13- 9 видов в чистой литорали. Индексы сходства видового состава между биотопами не превышали 0,23 для ст. 2 и 0,5 для ст. 1. Различия в видовом составе зарослевого планктона и зоопланктона чистой литорали заключались лишь в разном вкладе в видовое богатство эупланктонных и планктобентических видов. Так, если в чистой литорали доля эупланктонных видов была несколько выше или равна доле планктобентических видов, то в зарослях макрофитов доля планктобентических видов возрастала до 70-80% от общего числа видов. Значения видового богатства обуславливались в незаросшей литоральной зоне значительном влиянием пелагической зоны за счет обмена фауной. В заросшем прибрежье формировалось более оригинальное обособленное сообщество из зарослевых и планктобентических видов.



**Рисунок 1 - Численность зоопланктона в чистой литорали и литорали с зарослями**

Численность же зоопланктона была значительно выше в зарослях макрофитов в сравнении с чистой литоралью (рис.1). Однако доминирующими по плотности формами в обоих типах побережья были зоопланктонные коловратки, что показывает значительное влияние пелагического планктона на оба сообщества.

В заросшей прибрежной зоне водоемов нами выделяется истинно зарослевый планктон (между растениями), планктона в непосредственной близости от макрофита (не более 15 см) и сообщество животных обитающих непосредственно на макрофитах в перифитоне. Эти сообщества отличаются по видовому составу и количественному развитию, а в целом разнообразие создающихся экологических ниш способствует большему видовому разнообразию в зарослевых биотопах (рис.2).



**Рисунок 2 - Видовое разнообразие зоопланктона в чистой литорали и литорали с зарослями макрофитов**

Таким образом, видовое разнообразие прибрежного планктона определяется богатыми видами сообществами в зарослях макрофитов. Рост численности в зарослевом планктоне, можно объяснить использованием зарослей как убежища от выедания хищниками, возможными перемещениями из открытых вод в дневное время и наличием большего разнообразия экологических ниш.

## Список литературы

1. Зимбалева, Л. Н. Фитофильные беспозвоночные равнинных рек и водохранилищ / Л. Н. Зимбалева. – Киев, 1981. – 216 с
2. Коровчинский, Н. М. Сезонная динамика и пространственное распределение ракообразных в прибрежье озера Глубокого / Н. М. Коровчинский // Экология сообществ озера Глубокого – М. Наука – 1978. – С. 29-42
3. Лобуничева, Е. В. Зарослевый зоопланктон некоторых малых озер Вологодской области / Е. В. Лобуничева // Водные экосистемы: трофические уровни и проблемы поддержания биоразнообразия: материалы Всероссийской конференции с международным участием «Водные и наземные экосистемы: проблемы и перспективы исследований». Вологда, Россия, 24-28 ноября 2008 г. – Вологда, 2008. – С. 188-192.
4. Протасов А.А. Пресноводный перифитон / А.А. Протасов. – Киев. Наукова Думка, 1994. – 306 с.
5. Разлуцкий, В.И. Биотопическое распределение кладоцер в озерах разного типа / В.И. Разлуцкий, Ж.Ф. Бусева // Весті НАН Беларусі. Сер. біял. навук. – 2007. – №2. – С. 95-100.
6. Скальская, И. А. Зооперифитон водоемов бассейна Верхней Волги / И.А. Скальская. – Рыбинск, 2002. – 256 с.
7. Kuczynska-Kippen, N. Zooplankton structure in architecturally differentiated macrophyte habitats of shallow lakes in the Wielkopolska Region, Poland / N. Kuczynska-Kippen // Oceanological and Hydrobiological Studies. – 2006. – Vol. XXXV, №2. – P. 179-191.

The comparison of the zooplankton qualitative and quantitative development was carried out in the overgrown littoral and in the littoral free of higher aquatic vegetation of mesotrophic lake. The species diversity and abundance in the area of overgrowing are higher due to the greater variety of ecological niches.

Вежновец В.В., ГНПО «НПЦ НАН Беларусі по биоресурсам», Минск, Беларусь, e-mail: vvv@biobel. bas-net.by; vezhn47@mail.ru.

Майсак Н.Н., ГНПО «НПЦ НАН Беларусі по биоресурсам», Минск, Беларусь, e-mail: vok-n@mail.ru.

УДК 599.73

**Дз. Я. Вінчэўскі, Ю. А. Лукашэнка**

### **ПЛЯМІСТЫ АЛЕНЬ (*Cervus nippon*) – НОВЫ ВІД-ІНТРАДУЦЭНТ У ФАУНЕ БЕЛАРУСІ**

Ні ў адным з даступных нам аглядаў сучаснай фауны Беларусі [1, 2] ў якасці населяючага нашу краіну не прыводзіцца плямісты алень (*Cervus nippon*). Мы упершыню сустрэлі групу з дарослага самца, трох самак і неполаваспелага самца 04.02.2016 г. ў в.Алекшыцы (Бераставіцкі р-н Гродзенскай вобл.). Алені харчаваліся на поле шматгадовых траў са скошанай пажухлай расліннасцю. Пры набліжэнні да іх на адлегласць каля 40 метраў, усе жывёлы скрыліся ў бліжэйшым змешаным лесе.

Від і полава-ўзроставы склад былі вызначаны дзякуючы палявому вызначальніку [3]. Дакументацыйныя здымкі і відэа з гэтай сустрэчы даступныя на сайце “Птушкі штодня” [4].

Пасля першай, адбыліся яшчэ некалькі сустрэч з гэтым відам у наваколлі в.Алекшыцы на розным удаленні (прыкладна да 1,5- 2 км па прамой) ад вальера, дзе яны спачатку ўтрымліваліся, ў розным колькасным і полава-ўзроставым складзе. Пасля супастаўлення фотаздымкаў розных груп, якія мы бачылі (апошняя сустрэча адбылася 20.04.2016 г.) цяпер вакол Алекшыц жыве група плямістых аленяў з не менш 14 асобін, якая паспяхова размнажаецца.

У 1988 годзе больш за 400 плямістых аленяў былі прывезены з Калінінграду на адмысловую ферму ў Кобрынскім раёне (Брэсцкая вобл.), адкуль некаторыя жывёлы ў наступныя гады паспяхова збягалі і назіраліся потым у навакольных лясах [5]. Аднак дагэтуль ніякага афіцыйнага пацверджання гэтых сустрэч няма.

Паводле паведамлення жыхароў в.Алекшыцы, некалькі плямістых аленяў купіў для наступнага развядзення старшыня мясцовага калгасу (СПК) у пачатку 2000-х гг., праз нейкі час яны ўсе збеглі з вальеры, ў якой утрымліваліся, і цяпер трымаюцца на рознай адлегласці ад яе як дзікія жывёлы.

На жаль, гэта від-інтрадукт не толькі для Беларусі, але і ўвогуле для нашага кантыненту, бо абарыгенныя папуляцыі жылі толькі ў розных краінах Усходняй Азіі [6].

Гісторыя інтрадукцыі плямістага аленя ў Еўропе спачатку для аздаблення паркаў арыстакратаў, а потым і для павелічэння колькасці паляўнічых відаў, налічвае больш за 150 гадоў. Цяпер гэты від жыве па-за натуральным арэалам у прыродзе Аўстрыі, Бельгіі, Германіі, Даніі, Францыі, Вялікабрытаніі, Ірландыі, Нідэрландаў, Швайцарыі, Нарвегіі, Фінляндыі, Румыніі, Польшчы, Латвіі, Літвы і Эстоніі, а таксама ў Расіі, ЗША, на Філіпінах і ў Новай Зеландыі [6].

З 1918 па 1972 гг. у розных краінах Усходняй Еўропы было выпушчана 2400 плямістых аленяў (Павлов і др., 1974 цыт. па [6]). Добра акліматызаваныя папуляцыі віду існуюць ва Украіне і ў еўрапейскай частцы Расіі

(Падмаскоўе). Прычым наступныя інтрадукцыі працягваліся ў розных частках Расіі на захад ад Урала і ў 1990-х гадах. У Польшчы першыя паспяховыя спробы выпуску плямістых аленяў у прыроду адбыліся яшчэ ў 1895 і 1905 гг., у Літве – ў 1954 г., у Эстоніі - ў 1956 г. [6].

Як і іншыя віды-інтрадукцэнты, плямістыя алені не “прыціраліся” да абарыгенных відаў пад час доўгай сумеснай эвалюцыі, таму іх экалагічная ніша можа значна перакрывацца з нашымі відамі парнакапытных: благородным аленем (*Cervus elaphus*), казуляй (*Capreolus capreolus*) ці нават ласём (*Alces alces*). Агрэсіўныя паводзіны плямістых аленяў да іншых блізкіх відаў парнакапытных былі адзначаны ў некалькіх еўрапейскіх краінах і пераважна назіраліся ў адносінах меншых памераў казуляў, якіх алені паспяхова праганялі з лепшых месцаў для харчавання. У некаторых выпадках менавіта з павелічэннем шчыльнасці гэтага аленя – інтрадукцэнта звязваюць змяншэнне шчыльнасці казулі [6].

Плямісты алень аказаўся таксама агрэсіўным і паспяховым канкурэнтам лані (*Dama dama*). Напрыклад, у Чэхіі на працягу 12 гадоў пасля выпуску плямістых аленяў у прыроду на тэрыторыі Заходняй Багеміі, да гэтага шматлікая папуляцыя лані амаль цалкам знікла [6].

Акрамя гэтага, адзначана паспяховае гібрыдызацыя паміж плямістым і благородным аленямі ў Шатландыі, што прывяло да значных зменаў у генатыпе апошніх, бо цяпер там жывуць і размнажаюцца потомкі гібрыдаў, якія ў рознай ступені звязаны з абодвума відамі [6].

Хаця ў большасці еўрапейскіх краін натуралізаваныя папуляцыі віда збольшага аселяюцца, ў Польшчы адзначаны перамяшчэнні аленяў нават на 160 км [6]. Таму цяжка прадказаць наступныя перамяшчэнні нашых аленяў пры іх натуральным рассяленні.

На наш погляд, вельмі важна, каб плямісты алень як від-інтрадукцэнт нарэшце афіцыйна “з’явіўся” ў нашай фауне і яго далейшы лёс маглі вырашыць спецыялісты.

#### Спісок літаратуры

1. Кучмель, С.В. Определитель млекопитающих Беларуси / С.В. Кучмель, Л.Д. Бурко, Б.П. Савицкий // Минск: БГУ, 2007. – 168 с.
2. Гричик, В.В. В.В. Животный мир Беларуси. Позвоночные / В.В. Гричик, Л.Д. Бурко// Минск: Изд. Центр БГУ, 2013. – 399 с.
3. Macdonald, D.W. Mammals of Britain and Europe. Collins Field guide / D.W. Macdonald, P. Bارتett // L.: Harper Collins Publishers – 1993. – 312 P.
4. Вінчэўскі, Дз. На Гарадзеншчыне адзначаны від звяроў, якога няма ў афіцыйных спісах фауны Беларусі + VIDEO. “Птушкі штодня” [Электронны рэсурс]. – Рэжым доступа: <http://birdwatch.by/news/9677> Дата доступа: 30.05.2016
5. В.Пракапчук – асабістае паведамленне.
6. McCullough, D.R., S. Takatsuki, K. Kaji (eds) Sika Deer: Biology and Management of Native and Introduced Populations. Springer– 2009. DOI: 10.1007/978-4-431-09429-6\_39 [Электронны рэсурс]. – Рэжым доступа: <http://link.springer.com/book/10.1007/978-4-431-09429-6> Дата доступа: 30.05.2016.

During 04.02.- 20.04.2016 we had several observations of SikaDeers (*Cervus nippon*) in Berastavica district of Hrodna region (W Belarus), which are the first observations of that introduced species in Belarusian nature with photo and video proofs.

Вінчэўскі Дз.Я., Гродзенскае абласное аддзяленне ГА “Ахова птушак Бацькаўшчыны”, Гродна, Беларусь, e-mail: harrier@tut.by.

Лукашэнка Ю.А., Гродзенскае абласное аддзяленне ГА “Ахова птушак Бацькаўшчыны”, Гродна, Беларусь, e-mail: harrier@tut.by.

УДК 598.3/4.063 (476)

К. В. Гомель

#### ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ВОДНО-БОЛОТНЫХ ПТИЦ г. МИНСКА

Состав отрядов, семейств, видовое богатство птиц, как и других живых организмов определенного региона или местности отражают их роль в поддержании видового разнообразия. Таксономическая структура водно-болотных (ВБ) птиц города в том числе отражает его роль для птиц в разные периоды их жизни (гнездовой период, миграции, зимовка). Информация о видах птиц города является важной для решения вопросов, связанных с экологической безопасностью, так как птицы, и в частности водно-болотной группы, могут являться источником как вирусных, так и паразитарных заболеваний [1, 2]. Таксономическая структура

может быть использована для оценки адаптации птиц к новым условиям в рамках нарастающего давления деятельности человека на окружающую среду.

К ВБ птицам Беларуси в соответствии с перечнем IWC (The International Waterbird Census) [3] относятся представители 19 семейств: Гагаровые (Gaviidae), Поганковые (Podicipedidae), Пеликановые (Pelecanidae), Баклановые (Phalacrocoracidae), Цаплевые (Ardeidae), Аистовые (Ciconiidae), Ибисовые (Threskiornithidae), Фламинговые (Phoenicopteridae), Утиные (Anatidae), Журавлиные (Gruidae), Пастушковые (Rallidae), Кулики-сороки (Haematopodidae), Шилоклювковые (Recurvirostridae), Авдотковые (Burhinidae), Тиркушковые (Glareolidae), Ржанковые (Charadriidae), Бекасовые (Scolopacidae), Чайковые (Laridae), Крачковые (Sternidae). Указанные семейства относятся к 8 отрядам, включают в себя 66 родов птиц, представлены 125 видами. К гнездящимся относятся 75 видов (60% от общего числа ВБ птиц Беларуси) [4, 5, 6].

На основе анализа собственных результатов исследований (2006-2013 гг.) и анализа литературных данных установлено, что видовой состав водно-болотных птиц г. Минска включает 73 вида (58,4% от общего числа водно-болотных птиц Беларуси), представленных 7 отрядами (87,5% от общего числа отрядов), 12 семействами (63,2% от общего числа семейств), 44 родами (66,7% от общего числа родов) [7,8,9,10,11,12]. В качестве гнездящихся отмечены 29 видов птиц, что составляет 39,7 % от общего числа ВБ видов птиц г. Минска и 38,7% от общего числа гнездящихся видов ВБ птиц Беларуси. На зимовке отмечено 33 вида ВБ птиц. Статус пролетных имеют 52 вида. К редким залетным видам отнесены 8 видов (морская чернеть (*Aythya marila*), обыкновенный турпан (*Melanitta fusca*), обыкновенная гага (*Somateria mollissima*), красноносый нырок (*Netta rufina*), огарь (*Tadorna ferruginea*), пеганка (*Tadorna tadorna*), круглоносый плавунчик (*Phalaropus lobatus*), полярная крачка (*Sterna paradisaea*).

Среди отмеченных отрядов ВБ птиц г. Минска наибольшая доля семейств приходится на ржанкообразных (Charadriiformes) (41,7 % от общего числа семейств ВБ птиц г. Минска). Все остальные отряды включают, в основном, по одному семейству. По количеству видов преобладают отряды Ржанкообразные (31 вид, 42,5% от общего числа видов в Минске) и Гусеобразные (Anseriformes) (24 вида, 32,9%). За ними следуют отряды Журавлеобразные (Gruiformes) (6 видов, 8,2%), Аистообразные (Ciconiiformes) и Поганкообразные (Podicipediformes) (по 5 видов, 6,8%). Отряды Гагарообразные (Gaviiformes) и Веслоногие (Pelecaniformes) представлены одиночными видами.

По количеству видов, отмеченных на гнездовании в г. Минске, преобладают отряды Ржанкообразные (12 видов), Гусеобразные (6) и Журавлеобразные (6). Для отряда Поганкообразные отмечено 3 гнездящихся вида, для отряда Аистообразные – 2 гнездящихся вида.

На основании проведенной характеристике таксономической структуры ВБ птиц г. Минска можно говорить, что орнитокомплекс птиц данной группы характеризуется высоким видовым богатством. Последнее указывает на наличие в г. Минске благоприятных условия для обитания птиц рассматриваемой группы в разные периоды их жизни.

#### Список литературы

1. Miller, M.P. Intercontinental genetic structure and gene flow in Dunlin (*Calidris alpina*), a potential vector of avian influenza / M.P. Miller, S.M. Haig, T. D. Mullins, L. Ruan, B. Casler, A. Dondua, H. R. Gates, J. M. Johnson, S. Kendall, P. S. Tomkovich, D. Tracy, O. P. Valchuk, R. B. Lanctot // Evolutionary Applications. – 2014. – № 8. – P. 149 – 171.
2. Бээр, С.А. Церкариозы в урбанизированных экосистемах / С. А. Бээр, М. В. Воронин. – М.: Наука, 2007. – 240 с.
3. Delany, S. Guidance on waterbird monitoring methodology: Field Protocol for waterbird counting / S. Delany. – Wetlands International, 2010. – 25 p.
4. Никифоров, М.Е. Птицы Беларуси на рубеже XXI века: статус, численность, распространение / М.Е. Никифоров [и др.]. – Минск: Королев Н.А., 1997. – 188 с.
5. Аховаптушакбацькаўшчыны [Электронный ресурс] / Вызначальнік. – Мінск, 2013. – Режим доступа: <http://www.ptushki.org/guide.html>. – Дата доступа: 20.11.2013.
6. Яковец, Н.Н. Новый гнездящийся вид ББЧ для Беларуси / Н.Н. Яковец // Проблемы сохранения биологического разнообразия и использование биологических ресурсов: Материалы II-ой международной научно-практической конференции. Сб. науч. работ, Минск, 22-26 окт. 2012 / НАН РБ, инст. эксперим. ботаники им. В.Ф. Купревича, НПЦ по биорес., ЦБС, инст. леса; редкол.: В.И. Парфенов [ и др.]. – Минск, Минсктиппроект, 2012. – С. 437 – 440.
7. Козулин, А.В. Анализ экологических особенностей крякв, зимующих на территории Белоруссии: автореф. ... дис. канд. биол. наук: 03.00.08 / А.В. Козулин – Ленинград, 1988. – 18 с.
8. Популяционная изменчивость фаунистических комплексов и доминирующих видов животных в естественных и антропогенных ландшафтах Минской области: отчет о НИР (заключ.) / Бел. гос. пед. унив-т им. Максима танка; рук. темы А.В. Хандогий. – Минск, 2010. – 184 с. – № ГР 20061924.
9. Юрко, В.В. Видовой состав, статус и сроки миграции куликов города Минска / В.В. Юрко // Фауна и экология птиц бассейна реки Западная Двина Fauna and ecology of birds of the Western Dvina river basin: Материалы междунар.

- науч. конф., 5-7 дек. 2000 г., [ г. Витебск / Редкол.: А.М.Дорофеев (отв. ред.) и др. – Витебск : Изд-во ВГУ, 2000. – С. 103. – 106.
10. Юрко, В.В. Зимующие водоплавающие и околоводные птицы Минска / В.В. Юрко // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2001. – № 1. – С. 121 – 125.
  11. Хандогий, А.В. Атлас-определитель птиц Минской возвышенности / А.В. Хандогий, Д.А. Хандогий. – Минск, БГПУ, 2007. – 147 с.
  12. Охраняемые виды животных Минской возвышенности: методические рекомендации к полевой практике по зоологии на агробиостанции «Зеленое» / О.Р. Александрович [и др.]. – Минск, БГПУ, 1997. – 21 с.

The taxonomic structure of waterbirds of Minsk city was shown. It was found that community of waterbirds of Minsk has high degree of species richness. The last indicates that Minsk city has favorable habitats for waterbirds in different periods of their life.

Гомель К.В., ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», Минск, Беларусь, e-mail: ural-science@yandex.by.

УДК 599.4

**В. С. Дякова, О. В. Янчуревич**

### **ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ РУКОКРЫЛЫХ РЕСПУБЛИКАНСКОГО ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА «ОЗЕРЫ» (ГРОДНЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ, БЕЛАРУСЬ)**

Рукокрылые являются составной частью многих биогеоценозов, входят как одно из звеньев в различные пищевые цепи, а рациональное использование и охрана природных сообществ невозможны без полного знания их структуры и функционирования [1]. Составление фаунистических списков является одним из важнейших направлений зоологических исследований. Рукокрылые в Беларуси распространены повсеместно, но территория Гродненской области в этом отношении мало изучена [2].

ГПУ «Республиканский ландшафтный заказник «Озеры» расположен на северо-востоке Гродненского района Гродненской области (Беларусь) у границы с Литвой и имеет площадь 23 870,9 га. Заказник создан в целях сохранения в естественном состоянии уникального ландшафтного комплекса с редкими видами растений и животных, внесенными в Красную книгу Республики Беларусь. Однако в списке видов животных, обитающих на данной особо охраняемой природной территории, не приводится рукокрылых, что отражает актуальность проведенного исследования и, на наш взгляд, дает возможность увеличить не только список видов териофауны заказника, но и найти редкие для Беларуси виды. Так, наличие дуплистых деревьев на территории заказника предполагает обитание здесь видов летучих мышей, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь (2015) [3].

Целью данной работы являлось выявление видового состава рукокрылых и их распределение по биотопам на территории ГПУ «Республиканский ландшафтный заказник «Озеры» (Гродненская область, Беларусь). Исследования проводили летом 2014 – 2015 годов на территории ГПУ «Республиканский ландшафтный заказник «Озеры». Определение рукокрылых осуществляли с помощью ультразвукового детектора в восьми стационарных точках, охватывающих разные типы биогеоценозов: сосновый лес, смешанный лес, берег озера Белое с выходом в яхт-клуб и детский санаторий, кладбище, расположенное в смешанном лесу, и окрестности деревни Новая Руда (лесной массив).

В результате проведенного исследования нами было зарегистрировано 7 видов рукокрылых, относящихся к семейству Гладконосые (*Vespertilionidae*): вечерница рыжая – *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774), ночница водяная – *Myotis daubentoni* (Kuhl, 1817), ушан бурый – *Plecotus auritus* (Linnaeus, 1758), кожан двухцветный – *Vespertilio murinus* (Linnaeus, 1758), нетопырь-карлик – *Pipistrellus pipistrellus* (Schreber, 1774), ночница усатая – *Myotis mystacinus* (Kuhl, 1817) и широкоушка европейская – *Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774). Наиболее часто встречаемыми видами рукокрылых являются вечерница рыжая (*Nyctalus noctula*) и кожан двухцветный (*Vespertilio murinus*), которые отмечены во всех исследованных биотопах на территории заказника «Озеры». В двух биотопах зарегистрированы 2 вида рукокрылых занесенные в Красную книгу Республики Беларусь (2015) [3]: ночница усатая – *Myotis mystacinus* и широкоушка европейская – *Barbastella barbastellus*.

Вечерница рыжая – *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774) самый обычный и распространенный вид рукокрылых в Беларуси. Размещение и численность в летнее время определяется наличием древесной растительности. Предпочтение отдают старым дуплистым липам, однако заселяют дупла и других пород, в том числе и сосны. Покинув убежище, отправляются на водопой к ближайшему водоему, после чего начинают кормиться [2]. Вид отмечен во всех восьми исследованных биотопах.

Ночница водяная – *Myotis daubentoni* (Kuhl, 1817) массовый вид, встречается на всей территории Беларуси. Поселяется вблизи рек, озер, прудов, небольших лесных ручьев. В конце марта – начале апреля появляется в летних убежищах: в дуплах деревьев, на чердаках, за деревянной обшивкой построек [2]. Обычно самки и самцы обитают вместе, иногда самцы образуют отдельные колонии. Кормятся недалеко от убежищ. Неоднократно отмечалась в пойме и на озере Белом.

Ушан бурый – *Plecotus auritus* (Linnaeus, 1758) в Беларуси распространен повсеместно. Способен селиться в самых разнообразных убежищах: в дуплах, под отставшей корой, на чердаках, за ставнями и наличниками окон. Не образует больших колоний. В летних убежищах появляется рано, в конце марта – начале апреля. Охотится без перерыва всю ночь на лесных опушках, полянах, просеках, в кронах деревьев, над тихими водоемами.

Кожан двухцветный – *Vespertilio murinus* (Linnaeus, 1758) также массовый вид, встречается на всей территории республики. Появляется в Беларуси во второй половине мая, при этом самки прилетают раньше самцов. Летние убежища расположены под карнизами, ставнями, наличниками окон, за деревянной обшивкой, реже дупла деревьев заселяются самками, во второй декаде мая, самцами во второй декаде июня. Вид отмечен во всех восьми исследованных биотопах.

Нетопырь-карлик – *Pipistrellus pipistrellus* (Schreber, 1774) самый мелкий вид рукокрылых в Беларуси. Встречается на всей территории, однако, по литературным данным, в западных областях численность его выше, чем в восточных. В Беларуси появляются во второй половине мая. Летние убежища устраивает за деревянной обшивкой стен, под карнизами, за ставнями, реже в дуплах деревьев (со щелевидными отверстиями). Самки обычно образуют колонии (30–50 особей), часто с другими видами рукокрылых.

Ночница усатая – *Myotis mystacinus* (Kuhl, 1817) самый мелкий представитель рода ночниц. Вид занесен в Красную книгу Республики Беларусь (III категория охраны). Вся территория республики находится в пределах ареала вида. Меховой покров длинный, густой, на спине с шелковистым блеском. Общий тон окраски спины от палево-рыжего до коричнево-бурого, на брюшке серо-белесый. Известны случаи зимовки в Беловежской пуше [2]. Отмечена на территории заказника в старом сосновом лесу.

Широкоушка европейская – *Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774). Вид занесен в Красную книгу Республики Беларусь (II категория охраны). Восточная граница ареала этого вида на территории Беларуси охватывает западные районы Брестской и Гродненской областей. Летучая мышь мелких размеров. Летом поселяется рядом с водоемами и водотоками с обильными прибрежными зарослями деревьев и кустарников. Отмечена нами на берегу озера Белое в смешанном лесу около яхт-клуба [2].

Общность видового состава рукокрылых исследованных биотопов заказника «Озеры» определяли по коэффициенту Жаккара (рисунок 1). Анализ показал, что наибольшее сходство отмечено между биотопами Б-1 (смешанный лес) и Б-2 (берег о. Белое) (на берегу озера Белое находится смешанный лес и по типу древостоя они практически одинаковые, присутствуют старые дуплистые деревья), а также биотопы Б-6 (деревня Новая Руда) и Б-7 (санаторий Озёрный) – полное соответствие (рисунок 1). Деревня Новая Руда и санаторий «Озёрный» характеризуются однотипностью прилегающих фитоценозов.

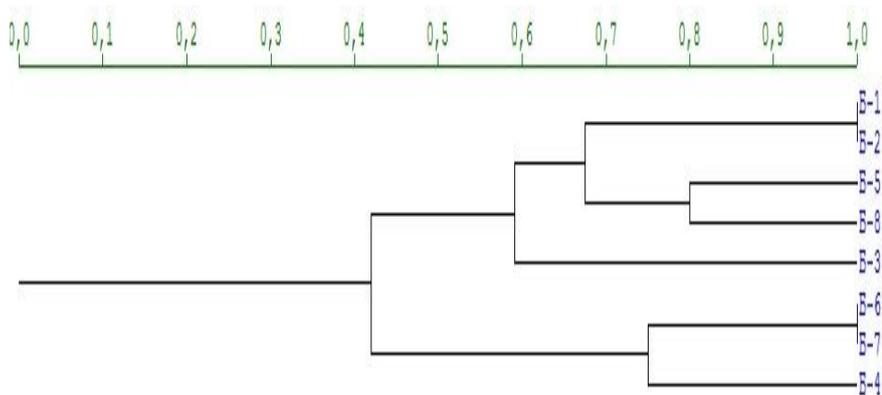


Рисунок 1 – Сходство видового состава рукокрылых исследованных биотопов заказника «Озеры»

Также нами проведена оценка видового разнообразия рукокрылых по индексу Шеннона. Наибольшее его значение отмечено в биотопе Б-5 – кладбище в смешанном лесу ( $H=2,3$ ), вокруг которого находятся старые дуплистые деревья. Кладбище редко посещается людьми, низкий уровень шума, т.е. фактор беспокойства минимальный. В прилегающем лесу много убежищ и обилие корма. Все это привлекает в данный биотоп летучих мышей.

Таким образом, на территории ГПУ «Республиканский ландшафтный заказник «Озёры» зарегистрировано 7 видов рукокрылых, относящихся к семейству Гладконосые (*Vespertilionidae*): вечерница рыжая – *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774), ночница водяная – *Myotis daubentoni* (Kuhl, 1817), ушан бурый – *Plecotus auritus* (Linnaeus, 1758), кожан двухцветный – *Vespertilio murinus* (Linnaeus, 1758), нетопырь-карлик – *Pipistrellus pipistrellus* (Schreber, 1774), ночница усатая – *Myotis mystacinus* (Kuhl, 1817) и широкоушка европейская – *Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774).

#### Список литературы

1. Бурко, Л.Д. Позвоночные животные Беларуси / Бурко Л.Д., Гричик В.В. – Минск: БГУ, 2003.
2. Демянчик, В.Т. Рукокрылые Беларуси: справочник-определитель / В.Т. Демянчик, М.Г. Демянчик. – Брест: С. Лавров, 2000. – 216 с.
3. Красная книга Республики Беларусь. Животные: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / гл. ред.: И.М. Качановский (предс.), М.Е. Никифоров, В.И. Парфенов [и др.]. – 4-е изд. – Минск: Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – С. 133 – 134.

On the territory of the GPU «National Landscape Reserve «Lake» found 7 species of bats belonging to the family Vespertilionidae (*Vespertilionidae*): *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774), *Myotis daubentoni* (Kuhl, 1817), *Plecotus auritus* (Linnaeus, 1758), *Vespertilio murinus* (Linnaeus, 1758), *Pipistrellus pipistrellus* (Schreber, 1774), *Myotis mystacinus* (Kuhl, 1817), *Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774).

Дякова В.С., Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь.

Янчуревич О.В., Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: oyanch@mail.ru.

УДК 598.2

#### В. В. Ивановский

#### ГНЕЗДОВАЯ ЭКОЛОГИЯ ВОРОНА (*CORVUS CORAX*) НА СЕВЕРЕ БЕЛАРУСИ

В 1999–2014 г.г. в Витебской области Беларуси было обследовано 43 гнезда ворона (*Corvus corax*). В этом регионе ворон населяет различные биотопы: по 14% гнезд располагалось на лесных островах среди болот, на кладбищах и ЛЭП среди агроландшафтов; 11,5% – по опушкам лесов различных типов (в основном сосновых); 9,3% на выработанных и заброшенных торфокарьерах; по 7% приходится соответственно на берега верховых болот, защитные полосы вдоль автомобильных и железнодорожных дорог, берёзовые рощи среди полей, насаждения в населённых пунктах; по 2,3% приходится на сосняки багульниковые по окраинам верховых болот, кустарниковые заросли среди полей у свалок, вырубки с одиночными деревьями, противопожарные и триангуляционные вышки среди лесов. Если обобщить эти данные, то на естественные природные ландшафты приходится только 39,5% гнездовых биотопов, а на антропогенные ландшафты – 60,5%. Из 43 осмотренных гнезд основная масса (46,5 %) была построена на соснах, в основном на живых деревьях; 16,3 % - на опорах ЛЭП (как на бетонных, так и на металлических), триангуляционных и наблюдательных противопожарных вышках. Высота расположения гнезда колебалась от 2,5 м (заросли кустарников рядом со свалкой) до 32 м (триангуляционная вышка) над землей, в среднем составила  $13,9 \pm 1,0$  м ( $n=35$ ). Гнезда на деревьях, как правило, строятся на боковых ветвях у ствола – 46,5%.

Брачные игры вороны совершают в феврале в районе своих гнёзд. Отмечалась постройка гнезда 15.02.2009 г. в окрестностях г.п. Шумилино. Кладка начинается в первых числах марта (15.03.2011 г. в окрестностях д. Сокольники Витебского района ворон уже насиживал). В кладках ( $n=15$ ) 3–5 яиц, в среднем  $3,9 \pm 0,2$  яйца на кладку. Вылупление птенцов начинается в последних числах марта – первой декаде апреля. 29.04.2006 (Шумилино) три ещё не оперённых птенца, один, величиной с кулак, крупнее остальных. В выводках с недавно вылупившимися птенцами нами отмечено от 2-х до 5-и птенцов, в среднем  $3,2 \pm 0,2$  птенца на выводок ( $n=19$ ). В середине апреля в большинстве гнезд птенцы уже полуоперены. 29.04.2000 (Бешенковичи) - обнаружено четыре слетка. Три птенца в возрасте 3–5 дней были осмотрены 2.05.2002 г. (Дымовщина), у них начали пробиваться контурные перья. 5.05.2001 (Вальки) – птенцы оперены, один спрыгнул на землю; 9.05.2002 (Козьяны) в гнезде два птенца - один из них был уже оперен, второй по развитию оперения отстал наполовину, раскрывал клюв, просил пищи. Пять птенцов в гнезде осмотрено 9.05.2008 (Козьяны) – они были полностью оперены с не доросшими рулевыми и маховыми, один из птенцов спланировал из гнезда. Четыре птенца 15.05.1999 (Рассолай) – полностью оперены, основания рулевых и

маховых в трубочках, вылет примерно через неделю, один более активный птенец спрыгнул с гнезда. 20.05.2007 (Козьяны) четыре полностью оперенных птенца, накануне вылета, стоят в гнезде. Четыре слетка наблюдалось 25.05.1999 (Промыслы), при подъеме к гнезду, два спланировали на 50 м, были окольцованы и оставлены на земле. Размеры слётков: 1) длина тела – 470, размах крыльев – 1100, крыло – 330, хвост – 190, цевка – 65, клюв – 60 мм; 2) длина тела – 460, размах – 1040, крыло – 315, хвост – 180, цевка – 60, клюв – 65 мм. 27. 06. 2004 (Кабаны) слетки давно вылетели, птиц у гнезда нет. На одну пару, приступившую к гнездованию, приходится от 0-я до 4-х слётков, в среднем  $2,6 \pm 0,3$  слётка на пару ( $n=17$ ). Регулярно отмечаются поздние выводки, возможно из повторных кладок.

На основании анализа погадок и остатков добычи взрослых воронов и птенцов у них встречены следующие объекты питания: падаль (лось, кабан, домашний скот), мелкие млекопитающие (грызуны и насекомоядные), птенцы мелких и средних птиц, яйца (в основном пластинчатоклювых и тетеревиных), рыба (в основном мелкие карповые), насекомые (крупные жуки, пластинчатоусые, мертвоеды), моллюски (беззубка), семена культурных злаков и ягоды клюквы [2]. Зимой вороны постоянно наблюдаются на падали и привадах, где составляют конкуренцию беркуту и орлану-белохвосту.

Ворон встречен в добыче беркута, ястреба-тетеревятника и орлана-белохвоста. В питании этих хищников на его долю приходится соответственно 0,8, 0,6 и 0,3 % [1].

Чтобы проследить динамику некоторых параметров экологической ниши ворона в Белорусском Поозерье сравним данные за 1975–1988 гг. [2] и данные за 1999–2014 гг., приведённые в данной работе. Сравнительный анализ этих данных однозначно говорит о том, что популяция воронов всё больше осваивает культурный ландшафт: доля природных ландшафтов в гнездовых биотопах сократилась с 74 до 34,8 %, а доля антропогенных ландшафтов увеличилась с 26 до 65,2 %. То же можно сказать о местах постройки гнезда, список которых увеличился с 7-и до 9-и. Характерно, что количество гнёзд на опорах ЛЭП увеличилось с 9 до 14 %. Уменьшение гнёзд на вышках связано с тем, что теперь вместо триангуляционных вышек используют наземные реперы, деревянные вышки не ремонтируют и большая их часть уже разрушилась. Характеристики гнезд воронов кардинальных изменений не претерпели. Высота расположения гнёзд также практически не изменилась: 3,5–40 м, в среднем 19 м ( $n=55$ ) [2] и 2,5–32 м, в среднем  $13,9 \pm 1,0$  м ( $n=35$ ). Проанализируем ещё один очень важный параметр, а именно продуктивность: среднее количество слётков на приступившую к размножению пару. Для периода 1999–2014 гг. она равна  $2,6 \pm 0,3$  слётка ( $n=17$ ), а для периода 1975–1988 г. эти данные не приводятся [2]. Но для пар воронов, успешно закончивших гнездование, этот показатель в 1999–2014 г. составил в среднем 2,9 слётка ( $n=15$ ), то есть, он абсолютно такой же – 2,9 слётка, как и в 1975–1988 годах ( $n=16$ ) [2]. Успех размножения контролируемой части популяции воронов для 1999–2014 г. равен 88,2 % ( $n=17$ ), т.е. этот показатель довольно высокий. Для периода 1975–1988 гг. этот показатель не приводится [2].

Таким образом, ворон в Белорусском Поозерье является очень пластичным процветающим видом, который, по сравнению с предыдущим периодом исследований, не только сохранил численность в естественных ландшафтах, но и успешно осваивает антропогенные и урбанизированные территории.

#### Список литературы

1. Ивановский, В.В. Хищные птицы Белорусского Поозерья: монография / В.В. Ивановский – Витебск: УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2012. – 209 с.
2. Ивановский, В.В. Материалы к гнездовой экологии ворона на севере Белоруссии / В.В. Ивановский, А.К. Тишечкин // Врановые птицы в естественных и антропогенных ландшафтах: Матер. 2-го Всесоюз. совещ. – Липецк, 1989. – Ч. 3. – С. 6–8.

We analyzing our data about selection of the biotops and places of the building nests, as well as phenology, success of the breeding, and natural enemies of the Ravens at the Northern Belarus for 1999–2014.

Ивановский В.В. Витебский государственный университет имени П.М. Машерова, Витебск, Беларусь, e-mail: [ivanovski@tut.by](mailto:ivanovski@tut.by).

УДК 630.1.06

**А. И. Козорез**

#### **СОСТОЯНИЕ НАЛИБОКСКОЙ СУБПОПУЛЯЦИИ ЗУБРОВ**

Зубр (*Bison bonasus*) исторически обитал на территории Налибокской (Литовской) пуши. Так на слон датируемые XVI веком в Новоградке приходится максимум останков добытых зубров [1]. К концу XVIII в.

зубр, на территории Налибокской пуши, как и в целом по республике был истреблен. Вселение зубров на территорию Налибокской пуши было произведено в феврале 1994 года. Всего было завезено 5 самцов в возрасте 1,5 – 6 лет и 10 самок в возрасте 2 – 8 лет. Одним из основных залогов успешной реакклиматизации зубра в Налибокской пуше была обусловлена удачным выбором участка. Налибокская пуша является одним из узлов расселения крупных копытных в юго-западной части республики и заходы зубров на ее территорию отмечались еще задолго до завоза [2].

Весь период развития Налибокской субпопуляции можно разделить на 2 этапа. 1 этап – это собственно завоз животных и содержание зубров под присмотром егерской службы ГОЛХУ «Воложинский опытный лесхоз». На данном этапе наблюдалось относительно стабильное развитие субпопуляции как в отношении роста численности, так и в качественном развитии субпопуляции. В 2005 году с образованием республиканского ландшафтного заказника «Налибокский» наступил качественно новый этап в развитии налибокской субпопуляции зубров. В результате резкого сокращения объемов биотехнических мероприятий и ухудшения пастбищ в месте реинтродукции, зубры начали довольно широко расходиться по лесному массиву. Налибокская популяция зубров стала одной из наиболее «диких», поскольку антропогенное воздействие на популяцию минимизировалось. В результате стадо зубров разделилось на две группы. Первая группа зубров осталась в северной части заказника, где производилось вселение, и диффузно распределилась по территории Воложинского и Ивьевского лесхозов. Основу данной группы составляют стада животных обитающих в районе урочищ «Тяково» и «Полосное». Данная группировка оценивается в 50 – 55 особей. Непосредственно в урочище «Тяково» обитает крупное стадо зубров численностью около 25 особей и один - два старых доминантных самца. Небольшие стада зубров, численностью до 10 особей обитают вблизи агроценозов у хутора Козлики, а также между деревнями Сивица и Углы. Одиночные самцы в возрасте более 10 лет и небольшие самцовые группы по 2 – 3 особи, как правило, широко бродят между местами обитания отдельных стад. Основная часть северной группировки зубров, с ноября по март собирается на подкормку в районе реинтродукции в урочище «Тяково». Такие перемещения носят явно выраженный характер сезонных кочевков.

Вторая группа зубров удалась в южную часть заказника (Столбцовский и Новогрудский районы) на расстояние более 16 км от места вселения и распалась на мелкие стада. Устойчивое стадо из самок и молодых особей, численностью около 10 особей, держится на агроценозах северо-западнее д. Клетиче. Крупный самцовый клан (9 особей), который периодически распадается на более мелкие группы, широко перемещается в южной части заказника, встречаясь от окрестностей д. Любча до озера Кромань и далее вплоть до южной границы Еремичского лесничества ГЛХУ «Новогрудский лесхоз» (урочище «Графская пуша»), что на расстоянии 8 км от крайней южной границы заказника. Южная группа зубров практически не посещает подкормку и существует в относительно естественных условиях на протяжении всего года. В целом можно отметить, что на территории Налибокской пуши зубры придерживаются лесных массивов, к которым прилегают агроценозы, представленные главным образом сенокосными и пастбищными угодьями.

Динамика численности зубров с момента выпуска до 2016 г. имеет положительную динамику. Численность зубров возросла с 15 в 1994 году до 89 особей в 2015 году.

Таблица 1 – Динамика воспроизводства зубров налибокской популяции.

Показатели	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Численность зубров, ос.	15	17	19	24	28	37	39	44	46	46	53	56
Количество телят, ос	3	3	6	5	7	6	5	8	7	6	8	5
Показатель рождаемости,%	20,0	17,6	31,6	20,8	25,0	16,2	12,8	18,2	15,2	13,0	15,1	8,9
Прирост, %		13,3	11,8	26,3	16,7	32,1	5,4	12,8	4,5	0,0	15,2	5,7
Показатели	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Среднее	
Численность зубров, ос.	54	60	67	63	76	79	79	80	88	89*	52,9	
Количество телят, ос	7	7	7	5	13	4	7	5	9	10	6,5	
Показатель рождаемости,%	13,0	11,7	10,4	7,9	17,1	5,1	8,9	6,3	10,2	11,2	14,4	
Прирост, %	-3,6	11,1	11,7	-6,0	20,6	3,9	0,0	1,3	10,0	1,1	9,2	

Примечание: \* - данные экспертной оценки на основании фотофиксации животных.

Небольшое снижение численности отмечалось дважды: в 2006 и в 2009 годах. Данное снижение приходилось на период образования и становления республиканского ландшафтного заказника «Налибокский».

Средний прирост популяции составил 9,0 %. Как показывает анализ динамики прироста, этот показатель для налибокской популяции имеет тенденцию к снижению. Наиболее максимальные приросты наблюдались сразу после вселения зубров. Затем темпы снизились вплоть до отрицательных значений.

Среднегодовое количество родившихся телят равняется 6,5 особи, максимальное количество телят отмечено в 2009 г – 13 особей, а минимальное в 1996 году – 3 особи. Всего с 1994 года по 2015 год родилось 143 теленка. Отелы у зубриц проходят как правило в мае-июне, что указывает на сжатые сроки прохождения яра. Усредненный многолетний показатель рождаемости зубров налибокской популяции, отражающий количество телят к общей численности субпопуляции, составил 14,4%, что близко к средним значениям по Беларуси (14,7%) и ниже чем у зубров, обитающих в Польше [1]. С момента реакклиматизации зубра в Налибокской пуце рождаемость варьировала от 5,1% до 31,6 % или изменялась в 6,2 раза. Низкие показатели рождаемости (ниже 10%) были отмечены для 3 из 18 лет, а относительно высокие (свыше 17%) для 5 лет. По данным мониторинга налибокской популяции показатель плодовитости в период с 2010 по 2015 год в среднем составил 30,4% (max - 56,5% в 2010 г., min - 16,0 в 2011 г.).

Половозрастная структура (таблица 2) характеризуется преобладанием полувзрослых животных (от 1,5 до 3,5 лет), среди которых преобладают самки. Доля взрослых животных по данным 2015 года составляет 44,9%, полувзрослых – 43,8%. На одного самца старше 1,5 лет приходится в среднем 2,0 самки. Следует отметить, что подобная структура характеризуется преобладанием молодняка и свидетельствует о том, что популяция омолаживается. В скором времени следует ожидать роста численности популяции за счет вступления в половую зрелость молодых особей и в частности самок.

Таблица 2 – Половозрастной состав налибокской субпопуляции зубров

Численность, ос	В том числе						Телята до 1 года
	Взрослые		Полувзрослые от 1,5 до 3,5 лет				
	Самцы	Самки	1,5 года		2,5 – 3,5 года		
			Самцы	Самки	Самцы	Самки	
85	11	29	4	7	12	16	10

За весь период формирования налибокской субпопуляции общие известные потери составили 46 зубров. Основными факторами убыли зубров являются селекционное изъятие (60,9%), браконьерство (15,2%), травмы (10,9%). В 2013 году установлен случай добычи ослабленной самки зубра волками, что свидетельствует о весьма высокой степени восстановления зубров как компонента биогеоценозов Налибокской пуцы.

В целом состояние налибокской субпопуляции можно охарактеризовать как хорошее. Основные параметры состояния и развития субпопуляции показывают, что основная цель – создание вольноживущей устойчивой популяции в Налибокской пуце достигнута. В настоящее время необходимо уделить особое внимание южной группировке налибокской субпопуляции зубров с целью ее укрепления и формирования на ее основе отдельной южно-налибокской субпопуляции.

#### Список литературы

1. Козло, П.Г. Зубр в Беларуси / П.Г. Козло, А.Н. Буневич; научн. Ред. В.П. Семенченко. – Минск, Беларус. Навука, 2009. – 318 с.
2. Козло, П.Г. Результаты мониторинга воложинской субпопуляции зубра (*Bison bonasus*) / П.Г. Козло, В.В. Шакун // Сахаровские чтения 2006 года: экологические проблемы XXI века: Материалы 6-й междунар. науч. конф. – Минск, 2006. – Ч. 1. – С 315 – 317.

Spend analysis of population status of bison living on the territory of the National Landscape Reserve "Nalibokskaya". Between 1994 and 2015 the number of population increased by 5.9 times. The population is characterized as stable and dynamically developing. The main purpose of introduction of bison - the creation of a stable population Naliboki Forest achieved. It requires special attention to the southern group Nalibokskaya bison population with the aim of strengthening and formation on its basis of a separate population.

Козорез А.И., учреждение образования Белорусский Государственный Технологический Университет, Минск, Беларусь, e-mail: s\_kozorez@mail.ru.

### ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП ЖУЖЕЛИЦ (COLEOPTERA: CARABIDAE) В МОЗАИКЕ ЛЕСНЫХ БИОЦЕНОЗОВ

Жужелицы являются одной из доминирующих групп напочвенных беспозвоночных в лесных экосистемах. Известно, что в пределах биоценоза виды выбирают подходящие по микроклиматическим характеристикам микростации [1]. Такие параметры окружающей среды как гидротермические свойства почвы, доступность пищевых ресурсов, конкурирующие организмы, структура травянистого яруса растений и свойства подстилки влияют на распределение и численность жесткокрылых в лесных биоценозах [1, 2, 3].

Различные виды жужелиц объединяются в экологические группы в зависимости от своих экологических предпочтений и морфологических адаптаций к обитанию в определенных условиях среды. Наиболее детально в этом направлении исследованы морфологические типы жужелиц [4], а также их отношение к водному режиму почв и влажности биоценозов в целом [5, 6].

В 2015 г. в трех типах широколиственных лесов в Беловежской пуще была предпринята попытка выяснить особенности пространственного распределения экологических групп жужелиц (тип жизненной формы + тип гигропреферендума [4, 6]), в зависимости от микроклиматической и структурной неоднородности биоценозов. Жесткокрылых отлавливали в дубраве кисличной, грабняке кисличном и грабняке зеленчуковом ловушками Барбера на протяжении всего вегетационного сезона. Для оценки различий в численности экологических групп жужелиц в трех типах леса, а также структурных неоднородностей в пределах каждого типа, использовался дискриминантный анализ. Среди факторов, формирующих мозаичность в пространственной структуре лесных биоценозов и оказывающих влияние на распределение жужелиц, исследовались влажность почвы и подстилки, запас подстилки, муравьи рода *Myrmica* (*M. ruginodis* + *M. rubra*), запас мертвой древесины и проективное покрытие живого напочвенного покрова. Их связь с экологическими группами жужелиц оценивалась методом множественной регрессии на  $\log(X + 1)$  трансформированных данных. Всего в анализ включено 14 групп жужелиц с численностью не менее 30 экз.

Дискриминантный анализ выявил сильные отличия в численности экологических групп жужелиц в широколиственных лесах пущи ( $Wilks' \lambda = 0,002$ ,  $F_{28,3} = 20,50$ ,  $P < 0,001$ ). На диаграмме рассеяния (рисунок) видно, что центроиды разных типов леса расположены на значительном расстоянии друг от друга. При этом метки в пределах даже одного типа леса оказались рассеянными в координатном пространстве, характеризую агрегированное распространение различных экологических групп жужелиц и их приуроченность к определенному типу леса.

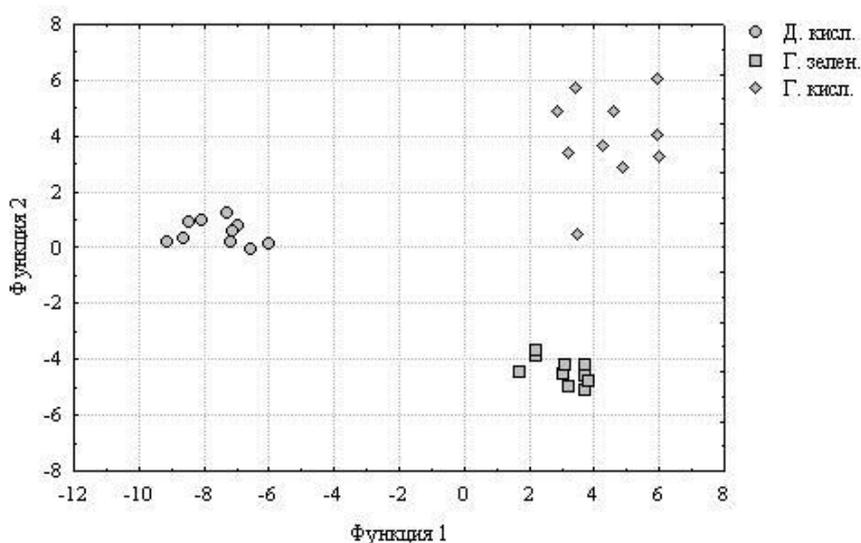


Рисунок – Распределение меток биотопов в плоскости двух первых дискриминантных функций

Регрессионный анализ установил некоторые зависимости между распределением экологических групп жужелиц и параметрами окружающей среды. Полученные уравнения множественной регрессии были значимыми ( $P < 0,05$ ) для всех экологических групп жужелиц, за исключением мезоксерофильных

эпигеобионтов ходящих, подстилочных гигрофилов ( $P = 0,053$ ) и мезофилов, а также геохортобионтов гарпалоидных.

Подстильно-почвенные гигрофилы, геобионты роющие, представленные в анализе мезогигрофильным видом *Dyschirius globosus*, а также поверхностно-подстилочные мезофилы и гигрофилы были приурочены к более влажной почве ( $P < 0,05$ ). Отрицательная связь с влажной почвой отмечена для подстилочных мезогигрофилов, подстилочных мезофилов и мезофильных эпигеобионтов ходящих ( $P < 0,05$ ).

На распределение многих групп жувелиц оказало влияние наличие и запас мертвой древесины в микростациях. Так, отмечено достоверное увеличение численности мезогигрофильных эпигеобионтов ходящих, поверхностно-подстилочных и подстилочных мезогигрофилов, подстилочных мезоксерофилов и подстильно-почвенных мезофилов. Увеличение запаса подстилки не оказало значимого эффекта ни на одну из экологических групп жувелиц, а в микростациях с хорошо развитым травянистым ярусом растений зафиксирована более низкая численность подстилочных мезоксерофилов ( $P = 0,019$ ).

С увеличением численности муравьев рода *Myrmica* наблюдается увеличение ( $P < 0,05$ ) численности подстилочных мезогигрофилов. Вероятно, это в большей степени связано со сходными требованиями к условиям обитания, чем с наличием трофической связи между указанной группой жувелиц и муравьями *Myrmica* (хотя это требует дополнительных исследований).

Следует отметить, что распределение экологических групп жувелиц в мозаике биоценозов и их связь с определенными условиями обитания может быть неверно экстраполировано на отдельные виды, входящие в эти группы. Различные пределы толерантности к факторам окружающей среды позволяют замещать одни виды другими, обладающими близкими требованиями к условиям существования, в условиях мозаичности биотопов. Например, обладающие сходными линейными размерами, активные в летне-осенний период и принадлежащие к одному типу жизненных форм и гигропреферендуму *Carabus hortensis* и *C. glabratus* неодинаково ведут себя по отношению к влажности почвы. Было отмечено, что первый вид выбирает более сухие микростации (ранговая корреляция Спирмена:  $R_s = -0,56$ ,  $P = 0,001$ ), тогда как второй приурочен к более влажным участкам биоценоза (хотя недостоверно,  $R_s = 0,32$ ,  $P = 0,083$ ). Это позволяет снижать конкуренцию между близкими видами и более полно использовать ими доступные ресурсы окружающей среды.

Таким образом, увеличение влажности биоценоза приводит к увеличению численности гигрофильных видов. С другой стороны, многие мезофильные и мезоксерофильные виды всех жизненных форм избегают подобных местообитаний, концентрируясь в микростациях с меньшей влажностью почвы и подстилки. На распределение многих экологических групп жувелиц сильное влияние оказывают структурные характеристики микростаций (запас мертвой древесины, проективное покрытие живого напочвенного покрова и запас подстилки), а также муравьи.

*Работа выполнена при финансовой поддержке БРФФИ (грант № Б15М-117).*

#### Список литературы

1. Thiele, H. U. Carabid beetles in their environments. A study on habitat selection by adaptations in physiology and behaviour / H. U. Thiele. – Berlin, Heidelberg, New York : Springer-Verlag, 1977. – 369 p.
2. Small-scale heterogeneity in the spatial distribution of carabid beetles in the southern Finnish taiga / J. Niemelä [et al.] // Journal of Biogeography. – 1992. – Vol. 19, No. 2. – P. 173–181.
3. Leaf litter and the small-scale distribution of carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) in the boreal forests / M. Koivula [et al.] // Ecography. – 1999. – Vol. 22, Iss. 4. – P. 424–435.
4. Шарова, И. X. Жизненные формы жувелиц (Coleoptera, Carabidae) / И. X. Шарова. – М. : Наука, 1981. – 360 с.
5. Lindroth, C. H. Ground beetles (Carabidae) of Fennoscandia. A Zoogeographic Study : in 3 pts. / C. H. Lindroth. – Washington, D.C. : Smithsonian Institution Libraries and National Science Foundation, 1988–1992. – Pt. 1 : Specific Knowledge Regarding the Species. – 1992. – 656 p.
6. Александрович, О. Р. Жувелицы (Coleoptera, Carabidae) запада лесной зоны Русской равнины: фауна зоогеография, экология, фауногенез / О. Р. Александрович. – LAP Lambert Academic Publishing, 2014. – 464 с.

Data on relations between ecological groups of ground beetles on the one side, and microclimatic (soil and leaf litter humidity) and structural (dead wood, amount of leaf litter, number of *Myrmica* ants and cover of herbaceous layer) parameters of biocenosis on the other side are presented.

*Козулько Н.Г.*, Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, Брест, Беларусь, e-mail: kazulka\_n@tut.by.

**ФЕНОТИПИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ В ПОПУЛЯЦИЯХ *СЕРАЕА NEMORALIS*, LINNAEUS, 1758 (GASTROPODA, PULMONATA, HELICIDAE) ИЗ г. МИНСКА И МИНСКОГО РАЙОНА**

*Seraea nemoralis* является одним из классических объектов генетических и фенетических исследований благодаря полиморфизму окраски и полосатости раковины. Известно, что фенетическая структура популяций этого моллюска определяется влиянием комплекса климатических факторов, визуальной селекции хищниками, действием эффекта основателя и дрейфа генов [1, 2]. Являясь обычным видом в Европе, лесная цепея проникла на территорию Беларуси относительно недавно и в настоящее время распространена локально. Появление ее в городах и других населенных пунктах связано с непреднамеренным завозом вместе с декоративными растениями или с почвой. Температурный и влажностный режим городов, затруднения в расселении, а также антропогенное влияние определяют условия для формирования группировок этих моллюсков, имеющих специфическую структуру, отличающуюся от таковой природных популяций. В связи с этим целью данного исследования послужило изучение фенотипической изменчивости *S. nemoralis* в интродуцированных популяциях из г. Минска и Минского района.

Сбор материала производился на травянистой растительности и древесно-кустарниковых насаждениях в трех удаленных друг от друга точках в г. Минске: 1 – в районе частной застройки в окрестностях станции метро «Грушевка»; 2 – возле многоэтажного дома по ул. Почтовая в военном городке (микрорайон Уручье); 3 – в лесопарковой зоне (микрорайон Уручье). Кроме того, были собраны улитки на территории приусадебного участка в п. Колодищи (Минский район). Всего было обработано 578 взрослых особей *S. nemoralis*.

Для выделения и записи фенотипов использовался стандартный метод буквенно-цифрового кодирования. Фоновая окраска раковины обозначалась в зависимости от цвета: К – коричневая, Ж – желтая, Р – розовая. Полосы записывались арабскими цифрами от 1 до 5 в порядке их расположения на последнем обороте раковины от шва до пупка. Отсутствие полосы обозначали как «0» на месте соответствующей цифры, слияние соседних полос – круглыми скобками, например, 123(45) [1]. Для статистического анализа фенетического разнообразия и оценки сходства сравниваемых выборок применялись формулы, предложенные Л. А. Животовским [3].

Анализ спектра изменчивости фоновой окраски раковин показал, что только у моллюсков из группировки лесопарковой зоны микрорайона Уручье были раковины всех трех цветов, характерных для *Seraea*, – желтые, розовые и коричневые. При этом с частотой 42,9 % доминировали особи с желтыми раковинами, доля коричневых раковин составила 34,9 %. По данным некоторых авторов, раковины коричневого цвета встречаются у особей *S. nemoralis* достаточно редко [1]. В выборках из окрестностей станции метро «Грушевка» и военного городка присутствовали раковины только желтого и розового цветов, причем в первой популяции преобладали особи с розовыми раковинами (с частотой 74,3 %), во второй – с раковинами желтого цвета (88,9 %). Наконец, в группировке из п. Колодищи все без исключения моллюски имели желтые раковины. По-видимому, это, так же как и отсутствие особей с коричневыми раковинами в популяциях из окрестностей станции метро «Грушевка» и военного городка, связано с эффектом основателя на начальных этапах становления данных группировок.

С учетом сочетания фоновой окраски раковины и степени ее полосатости нами было выделено 14 фенотипов в выборке из военного городка, 16 – из окрестностей станции метро «Грушевка» и 19 – из лесопарковой зоны микрорайона Уручье. Наименьшим разнообразием отличалась выборка из п. Колодищи, в которой было описано лишь 6 фенотипов. 64,5 % моллюсков из окрестностей станции метро «Грушевка» имели розовые раковины с третьей полосой (P00300), 21,9 % – фенотип Ж00300 (желтая раковина с третьей полосой). Особи с этим фенотипом доминировали в группировке из военного городка с частотой 46,7 %. У 28,2 % моллюсков из этой популяции были желтые бесполосые раковины (Ж00000). Остальные фенотипы в этих выборках встречались с низкой частотой или единично. Преобладание моллюсков со светлыми раковинами в группировке из военного городка может быть связано с тем, что такие раковины дают преимущество при обитании на открытых пространствах. Небольшое количество деревьев и кустарников, произрастающих на данном участке, дают слабое затенение. В связи с этим в солнечные дни моллюски подвергаются воздействию прямых солнечных лучей, а светлые раковины обладают высоким отражающим коэффициентом [2]. Кроме того, известно, что светлые фенотипы *S. nemoralis*, обладают большей устойчивостью к экстремально высоким или низким температурам, а также к резким изменениям условий окружающей среды [4]. Среди улиток из лесопарковой зоны микрорайона Уручье преобладали особи с коричневыми бесполосыми раковинами (фенотип K00000). Их доля от общего объема выборки составила 34,8 %. У 40,9 % экземпляров были раковины желтого

или розового цвета со слившимися в разных сочетаниях полосами (фенотипы Ж(12)3(45), Р(12)3(45), Ж(12345) и т.п.), что делает общий фон раковины более темным. Возможно, такие особенности фенетической структуры данной популяции сформировались под воздействием визуальной селекции хищниками. Моллюсков со светлыми раковинами склевывали птицы (осколки таких раковин мы находили на земле). Улиткам с темными раковинами их окраска позволяет быть незаметными для дроздов на фоне стволов деревьев (елей, сосен, кленов), произрастающих в лесопарковой зоне, и на лесной подстилке (Cain & Sheppard, 1954, по [2]). С другой стороны, существует точка зрения, что в темных лесных биотопах с низким уровнем инсоляции и более высокой влажностью преимущество имеют именно улитки с темными раковинами [2].

Специфический набор фенотипов был характерен для выборки из п. Колодищи. Здесь доминировали с частотой 38,5 % моллюски с желтой раковиной и пятью отдельными полосами (фенотип Ж12345). 18 % особей имели желтые раковины с третьей полосой, а 12,8 % – желтые бесполосые раковины. У остальных моллюсков были представлены фенотипы со слившимися полосами: Ж123(45), Ж12(345) и Ж(12)3(45). Подобная фенотипическая структура, по-видимому, обусловлена эффектом основателя.

Нами проведен анализ фенетического разнообразия (по сочетанию фоновой окраски и полосатости раковин) исследованных группировок *C. nemoralis* с использованием специальных статистических показателей [3]. На основании их значений можно сделать вывод о том, что наибольшая степень фенетического разнообразия характерна для выборки из лесопарковой зоны микрорайона Уручье: значение среднего числа фенотипов  $\mu$  оказалось равно 13,8 (число выделенных фенотипов  $m = 19$ ). В выборках из окрестностей станции метро «Грушевка» и военного городка значения  $\mu$  значительно меньше числа фенотипов  $m$ , что свидетельствует о неравномерном распределении их частот. Для этих же выборок характерны самые высокие значения доли редких морф  $h$ , равные 0,628 и 0,449 соответственно. В группировке *C. nemoralis* из п. Колодищи фенетическая структура оказалась самой выровненной, о чем свидетельствует очень низкое значение доли редких морф  $h = 0,087$ . Для попарного сравнения выборок из исследованных популяций нами рассчитан показатель сходства популяций  $g$  [3]. В целом, его значения для большинства сравниваемых пар выборок оказались невысокими, что свидетельствует о генетической и фенетической дифференциации изученных группировок. Самым большим сходством обладали выборки из окрестностей военного городка и п. Колодищи – 0,729 (при  $g = 1$  популяции обладают абсолютным сходством). Минимальное сходство имели выборки из окрестностей станции метро «Грушевка» и п. Колодищи ( $g = 0,314$ ).

Таким образом, специфические особенности структуры интродуцированных популяций *C. nemoralis* из г. Минска и Минского района свидетельствуют об их фенетической дифференциации, связанной, с одной стороны, с эффектом основателя на первых этапах становления, с другой стороны, возможным селективным влиянием климатических условий и визуальной селекцией хищниками (в популяции из лесопарковой зоны). Полученные нами данные о преобладании в двух популяциях лесной цепи из г. Минска светлых фенотипов – желтых раковин с третьей полосой и без полос, согласуются с литературными данными о доминировании особей с такими раковинами в популяциях *C. nemoralis* и *C. hortensis* из ряда стран Европы, в том числе из Украины и Подмосквья [1]. Для таких фенотипов характерна большая устойчивость к экстремально высоким или низким температурам, а также к резким изменениям условий окружающей среды [4].

#### Список литературы

1. Сверлова, Н.В. Особенности фенетической структуры интродуцированных популяций *Cepaea nemoralis* / Н. В. Сверлова // Фальцфейнівські читання: Зб. наук. праць. – Херсон: ПП Вишемирський, 2007. – С. 287–292.
2. Cameron, R. A. D. Habitat and the shell polymorphism of *Cepaea nemoralis* (L.): interrogating the evolution Megalab Database/ R. A. D. Cameron, L. M. Cook // Journal of Molluscan Studies. – 2012, № 78. – P. 179–184.
3. Животовский, Л.А. Показатели популяционной изменчивости по полиморфным признакам / Л. А. Животовский // Фенетика популяций. – М.: Наука, 1982. – С. 38–44.
4. Сверлова, Н.В. Проблемы оценки адаптивности фенетической структуры интродуцированных популяций моллюсков на примере рода *Cepaea* / Н. В. Сверлова // Біорізноманіття та роль зооценозу в природних і антропогенних екосистемах. Матер. III Міжнар. наук. конф. – Дніпропетровськ: Вид-во ДНУ, 2005. – С. 215–217.

The samples of three populations of *Cepaea nemoralis* from Minsk and one from the village Kolodishchi (Minsk Region) were analyzed. Yellow or pink shells with 3 strips, yellow shell with 5 separate strips and brown shells without of strips are prevailing in different populations. This can be due to founder effects and the influence of climatic conditions and birds' selection.

Колесник В.Г., Белорусский государственный университет, г. Минск, e-mail: viktoriya-kolosei@mail.ru.  
Круглова О.Ю., Белорусский государственный университет, г. Минск, e-mail: kruglovaoksana@mail.ru.

## НАСЕКОМЫЕ В РАЙОНАХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ В ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Сеть ЛЭП постоянно расширяется в связи с увеличением промышленного использования электроэнергии, что повышает актуальность изучения влияния электромагнитного излучения на природные биоконплексы. У насекомых из наиболее известных реакции можно отметить такие, как избегание подлета на близкое расстояние к проводам линий электропередач, временная потеря ориентации и координации в пространстве [1], более редкое посещение растений насекомыми, питающимися нектаром цветов [2], нарушение внутривидовой терморегуляции в ульях пчел, расположенных под ЛЭП [3], снижение численности кузнечиков с приближением к линии [4].

Целью данного исследования явилось изучение возможного влияния ЛЭП на видовой состав и структуру энтомофауны в районах линий электропередач в Тульской области.

Материалом для исследования послужили 9892 экземпляра насекомых, обитающих в районе линий электропередач (мощность 720 и 220 кВ) в луговых (4 модельных участка МУ1-МУ4) и лесных экосистемах (2 модельных участка МУ5-МУ6).

В результате исследований выявлено 376 видов насекомых, относящихся к 8 отрядам и 96 семействам. Наибольшим видовым обилием отличается отряд *Coleoptera*, в состав которого входят 227 видов (60,4%), относящихся к 40 семействам. Отряд *Lepidoptera* представлен 46 видами (12,2%) из 11 семейств, *Hymenoptera* - 36 видами (9,6%) из 11 семейств, *Hemiptera* - 27 видами (7,2%) из 12 семейств, *Diptera* - 24 вида (6,4%) из 14 семейств, *Orthoptera* - 10 видами (2,7%) из 4 семейств, *Homoptera* - 4 вида (1,1%) из 4 семейств, *Neuroptera* - 2 видами (0,5%) из 1 семейства.

Для оценки видовой разнообразия был произведен кластерный анализ с использованием следующих критериев: относительное количество видов, напряжение ЛЭП, напряженность электрического и магнитных полей.

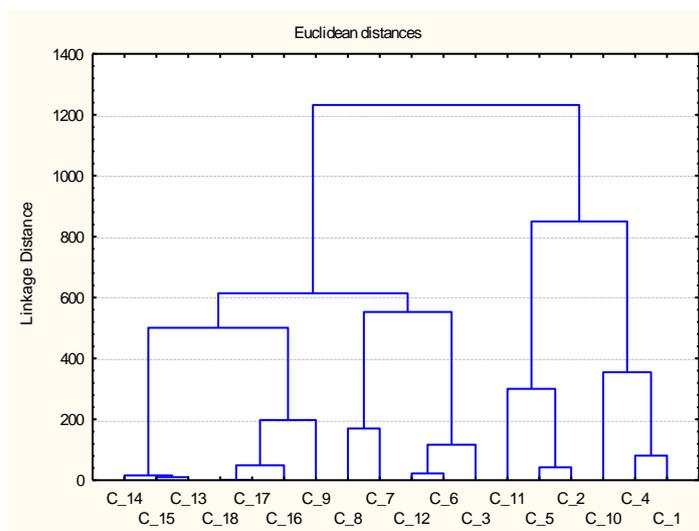


Рисунок – Дендрограмма результата кластерного анализа видового обилия насекомых в районах линий электропередач по маршрутам исследования.

Условные обозначения: C\_1: МУ-1 (луг) (центр опоры); C\_2: МУ-1 (луг) (проекция края траверсы); C\_3: МУ-1 (луг) (санитарно-защитная зона); C\_4: МУ-2 (луг) (центр опоры); C\_5: МУ-2 (луг) (проекция края траверсы); C\_6: МУ-2 (луг) (санитарно-защитная зона); C\_7: МУ-3 (луг) (центр опоры); C\_8: МУ-3 (луг) (проекция края траверсы); C\_9: МУ-3 (луг) (санитарно-защитная зона); C\_10: МУ-4 (луг) (центр опоры); C\_11: МУ-4 (луг) (проекция края траверсы); C\_12: МУ-4 (луг) (санитарно-защитная зона); C\_13: МУ-5 (лес) (центр опоры); C\_14: МУ-5 (лес) (проекция края траверсы); C\_15: МУ-5 (лес) (санитарно-защитная зона); C\_16: МУ-6 (лес) (центр опоры); C\_17: МУ-6 (лес) (проекция края траверсы); C\_18: МУ-4 (лес) (санитарно-защитная зона).

Анализ дендрограммы показал разделение всех объектов на 2 крупных кластера. На расстоянии 860 в единый кластер объединяются объекты исследования (C\_5, C\_2, C\_11 и C\_4, C\_1, C\_10), находящиеся на территории луговых экосистем в проекциях центра опоры и края траверсы в зоне максимальной напряженности

электрического и магнитного полей. Линии электропередач, проходящие через модельные участки имеют напряжение 720 кВ. Второй крупный кластер (расстояние 610) образован объектами, расположенными, как в луговых, так и в лесных экосистемах. Линии электропередач, проходящие через эти места исследования имеют разное напряжение: 220 кВ для модельных участков 3,6 и 720 кВ для участков 1,2,4,5 (луг). В составе этого кластера выделено 2 подкластера. Первый (расстояние 560) объединяет в себя объекты исследования, расположенные на территории луговых экосистем под ЛЭП с напряжением 220кВ (проекция края траверсы и центра опоры) и 720 кВ (санитарно-защитная зона). Второй подкластер (расстояние 500) объединяет объекты исследования, находящиеся на территории лесных (720кВ и 220кВ) и на луговых (220кВ, санитарно-защитная зона) экосистем. При прохождении ЛЭП через лес кроны деревьев частично поглощают электромагнитные волны [5], что снижает воздействие на биоту. Санитарно-защитная зона линий электропередач, в том числе и на лугу, имеет минимальные показатели напряженности электрического и магнитного поля, что приближает условия в ней к лесным территориям ЛЭП.

В целом видовая структура энтомокомплекса территорий ЛЭП типична для всех наземных экосистем Тульской области и обусловлена скорее фитоценозом нежели воздействием ЭМИ. Последнее в большей степени влияет на пространственное распределение видов. Так, для всех модельных участков отмечено стойкое снижение видового обилия на проекции края траверсы.

Ранее нами установлено [6], что ЭМИ ЛЭП не оказывают существенного влияния и на трофическую структуру сообщества насекомых, которая полностью соответствует всем наземным экосистемам, как естественного, так и искусственного происхождения. Зоогеографические характеристики насекомых в районе линий электропередач так же типичны для лесостепной зоны, в которых расположены объекты исследования. Выявлено 8 типов ареалов, среди которых преобладают насекомые с транспалеарктическим и голарктическим типами ареалов.

#### *Список литературы*

1. Becker G. On the orientation of diptera according to the geomagnetic field / G. Becker. — III Intern. Biomagn. Sympos. Chicago, 1966 — p.9
2. Орлов В.М. Насекомые в электрических полях (биологические феномены и механизм восприятия) / В.М. Орлов. — Томск: Изд-во Том. ун-та, 1990. — 112с.
3. Еськов Е.К. Реакции пчел на атмосферные и электрические поля промышленной частоты / Е.К. Еськов, В.А.Тобоев. — Вестник ОГУ. 2008. Т. 123, № 3. С. 265-274
4. Еськов Е.К. Динамика плотности населения серых кузнечиков под высоковольтными линиями электропередачи / Е.К. Еськов, В. В. Сергеечкин. — Экология. 1985. № 5. С.87-89.
5. Новик С.Н. Исследование взаимодействия электромагнитного излучения с лесным пологом: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. биол. наук. / Новик Сергей Николаевич — Томск, 2007. — 197 с.
6. Короткова А.А. Трофическая структура энтомофауны в районах линий электропередач в Тульской области / А.А. Короткова, М.С. Дубинин. — Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. 2015. Вып. 3. Тула: Изд-во ТулГУ, 2015 — 318 с.

The aim of this study was to evaluate the possible impact of power lines on the species composition and structure of the insect fauna in the areas of power lines in the Tula region. The studies showed 376 species of insects belonging to the orders 8 and 96 families. With the help of cluster analysis showed a cumulative effect on the species composition of insects of the electric and magnetic fields and the type of ecosystem. Specific structure entomocomplexes areas power lines typical of all terrestrial ecosystems, Tula Region. EMP has a greater effect on the spatial distribution of species. So, for all the model sites noted steady decline in species abundance on the projection traverses the region. Trophic and zoogeographical entomocomplexes parameters are typical.

*Короткова А.А.*, Тульский государственный университет им. Л. Н. Толстого, Тула, Россия, e-mail: korotkova123@mail.ru..

*Дубинин М.С.*, Тульский государственный университет им. Л. Н. Толстого, Тула, Россия, e-mail: dubinin91@ya.ru..

УДК 639.111.623

**С. А. Коротя**

#### **ГЕОГРАФИЯ ЗУБРА В БЕЛАРУСИ**

Численность зубров в Республике Беларусь на 31 декабря 2015 года составляет 1464 особей[2], из них 73 (5%) находится в вольерах (таблица). По сравнению с предыдущим годом численность выросла на 101 особь или на 7,4%. Крупнейшие субпопуляции зубров находятся в Национальном парке «Беловежская пушта» (480

ос.), Осиповичском опытном лесхозе (350 ос.), сельскохозяйственном производственном кооперативе «Озёры Гродненского района» (196 ос.) и Полесском радиационно-экологическом заповеднике (116 ос.). В этих 4-х учреждениях находится 78% зубров от общей численности в Беларуси. Стоит отметить высокий прирост зубров на воле в Осиповичском опытном лесхозе – 13,6%.

Березинско-борисовская субпопуляция зубров (Березинский биосферный заповедник). Размещена в Борисовском районе Минской области. Географические координаты: 54°47'N, 28°29'E. Район обитания составляет 28 тыс. га [1], в том числе около 20 тыс. га приходится на лесные экосистемы, а остальные в основном на агроценозы. Плотность населения низкая – 1,4 особей на 1000 га. В весенний и летний период зубры обитают в лесных экосистемах с хорошо развитым травостоем. К ним относятся участки дубрав, черноольшанники, зарастающие вырубki, лесные поляны. Осенью район обитания зубров изменяется: наряду с лесными экосистемами они часто посещают агроценозы, используя их в качестве своеобразного пастбища, поедая отаву озимой ржи, выкапывая клубни картофеля. Зимой зубры скапливаются в местах подкормки, но если кормов недостаточно или низкого качества, то весь зимний период держатся вблизи ферм крупного рогатого скота, где поедают сено, сенаж, а из бугров добывают картофель. С 2010 по 2015 года численность зубров сократилась на 7 особей с 35 до 28.

Воложинская субпопуляция зубров (Ландшафтный заказник «Налибокский»). Расположена в Воложинском районе Минской области. Географические координаты: 53°58'N, 26°28'E. Общая площадь участка составляет 33 тыс. га. Плотность населения – 2,56 особей на 1000 га. С весны до середины лета основными кормовыми биотопами являются культурные сенокосы, примыкающие к лесу, осенью и зимой – лесные ассоциации с богатым подростом и подлеском. В зимний период зубры в основном сосредоточены возле мест подкормки. В 2015 году по сравнению с 2010 прибыль зубров составила 11,6 % (увеличение численности с 76 до 86 особей).

Таблица – Численность зубров в Республике Беларусь по состоянию на 31 декабря 2015 года.

№/№	Учреждение	Вольные	Вольерные	Всего	%
1.	Национальный парк «Беловежская пуша»	480	-	<b>480</b>	<b>32,8</b>
2.	Национальный парк «Припятский»	74	14	<b>88</b>	<b>6,0</b>
	озеранская субпопуляция	56	-	<b>56</b>	
	найбянская субпопуляция	18	-	<b>18</b>	
	лясковичское стадо	-	14	<b>14</b>	
3.	Полесский радиационно-экологический заповедник	116	-	<b>116</b>	<b>7,9</b>
4.	Березинский биосферный заповедник	28	-	<b>28</b>	<b>1,9</b>
5.	Ландшафтный заказник «Налибокский»	85	-	<b>85</b>	<b>5,8</b>
6.	Осиповичский опытный лесхоз	350	-	<b>350</b>	<b>23,9</b>
7.	Сельскохозяйственный производственный кооператив «Озёры Гродненского района»	196	-	<b>196</b>	<b>13,4</b>
8.	Охотничье хозяйство «Красный Бор»	62	23	<b>85</b>	<b>5,8</b>
9.	Могилёвский зоосад	-	26	<b>26</b>	<b>1,8</b>
10.	Минск	-	2	<b>2</b>	<b>0,14</b>
11.	Гродно	-	2	<b>2</b>	<b>0,14</b>
12.	Витебск	-	1	<b>1</b>	
13.	Агрокомбинат «Держинский»	-	2	<b>2</b>	<b>0,14</b>
14.	Савельев С.К.	-	2	<b>2</b>	<b>0,14</b>
15.	Октябрьский	-	1	<b>1</b>	
<b>Итого:</b>		<b>1391</b>	<b>73</b>	<b>1464</b>	<b>100</b>

\*Примечание. Из ландшафтного заказника «Налибокский» (№5) было завезено 8 зубров в Охотничье хозяйство «Красный Бор» (№8). Из сельскохозяйственного производственного кооператива «Озёры Гродненского района» (№7) также было завезено 8 зубров в Охотничье хозяйство «Красный Бор» (№8). Эти 16 животных посчитаны в учреждении №8. Могилёвский зоосад (№9) имеет 6 животных на продажу в другие учреждения.

Осиповичская субпопуляция зубров Размещена в Осиповичском районе Могилёвской области. Географические координаты 53°21'N, 28°50'E. Площадь обитания зубра составляет порядка 30 тыс. га. Плотность – 11,7 особей на 1000га. На этом участке широко распространены мелколиственные леса (30,6%), лиственные молодняки (11,2%), ольшаники (9,0%) и ельники (8,8%). Согласно распределению выявленных видов по группам кормов, установлено, что 46 видов (28,9%) относится к группе основных кормов, 51 вид (32,1%) – дополнительных, 27 видов (17,0%) – второстепенных и 35 видов (22,0%) – случайных [1]. Осиповичская субпопуляция отличается своей жизнеспособностью, высокими воспроизводительными

показателями, быстрыми темпами формирования и роста численности. Если взять период с 2000 года по 2010 то численность особей возросла с 28 до 152 (на 542,9%), а с 2010 по 2015 год – с 152 до 350 зубров (230,3%).

Озёрская субпопуляция зубров (СПК «Озёры Гродненского района»). Размещена в Гродненском районе Гродненской области. Географические координаты: 53°47'N, 24°07'E. Место обитания зубров – компактный лесной массив площадью 18-20 тыс. га, внутри которого нет поселений человека, а по окраинам расположены поля. Плотность – 10,3 особей на 1000 га. Наибольшее распространение получили сосновые насаждения (58,6%). На долю ольшаников приходится 12,0%, березняков – 9,6%, ельников – 7,3%. Важное кормовое значение для зубров имеют культурные сенокосы (более 500 га), где хорошо развита травянистая растительность, составляющая 80-90% рациона зубров. Прибыль зубров по отношению к 2010 году составила 41% или 57 зубров.

Озеранская (51°58'N, 27°37'E), Найдянская (52°12'N, 28°01'E) и Лясковичская (52°12'N, 28°01'E) субпопуляции зубров (Национальный парк «Припятский»). Место расположения Житковичский и Петриковичский районы Гомельской области. Эти 3 субпопуляции обитают на юге Беларуси в Припятском Полесье: озеранская – основного генофонда вида на правом берегу реки Припять, найдянская и лясковичская – резервного генофонда вида на левом берегу этой же реки. Лясковичское стадо (14 особей) является субпопуляцией вольерного типа. Важной особенностью является наличие 600 га плодородных мелиорированных земель [1], где созданы отличные биотехнические поля с посевами различных культурных растений. В озеранской и найдянской субпопуляции насчитывается 74 зубра. В целом в Национальном парке «Припятский» общая численность за 5 лет с 2010 года практически не изменилась и составляет в 2015 году 88 зубров.

Полеская субпопуляция зубров (Полесский радиационно-экологический заповедник). Размещение: Хойникский и Брагинский районы Гомельской области. Географические координаты: 51°37'N, 29°52'E. Ареал обитания – 33,2 тыс. га, где 50,3% территории приходится на открытые и полукрытые экосистемы, 49,7% – различные типы леса. Плотность обитания – 3,4 особи на 1000 га. По фитомассе напочвенного покрова наибольшие показатели присущи дубравам (447 г/м<sup>2</sup>), при этом 65% приходится на группу основных кормов. С 1996 года расселения зубров по 2010 средний прирост зубров составил 11%, а в 2015 году численность достигла своего максимума в 116 зубров.

#### Список литературы

1. Козло, П. Г. Зубр в Беларуси / П. Г. Козло, А. Н. Буневич ; науч. ред. В. П. Семенченко.–2-е изд., испр. и доп. – Минск: Беларус. навука, 2011. – 366 с.
2. Księga rodowodowa żubrów / redaktor : dr. J. Raczyński – Kraków: Diament, 2015.

Compared with the previous year, the number of bison has grown to 101 individual, or 7.4%. The largest sub-population of bison found in the National Park "Bialowieza Forest" (480 ind.), Osipovichi Experimental Forestry (350 ind.), Agricultural production cooperative "Ozery Grodno region" (196 ind.) and the Polesie radiation ecological reserve (116 ind.) . In these 4 institutions is 78% of the total number of bison in Belarus.

Коротя С.А., ГПУ «Национальный парк «Беловежская пуща», Каменюки, Беларусь, e-mail: sk-serg87@rambler.ru.

УДК 574.3:599.363.2

**И. А. Кришук, Е. С. Гайдученко, И. А. Соловей**

### **ОБИЛИЕ И БИОТОПИЧЕСКАЯ ПРИУРОЧЕННОСТЬ ОБЫКНОВЕННОЙ БУРОЗУБКИ (*SOREX ARANEUS L.*) В ДОЛИНАХ КРУПНЫХ РЕК ДНЕПРА И ПРИПЯТИ НА ПРОТЯЖЕНИИ РЕПРОДУКТИВНОГО ПЕРИОДА**

Несмотря на высокую численность и широкую распространенность, обыкновенную бурозубку (*Sorex araneus L.*) можно считать малоизученным видом на территории Беларуси. Число занимаемых ею биотопов в значительной степени зависит от текущей численности. При высокой численности бурозубки занимают практически все имеющиеся минимально пригодные местообитания. Участки с мозаичным расположением биотопов для данного вида более предпочтительны, чем однородные биотопы большой площади. Эти животные предпочитают также захламливаемые и нарушенные участки лесов, где их обилие всегда бывает выше, чем в прилежащих районах [1]. У этого вида имеются специфические требования к местообитаниям, что определяет неравномерность их пространственного распределения. Однако, до сих пор, в Беларуси нет

специальных обстоятельных работ по особенностям распределения обыкновенной бурозубки. Поэтому особый интерес представляет изменчивость биотопического распределения, обилия обыкновенной бурозубки в долинах крупных рек в связи с их мозаичным строением, затоплением весной и пересыханием летом.

В анализ включен материал полевых исследований, проводимых в различных биотопах (2012-2015 гг.) в долине рр. Припять (Петриковский, Мозырский и Калинковичский районы) и Днепр (Речицкий и Брагинский районы). Места отловов указаны на рисунке 1.

Учет численности *Sorex araneus* проводили с помощью общепринятого метода ловушко-линий [2]. В качестве орудия лова использовались живоловки приманкой из овсяных хлопьев, которые выставлялись линиями по 20-25 штук в каждой на расстоянии 5 м друг от друга. Показателем численности служит число зверьков, попавших в пересчете на 100 ловушко-суток. Отработано 4516 ловушко-суток, отловлено 256 экз. особой обыкновенной бурозубки.

В долинах исследуемых рек нами были выделены следующие типы биотопов: в долине р. Припять 5 типов – 1) сосняк суходольный зеленомошный; 2) сукцессионный мелколиственный лес; 3) луг разнотравный; 4) низинное болото на месте стариц; 5) береговой экотон реки; в долине р. Днепр только 3 типа – 1) сосняк суходольный зеленомошный; 2) низинное болото на месте стариц; 3) береговой экотон реки. Распределение местообитаний по таким типам было продиктовано особенностями имеющихся материалов. Отловы произведены в окрестностях: а. г. Туров (1); д. Хвоенск (2); д. Конковичи (3); д. Гарбовичская Рудня (4); д. Красное (5); д. Хотетское (6); г. Речица (7) (рисунок 1).

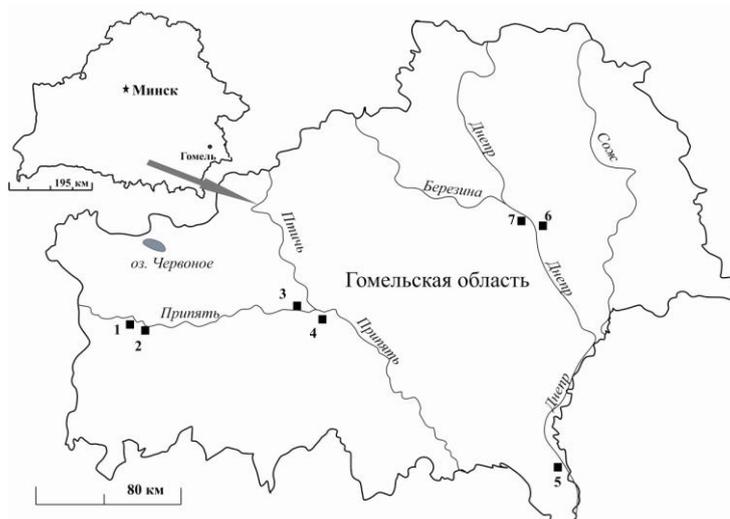


Рисунок 1 – Места отловов обыкновенной бурозубки в долинных экосистемах рр. Днепр и Припять

Сравнительный анализ данных, полученных в течение репродуктивного периода за 2012-2015 гг. позволил нам уточнить и дополнить сведения о распространении, биотопическом распределении и численности обыкновенной бурозубки в долинных экосистемах рр. Днепр и Припять на территории Беларуси.

Согласно полученным данным, в лесных местах обитания долины р. Припять, таких как сосняк суходольный зеленомошный и сукцессионный мелколиственный лес, обыкновенная бурозубка в весенне-летний период, на протяжении всего периода исследований, не регистрировалась. В сосняке зеленомошном только осенью 2014 г. была отловлена одна особь бурозубки обыкновенной, что составило 0,8 экз. на 100 л.-с. В сукцессионном мелколиственном лесу обилие особей *Sorex araneus* составило в осенних ловах 2014 г. 2 экз. на 100 л.-с., 0,74 экз. на 100 л.-с. в зимний период и 1,3 экз. на 100 л.-с. в весенний период 2015 г. В сосняке зеленомошном долины р. Днепр только в летний период 2014 г. была отловлена одна особь *S. araneus*, что составило 0,44 экз. на 100 л.-с.

Открытые биотопы – пойменный луг и береговой экотон реки – согласно полученным данным по отловам за исследуемый период (2012-2015 гг.), так же как и сосняк, являются мало благоприятными для данного вида. Об этом свидетельствуют учетные ловы, в результате которых особи данного вида в указанных местообитаниях нами не регистрировались, не зависимо от времени года.

Болееблагоприятными для существования особей обыкновенной бурозубки в долинах крупных рр. Днепра и Припяти являются биотопы, приуроченные к низинным болотам. При этом самая высокая средняя относительная численность данного вида в такого рода местообитаниях отмечена нами в 2013 году (рис. 2.) как в долине р. Днепр (окр. г. Речица), так и в долине р. Припять (окр. д. Хвоенск). Наименьшая средняя

относительная численность *S. araneus* в долинах исследуемых рек отмечена в 2015 году. Следует отметить, что в 2015 г. и численность грызунов была также низкой.

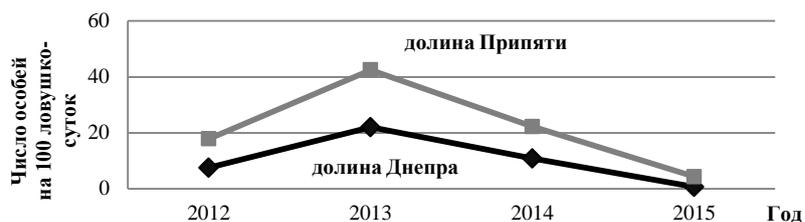


Рисунок 2 – Средняя относительная численность *Sorex araneus* в увлажненных местообитаниях (низинное болото) по годам в долине рр. Днепр и Припять

Такое изменение численности *Sorex araneus* за исследуемый период, вероятно, можно связать с погодными особенностями, сложившимися перед началом сезона размножения в годы исследования. Мы полагаем, что уменьшение обилия обыкновенной бурозубки в долинных экосистемах, вероятно, связано с бесснежным предзимьем, отсутствием половодья в весенний период, что негативно отражается на кормовой базе пойменных экосистем в весенне-летний период и тем самым приводит к снижению численности землероек. Таким образом, изученные нами экологические особенности дали возможность получить характеристику экологических требований вида *Sorex araneus* в отдельных её популяциях на территории юга Беларуси в части Полесского региона (Гомельской области).

#### Список литературы

1. Ивантер, Э.В. Территориальная экология землероек-бурозубок (Insectivora, Sorex)/ Э.В.Ивантер, А.М. Макаров. – Петрозаводск, 2001. – 271 с.
2. Новиков, Г.А. Полевые исследования экологии наземных позвоночных животных / Г.А. Новиков. – М.:Сов. наука, 1949. – 602 с.

The article presents the results of field research carried out in various habitats (2012-2015 gg.) belong to the major valleys of the Dnieper and Pripyat rivers on the territory of Belarus in the south part of the Polesie region (Gomel region). During this period was worked out 4516 trap-nights, captured 256 individuals of the common shrew. It was found that the more conducive for the existence of individuals of the common shrew in the valleys of rivers of studied habitats are confined to the fens. At the same time in 2013, the abundance of this species in such habitats was the highest, and in 2015 - has reached a minimum. Such a change in the number of *Sorex araneus* during the study period, we associate with weather features, prevailing before the breeding season in years of research.

Кришчук И.А., ГНПО «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам», г.Минск, Беларусь, e-mail: [ikryshchuk@yandex.by](mailto:ikryshchuk@yandex.by).

Гайдученко Е.С., ГНПО «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам», г.Минск, Беларусь, e-mail: [gajduchenko@tut.by](mailto:gajduchenko@tut.by).

Соловей И.А., ГНПО «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам», г.Минск, Беларусь, e-mail: [soloveji@tut.by](mailto:soloveji@tut.by).

УДК 598.28/.29 :502.4

А. Н. Кузьмицкий

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСКУССТВЕННЫХ ГНЕЗДОВИЙ ДЛЯ ПТИЦ-ДУПЛОГНЁЗДНИКОВ В УСЛОВИЯХ БЕЛОВЕЖСКОЙ ПУЩИ

Птицы-дуплогнёзники представляют собой характерный элемент лесных местообитаний во всём мире. Распространение вторичных дуплогнёзников в лесных экосистемах критически зависит от наличия пригодных для размножения дупел [6]. Это позволяет с помощью искусственных гнездовий управлять их популяционной структурой с учётом пользы и вреда, наносимого экосистемам или хозяйству человека. Целью нашей работы

была оценка эффективности биотехнических мер для птиц-дуплогнездящих в лесных экосистемах с различным уровнем лесопользования.

Основной материал собран на территории Национального парка «Беловежская пуща» в 2014-2015 гг. Исследования проводилась на трёх модельных площадках, расположенных в лесном массиве, которые различались по формационно-типологическому и динамическому (возрастному) статусу, а также уровню антропогенного регулирования. Площадки располагались в дубраве кисличной возрастом 190 лет («Дубрава кисличная»), сосняке мшистом («Старый сосняк») возрастом 150-190 лет и монодоминантных культурах сосны («Культуры сосны») возрастом 70 лет. На пробных площадях было заложено по три экспериментальные площадки от 1 до 2,25 га каждая, на которых были размещены серии искусственных гнездовий (всего 390 шт.). Для оценки избирательности гнездовий птицами они различались диаметром лётного отверстия (3, 4, 5 см) и высотой расположения на дереве (1, 2 и 3 метра). Общая площадь экспериментальных площадок в дубраве составила 5,5 га, в старовозрастном сосняке 6,75 га, культурах сосны 5,5 га. Применялись классические модели искусственных гнездовий типа «Скворечник» и «Синичник» со съёмной крышкой. Внутренний размер дна 120×120 мм, расстояние от дна до летка: 200 мм. Гнездовья размещались квадратно-гнездовым методом плотностью 25 шт./га.

Всего проанализировано 186 случаев заселения птицами искусственных гнездовий, включая повторные кладки. Установлено гнездование 5 видов: мухоловки-пеструшки (*Ficedula hypoleuca*), мухоловки-белошейки (*Ficedula albicollis*), большой синицы (*Parus major*), поползня (*Sitta europaea*) и лазоревки (*Parus caeruleus*). Среди них доминировали мухоловка-пеструшка (34,4%), большая синица (27,4%) и мухоловка-белошейка (18,3%). Ещё для 17,7 % гнездовий в дубраве вид не был установлен, поскольку кладки были уничтожены хищниками на ранних стадиях гнездования. Такие виды как поползень (1,6%) и лазоревка (0,6%) были отмечены единично.

При рассмотрении биотопической приуроченности видов, нами отмечено, что мухоловка-пеструшка является основным обитателем искусственных гнездовий в сосновых древостоях и незначительно присутствует в дубраве. Напротив, другой вид, мухоловка-белошейка, отмечен на гнездовании только в широколиственных дубовых древостоях («Дубрава кисличная»). Самым пластичным и широко распространённым видом является большая синица, обитающая на всех трёх стационарах. Для поползня отмечено только три случая гнездования – два в дубраве и один в культурах сосны на границе с натуральными древостоями. Единичный случай гнездования лазоревки отмечен на стационаре «Дубрава кисличная».

При оценке характера заселения искусственных гнездовий птицами на стационарах отмечен положительный тренд в динамике за два года. Самый высокий успех заселения 42,6 % (или 9,5 гнездовий на 1 га) наблюдается в 2015 году на стационаре «Дубрава кисличная». Для сосновых древостоев успех заселения почти в два раза ниже, 17,8 % (3,9 гнездовий на 1 га) на стационаре «Старый сосняк» и 24,4 % (5,3 гнездовий на 1 га) на стационаре «Культуры сосны».

Поскольку для поползня и лазоревки отмечено несколько случаев гнездования, избирательность гнездовий мы рассматривали только для мухоловки-пеструшки (n=64), большой синицы (n=51) и мухоловки-белошейки (n=34). Установлено, что предпочтительнее других являются гнездовья с диаметром летка 4 см, что составляет 47 %. Гнездовий с диаметром летка 3 и 5 см было заселено птицами меньше 25 % и 28 % соответственно. Среди них у большой синицы наблюдается выраженная избирательность гнездовий (65%) с диаметром летка 4 см. В 2 раза меньше (27 %) она заселяет гнездовий с диаметром летка 3 см, ещё реже (8 %) с диаметром 5 см. Мухоловка-пеструшка также отдаёт предпочтение (44 %) гнездовьям с диаметром летка 4 см, меньше с диаметром летка 3 см (33 %) и 5 см (23 %). Мухоловка-белошейка наоборот избирает гнездовья (49 %) с диаметром летка 5 см и 4 см (32 %). Гнездовья с диаметром летка 3 см заселяются реже (19 %).

По высоте размещения, птицы-дуплогнездящие предпочитали гнездовья на высоте 3 метра (41 %) и 2 метра (38 %). Реже заселялись гнездовья на высоте 1 метра (21 %). Среди модельных видов у большой синицы не выражена избирательность гнездовий по высоте от 1 до 3 метров (35%, 35% и 30% соответственно). Мухоловка-пеструшка предпочитает гнездовья расположенные на высоте 2 (39 %) и 3 (48 %) метра. У мухоловки-белошейки выражена избирательность гнездовий на высоте 2 метра (56 %). Гнездовья на высоте 1 (21 %) и 3 (23 %) метра ей заселялись хуже.

Кроме птиц искусственные гнездовья заселялись насекомыми и млекопитающими. Насекомыми (осы и шершни) было заселено от 24,4% до 61,1% свободных гнездовий в сосновых древостоях. За два сезона отмечено 9 случаев заселения гнездовий лесной соей (*Dryomys nitedula*) на стационаре «Дубрава кисличная» и 1 случай - на стационаре «Старый сосняк». Из них в 4 случаях сои успешно вывели потомство.

Важной причиной снижения эффективности биотехнических мер является разорение гнёзд хищниками [1]. Всего рассмотрено 48 случаев разорения гнёзд. В 2015 году в дубраве хищники уничтожили 61,5 % гнёзд. На стационарах «Старый сосняк» и «Культуры сосны» гибель гнёзд была максимальна в 2015 году – 26,3 % и 20,0 % соответственно, что более чем в два раза ниже, чем в «Дубраве кисличной». Прослеживается

зависимость разорения гнёзд от рассматриваемых параметров гнездовых. Наблюдается рост числа разорённых гнёзд относительно увеличения диаметра летка (3 см - 19,1%, 4 см - 21,8 %, 5 см - 38,5 %). Относительно высоты размещения на дереве происходит снижение количества разорённых гнездовых расположенных на высоте от 1 (30,8%) до 3 (18,6%) метров. Необходимо отметить, что искусственные гнездовья выгодно отличаются тем, что лучше защищены от затопления гнёзд атмосферными осадками, что регулярно происходит в естественных дуплах [1].

На основании наших исследований и литературных данных, определён видовой состав разорителей гнёзд, среди которых представлены млекопитающие (лесная соя (*Dryomys nitedula*), соя-полчок (*Glis glis*), желтогорлая мышь (*Apodemus flavicollis*), лесная куница (*Martes martes*)) и птицы (большой пёстрый дятел (*Dendrocopos major*)) [1-6].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что из всех модельных площадок самый высокий успех заселения искусственных гнездовых наблюдается в старовозрастном широколиственном лесу (42,6 % или 9,5/га), где их эффективность может сильно снижаться хищнической деятельностью млекопитающих. Такие многочисленные виды птиц-дуплогнездников как мухоловка-пеструшка и большая синица предпочитают гнездовья с диаметром летка 4 см, расположенные на высоте 2 и 3 м.

По предварительным данным эффективная плотность размещения искусственных гнездовых для натурального широколиственного леса составляет до 9 гнездовых на 1 га, для натуральных сосновых древостоев до 4 гнездовых на 1 га, для монодоминантных культур сосны до 5 гнездовых на 1 га.

#### Список литературы

1. Кузьмицкий, А.Н. Причины потери гнёзд у воробьиных птиц-дуплогнездников в условиях Беловежской пуши. / А.Н. Кузьмицкий // Зоологические чтения : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти проф. Б. Дыбовского, 22-24 апреля 2015 г. / ГрГУ им Я. Купалы ; редкол.: О.В. Янчуревич (отв. ред.) [и др.]. – Гродно : ГрГУ, 2015. С 146 – 149.
2. Голодушко, Б.З. Материалы по экологии лесной сои Беловежской пуши / Б.З. Голодушко, Е.Е. Падутов // Фауна и экология наземных позвоночных животных Белоруссии. – Минск.: Изд-во МВ и ССО, 1961. – С. 49-70.
3. Mitrus, C. Hatching asynchrony in the Red-breasted Flycatcher *Ficedula parva* in relation to breeding season, peak food abundance, and high predation / C. Mitrus // Acta orn. – 2008 Vol. 43 No. 1 – S. 113-117.
4. Stanski, T. Absence of edge effects on nest predation in the Collared Flycatcher *Ficedula albicollis* in the primeval forest of Bialowieza National Park, NE Poland / T. Stanski, W. Walankiewicz, D. Czeszczewik // Acta orn. – 2008 Vol. 43 No. 1 – S. 92-96.
5. Wesołowski, T. Antipredator adaptations in nesting marsh tits *Parus palustris* - the role of nest site security. / T. Wesołowski // Ibis – 2002. № 144: 593-601.
6. Wesołowski, T. Lessons from long-term hole-nester studies in a primeval temperate forest / T. Wesołowski // Journal of Ornithology № 148. – 2007. – S395-S405.

In this article effective means of birds using nest boxes in various types of forest are considered. Nest boxes differed in their entrance diameter and techniques of fixing on trees and height from the ground. Research area was the territory of the National Park "Belovezhskaya Pushcha" (Belarus). The study plots were located in natural oak forest and pine forest, and also in artificial pine forest. The data were received in 2014-2015.

Кузьмицкий А.Н., ГПУ «Национальный парк «Беловежская пуша», а.г. Каменюки, Беларусь, e-mail: [anton-kuzmickij@yandex.ru](mailto:anton-kuzmickij@yandex.ru).

УДК599.42/44

**А. И. Ларченко**

#### **ВИДОВОЙ СОСТАВ ЗИМУЮЩИХ РУКОКРЫЛЫХ ГОРОДА МИНСКА**

Городская территория резко отличается от естественных экосистем. В связи с активной урбанизацией, всё больше территорий застраиваются высотными зданиями, которые являются прекрасным местом для зимовки рукокрылых.

В настоящий момент данные о зимующих видах рукокрылых города Минска не являются достаточно полными. В доступной нам литературе практически отсутствуют актуальные комплексные сведения о зимующих видах рукокрылых г. Минска. Следует отметить, что некоторые данные встречаются в монографии А.Н. Курскова [1], однако они относятся к 60-м – 70-м годам прошлого века.

Целью данного исследования явилось изучение фауны рукокрылых в городских условиях в зимний период, а также регистрация и характеристика мест зимовок.

Исследование проводилось в период с 03.09.2014 по 19.02.2015 и с 15.09.2015 по 22.02.2016 на территории города Минска. Для обнаружения зимних убежищ проводился анализ поступающих данных о рукокрылых, найденных в городе. Затем производился выезд на предполагаемое место зимовки животного. Если животное обнаруживалось, то в базу вводились данные о видовой принадлежности, регистрировался пол особи, возраст, вес, место и условия зимовки.

В результате исследований в зимний период в городе Минске было зарегистрировано тридцать особей рукокрылых четырех видов, из которых явно выделяются два антропофильных зимующих вида: двухцветный кожан *Vespertilio murinus* Linnaeus, 1758 и поздний кожан *Eptesicus serotinus* (Schreber, 1774). Видовой состав зимующих видов отражен на рисунке 1.

Места зимовок регистрировались по всей территории города Минска, главным образом в районах многоэтажной застройки.

Исходя из данных, особенно выделяются частые находки двухцветного кожана *Vespertilio murinus* и позднего кожана *Eptesicus serotinus*. Особое внимание заслуживает тот факт, что вид *Vespertilio murinus* до недавнего времени считался перелетным видом, что доказывалось фактом поимки в Австрии окольцованного в Беларуси животного [2]. Вид *Eptesicus serotinus* всегда считался оседлым для территории Беларуси.

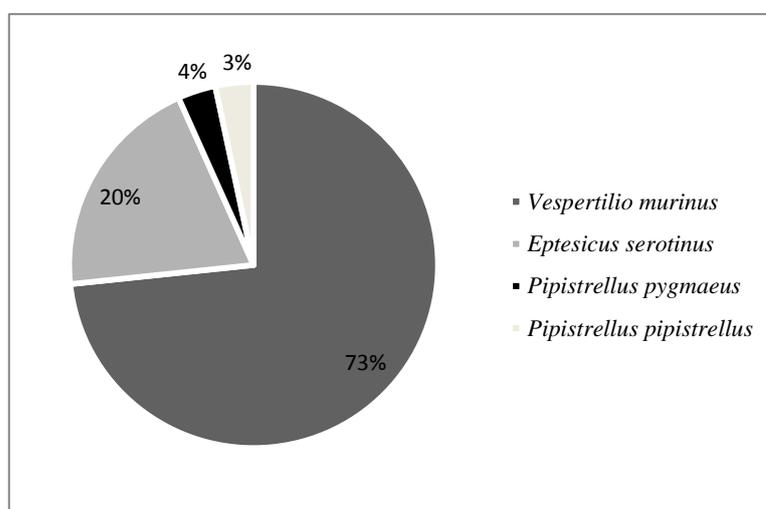


Рисунок 1– Видовой состав зимующих рукокрылых города Минска в период с 03.09.2014 по 19.02.2015 и с 15.09.2015 по 22.02.2016

Половая структура показала примерно равное соотношение полов. Летом, особенно в период размножения, самки сбиваются в колонии для совместной охоты и выкармливания молодняка, в то время как самцы живут поодиночке либо небольшими группами [1]. Зимой этой тенденции не наблюдается. В настоящий момент мы не обладаем данными, подтверждающими то, что рукокрылые зимуют группами, однако в поддержку данной точки зрения свидетельствует факт обнаружения одной зимующей группы.

Некоторые виды рукокрылых, такие как *Vespertilio murinus* относятся к группе так называемых «эпилитических» видов, т.е. в естественных условиях они зимуют в разного рода пещерах, скальных трещинах и т.д. В последние годы в связи с активной урбанизацией эти животные имеют возможность находить подобного типа убежища, не улетаая на юг.

Чаще всего животные обнаруживались в многоэтажных домах. Местами зимовок служили щели междуэтажных перекрытий, различные пазы, чердачные помещения, верхние откосы окон, проемы около оконных рам, застекленные балконы. Эти места отлично подходят рукокрылым в качестве зимних убежищ, так как достаточно безопасны, температура отлично подходит для перенесения зимовки в состоянии анабиоза. Животное находится в труднодоступном месте, из-за чего его трудно потревожить и вывести из состояния гибернации. Бывали случаи, когда животное находили на земле, предположительно, выпавшим с верхних этажей дома. По сравнению с предыдущими исследованиями, рукокрылые часто встречаются в антропогенных условиях, чему, скорее всего, способствует активная застройка городов.

1. Курсков, А.Н. Рукокрылые Белоруссии. — Минск: Наука и техника, 1981. — 135 с.
2. Shpak, A. Bats of Belarus of the 19<sup>th</sup> century: retrospective analysis / Shpak, A. // *Vespertilio*. – 2011. – № 15 – P. 79–86.

There are four species of wintering bats in Minsk. Among them there are two distinct anthropophilic species: Parti-coloured bat *Vespertilio murinus* and Serotine bat *Eptesicus serotinus*. Approximately equal quantity of males and females was observed on winterings. Bats often choose multi-storied buildings, damp cold places (porches, doorways, balconies of residential flats, attics) as wintering places. In comparison with the previous researches, bats are often registered in anthropogenic conditions most likely due to active development of the cities.

Ларченко А.И., Белорусский Государственный Университет, Минск, Беларусь, e-mail: alexa.lar@mail.ru.

УДК 598.132.4

Д. Ю. Лесничий

### МАТЕРИАЛЫ ПО СПЕКТРУ ПИТАНИЯ БОЛОТНОЙ ЧЕРЕПАХИ (*EMYS ORBICULARIS* LINNAEUS, 1758) В ЮЖНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ

Болотная черепаха (*Emys orbicularis* Linnaeus, 1758) является единственным представителем отряда черепах (*Testudines*), обитающим в Беларуси. Как редкий вид, численность которого имеет существенную тенденцию к снижению, занесён в Красную книгу Беларуси и имеет III категорию национального природоохранного значения [1]. Анализ литературных данных не даёт полной картины некоторых особенностей и аспектов питания вида на территории Белорусского Полесья, где сосредоточена основная часть популяции вида. В частности не в полной мере имеются сведения о видовом разнообразии объектов питания в связи с ландшафтными различиями региона и кормовыми характеристиками биотопов.

**Материал и методы.** Исследования проводили с апреля по октябрь 2012–2015 гг. на территории южной части Беларуси. В Гомельской области работы осуществляли на пяти стационарах (Житковичский, Петриковский, Мозырский, Лельчицкий и Калинковичский районы), в Брестской области – на четырёх стационарах (Столинский, Луинецкий, Ганцевичский и Пинский районы). Основой для анализа спектра питания болотной черепахи послужили пищевые пробы содержимого обследованных желудков половозрелых особей самцов и самок ( $n = 23$ ). Применяли методику промывания желудка М. Legler [2]. Из 23 желудков 17 содержали пищевые объекты, а также элементы растительного и механического характера. У пищевых объектов животного происхождения определяли таксономический статус (до отряда, в случае хорошей сохранности до семейства и вида) [3–4]. Кроме того, нами получены сведения о питании черепах, при визуальном наблюдении животных в природе в течение сезона активности.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Проведенные трофологические исследования черепах, показали, что пищевой рацион *Emys orbicularis* в южной части Беларуси составляют водные беспозвоночные, относящиеся к различным систематическим группам (таблица 1).

Таблица 1 – Таксономический состав объектов питания болотной черепахи в водоёмах Белорусского Полесья

Объекты питания	Встречаемость	
	(n)	%
<b>Кл. <i>Gastropoda</i> (брюхоногие моллюски)</b>	<b>35</b>	<b>24</b>
Отр. <i>Pulmonata</i> (легочные)	35	24
Сем. <i>Limnaeidae</i> (прудовики)		
Вид <i>Limnaea stagnalis</i> (обыкновенный прудовик)	21	14,4
Сем. <i>Planorbidae</i> (катушки)		
Вид <i>Planorbarius corneus</i> (роговая катушка)	14	9,6
<b>Кл. <i>Insecta</i> (насекомые)</b>	<b>98</b>	<b>67,1</b>
Отр. <i>Ephemeroptera</i> (подёнки)	7	4,8
Отр. <i>Trichoptera</i> (ручейники)	4	2,7
Отр. <i>Odonata</i> (стрекозы)	5	3,4
Отр. <i>Coleoptera</i> (жесткокрылые)	73	50,0
Сем. <i>Dytiscidae</i> (плавунцы)		
Вид <i>Colymbetes fuscus</i> (жук-прудовик)	21	14,4
Вид <i>Dytiscus marginalis</i> (плавунец окаймлённый)	26	17,8
Вид <i>Acilius sulcatus</i> (плавунчик или полоскун)	15	10,3

Сем. <i>Gyrinidae</i> (вертячки)		
Вид <i>Gyrinus marinus</i> (жук-вертячка)	11	7,5
Отр. <i>Diptera</i> (двукрылые)	9	6,2
Сем. <i>Chironomidae</i> (комары-звонцы)	9	6,2

Содержимое желудков черепах включает главным образом гидробионтов, входящих в состав зообентоса, перифитона и зоопланктона. Значительную часть в питании черепах, исходя из полученных данных, играют личинки и имаго водных насекомых (класс *Insecta*), общая доля которых составляет 67,1%. Наиболее многочисленными представителями этого класса являются личинки и взрослые особи отряда жёсткокрылые (*Coleoptera*) – 50,0%. Из них 42,5% составляют виды семейства *Dytiscidae* и 7,5% – виды семейства *Gyrinidae*, в состав которых входят жук – прудовик (*Colymbetes fuscus*) – 14,4%, плавунец окаймлённый (*Dytiscus marginalis*) – 17,8%, жук – плавунчик (*Acilius sulcatus*) – 10,3% и жук – вертячка (*Gyrinus marinus*) – 7,5%. Реже встречаются личинки других насекомых: комаров (отряд *Chironomidae*) – 6,2%, подёнок (отряд *Ephemeroptera*) – 4,8%, ручейников (отряд *Trichoptera*) – 2,7% и стрекоз (отряд *Odonata*) – 3,4%.

Также среди объектов питания болотной черепахи в большом количестве отмечаются брюхоногие моллюски (класс *Gastropoda*) – 24,0%, из которых обыкновенный прудовик (*Limnaea stagnalis*) составляет – 14,4%, а роговая катушка (*Planorbarius corneus*) – 9,6%. Значительное предпочтение при питании отдаётся малоподвижным или прикрепленным формам водных организмов. Как показывают результаты собранных пищевых проб болотных черепах, почти во всех желудках взрослых особей встречались фрагменты растений, которые они потребляли, очевидно, захватывая совместно с беспозвоночными-гидробионтами. Выявленный спектр питания указывает на то, что кормится *Emys orbicularis* исключительно в воде, тогда как наземные беспозвоночные поедаются крайне редко.

Результаты промывания желудков у черепах в летний период в светлое время суток показали, что пищевые объекты встречаются в желудках практически у всех исследованных особей, однако их количество может варьировать. Это объясняется в первую очередь тем, что каждая особь имеет индивидуальный режим питания в отношении имеющейся доступной кормовой базой. Весь трофический период *Emys orbicularis* в южной части Беларуси продолжается в среднем от 170 до 190 суток, что почти полностью совпадает с сезоном активности вида. Причём, питание у черепах наблюдалось только в светлое время суток, при различной их суточной активности. Полученные нами данные о питании болотной черепахи в регионе исследования показывают, что трофическая специализация этого вида, выражается в полном доминировании в спектре питания беспозвоночных животных, о чём также свидетельствуют литературные данные С.М. Дробенков [5–6], М.М. Пикулик [7], Н.Н. Щербак, М.К Щербань [8].

Результаты проведённых исследований позволили выявить важную роль беспозвоночных в питании болотной черепахи. Главным образом гидробионтов, входящих в состав зообентоса, перифитона и зоопланктона. Заметную роль среди объектов питания играют беспозвоночные с жесткими хитинизированными покровами и их личинки (отряд *Coleoptera*) и малоподвижные формы водных организмов (класс *Gastropoda*), составляющие в целом 74,0%. Набор и количественное соотношение основных систематических групп беспозвоночных-гидробионтов как пищевых объектов болотных черепах в разных местообитаниях очень схож, что указывает на низкую избирательность питания модельного вида.

#### Список литературы

1. Красная книга Республики Беларусь. Животные: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / гл. ред.: И.М. Качановский (предс.), М.Е. Никифоров, В.И. Парфенов [и др.]. – 4-е изд. – Минск: Беларусь. Энцикл. імя П. Броўкі, 2015. – С. 133 – 134.
2. Legler, J.M. Stomach flushing: a technique for chelonian dietary studies // *Herpetologica*. – 1977. – Vol. 33 (3). – P. 281 – 284.
3. Мамаев, Б.М. Определитель насекомых европейской части СССР: учеб. пособие для студентов биол. специальностей пед. ин-тов / Б.М. Мамаев, Л.Н. Медведев, Ф.Н. Правдин. – М.: Просвещение, 1976. – 304 с.
4. Шалапёнок, Е.С. Краткий определитель водных беспозвоночных животных: учеб. пособие для студентов биол. фак. спец. «Биология», «Биотехнология», «Биоэкология» / Е.С. Шалапёнок, Ж.Е. Мелешко. – Мн.: БГУ, 2005. – 243 с.
5. Дробенков С.М. Популяционная экология европейской болотной черепахи в Беларуси / С.М. Дробенков. – Беларус. наука, 2012. – 106 с.
6. Дробенков, С.М. Сравнительная оценка трофо-функциональной роли рептилий в различных типах экосистем Беларуси: Автореф. дис... канд. биол. наук. – Минск: Ин-т зоол. АН Беларуси, 1996. – 20 с.
7. Пикулик, М.М. Пресмыкающиеся Белоруссии / М.М. Пикулик, В.А. Бахарев, С.В. Косов. – Минск: Наука и техника, 1988. – 166 с.
8. Щербак, Н.Н. Земноводные и пресмыкающиеся Украинских Карпат / Н.Н. Щербак, М.К Щербань – Киев: Наук. думка, 1980. – 268 с.

Studies have shown that the basis of nutrition of *Emys orbicularis* constitute invertebrate animals of different taxonomic groups. Crucial role is played aquatic organisms that are part of zoobenthos, periphyton and zooplankton. The trophic specialization is expressed in the complete domination of invertebrate animals in different habitats, which indicates a low selectivity of power.

Лесничий Д.Ю., «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», г. Гродно, Беларусь, e-mail: [ldu9999knh@mail.ru](mailto:ldu9999knh@mail.ru).

Янчуревич О.В., «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», г. Гродно, Беларусь, e-mail: [oyanch@mail.ru](mailto:oyanch@mail.ru).

УДК 595.341.017-19(476)

А. Г. Литвинова, В. В. Вежновец

### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЛИКТОВОГО И ЧУЖЕРОДНОГО ВИДОВ РОДА *EURYTEMORA* (CRUSTACEA, COPEPODA) ИЗ ФАУНЫ БЕЛАРУСИ

В водной фауне Беларуси в настоящее время встречаются два вида каланоидных копепод из рода *Eurytemora* – *E. velox* Lilljeborg, 1853 и *E. lacustris* Poppe, 1887 [1]. Первый из них является представителем чужеродной фауны и активно заселяет водоемы и водотоки, а второй считается ледниковым реликтом и сохранился лишь в двух мезотрофных озерах [2-4]. Проведен анализ основных эколого-биологических особенностей этих двух видов (таблица 1).

Таблица 1 – Особенности биологии и экологии реликтового и чужеродного видов

Признак/особенность	<i>E. lacustris</i>	<i>E. velox</i>
Происхождение	Балтийский регион	Понто-Каспийский регион
Распространение в Беларуси	Витебская и север Минской области	Гомельская и Брестская области
Отношение к солености	Пресноводный	Эвригалинный
Температура обитания	Стенотермный, холодолюбивый 0-13 °С	Эвритермный, теплолюбивый 0-28 °С
Питание	Растительный, фильтратор, пенные диатомовые	Растительный, фильтратор, центрические диатомовые
Местообитания	Олиготрофные и мезотрофные озера, чистые воды	Реки, пойменные водоемы, водохранилища, умеренно загрязненные воды
Биотопическая приуроченность	Пелагиаль, гипolimнион озер	Прибрежье стоячих и текучих водоемов
Жизненный цикл	Две генерации в течение года, наличие зимнего пика размножения	Две генерации в течение года, стадия покоя в зимнее время
Приспособления для выживания в неблагоприятных условиях	Отсутствие покоящихся стадий	Наличие покоящихся стадий
Размеры половозрелых особей, мм	♂: 1,340±0,0768 ♀: 1,308±0,0694	♂: 1,113±0,0635 ♀: 1,331±0,1084
Средняя плодовитость, яиц/самку	13,12±3,868	38,95±27,458
Плодовитость, мин.-макс.	2-81	1-48
Средний размер яйца, мкм	100,53±1,7334	87,09±2,391

Оба вида эуритемор имеют разное происхождение, что обуславливает различия по сравниваемым биологическим особенностям. В водоемах Беларуси виды не пересекаются географически. Так, *E. lacustris* встречается лишь в 2 средне глубоких озерах бассейна Зап. Двины (север Беларуси, оз. Волчин, Вечелье), обитая преимущественно в глубоководной части пелагиали. *E. velox* населяет самые разнообразные типы мелководных водоемов в пределах бассейнов рек Зап. Буг, Припять и Днепр (юг Беларуси). Чужеродный вид в обнаруженных местообитаниях имеет приуроченность к прибрежью водоемов и водотоков. В водоеме он пространственно разобщен с близкородственными видами каланоидных копепод сем. Diaptomidae, что позволяет ему избегать конкуренции за пищевые ресурсы.

Более северным, балтийским регионом происхождения *E. lacustris* объясняется холодолюбивость вида и его способность обитать преимущественно в пресных и слабосоленых водах. *E. lacustris* в пределах своего

ареала обитает в ограниченном числе озер, что связано с высокими требованиями к качеству воды (олиго-мезотрофность, высокое содержание растворенного кислорода и низкая температура населяемых глубоких слоев воды). *E. velox*, вид изначально южного происхождения, в силу некоторых специфических особенностей (более высокой плодовитости, наличие покоящихся яиц, способности к активным миграциям и, вероятно, генетической обусловленности к выживанию в более широком спектре факторов среды) отличается эврибионтностью и, соответственно, более широким географическим распространением и разнообразным типом населяемых водных объектов [5].

Зрелые особи обоих видов эуритемор имеют близкий размерный диапазон. При этом специфической особенностью, присущей *E. lacustris* в водоемах Беларуси, является более длинное тело самцов в сравнении с самками [6]. У *E. velox*, как и у подавляющего числа каланид, наоборот, самки имеют большую длину тела. По величинам средней плодовитости виды различаются примерно в 3 раза, число яиц у чужеродного вида значительно больше, а размеры их меньше. Вероятно, это объясняется разной стратегией размножения видов: более высокая плодовитость чужеродного *E. velox* компенсируется уменьшением размерных характеристик яиц [7].

Исходя из проведенного нами ранее анализа состояния популяций [1], и эколого-биологических характеристик реликтового и чужеродного представителей рода *Eurytemora* в водоемах Беларуси можно заключить следующее:

1. Поскольку *E. lacustris* является стенобионтом и занимает специфическую нишу – глубоководные слои воды, – а также не имеет покоящихся стадий в своем развитии, вид ограничен в возможности заселения других озер со сходными условиями обитания, подходящих для его жизнедеятельности. В населяемых реликтовой копеподой белорусских озерах происходит постепенное снижение численности ее популяций, что под влиянием естественных процессов эвтрофирования или загрязнения приведет к ее исчезновению из фауны озер и уже было установлено для некоторых водоемов соседних стран (Литва, Германия, Польша).

2. Наблюдается выраженная тенденция роста численности чужеродного рачка с падением качества вод изученных водоемов. Установлено предпочтение им слабо- и умереннозагрязненных вод (III класс качества). Для *E. velox* в связи с эврибионтностью, способностью переносить неблагоприятные условия, пространственной разобщенностью с таксономически близкими видами каланоидных копепод и отсутствием конкуренции за пищевой ресурс в постоянных стоячих водоемах можно прогнозировать дальнейшую колонизацию новых местообитаний и расширение приобретенного ареала.

Таким образом, изученные чужеродный и реликтовый виды значительно отличаются по основным биологическим характеристикам. Исходя из общей тенденции эвтрофирования и загрязнения водоемов, а также усиления антропогенного пресса, популяции стенобионтного реликтового *E. lacustris* будут подвержены вымиранию, а эврибионтный чужеродный представитель солоноватоводной фауны *E. velox*, вероятно, будет расширять свой приобретенный ареал и вселяться в новые водоемы и водотоки.

*Работа частично поддержана проектом БРФФИ Б16МС-016.*

#### Список литературы

1. Особенности биологии двух видов копепод (Crustacea, Copepoda, Calanoida) как возможные причины изменения их ареалов / В.В. Вежновец [и др.] // Российский Журнал Биологических Инвазий. – 2012. – № 2. – С. 16–29.
2. Беспозвоночные и рыбы Днепра и его водохранилищ / Л.Н. Зимбалевская [и др.]; под ред. Г.И. Щербака. – Киев: Наук. думка, 1989. – 248 с.
3. Литвинова, А.Г. Каланоидная копепода *E. velox* в водоемах юга Беларуси / А.Г. Литвинова // Актуальные проблемы биоэкологии: материалы междунар. науч. конф., посвященной 40-летию образования кафедры общей экологии и методики преподавания биологии, Минск, 23–25 окт. 2014 г. / БГУ; редкол.: В.В. Гричик [и др.]. – Минск, 2014. – С. 88–90.
4. Вежновец, В.В. Распространение *Eurytemora lacustris* (Pопpe, 1887) (Copepoda, Calanoida) в озерах Беларуси / В.В. Вежновец, А.Г. Литвинова // Экологическая культура и охрана окружающей среды: I Дорофеевские чтения: материалы междунар. науч.-практ. конф., Витебск, 21–22 нояб. 2013 г. / Вит. гос. ун-т им. П.М. Машерова; редкол.: И.М. Прищепа [и др.]. – Витебск, 2013. – С. 87–88.
5. Samchyshyna, L. Faunistical overview of calanoid copepods (Crustacea) from continental waters of Ukraine / L. Samchyshyna // Vestnik zoologii. – 2011. – Vol. 45, № 4. – P. 9–15.
6. Вежновец, В.В. Размерно-возрастная характеристика *Eurytemora lacustris* (Pопpe, 1887) в озерах Беларуси / В.В. Вежновец, А.Г. Литвинова // Доклады Национальной Академии наук Беларуси. – 2015. – Т. 59, № 4. – С. 78–82.
7. Характеристика процесса размножения инвазивной копеподы *Eurytemora velox* (Lilljeborg, 1853) в условиях Беларуси / А.Г. Литвинова, В.В. Вежновец // Природа Полісся: дослідження та охорона: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 15-річчю Рівненського природного заповідника та 10-річчю Рамсарського угіддя «Торфово-болотний масив Переброди», Сарни, 3–5 липня 2014 р. / Державне агентство ресурсів України,

Рівненське обласне управління лісового та мисливського господарства, Рівненський природний заповідник; редкол.: Р.О. Журавчак [та ін.]. – Рівне, 2014. – С. 520–525.

The comparison of ecological and biological features of copepode alien and relict species of found in reservoirs of Belarus was carried out. Significant differences of biological characteristics were showed, allowing to predict the colonization of new habitats of alien species. The relict species is susceptible to the risk of gradual extinction.

Литвинова А.Г., ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», Минск, Беларусь, [nasya\\_litvinova\\_1986@mail.ru](mailto:nasya_litvinova_1986@mail.ru).

Вежновец В.В., ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», Минск, Беларусь, e-mail: [vvv@biobel.bas-net.by](mailto:vvv@biobel.bas-net.by); [vezhn47@mail.ru](mailto:vezhn47@mail.ru).

УДК [591.5: 595.762.12:622.012](751.17)

С. Л. Лузянин, Н. И. Еремеева

## К ИЗУЧЕНИЮ НАСЕЛЕНИЯ ЖУЖЕЛИЦ (COLEOPTERA, CARABIDAE) ТЕРРИКОНОВ УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА

Угольная промышленность представляет собой целый комплекс негативного воздействия на окружающую среду. Так, в результате добычи угля нарушается гидрологический режим подземных вод, в атмосферу попадают продукты горения и эрозии с техногенно нарушенных территорий. Кроме того, практически безвозвратно разрушается почвенный покров, что в свою очередь приводит к деградации растительного и животного мира некогда населяющие данные территории.

Кузнецкий угольный бассейн (Кемеровская область) – один из крупнейших месторождений каменного угля в мире. К настоящему времени более 62 % всего добытого угля в данном регионе приходится на открытый способ. В результате многолетней деятельности угольных предприятий на поверхность были вынесены миллионы тонн вскрышных и вмещающих пород, формирующие терриконы (отвалы).

Цель работы – изучить население жуужелиц разновозрастных рекультивируемых отвалов.

Исследования проводили с 2013 по 2015 гг. В качестве модельных участков были выбраны отвалы Краснобродского угольного разреза, находящиеся на разных этапах восстановления и на которых проведены горнотехнический и биологический этапы рекультивации. Всего было заложено 8 участков: 1 – расположен на вершине молодого отвала (7–10 лет), 2 – на склоне 15-летнего отвала, 3 – на платообразно выровненной вершине 15-летнего отвала, 4 – на уступе террасы 20-летнего отвала, 5 – на откосе отвала, сформированном 30 лет назад, 6 – на выровненной площадке 30-летнего отвала, 7 – разнотравно-злаковый луг у подножия отвала, 8 – контрольный участок, представляет собой берёзовый колок с разнотравными луговыми сообществами.

Сбор материала осуществлялся стандартным методом с помощью почвенных ловушек [1]. Биотопические группы жуужелиц выделены по принципу предпочтения ими определенных типов биотопов и по литературным данным [2, 3]. При изучении жизненных форм имаго жуужелиц использована система, предложенная И. Х. Шаровой [4].

В ходе камеральной обработки материала обнаружено 86 видов жуужелиц 28 родов 17 триб 11 подсемейств. Основу населения карабид формируют представители пяти триб (в порядке убывания): Zabrinini, Harpalini, Pterostichini, Sphodrini и Lebiini, составляющие в сборах 68,5 %.

Массовыми видами в районе исследований являются 7 видов, на долю которых приходится более 66,8 % от общих сборов жуужелиц. Из трибы Sphodrini – это *Calathus erratus* (C.R. Sahlberg), *C. melanocephalus* (L.) и *Synuchus vivalis vivalis* (Ill.), Pterostichini – *Poecilus versicolor* (Sturm), Harpalini – *Harpalus rubripes* (Duftschmid) и *H. tardus* (Panzer), Zabrinini – *Amara communis* (Panzer). Наибольшей динамической плотности достигают *Calathus erratus* (1,12 экз./ 10 лов.-сут. в среднем на всех исследованных участках, 1,35 – на отвалах), *C. melanocephalus* (0,81 и 0,82) и *Poecilus versicolor* (0,66 и 0,29 соответственно).

Проведенный анализ ландшафтно-биотопического распределения карабид позволил объединить виды, отмеченные на исследуемой территории, в шесть биотопических групп: пойменно-прибрежные, эвритопные, степные, лугово-степные, луговые, лесные. Состав биотопических групп жуужелиц на отдельно взятых исследованных участках Краснобродского угольного разреза имеет свои особенности. Так, прослеживается четкая тенденция преобладания луговых, лугово-степных и степных групп, как в видовом, так и в численном отношении на молодых отвалах. Примечательно, что на участке 3 доля степных видов (и в численном отношении тоже) значительно выше по сравнению с другими. Это, вероятно, объясняется особенностями микроклимата – участок находится на юго-западном склоне отвала, поэтому создаются близкие к аридным условия.

Интересно отметить, что на участке 4 наблюдается резкое возрастание доли лесных видов, даже по сравнению с контрольным участком (почти в 2 раза). Данный процесс вполне логичен, т.к. здесь идет формирование берёзового леса, поэтому создаются достаточно благоприятные условия для обитания именно лесных видов. Например, вид *Notiophilus germinyi* Fauvel имеет наибольшую динамическую плотность именно на данном участке – 1,007 экз./10 лов.-сут.

К пойменно-прибрежной группе были отнесены виды, которые предпочитают сильно или средне увлажненные участки, такие как берега водоемов, мелкие речки, ручьи и т.д. На исследуемой территории обнаружено небольшое число таких видов, в то время, как в Кузнецкой котловине это наиболее крупная группа жуужелиц [3]. вполне логично, что наибольшее видовое и численное обилие данной биотопической группы отмечено на участках 7 и 8, где имеются все необходимые условия для их обитания (отмечены выше). Интересным является обнаружение пойменно-прибрежного вида *Apristus striatus* на площадке, находящейся на начальных этапах восстановления с редко развитой мезофитной и мезоксерофитной растительностью. Возможно, этому способствует наличие небольших «островков» с хорошо развитым моховым покровом, который удерживает влагу и создает благоприятные условия для обитания данного вида жуужелиц.

Виды эвритопной биотопической преференции встречены практически на каждом участке, за исключением площадки 3. В целом наблюдается их равномерное соотношение на отвалах разреза, и в тоже время прослеживается увеличение их доли, особенно в численном отношении, на старом 30-летнем отвале (участок 6), а также на участке, расположенном у основания отвала (7).

Спектр жизненных форм на рассматриваемых участках представлен 2 классами: зоофаги (44 вида; 51,2 % от общего числа видов) и миксофитофаги (42 вида; 48,8 %). В целом на исследуемой территории по видовому обилию преобладает группа миксофитофагов геохортобионтов гарпалоидных (31 вид; 36,05 % от общего числа видов). К ним относится большинство видов доминантных триб Zabrinii и Nagralini. В тоже время по численному обилию доминирует другая группа – зоофаги стратобионты-скважники подстилочные – 37,7 % от общего числа особей карабид. Весомое значение также имеют как в видовом, так и численном отношении группы зоофаги стратобионты-скважники поверхностно-подстилочные, составляющие 10,5 % от общего числа видов, 8 % – от общего числа особей, зоофаги стратобионты зарывающиеся подстильно-почвенные – 10,5 и 13,9 %, а также зоофаги стратобионты-скважники подстильно-трещинные – 6,9 и 6,2 % соответственно.

Спектр жизненных форм жуужелиц на отдельно взятых участках отвалов и контрольной зоны имеют некоторые отличия. Так, например, четыре группы жизненных форм были отмечены на всех рассматриваемых участках – это зоофаги стратобионты-скважники подстилочные, видовое обилие которых наибольшее у подножия отвала (участок 7) и на участке 4 – 22,5 и 22,2 % соответственно. В тоже время, численное обилие видов данной группы наибольшее на участке 2 – 62,2 %. Кроме того, повсеместно встречались виды стратобионты-скважники поверхностно-подстилочные, стратобионты-скважники подстильно-трещинные и миксофитофаги геохортобионты гарпалоидные.

Только на отвалах зарегистрированы виды группы миксофитофагов геохортобионты забродные, достигая наибольшего видового обилия на участке 1 (6,2 %), а численного обилия на участке 3 (7,1 %). В тоже время лишь в контрольной зоне отмечены виды-зоофаги хортобионты листовые – *Lebia chlorocephala* (J.J. Hoffmann), эпигеобионты бегающие – *Asaphidion pallipes* (Duftschmid) и эпигеобионты летающие – *Cylindera germanica* (L.).

Таким образом, проведенные исследования позволили установить, что на техногенно трансформированных территориях за счёт широкого освоения новых экологических ниш идет формирование специфических сообществ жуужелиц. Отмечено, что молодые отвалы достаточно быстро заселяются жуужелицами, при этом, в ходе восстановительной сукцессии, происходит изменение как видового разнообразия жуужелиц, так и их инирующих групп, в том числе и экологических. В дальнейшем сообщество карабид постепенно стабилизируется, приобретает более устойчивый и сбалансированный характер.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ №№ 13-04-98029 р\_сибирь\_a, 16-44-420211 р\_a.

#### Список литературы

1. Шиленков, В.Г. Методы изучения фауны и экологии жесткокрылых на примере жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) / В.Г. Шиленков. – Иркутск: ИГУ, 1982. – 32 с.
2. Дудко, Р.Ю. Фауна и зоогеографическая характеристика жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) Новосибирской области / Р.Ю. Дудко, И.И. Любечанский // Евразият. энтомол. журн. – 2002. – Т. 1, вып. 1. – С. 30–45.
3. Еремеева, Н.И. Жуки-жуужелицы естественных и урбанизированных территорий Кузнецкой котловины / Н. И. Еремеева, Д.А. Ефимов. – Новосибирск: Наука, 2006. – 107 с.

4. Шарова, И.Х. Жизненные формы жужелиц (Coleoptera, Carabidae) / И. Х. Шарова. – М.: Наука, 1981. – 360 с.

The population of ground beetles the reclaimed of dumps of coal mine is studied. It was found 86 species of 28 genera of ground beetles. The types forming a basis of the population of ground beetles of dumps are established. Ecological groups and vital forms of carabids are allocated. The course of succession of the population of ground beetles depending on time of existence of a dump is considered.

Лузянин С.Л., Кемеровский государственный университет, Кемерово, Россия, e-mail: bombuluz@ngs.ru.

Еремеева Н.И., Кемеровский государственный университет, Кемерово, Россия, e-mail: neremeeva@mail.ru.

УДК 502.74 + 595.7

А. О. Лукашук

## ОХРАНЯЕМЫЕ ВИДЫ НАСЕКОМЫХ БЕЛАРУСИ В ФАУНЕ БЕРЕЗИНСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА

Одной из основных задач Березинского биосферного заповедника является сохранение биологического разнообразия на его территории, при этом особое внимание уделяется редким видам, занесенным в национальную Красную книгу. Наличие редких видов в значительной степени характеризует степень сохранности природных сообществ. С другой стороны, редкие виды являются своеобразным «украшением» той или иной территории (необязательно охраняемой режимом заповедания), в известной степени определяя ее привлекательность для исследователей и посетителей.

В 2015 г. вышла новая редакция Красной книги Республики Беларусь с измененным списком из 87 охраняемых видов насекомых [1]. В связи с чем, представляется полезным ревизовать список насекомых из национальной Красной книги, встречающихся на территории Березинского биосферного заповедника.

В Березинском заповеднике к 2015 г. было зарегистрировано 40 из 70-ти видов насекомых, занесенных в предыдущее издание национальной Красной книги. На рассматриваемой ООПТ сохранялось почти две трети – 57,1 %, охраняемых насекомых. Из них к отряду Стрекоз (Odonata) относилось 7 видов, к Прямокрылым (Orthoptera) – 3, к Полужесткокрылым (Hemiptera) – 1, к Жукам (Coleoptera) – 13, Чешуекрылым (Lepidoptera) – 12, к Перепончатокрылым (Hymenoptera) – 4 вида.

Ревизованный список видов насекомых из Красной книги Республики Беларусь, встречающихся на территории Березинского биосферного заповедника представлен ниже.

### Odonata

1. Красивая нехаления *Nehalennia speciosa* (Charpentier, 1840)
2. Рогатый дедка *Ophiogomphus cecilia* (Fourcroy, 1785)
3. Сибирская лютка *Sympsecta paedisca* (Brauer, 1882)
4. Кольчатый булавобрюх *Cordulegaster boltonii* (Donovan, 1807)
5. Дозорщик-император *Anax imperator* Leach, 1815
6. Беловолосое коромысло *Brachytron pratense* (Muller, 1764)
7. Зеленое коромысло *Aeschna viridis* (Eversmann, 1836)

### Orthoptera

8. Короткокрылый мечник *Conocephalus dorsalis* (Latreille, 1804)
9. Обыкновенный мечник *Conocephalus fuscus* (Fabricius, 1793)
10. Непарный зеленчук *Crysochraon dispar* (Germar, 1835)

### Hemiptera

11. Сфагновая водомерка *Gerris sphagnetorum* Gaunitz, 1947

### Coleoptera

12. Двуполосный поводень *Graphoderus bilineatus* (Degeer, 1774)
13. Широчайший плавунец *Dytiscus latissimus* Linnaeus, 1758
14. Жужелица Менетрие *Carabus menetriesi* Hummel, 1827
15. Блестящая жужелица *Carabus nitens* Linnaeus, 1758
16. Золотистоямчатая жужелица *Carabus clathratus* Linnaeus, 1761
17. Фиолетовая жужелица *Carabus violaceus* Linnaeus, 1758
18. Шагреновая жужелица *Carabus coriaceus* Linnaeus, 1758

19. Ребристый слизнеед *Agostenus costulatus* Motschulsky, 1859
20. Слизнеед четырехбороздчатый *Agostenus quadrisulcatus* (Paykull, 1790)
21. Слизнеед бороздчатый *Agostenus sulcicollis* (Paykull, 1790)
22. Рогачик скромный *Ceruchus chrysomelinus* (Hochenwart, 1785)
23. Восковик-отшельник *Osmoderma coriarium* (De Geer, 1774)
24. Плоскотелка красная *Cucujus cinnaberinus* (Scopoli, 1763)
25. Борос Шнейдера *Boros schneideri* (Panzer, 1795)
26. Волосатый стафилин *Emus hirtus* Linnaeus, 1758

#### Lepidoptera

27. Торфяниковая желтушка *Colias palaeno* (Linnaeus, 1758)
28. Голубоватая многоглазка *Lycaena helle* (Denis et Schiffermüller, 1775)
29. Голубянка алексис *Glaucopsyche alexis* (Poda, 1761)
30. Альпийская перламутровка *Clossiana thore* (Hübner, 1803)
31. Большая шашечница *Euphydryasmaturna* (Linnaeus, 1758)
32. Бархатница ахине *Lopinga achine* (Scopoli, 1763)
33. Бархатница юта *Oeneis jutta* (Hübner, 1806)
34. Красивая пяденица *Chariaspilates formosaria* (Eversmann, 1837)
35. Медведица-хозяйка *Pericallia matronula* (Linnaeus, 1758)
36. Орденская лента розовая *Catocala pacta* (Linnaeus, 1758)
37. Кровохлебковая металловидка *Diachrysia zosimi* (Hübner, 1822)

#### Hymenoptera

38. Моховой шмель *Bombus muscorum* (Fabricius, 1775)
39. Шмель Шренка *Bombus schrenckii* (Morawitz, 1881)

Жук олень *Lucanus cervus* Linnaeus, 1758 и мнемозина *Parnassius mnemosine* (Linnaeus, 1758) временно удалены из списка насекомых Березинского заповедника, поскольку их нахождение на данной ООПТ вызывает сомнения и требует подтверждения.

Количество и состав видов в отрядах Odonata, Orthoptera и Hemiptera остались прежними, у Coleoptera, Lepidoptera и Hymenoptera – изменились.

У жуков – *Carabus cancellatus* Illiger, 1798 и *Geotrupes vernalis* Linnaeus, 1758 удалены из новой редакции национальной Красной книги [1], однако, 5 видов добавлены: *A. quadrisulcatus*, *A. sulcicollis*, *C. chrysomelinus*, *C. cinnaberinus*, *B. schneideri*, общее количество охраняемых видов жесткокрылых в заповеднике увеличилось на два и составило 15 видов.

Малый ночной павлиний глаз *Eudia pavonia* (Linnaeus, 1758) перенесен в приложение к Красной книге [1], а из списка редких и находящихся под угрозой исчезновения животных к охраняемым чешуекрылым заповедника добавлен один вид *C. pacta*, их общее количество составило 11 видов и уменьшилось на один вид.

Охраняемые перепончатокрылые представлены в заповеднике двумя видами шмелей. Два вида муравьев: *Formica forsslundi* (Lohmander, 1949) и *Tapinoma ambiguum* (Emery, 1925) перенесены в приложение к новой редакции Красной книги [1], количество видов уменьшилось на 2 единицы.

Таким образом, ревизованный с учетом последней редакции национальной Красной книги список охраняемых насекомых в Березинском биосферном заповеднике насчитывает 39 видов (Odonata – 7 видов, Orthoptera – 3, Hemiptera – 1, Coleoptera – 15, Lepidoptera – 11, Hymenoptera – 2 вида), что составляет 44,8 % охраняемых видов насекомых Беларуси. Нахождение еще двух видов: *Lucanus cervus* Linnaeus, 1758 и *Parnassius mnemosine* (Linnaeus, 1758) требует подтверждения.

#### Список литературы

1. Красная книга Республики Беларусь. Животные. / гл. редкол.: И. М. Качановский, М.Е. Никифоров, В.И. Парфенов.– Мн.: Беларуская энцыклапедыя ім. П. Броўкі, 2015. – 320 с.

List of insects from the Red Book of the Republic of Belarus in the Berezinsky Biosphere Reserve has 39 species (Odonata – 7 species, Orthoptera – 3, Hemiptera – 1, Coleoptera – 15, Lepidoptera – 11, Hymenoptera – 2 species). Finding another two species: *Lucanus cervus* Linnaeus, 1758 and *Parnassius mnemosine* (Linnaeus, 1758) requires confirmation.

Лукашук А.О., Березинский биосферный заповедник, Домжерицы, Беларусь, e-mail: LukashukAO@tut.by.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУХ-ЖУРЧАЛОК (DIPTERA: SYRPHIDAE) КАК ИНДИКАТОРОВ НАРУШЕННОСТИ БИОЦЕНОЗОВ

Мухи-журчалки, или сирфиды (Diptera: Syrphidae) – семейство двукрылых, выделяющееся среди остальных представителей этого отряда высоким экологическим разнообразием личинок. Хотя имаго большинства видов питается на цветах нектаром и пыльцой [1, 2], и лишь у некоторых родов – сахаросодержащими выделениями листьев растений [2], личинки используют разнообразные способы питания и, соответственно, микроместообитания [2]. Такое разнообразие экологии личинок при единообразии экологии имаго, как представляется, может сделать мух-журчалок удобным индикатором состояния окружающей среды.

Одним из часто недооцениваемых негативных последствий антропогенного воздействия на биогеоценозы является уничтожение отдельных микроместообитаний, что приводит к снижению устойчивости экосистемы и сокращению видового разнообразия [3]. Определение видового состава мух-журчалок в нарушенных экосистемах и сравнение с таковым в рядом расположенных ненарушенных (или менее нарушенных) может позволить выявить нехватку тех или иных микроместообитаний. При этом сбор этих насекомых относительно прост. В частности, к нему можно привлекать школьников, студентов и иных любителей природы, которые, по опыту автора, часто выказывают интерес к журчалкам из-за их красочности и легко заметного даже неспециалисту разнообразия.

Мы проводили исследования по фауне мух-журчалок в парках г. Москвы, а для сравнения использовали фауну подмосковной Звенигородской биологической станции Московского Государственного университета (ЗБС МГУ). Сборы проводились на протяжении всего лета 2013 и 2014 годов.

Основным способом сбора данных по фауне сирфид был целенаправленный лов с помощью энтомологического сачка. Такой метод дает результат лучший, чем кошение, так как журчалки обычно не прячутся в траве, а сидят на цветках, на которых хорошо заметны.

Для сборов мух-журчалок существуют и иные методы, однако они представляются менее эффективными для поставленных целей. Постановка стационарных ловушек типа «желтых тарелок» оказалась малоэффективной, так как под кроной леса на них прилетает мало насекомых, а в открытых частях парков они часто пропадают.

Ловушка Малеза, исходно изобретенная для ловли мух-журчалок, в ходе работы по проекту оказалась неэффективной. На Звенигородской биостанции она стояла все лето 2014 г., но за это время в нее попало всего несколько сирфид. Возможно, это связано с тем, что лето 2014 в целом оказалось очень неблагоприятным для насекомых вообще и в особенности для этой их группы: даже массовые виды встречались крайне редко, а многие растения крайне редко посещались насекомыми, в том числе зонтичные, на соцветиях которых обычно бывает очень много посетителей.

Данные по экологии личинок брали из обширных монографий – [4, 5].

Также просмотрена коллекция журчалок Зоологического музея МГУ для установления, какие виды были пойманы в Москве и области в предыдущие годы.

Видовое и родовое разнообразие значительно выше на Звенигородской биостанции (65 видов). При этом в коллекции Зоомузея для ЗБС ЗБС МГУ отмечены всего 40 видов. Таким образом, наши исследования позволяют расширить фаунистический список для биостанции. Точки в городских границах характеризуются сниженным родовым и видовым разнообразием: Коломенское (20 видов), Измайловский парк (11 видов) и Воробьевы Горы (10 видов). Стоит отметить, что для Измайловского парка только один вид (*Eristalis arbustorum*) отмечен и в наших сборах, и в сборах 1977 года, когда были собраны также 11 видов. Очевидно, что эти числа недооценивают истинное видовое богатство, однако так как на ЗБС МГУ

Сравнение списков видов, пойманных нами в городских парках и на Звенигородской биостанции показывает, что среди городских видов более всего представлены афидофаги, а не хватает в первую очередь видов с личинками-ксилофагами, развивающимися в разлагающейся древесине. По-видимому, это можно объяснить тем, что мероприятия по благоустройству парков сокращают число доступных для этих видов микроместообитаний. Возможно также, что афидофагия оказывается не просто «неотрицательным», а прямо положительным признаком с точки зрения отбора (речь в данном случае идет об «отборе видов», когда виды с разными признаками при вселении в новое местообитание с разной вероятностью вымирают или закрепляются). В частности, муравей *Lasius niger*, наиболее устойчивый к урбанизации [6], «выпадает» тлей,

тем самым поддерживая их популяции. Кроме того, для некоторых видов сирфид в литературе прямо указывается, что личинки паразитируют на колониях тлей, разводимых этим муравьем.

Автор благодарит Т.Е. Шапкину (МПГУ) за помощь в сборе материала, А.И. Шаталкина (Зоологический музей МГУ) и Т.В. Галинскую (каф. энтомологии МГУ) за помощь в определении собранного материала, А.Л. Озерова (Зоологический музей МГУ) за предоставление доступа к коллекциям. Работа проводилась при частичной поддержке гранта Российского Научного Фонда 14-14-00330.

#### Список литературы

1. Длусский, Г.М. Сравнение имагинального питания некоторых видов журчалок (Diptera, Syrphidae) / Длусский Г.М., Лаврова Н.В. // Журнал общей биологии. – 2001. Т. 62, №1. – С. 57-65.
2. Rotheray, G.E. Natural History of Hoverflies./ Rotheray G.E., Gilbert F.S. – Ceredigion: Forrest text, 2011. – 348 pp.
3. Хански, И. Ускользящий мир./ Хански И. – М.: КМК, 2015. – 340 с.
4. Reemer, M. De Nederlandse Zweefvliegen (Diptera: Syrphidae)/ Reemer M. et al. - Leiden: Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, 2009.
5. Dussaix, C. Syrphes de la Sarthe – Éthologie, écologie, répartition et développement larvaire (Diptera, Syrphidae)/ Dussaix C. - 2013. Invertébrés armoricains, les Cahiers du GRETTA, 9. 284 pp.
6. Putyatina, T.S. Effect of Recreational Pressure on Ant Communities of Open Biocenoses in Moscow/ Putyatina T.S.// Moscow University biological sciences bulletin. – 2011. – Т. 66, № 1.- С. 42-45.

Hoverflies (Diptera: Syrphidae) have the widest range of ecological diversity among dipterans. Together with relatively easy collecting, this makes them a possible proxy to investigate microhabitat loss in disturbed biocenoses. Comparison of hoverflies diversity shows reduced species number in Moscow parks relative to near-Moscow Zvenigorod biostation mostly due to lack of species with xylophagous larvae. Removing of dead wood in parks (and lack of this microhabitat) can be the reason of this.

Лысенков С.Н., биологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия, e-mail: s\_lysenkov@mail.ru

УДК 614:461.63

**Ю. Г. Лях, Е. К. Востоков, А. В. Морозов**

### **ОЛЕНЬ БЛАГОРОДНЫЙ В БЕЛАРУСИ: СТАНОВЛЕНИЕ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСУРСОВ**

Олень благородный (*Cervus elaphus* Linnaeus, 1758) – типичный представитель лесной фауны. До XVII в. ещё обитал на всей территории нынешней Беларуси, но до начала XVIII в. сохранился лишь в Беловежской пушце, а к началу XIX в. уже совсем исчез. Поэтому относится к числу реинтродуцированных в Беларуси видам.

Впервые олени появились в зверинце Беловежской пушцы в 1865 году [2]. Их доставили из Прусской Силезии от князя Плесс в обмен на 4-х молодых зубров. В Беловежскую пушцу было отправлено 20 благородных оленей, из которых по дороге две самки пало. Таким образом, в зверинец поместили 18 особей. Через 10 лет (к 1875 г.) их поголовье в зверинце выросло до 60, а за 20 лет (к 1885 г.) до 270 особей. Это с учетом массового падежа в 1878 г. и вольного выхода за ограждение зверинца в результате повреждения забора. Плодились олени хорошо, но мельчали размером тела и рогом. За пределами зверинца по кормовым условиям оленям жилось лучше. В 1892 г. на территории Беловежской пушцы числилось 450 оленей (250 в зверинце и около 200 особей за его пределами, в том числе за счет 150 оленей, выпущенных из зверинца).

Для «освежения крови» и особенно улучшения трофейных качеств рогов с 1891 по 1905 г. в пушцу отдельными партиями было завезено 618 оленей из лучших охотничьих хозяйств Европы [1].

И если к 1894 г. в зверинце было около 300 оленей, то вольноживущих в пушце почти 400, к 1902 г. общее поголовье уже достигло 2000 [2], а в 1914 г. – 6,8 тыс. особей. После первой мировой войны (к 1921 г.) осталось в пушце всего 6-8 оленей [1], которые при строгой охране снова быстро размножились и заселили весь лесной массив, достигнув к концу 1930-х годов более 1000 особей. За время второй мировой войны численность оленя в белорусской части пушцы сократилась до 380 голов (1945 г.), а к 1961 г. достигла 1250-1330 особей [3].

Несмотря на подкормку, начался процесс миграции оленя за пределы пушцы. В 1965 г. его встречи регистрировались на удалении более 200 км от границ Беловежской пушцы, а в Брестской области насчитывалось уже 3,7 тыс. оленей местного происхождения.

После первых экспериментов реинтродукции благородного оленя в Беловежской пуше известна ещё одна ранняя попытка, когда в 1929 г. 6 особей было выпущено в огороженный вольер Налибокской пуши. Олени хорошо прижились, начали размножаться, но в 1940-е годы их популяция была истреблена хищниками и браконьерами.

Последующие работы по реинтродукции оленя стали проводиться со второй половины 1950-х годов. Так в 1956-1968 гг. на территорию Беларуси было завезено 249 оленей из Воронежского заповедника [1], а с 1968 г. Беловежская пуша становится основным поставщиком этих ценных животных. Всего с 1968-1981 гг. из неё было переселено 1599 оленей, в том числе в пределах Беларуси 1067 особей [4].

Всего же с 1956 по 2013 годы на территории Беларуси осуществлен 81 выпуск оленя благородного в 41 пункте общим количеством 2566 особей (табл. 1, рис. 1).

В реинтродукции данного вида принимали участие практически все ведомства и структуры основных бывших или нынешних охотпользователей (Главное Управление по делам охотничьего хозяйства, Государственный комитет Совета Министров БССР по охране природы, Министерство лесного хозяйства, РС или РГОО «БООР», ОС ВОО КБВО или РГОО «БВОО», БФСО или РГОО «Динамо» Министерство образования, УД Президента Республики Беларусь, ООО «Интерсервис», прочие).

Для выпусков оленя использовался племенной материал из Воронежского заповедника, Беловежской пуши, Литовского зооцентра, с начала 80-х годов прошлого века – Осиповичского лесхоза, за последнее десятилетие этот диапазон расширился за счет КФХ Сигитаса Петraitиса (Литва), ГЛХУ «Лепельский лесхоз». Основным же поставщиком племенных оленей по-прежнему остается ГПУ «НП «Беловежская пуша».

Таблица 1 – Выпуски оленя благородного на территории Беларуси

Область	Год	Кол-во выпусков	Выпущено, особей
Брестская	1979, 1981, 1984, 1993, 1997-1999, 2010	8	244
Витебская	1956, 1963-1965, 1978-1980, 1983, 1995, 2006, 2009-2011, 2013	17	453
Гомельская	1982, 1984, 1997, 2000, 2006, 2010	6	159
Гродненская	1971, 1972, 1981, 1982, 1984, 2009, 2010, 2012	10	241
Минская	1965, 1973-1978, 1981, 1984, 1987, 1988, 2000, 2001-2006, 2011	20	674
Могилевская	1968-1971, 1980, 1981, 1998, 2006-2012	20	795
<b>Всего по республике</b>		<b>81</b>	<b>2566</b>

Результаты выпусков различны как по областям, так и по отдельным охотничьим хозяйствам, что сказалось на процессе формирования территориальных (популяционных) группировок. В табл. 2 приводятся сведения по плотности оленя в разрезе административных районов республики, которые основаны на результатах зимнего учета 2013 года.

Таблица 2 – Плотность оленя по административным районам Беларуси (по данным Минлесхоза на 2013 г.)

Плотность на 1000 га лесных угодий, особей	Область, административный район
Вид отсутствует или встречается единично и при учетах не регистрируется	<b>Брестская:</b> Ганцевичский, Дрогичинский, Лунинецкий, Малоритский, Столинский; <b>Витебская:</b> Витебский, Городокский, Глубокский, Дубровенский, Миорский, Полоцкий, Шарковщинский, Чашникский; <b>Гомельская:</b> Буда-Кошелевский, Ветковский, Гомельский, Добрушский, Ельский, Жлобинский, Калинковичский, Кормянский, Лоевский, Октябрьский, Рогачевский, Речицкий, Светлогорский, Чечерский; <b>Гродненская:</b> Вороновский, Зельвенский, Волковысский, Ошмянский, Сморгонский, Щучинский; <b>Минская:</b> Клецкий, Несвижский, Смолевичский, Стародорожский, Червенский; <b>Могилевская:</b> Бобруйский, Глусский, Горецкий, Дрибинский, Кировский, Климовичский, Костюковичский, Кричевский, Могилевский, Славгородский, Хотимский
До 1,0	<b>Брестская:</b> Ивановский, Кобринский, Ляховичский; <b>Витебская:</b> Браславский, Поставский, Шумилинский; <b>Гомельская:</b> Мозырский; <b>Гродненская:</b> Лидский, Слонимский; <b>Минская:</b> Борисовский, Вилейский, Любанский, Молодечненский; <b>Могилевская:</b> Быховский, Краснопольский, Шкловский
1,1-2,0	<b>Брестская:</b> Жабинковский, Пинский; <b>Витебская:</b> Верхнедвинский, Россонский, Докшицкий, Лепельский, Лиозненский, Ушачский; <b>Гомельская:</b> Брагинский, Житковичский, Лельчицкий, Наровлянский, Петриковский, Хойникский; <b>Гродненская:</b> Берестовицкий, Ивьевский, Копыльский, Кореличский, Новогрудский; <b>Минская:</b> Крупский, Логойский, Минский, Солигорский, Узденский
2,1-3,0	<b>Брестская:</b> Барановичский, Брестский, Ивацевичский; <b>Витебская:</b> Сенненский; <b>Гродненская:</b>

	Гродненский, Островецкий; <b>Минская:</b> Мядельский, Пуховичский, Столбцовский; <b>Могилевская:</b> Кличевский, Мстиславльский
3,1-4,0	<b>Брестская:</b> Березовский; <b>Витебская:</b> Бешенковичский, Оршанский, Толочинский; <b>Минская:</b> Воложинский; <b>Могилевская:</b> Чаусский, Чериковский
4,1-5,0	<b>Гродненская:</b> Дятловский; <b>Минская:</b> Березинский; <b>Могилевская:</b> Бельничский, Осиповичский
5,1-10,0	<b>Брестская:</b> Пружанский; <b>Гродненская:</b> Мостовский; <b>Минская:</b> Дзержинский, Слуцкий
10,1 и выше	<b>Брестская:</b> Каменецкий; <b>Гродненская:</b> Свислочский; <b>Могилевская:</b> Круглянский

Данные табл. 2 свидетельствуют о том, что плотность оленя, главным образом, зависит от уровня ведения охотничьего хозяйства на той или иной территории. Так плотность оленя более 10 особей на 1000 га лесных угодий существует только в ГПУ «НП «Беловежская пуца» и ГЛХУ «Тетеринское». На большей же части территории Беларуси олень редок (плотность менее 2-х особей на 1000 га лесных угодий), либо вовсе отсутствует или некоторые субъекты хозяйствования не показывают присутствие этого вида на своей территории.

Поэтому полнота и достоверность сведений по численности диких животных с учетом правильного и выверенного природоохранного законодательства в области биоразнообразия – основа неистощительного использования возобновимых природных ресурсов и научно обоснованного ведения охотничьего хозяйства.

С целью быстрой оптимизации численности и плотности оленя в Беларуси, устойчивого и рационального использования ресурса необходимо соблюдать и выполнять следующие рекомендации:

- качественно проводить учет оленя и отчитываться достоверной информацией;
- отстрел взрослых особей возможен лишь при плотности оленя не ниже 5 особей на 1000 га, когда в размножении участвуют все взрослые самки;
- в хозяйствах, где проводится трофейная охота, обязательен учет этого вида на реву;
- взрослые (территориальные) самцы (8-12 лет) с хорошо развитыми рогами должны оберегаться и охраняться, их элиминацию желательно проводить в более позднем возрасте;
- при проведении охот в период гона изъятие трофейных самцов следует проводить в более поздние сроки (с октября);
- запретить или ограничивать загонные охоты;
- практиковать охоту из засады, с вышек у подкормочных площадок, кормовых полей и посевов сельскохозяйственных культур, водопоев, с подхода с преимущественным использованием нарезного оружия;
- вести борьбу с браконьерством, волком, лисицей, бродячими собаками;
- изъятие преимущественно должно быть выборочным и селекционным: добывают, прежде всего, ослабленных, старых и больных животных, самцов со слабыми рогами, полутороговых особей с рогами – «шпильками» длиной менее 20 см, поздно рожавших самок вместе с телятами и слабых телят.

The historical questions of red deer spread on the territory of Belarus are discussed in the article. The red deer characteristic as the resource species, and its value in country hunting farms are shown.

#### *Список литературы*

1. Звери: Попул. Энцикл. справ. / Беларус. Энцикл., Ин-т зоологии Нац. АН Беларуси; Под ред. П.Г. Козло. Мн.: БелЭн., 2003. С. 237-241.
2. Карцов, Г. Беловежская пуца. СПб: Арт. завед. А.Ф. Маркса, 1903. С. 239-251.
3. Савицкий, Б.П., Кучмель С.В., Бурко Л.Д. Млекопитающие Беларуси. Мн.: Изд. центр БГУ, 2005. С. 218-225.
4. Шостак, С.В. Морфолого-экологический анализ и динамика популяции европейского благородного оленя Беловежской пуцы: Автореф. дис. кан. биол. наук в форме науч. докл. Киев, 1983. 24 с.

Determine The value of quarantine measures in the prevention of infectious and parasitic diseases at the hunting area in the Republic of Belarus is determined. The analysis of the risks and consequences of non-compliance with conditions overexposure of animals in cages are shown.

*Лях Ю.Г.*, ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», Минск, Беларусь, e-mail: [yury\\_liakh.61@mail.ru](mailto:yury_liakh.61@mail.ru).  
*Востоков Е.К.*, ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», Минск, Беларусь.  
*Морозов А.В.*, ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», Минск, Беларусь.

## ОСНОВНЫЕ ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ НАСЕКОМЫХ ЮГО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ (ЩЕТИНОХВОСТКИ, ДРЕВНЕКРЫЛЫЕ И НОВОКРЫЛЫЕ С НЕПОЛНЫМ ПРЕВРАЩЕНИЕМ)

Изучение энтомофауны проводилось в течение ряда лет (1996–2016 гг.) в различных биотопах на территории Буда-Кошелевского, Ветковского и Гомельского районов Гомельской области. Сбор наземных насекомых проводился вручную, с помощью эксгаустера и энтомологического сачка. Отлов водных насекомых осуществлялся методом кошения энтомологическим сачком по дну и водной растительности. Видовую идентификацию проводили с помощью определителей [1, 2]. Для изучения морфологических особенностей отдельных видов в лабораторных условиях использовали бинокулярный микроскоп МБС-10 и ручные 7<sup>x</sup> и 10<sup>x</sup> лупы. Ряд особей подвергался препарированию с дальнейшим изучением строения гениталий под микроскопом ШМ-1. Всего было учтено более 500 экземпляров. По некоторым группам насекомых составлен фотоархив.

**Щетинохвостки (Thysanura).** Данный отряд представлен 2 синантропными видами: чешуйницей обыкновенной (*Lepisma saccharina* L.) и термобией домашней (*Thermobia domestica* Pack.).

**Поденки (Ephemeroptera).** На территории Буда-Кошелевского и Гомельского районов отмечены 5 видов: поденка полосатая (*Ephemera lineata* Etn.), поденка белая (*Ephoron virgo* Ol.), поденка желтая (*Heptagenia sulphurea* Müll.), поденка темно-серая (*Kageronia fuscogrisea* Retz.) и поденка двукрылая (*Cloeon dipterum* L.).

**Стрекозы (Odonata).** В результате проведенного нами ранее эколого-фаунистического изучения стрекоз Юго-Восточной части Беларуси [3] было установлено обитание здесь 28 представителей данного отряда. На сегодняшний день список дополнен 4 видами, среди которых коромысло зеленобокое (*Aeshna affinis* V. d. Lind.), стрелка копыносная (*Coenagrion hastulatum* Charp.), стрелка голубая (*Enallagma cyathigerum* Charp.) и недавно обнаруженный на территории Беларуси прямобрюх белохвостый (*Orthetrum albistylum* Selys). Особый интерес представляет установление новых мест обитания *Gomphus flavipes* Charp., включенного в Приложение Красной книги Республики Беларусь (2014), как недостаточно изученный вид (DD).

**Таракановые (Blattoptera).** Отряд представлен 1 аборигенным видом – тараканом лапландским (*Ectobius lapponicus* L.) – и 1 синантропным видом – тараканом рыжим (*Blattella germanica* L.). Также имеются сведения [4] об обитании в жилой зоне г. Гомеля и другого синантропа-вселенца – таракана черного (*Blatta orientalis* L.), однако коллекционным материалом находки данного вида нами пока не подтверждены.

**Богомолы (Mantoptera).** В последнее десятилетие фауна Беларуси обогатилась 1 представителем этого отряда – богомолем обыкновенным (*Mantis religiosa* L.). Данный вид характеризуется широкой экологической пластичностью. За несколько лет широко распространился и достиг довольно высокой численности. Встречается в двух цветовых формах: зеленой и бурой [5].

**Веснянки (Plecoptera).** Из представителей данного отряда на территории Юго-Восточной Беларуси нами обнаружена веснянка серая (*Nemoura cinerea* Retz.).

**Прямокрылые (Orthoptera).** В результате проведенного нами ранее эколого-фаунистического изучения прямокрылых Юго-Восточной части Беларуси [6] было установлено обитание здесь 24 видов из этого отряда. На сегодняшний день список дополнен 7 видами: триперст обыкновенный (*Tridactylus variegatus* Latr.), прус итальянский (*Calliptamus italicus* L.), скачок серый (*Platycleis albopunctata* Gz.), кустилюбка пепельная (*Pholidoptera griseoptera* Deg), конек бродячий (*Chorthippus vagans* Ev.), конек луговой (*Ch. dorsatus* Zett.), зеленчук непарный (*Chrysochraon dispar* Germ.). Особый интерес представляют новые на территории республики находки *Tridactylus variegatus* Latr. – представителя семейства триперстовых (Tridactylidae), а также установление новых мест обитания *Chrysochraon dispar* Germ., имеющего высокий охранный статус (II категория охраны Красной книги Республики Беларусь, 2014).

**Кожистокрылые (Dermatoptera).** Данный отряд представлен 2 видами: уховерткой обыкновенной (*Forficula auricularia* L.) и уховерткой огородной (*F. tomis* Kol.).

**Равнокрылые (Homoptera).** На территории Буда-Кошелевского и Гомельского районов отловлены 11 видов из подотряда Цикадовых (Cicadina): *Asiraca clavicornis* F., горбатка обыкновенная (*Centrotus cornutus* L.), бодушка бизонья (*Stictocephala bisonia* Kopp et Yonke), цикадка зеленая (*Cicadella viridis* L.), пенница ольховая (*Aphrophora alni* Fall.), афродес Макарова (*Aphrodes makarovi* Zachvatkin), ритидод украшенный (*Rhytidodus decimusquartus* Schrnk.), диплоколен обычный (*Diplocolenus abdominalis* F.), *Acericerus vittifrons* Kbm., цикадка жилковатая (*Anaceratagallia venosa* Fourcroy), антизанус серебристый (*Athysanus argentatus* Metcalf). Подотряд Кокциды (Coccinea) представлен щитовкой яблонной запятовидной (*Lepidosaphes ulmi* L.), ложнощитовкой сливовой (*Sphaerolecanium prunastri* Fonsc.) и ложнощитовкой полушаровидной (*Saissetia hemisphaerica* Targ.).

**Полужесткокрылые (Hemiptera).** Опубликованный ранее список обитающих в юго-восточной части Беларуси полужесткокрылых [7] включал 57 видов. В настоящее время он расширен до 90 видов. Дополнительно включены прибрежник обыкновенный (*Saldula saltatoria* L.), прыгунчик песчаный (*S. arenicola* Scholtz), *Chartoscirta elegantula* Fall., щитник полушаровидный (*Coptosoma scutellatum* Geoffr.), кружевница широкая (*Tingis ampliata* H.-S.), пиясма пятнистая (*Piesma maculatum* Lap.), охотник морщинистый (*Nabis rugosus* L.), булавник малоточечный (*Rhopalus parumpunctatus* Schill.), слепняк злаковый (*Leptopterna dolabrata* L.), капсодес готический (*Capsodes gothicus* L.), клоп крапивный (*Liocoris tripustulatus* F.), слепняк луговой (*Lygus pratensis* L.), слепняк точечный (*L. punctatus* Zett.), слепняк травяной (*L. rugulipennis* Popp.), *Systellonotus triguttatus* L., дереокорис красный (*Deraeocoris ruber* L.), дереокорис желтоватый (*D. lutescens* Schill.), клопик хлебный (*Trigonotylus caelestialium* Kirk.), слепняк зонтичный светлый (*Orthops campestris* L.), слепняк зонтичный темноватый (*O. basalis* Costa), слепняк зонтичный темный (*O. kalmii* L.), калокорис схожий (*Calocoris affinis* H.-S.), геокорис непарный (*Geocoris dispar* Waga), *Criocoris crassicornis* Hahn, рипарохромус сосновый (*Rhyarochromus pini* L.), исхнодемус песчаный (*Ischnodemus sabuleti* Fall.), сфрагистикус темный (*Sphragisticus nebulosus* Fall.), сколопостетус волосатый (*Scolopostethus pilosus* Reut.), сколопостетус Томсона (*S. thomsoni* Reut.), клейдоцерис пахучий (*Kleidocerys resedae* Panz.), перитрехус коленчатый (*Peritrechus geniculatus* Hahn.), черепашка маврская (*Eurygaster maura* L.) и сциокорис плоскоспинный (*Sciocoris homalonotus* Fieb.). Особый интерес представляют новые находки в республике *Sciocoris homalonotus* Fieb. и *Prostemma aeneicolle* Stein., а также установление новых мест обитания *Mezira tremulae* Germ., включенного в Приложение Красной книги Республики Беларусь (2014), как недостаточно изученный вид (DD).

Таким образом, несмотря на положительную динамику, в эколого-фаунистических исследованиях на юго-востоке Беларуси по-прежнему остаются неизученными не только семейства, но и многие отряды насекомых. Важнейшей задачей дальнейших исследований в этом направлении следует считать усиление внимания к таким малоизученным группам насекомых, как трипсы, сеноеды, пухоеды и вши, видовой состав которых на территории юго-восточной части Беларуси не выяснен до сих пор. В свою очередь, выявление местообитаний новых и редких видов является дополнительной фактографической основой понимания состава, структуры и генезиса энтомофауны Беларуси и разработки научно обоснованных рекомендаций по их сохранению.

#### Список литературы

1. Бей-Биенко, Г.Я. Определитель насекомых Европейской части СССР: в пяти томах. Том I. Низшие, древнекрылые, с неполным превращением / Г.Я. Бей-Биенко [и др.]; под общ. ред. чл.-корр. АН СССР Г.Я. Бей-Биенко. – Москва-Ленинград: Наука, 1964. – 937 с.
2. Скворцов, В.Э. Стрекозы Восточной Европы и Кавказа: Атлас-определитель / В.Э. Скворцов. – Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2010. – 623 с.
3. Островский, А.М. Эколого-фаунистическое изучение стрекоз (Insecta, Odonata) юго-восточной части Беларуси / А.М. Островский // Регіональні аспекти флористичних і фауністичних досліджень: матеріали Першої міжнародної науково-практичної конференції, Хотин, 10-12 квітня 2014 р. / М-во екології та природн. ресурсів України, Нац. природн. парк «Хотинський» [та інш.]; відп. ред. І. В. Скільський. – Чернівці: Друк Арт, 2014. – С. 200-204.
4. Островский, А.М. Синантропный комплекс непаразитических насекомых-комменсалов города Гомеля / А.М. Островский // Проблемы медицины и биологии: материалы Межрегион. науч.-практ. конф. молодых ученых и студентов с междунар. участием, посв. 60-летию Кемеровской государственной медицинской академии, Кемерово, 16-17 апреля 2015 г. / ГБОУ ВПО «Кемеровская гос. мед. академия»; отв. ред. Д.Ю. Кувшинов. – Кемерово: КемГМА, 2015. – С. 132.
5. Островский, А.М. Распространение и особенности биологии богомола обыкновенного *Mantis religiosa* (Linnaeus, 1758) на территории Беларуси / А.М. Островский // Междисциплинарные исследования в науке и образовании: Биологические науки. Сборник трудов Первой Международной научно-методической конференции (1 сентября 2012 г.): [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: <http://mino.esrae.ru/158-1001>. – Дата доступа: 23.04.2016.
6. Островский, А.М. Эколого-фаунистическое изучение прямокрылых (Insecta, Orthoptera) юго-восточной части Беларуси / А.М. Островский // Полевые и экспериментальные исследования биологических систем: материалы V Всерос. (с междунар. участием) заочной конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Ишим, июнь, 2014 г. / ГОУ ВПО «Ишимский гос. пед. ин-т им. П.П. Ершова»; ред.-сост. А.В. Иванкова. – Ишим: Изд-во ИГПИ им. П.П. Ершова, 2014. – С. 68-73.
7. Островский, А.М. Настоящие полужесткокрылые (Insecta, Hemiptera) Юго-Восточной Беларуси / А.М. Островский // Механизмы устойчивости и адаптации биологических систем к природным и техногенным факторам: сб. материалов Всероссийской научной конференции, Киров, 22-25 апреля 2015 г. / ГБОУ ВПО «Вятский государственный гуманитарный университет»; редкол.: Т.Я. Ашихмина [и др.]. – Киров: изд-во ООО «ВЕСИ», 2015. – С. 222-225.

The article describes the main results of many years of study of the insect fauna of the South-Eastern Belarus. Data on species composition of Thysanurata, Palaeoptera and Hemimetabola, and identify the major perspectives for further research in this direction.

Островский А.М., Гомельский государственный медицинский университет, Гомель, Беларусь, e-mail: Arti301989@mail.ru.

УДК 591.531.1 + 591.95 (476-21)

А. В. Рыжая, Е. И. Гляковская

### ЧЛЕНИСТОНОГИЕ-ФИТОФАГИ В ЗЕЛЕНых НАСАЖДЕНИЯХ г. СКИДЕЛЯ (ГРОДНЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ, БЕЛАРУСЬ)

Все большую актуальность в нашей стране приобретает проблема изучения насекомых в составе естественных и антропогенных экосистем, а также исследования, включающие мониторинг состояния окружающей среды и анализ элементов биоценотической регуляции. Фитофаги составляют обширную экологическую группу беспозвоночных животных, в большинстве своем это членистоногие, которые в той или иной мере вредят культивируемым и другим хозяйственно ценным растениям. Существенную проблему они представляют в условиях городских зеленых насаждений, особенно парковых. Особую значимость в зеленых насаждениях представляют фоновые виды фитофагов, то есть формы, постоянно присутствующие в сообществах определенного типа, а значит, постоянно реализующие здесь свою вредоносность [1].

В результате антропогенной деятельности по нашей планете ежедневно перемещаются десятки тысяч видов животных организмов. Инвазивные чужеродные виды по праву считаются второй по значению угрозой биоразнообразию (после разрушения мест обитания). Процесс инвазии значительно ускорился в связи с глобальным потеплением климата и интенсификацией товарных и иных отношений с различными странами, радикального увеличения транспортных потоков. Многие из чужеродных видов характеризуются высокой пластичностью, что позволяет им внедряться в новые для них экосистемы, высокой скоростью размножения, позволяющей быстро наращивать свою численность, и высокой конкурентной способностью, приводящей к подавлению или вытеснению аборигенных видов. В урбоценозах Гродненского Понеманья, в разных типах зеленых насаждений, характеризующихся спецификой природно-климатических условий, видовой состав аборигенных и чужеродных видов остается неустановленным. Важность изучения и прогнозирования последствий инвазионных процессов для данной территории связана с тем, она является одним из основных коридоров проникновения чужеродных видов и потенциально возможных инвазий.

В рамках выполнения научно-исследовательской работы «Изменения сообществ фоновых видов фитофагов – вредителей древесно-кустарниковых растений урбоценозов Гродненского Понеманья в результате инвазивных процессов» проводили выявление фитофагов, вредителей древесно-кустарниковых насаждений в г. Скиделе (Гродненский район, Беларусь). На территории города заложили три пробные площадки. ПП1 расположена в городском сквере по улице Ленина, между улицами Гагарина и Щеголева. Сквер имеет прямоугольную форму, дорожки расположены радиально, сходятся в центре. В сквере высажены: липа (*Tilia cordata*), клен остролистный (*Acer platanoides*), каштан конский (*Aesculus hippocastanum*), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*), ель европейская (*Picea abies*), ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior*), береза (*Betula pendula*), ива вавилонская (*Salix babylonica*), форзиция (*Forsythia ovata*).

ПП2 расположена в усадебном парке Святополк-Четвертинских, заложенном в первой половине XIX века на приподнятой, слегка пересеченной террасе р. Спушанка (приток р. Скиделянки, впадающей в р. Котра). Парк около 0,5 га [2]. В основу планировки парка положен принцип постепенного раскрытия парковых картин, образуемых небольшими древесными группами по мере продвижения по дорожке, оформленной в виде грабовой шпалеры. Основу насаждений парка составляют вековые деревья ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior*), клена остролистного (*Acer platanoides*), липы (*Tilia* sp.), граба (*Carpinus betulus*). Сохранились лиственница европейская (*Larix decidua*), сосна Веймутова (*Pinus strobus*), липа крупнолистная (*T. platyphyllos*), каштан конский (*Aesculus hippocastanum*). Единичны: робиния (*Robinia pseudoacacia*), вяз шершавый (*Ulmus glabra*).

ПП3 представляет собой часть усадебного парка, расположенного за рекой Спушанкой, вокруг костела Вознесения Девы Марии, который был построен в 1870 году князьями Четвертинскими. К костелу через Спушанку с мостиком проложена тропа [2]. Сохранились фрагменты аллеи из каштана конского (*Aesculus hippocastanum*), липы крупнолистной (*T. platyphyllos*), туи (*Thuja* sp.). На участке также отмечены клен

ясенелистный, или американский (*A. negundo*), боярышник (*Crataegus* sp.), тополь (*Populus* sp.), шиповник (*Rosa* sp.).

Сбор материала осуществляли в ходе визуального обследования древесных и кустарниковых растений. Фрагменты поврежденных растений коллектировали для последующего анализа в лабораторных условиях и гербаризации образцов. Идентификацию повреждений проводили по [3, 4, 5].

На ПП1 фитофаги отмечены на каштанах, липах, ясене, клене, иве и форзиции. На елях, рябинах и березе фитофаги не отмечены. Наибольшее видовое разнообразие фитофагов выявлено на липах, которые составляли основу озеленения сквера. Так, нами отмечены три вида клещей из отряда Prostigmata – *Eriophyes tiliae* (Pagenstecher, 1857), *E. leiosoma* (Nalepa, 1892) (сем. Eriophyidae), *Phytoptus tetratrichus* (Nalepa, 1890) (сем. Phytoptidae), образующих галлы на листовых пластинках; впервые на данной территории на черешках листьев и цветоножках отмечены округлые мясистые галлы *Contarinia tiliarum* (Kieffer, 1890) (Cecidomiidae, Diptera, Insecta). Кроме того, на листьях отмечены мины, вероятно *Trachys minuta* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera, Vuprestidae). На каштанах выявлен *Aculus hippocastani* (Fockeu, 1890) (Prostigmata, Eriophyidae). На ясене нами обнаружены галлы *Dasineura fraxini* (Bremi, 1847) (сем. Cecidomiidae, Diptera, Insecta). На клене на нижней поверхности листовых пластинок отмечена кленовая тля *Periphyllus aceris* (Linnaeus, 1761) (Aphidoidea, Aphididae). Колонии тлей рода *Chaitophorus* Koch отмечены также на иве (Aphidoidea, Chaitophoridae).

На ПП2 повреждения отмечены на грабах (составляющих основной вид древесных насаждений), на липе (*T. platyphyllos*) – *E. tiliae*, *E. leiosoma*, мины *Trachys minuta*. На каштанах выявлен *A. hippocastani*, на вязе (*Ulmus glabra*) отмечены галлы *Tetraneura ulmi* (Linnaeus, 1758) (Aphidoidea: Pemphigidae). На лиственнице – восковые хлопья *Adelges laricis* (Vallot, 1836) (Phylloxeroidea: Adelgidae).

На ПП3 на тополе отмечены галлы двух видов – *Pemphigus populinigrae* (Schrank, 1801) и *Pemphigus spyrothecae* (Passerini, 1860) (Aphidoidea, Pemphigidae). На листьях *T. platyphyllos* – *E. tiliae*, *E. leiosoma*, мины *Trachys minuta*. На каштанах выявлен *A. hippocastani*, на рябине обыкновенной – рябинный галловый клещ *E. sorbi* (Canestrini, 1890). На боярышнике отмечена колония тлей *Aphis pomi* (De Geer, 1773) (Aphidoidea, Aphididae).

Кроме того, при визуальном осмотре растений на приусадебном участке нами выявлены на алыче (*Prunus divaricata*) гнезда *Yponomeuta padella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Yponomeutidae), на смородине *Cryptomyzus ribis* (Linnaeus 1758) (Aphidoidea: Aphididae).

Таким образом, за время проведения исследований фитофагов в г. Скиделе выявлены представители двух классов: Паукообразные представлены клещами из отряда Prostigmata, насекомые – четырьмя отрядами: Coleoptera, Diptera, Lepidoptera, Rhynchota. Идентифицировано 17 видов фитофагов из 9 семейств. Обследовано 21 вид древесных и кустарниковых растений. Липа поражена 5-ю видами фитофагов, тополь – 2-мя, остальные же древесные растения и кустарники на исследованной территории поражены только 1-м видом фитофагов.

Видовое разнообразие фитофагов на исследованной территории отличается незначительно. Так, на ПП1 отмечено 9 видов фитофагов из 6 семейств, на ПП2 – 6 видов из 4 семейств и на ПП3 – 8 видов из 4-х семейств.

Работу проводили в рамках ГПНИ на 2016–2018 годы Природопользование и экология 2.05, комплексное задание «Оценка угроз и разработка системы рисков от внедрения инвазивных видов в нативные сообщества как элемент экологической безопасности Республики Беларусь».

#### Список литературы

1. Рыжая, А. В. Членистоногие фитофаги – вредители зеленых насаждений г. Гродно и окрестностей / А. В. Рыжая, Т. С. Копысова // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Сер. 5, Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія. – 2016. – Том 6. – № 1. – С. 138–149.
2. Федорук, А. Т. Старинные усадьбы Гродненщины: Берестовицкий – Ивьевский районы / А. Т. Федорук. – Минск: Беларусь, 2014. – 543 с.
3. Гусев, В. И. Определитель повреждений лесных, декоративных и плодовых деревьев и кустарников / В. И. Гусев. – М.: Лесн. Пром-ть, 1984. – 472 с.
4. Буга, С. В. Фитофаги – вредители древесных растений урбоценозов Минска и Гродно / С. В. Буга, Д. Л. Петров, А. В. Рыжая, Ф. В. Сауткин. – Минск: БГУ, 2010. – 40 с.
5. Сауткин, Ф. В. Насекомые-фитофаги – вредители декоративных кустарников в зеленых насаждениях г. Гродно / Ф. В. Сауткин, А. В. Рыжая, С. В. Буга // Вестник БГУ. – 2012. – серия 2, № 3. – С. 49–54.

During research in Skidel (Grodno district, Belarus) representatives of two classes phytophagous arthropods identified. Arachnida are represented by ticks of the order Prostigmata, insects – four orders: Coleoptera, Diptera, Lepidoptera, Rhynchota. It identified 17 species belonging to 9 families. The greatest species diversity of phytophagous found in the lime-tree. In the fir-tree and in the birch phytophagous are not marked. The work was carried out within 2016–2018 years GPSI on Environment and Ecology

2.05, complete the task «Assessment of the threats and development of the risks system by the introduction of invasive species in the native community as an element of ecological safety of Belarus Republic».

*Рыжжая А.В.*, Гродненский госуниверситет имени Я. Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: rhyzhaya@mail.ru.

*Гляковская Е.И.*, Гродненский госуниверситет имени Я. Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: ekaterina.g91@mail.ru.

УДК 573.01:595.762.12

**Р. А. Суходольская, А. А. Савельев**

### **ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОЛОВОГО ДИМОРФИЗМА ЖУКОВ-ЖУЖЕЛИЦ (COLEOPTERA, CARABIDAE)**

Рациональное использование природных ресурсов подразумевает мониторинг их популяций. Считается, что урбанизация влияет негативно на такой важный параметр, как размер животного. Объектом нашего исследования были жуки – жужелицы – признанные индикаторы состояния окружающей среды. Рядом исследований доказано, что размеры жужелиц зависят не столько от городской среды, сколько от региона их обитания, причем самки и самцы могут по-разному реагировать на однотипное воздействие. Различия в реакции особей разного пола на один и тот же фактор и соответствующие различия в их размерах, другими словами, половой диморфизм (ПД), были предметом нашего исследования.

Одно из эколого-географических правил – правило Бергманна – увеличение размеров в высоких широтах, что очень удачно объяснялось для эндотермов процессами терморегуляции. Однако в дальнейшем выяснилось, что могут регистрироваться и обратные клиналы Бергманна, а иногда демонстрируется, особенно у насекомых, паттерн географической изменчивости в виде континуума от полностью эмпирических Бергманновских трендов до обратных, и к которым трудно приложимы классические объяснения в виде терморегуляции. Почему так получается? Ориентируясь на литературу, в основном зарубежную, мы пришли к выводам, которые послужили методологической основой нашей работы, а сама эта работа явилась основой для оценки предмета нашей публикации, а именно – полового диморфизма. В обзорных работах было показано, что на размер насекомого влияет множество факторов, существует множество типов насекомых, а территория их обитания настолько изменчива, что не удивительно, что нельзя для всех насекомых выделить один тип реакции на изменение широты. Поэтому мы выбрали только жужелиц. Также отмечается, что если в одних исследованиях измеряется длина бедра насекомого, а в других – его крыла – результаты могут быть противоположными, а также если в одном случае исследуются самцы, а в другом случае – самки – результаты по выявлению клиналей также могут противоречить друг другу. Если исследования ведутся в масштабах континента или в масштабах одной страны – результаты могут быть также противоречащими друг другу. Если исследовать клиналы на межвидовом уровне, можно не получить определенных результатов вообще, так как даже близкие виды могут демонстрировать разные по направлению клиналы. Работы на уровне сообществ, которые делают заключения на основании анализа комплекса видов, вместо одного, не дают полезной информации в плане микроэволюции и соответствия организмов эколого-географическим правилам. Обоснованность правила Бергманна к какой-то группе или населению (в ареале) насекомых в высшей степени, то есть в каждом месте определенном эту реакцию нельзя предсказать. Картина складывается только из последовательных исследований предмета в ареале и только с применением линейных моделей, которые определяют вклад именно широты, а не чего-либо другого и частично зависит от способа проведения исследования, дизайна эксперимента.

Таким образом, мы посчитали, что исследование соответствия правилу Бергманна и другим должно фокусироваться на видовом уровне и выполняться на широко распространенных видах с широким ареалом для того, чтобы были учтены все источники изменчивости для минимизации ошибок.

Учитывая вышесказанное, дизайн нашего исследования был сформирован следующим образом. В работе представлены шесть широко распространенных эврибионтных видов жужелиц. Материал по ним собирался в течение более, чем 10 лет в пределах их ареалов, причем в спектре антропогенного воздействия (города, пригороды, агроценозы) и в спектре характеров биотопов (леса, луга и т. д.). По каждому виду сформирована база данных по морфометрическим промерам, которая служила основой для построения линейных моделей. Такие модели позволяют определить роль основных факторов среды в изменении размеров жуков, причем сделать это в спектре действия фактора. Основываясь на результатах таких моделей, мы выбрали только те значения длины надкрылий самок и самцов исследованных видов, которые они принимают на той или иной широте, оценили величину полового диморфизма на каждой широте и у каждого вида по общепринятой формуле. Таким образом, в данном сообщении представлен только широтный аспект

изменчивости жужелиц. Обобщенный результат, полученный по широтной изменчивости размеров жужелиц, который был опубликован нами ранее, можно резюмировать следующим образом:

- практически у всех исследованных видов жужелиц изменчивость длин надкрылий, переднеспинки и головы имеют противоположные направления в широтном аспекте, поэтому в зависимости от того, какой орган измерять можно получить совершенно разные картины даже у одного и того же вида;
- изменчивость размеров самцов и самок в широтном градиенте не всегда однонаправлена;
- широтная изменчивость размеров видоспецифична: к примеру, для *C. granulatus* характерны прямые клиналы Бергманна, для *C. cancellatus* – обратные, а у *Poec. cupreus* клиналы демонстрируются только по длине надкрылий самцов;
- самки и самцы в градиенте широты могут изменяться неоднозначно, что говорит о том, что половой диморфизм по отдельным признакам тоже изменяется в градиенте широты.

В данном сообщении мы приводим результаты по изменчивости полового диморфизма по длине надкрылий у исследованных видов (рис. рис. 1, 2).

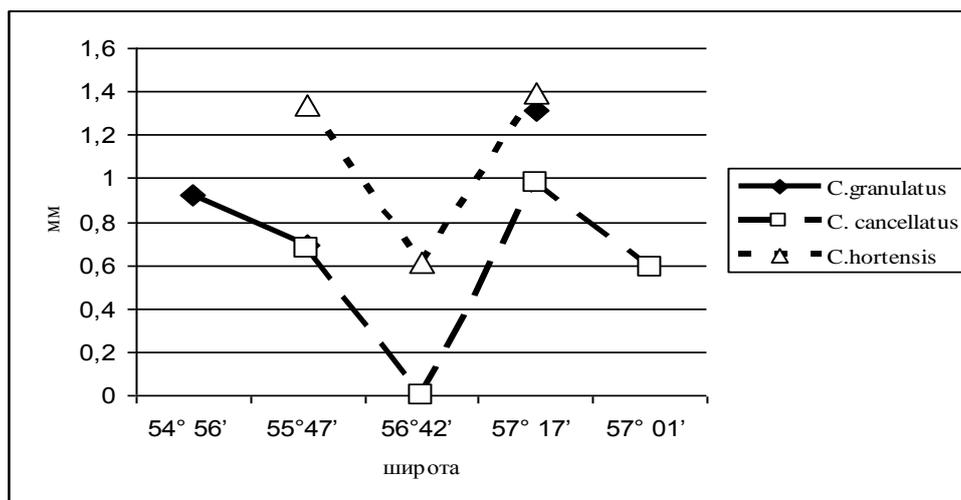


Рисунок 1 - Широтная изменчивость полового диморфизма у жужелиц рода *Carabus*

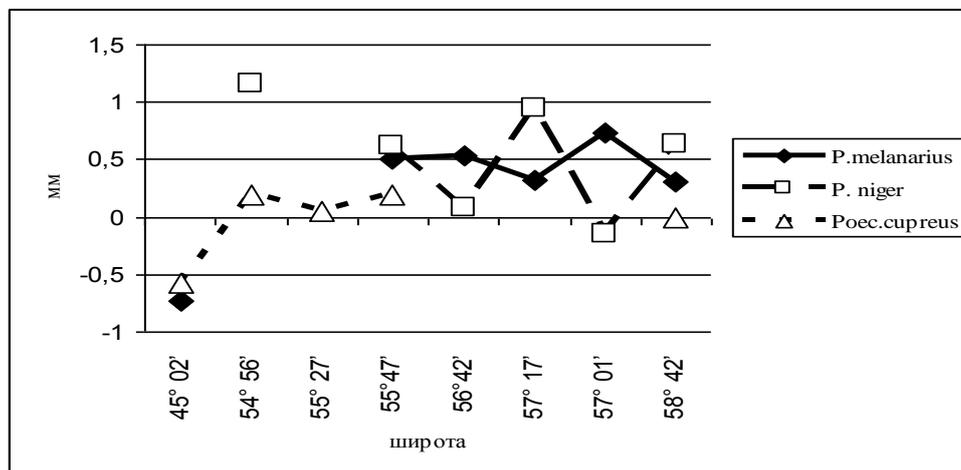


Рисунок 2 - Широтная изменчивость полового диморфизма у жужелиц рода *Pterostichus* и *Poecilus*

Таким образом, для жужелиц рода *Carabus* характерна так называемая «hump-shaped» (дословно по-русски – горбообразная) изменчивость значений ПД, когда ПД снижается в умеренных широтах, а затем вновь повышается. Данные статистически достоверны с  $R$  приближающимся к 1. Для представителей рода *Pterostichus* и *Poecilus* характерен «saw-throat» эффект, или пилообразная изменчивость величины ПД в широтном градиенте. Интересно, что близкие по экологии виды – *P. melanarius* и *P. niger* – «колеблются» с противоположной фазой: увеличение величины ПД с широтой у одного вида наблюдается одновременно с уменьшением этой величины у другого (коэффициент корреляции Спирмена = -0,9,  $p < 0,037$ ).

Полученные факты межвидовой и межродовой изменчивости полового диморфизма при влиянии факторов среды согласуются с мнением многих авторов, отмечающих, что величина полового диморфизма не является константной. В то же время безусловным вкладом в решение этой проблемы является то, что наши выводы основаны на строгой и корректной статистической обработке, что, к сожалению, отсутствует у ряда исследователей.

Thus, for ground beetles genus *Carabus* characterized by the so-called «hump-shaped» variability of PD values when PD decreases in the temperate latitudes, and then rises again. Data were statistically significant with R approaching 1. For the genus *Pterostichus* and *Poecilus* characteristic "saw-throat» effect, or sawtooth variability values of PD in the latitudinal gradient. Interestingly, similar in ecology species - *P. melanarius* and *P. niger* - «range» with opposite phase: increase the value of PD with a breadth of one species occurs simultaneously with a decrease of the value of the other (Spearman correlation coefficient = -0,9,  $p < 0,037$ ).

Суходольская Р.А., Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан, Казань, Россия, e-mail: sukhodolskayaraisa@gmail.com.

УДК 633.31/.37:632.7 (476)

**Л. И. Трепашко, М. Г. Немкевич, С. В. Бойко, Я. В. Максимович**

### **ЭНТОМОФАУНА ОДНОЛЕТНИХ БОБОВЫХ КУЛЬТУР БЕЛАРУСИ**

Одной из важнейших проблем сельского хозяйства Беларуси остается дефицит и невысокое качество растительного белка, лимитирующего дальнейший рост экономического развития животноводства. Особенно негативно на показателях качества и себестоимости продукции сказывается низкий уровень производства зернобобовых культур, определяющих протеиновую полноценность концентрированных кормов. В Республике Беларусь посевные площади за последнее десятилетие расширены в 1,5 раза и в настоящее время составляют порядка 350 тыс. га, или 7% от всех посевных площадей. Из обширной группы однолетних бобовых культур для агроклиматических условий страны наиболее ценными видами являются люпин, соя, бобы кормовые. Эти культуры пока не получили широкого распространения, что связано с различными причинами, одной из которых является высокая вредоносность фитофагов.

Мониторинг вредных организмов проведен в посевах люпина узколистного, сои и кормовых бобов на опытном поле РУП «Институт защиты растений», хозяйствах Брестской и Гомельской областей, согласно методам, принятым в энтомологии: почвенные ловушки, кошениля сачком, учетные площадки, наложение рамок, визуальный осмотр растений.

Фауна вредных беспозвоночных, обитающих в агроценозах однолетних бобовых культур, представлена членистоногими из 9 отрядов. Основную часть в структуре энтомокомплекса в посевах составляют представители отряда равнокрылые (Homoptera) семейства настоящие тли (Aphididae), цикадки (Cicadellidae) и пенницы (Cercopidae). Из тлей на посевах люпина узколистного получили распространение люцерновая (*Aphis craccivora* Koch.), бобовая (*A. fabae* Scop.) и гороховая (*Acyrthosiphon pisum* Harr.) тли; в агроценозах кормовых бобов – бобовая и гороховая. Численность тлей в посеве люпина скороспелого сорта Першпавет в конце бутонизации составила 3,8 ос./растение (ЭПВ 3-5 ос./растение). Однако в течение всего периода вегетации 2015 г., активного заселения вредителями растений не произошло из-за нарастания численности энтомофагов. В посевах кормовых бобов сорта Стрелецкие доминировала бобовая тля, которая заселяла посевы в начале стеблевания с численностью 20-40 ос./растение. Бобы являются предпочитаемым кормовым растением-хозяином этого вида тли, с которого после образования крылатых форм она переселяется на другие культуры и сорняки. В фазе бутонизации - цветения численность личинок и взрослых насекомых составляла 40-120 ос./растение с заселенностью 60-100%, образовывались сплошные колонии бобовой и гороховой тлей, которые заселяли стебли, листья, цветки растений и вызывали их сильное угнетение и усыхание. В фазу образования бобов численность вредителей превышала 2500 ос./растение.

В период вегетации в посевах люпина и сои присутствовали полосатая (*Psammotettix striatus* L.) и шеститочечная (*Macrostelus laevis* Rib.) цикадки. Численность цикадки шеститочечной достигала 21 особей/100 взмахов сачком. В бобовом агроценозе встречались единично зеленая (*Cicadella viridis* L.), желтая (*Empoasca pteridis* Dhlb.) и пестрая (*Eupterix atropunstata* Goeze.) цикадки, пенница слюнявая (*Philaenus spumarius* L.).

В течение вегетации на однолетних бобовых культурах присутствовали полужесткокрылые (клопы) (Hemiptera) из семейства слепняки (Miridae) и щитники (Pentatomidae) – люцерновый (*Adelphocoris lineolatus* Goeze) и свекловичный (*Poeciloscytus cognatus* Fieb.) клопы, полевой клоп (*Lygus pratensis* L.). В бобовом агроценозе также отмечены ягодный (*Dolycoris baccarum* L.) и ярко-зеленый (*Palomena viridissima* Poda)

щитники и клоп-слепняк из рода *Liocoris*. В течение всего вегетационного периода в посевах сои вылавливалось до 48 ос./100 взмахов сачком клопов рода *Lygus* Hahn.

В посевах люпина узколистного и сои выявлено два вида вредителей из отряда бахромчатокрылые (трипсы) (Thysanoptera, Thripidae) – разноядный трипс (*Frankliniella intonsa* Tribom.) и *Limothrips* sp. Максимальная численность на позднеспелом сорте люпина достигала 8,5 ос./соцветие, в то время как на скороспелом сорте – 4,7 ос./соцветие. Посевы сои трипсы начали заселять в фазе 2-3 листа с численностью 1,9 ос./растение, в начале бутонизации – 2,8-3,2 ос./растение.

К вредной фауне отряда жесткокрылые (Coleoptera) относятся – виды жуков-щелкунов (сем. Elateridae): посевной малый (*Agriotes sputator* L.), полосатый (*A. lineatus* L.), посевной темный (*A. obscurus* L.), черный (*Hemicrepidius niger* L.), длинноусый (*Adrastus limbatus* F.), виды семейства долгоносики (Curculionidae): люпиновый клубеньковый (*Sitona griseus* F.), большой люпиновый (*S. gressorius* F.), полосатый (*S. lineatus* L.), щетинистый (*S. crinitus* Steph.) долгоносики, клеверный долгоносик-семяед (*Apion apricans* Hrbst.), из семейства зерновок (Bruchidae) зерновка рода *Bruchus* sp., из семейства пластинчатоусых (Scarabaeidae) – бронзовка зловонная (*Oxythyrea funesta* Poda), из семейства мохнатки (Tenebrionidae) – мохнатка обыкновенная (*Lagria hirta* L.). В период проростание - всходы посевам люпина наносят вред личинки щелкунов, численность которых колебалась от 6 до 37 ос./м<sup>2</sup>, поврежденность растений – от 1,8 до 22,3 %. В ходе учетов установлено несколько типов повреждений люпина фитофагами. В фазе всходы - первая пара настоящих листьев вредители перегрызали корни и корневую шейку всходов, проделывали отверстия в подземной части стебля. Такие растения погибали, в результате чего образовывались «плешины» в посевах. В сухую, жаркую с недостаточным увлажнением погоду проволочники наносили повреждения на более поздних этапах развития люпина узколистного (бутонизация - цветение), что приводило к отставанию растений в росте.

В агроценозах кормовых бобов и сои наиболее многочисленны полосатый и щетинистый клубеньковые долгоносики. Жуки этих видов «фигурно» объедают листья, особенно вредоносны в засушливые периоды. На ранних этапах развития люпин заселяют перезимовавшие имаго клубеньковых долгоносиков, которые повреждают культуру до фазы созревания, однако, максимальный вред наносят перезимовавшие жуки с фазы всходов до начала стеблевания. Максимальная численность фитофагов (17 ос./м<sup>2</sup>) отмечена в фазе стеблевания скороспелого сорта Першацвет. В первой половине лета на стационарных опытах долгоносики на посевах сои встречались в единичных экземплярах. В конце июля – начале августа после уборки гороха численность фитофагов на культуре значительно увеличилась и составляла 1,5-2 ос./м<sup>2</sup>. Поврежденность растений была на уровне 5%, что соответствует 1 баллу. В посевах кормовых бобов клубеньковые долгоносики постоянно развиваются от фазы всходы до фазы созревание, но с разной численностью и вредоносностью. Максимальная численность достигалась к фазе цветения – 11 ос./м<sup>2</sup>, повреждено 95% растений. Однако, поврежденность листовой поверхности (2,0-2,4 балла) существенно не влияла на развитие растений из-за высокой компенсационной способности. На посевах кормовых бобов основная масса жуков зерновки обнаружена в фазе цветения культуры, заселяя края поля.

Из отряда чешуекрылые (бабочки) (Lepidoptera) выявлены виды следующих семейств: выемчатокрылые моли (Gelechiidae), пяденицы (Geometridae), волнянки (Lymantriidae), нимфалиды (Nymphalidae), совки, или ночницы (Noctuidae), листовертки (Tortricidae). На растениях сои вредители встречались в единичных экземплярах, начиная с фазы 2-3 настоящих листьев во всех зонах, где были проведены обследования. Листогрызущие гусеницы объедали листовые пластинки растений. В фазе трех листьев культуры поврежденность была на уровне 1 балла, в последующие учеты ситуация не изменялась. В Мозырском районе Гомельской области в фазе формирования бобов повреждено 3,8% растений сои. Бабочки гороховой плодоярки (*Laspeyresia nigricana* St.), капустная совка (*Mamestra brassicae* L.) и совка-гамма (*Autographa gamma* L.) отмечены в посевах кормовых бобов в начале цветения культуры, максимальная численность – во второй половине июня – начале июля. Кроме того, листья кормовых бобов и сои повреждались листовыми пилильщиками (Hymenoptera, Cephidae).

Отряд двукрылые (Diptera) представлен двумя семействами: минирующие мухи (Agromyzidae) – стеблевая люпиновая минирующая муха (*Napomiza lateralis* Fallen) и настоящие мухи (Muscidae) – ростковая муха (*Chortophila florilega* Zett.). В агроценозе кормовых бобов во время цветения и образования бобов многоядным минером (*Phytomyza atricornis* Meig.) было повреждено до 20% листьев. Также выкашивались галлицы семейства галлицы (Cecidomyiidae) и вредная долгоножка (*Tipula paludosa* Meig.) из семейства комары-долгоножки (Tipulidae).

На протяжении вегетационного периода в посевах кормовых бобов и сои отмечены единичные особи отряда прямокрылые (Orthoptera, Tettigoniidae) – кузнечик зеленый (*Tettigonia viridissima* L.).

В посевах сои в конце периода вегетации сложились благоприятные погодные условия для развития обыкновенного паутиного клеща (*Tetranychus urticae* Koch) из отряда клещи (Acarina) семейства паутиные клещи (Tetranychidae). Установлено, что посевы сои заселялись фитофагом начиная с краев поля при

среднесуточной температуре воздуха +18,4 °С в середине августа. В фазе налива зерна (температура воздуха +20,4 °С) численность клещей достигла 48,5 ос./лист. С понижением температуры до +15,1 °С самки последней генерации уходили в диапаузу. В результате питания вредителем растения сои преждевременно усыхали, не сформировав полноценного урожая зерна.

Энтомофаги в посевах зернобобовых культур представлены хищными полифагами и паразитическими олигофагами. Среди хищных насекомых доминируют жужелицы (Carabidae) и стафилиниды (Staphylinidae). Максимальная численность их наблюдается в фазу всходов – стеблевания, что совпадает с пиком численности клубеньковых долгоносиков. Из энтомофагов, регулирующих численность бобовой и гороховой тли, наиболее многочисленны семейства божьих коровок (Coccinellidae) и мух-журчалок (Syrphidae). Паразитические насекомые представлены тлевыми наездниками – афидидами (Aphidiidae).

Установлено, что в годы исследований (2011-2015 гг.) на люпине узколистом из фитофагов доминировали трипсы и проволочники. В вегетационном сезоне 2015 г. в посевах кормовых бобов массово развивались клубеньковые долгоносики, бобовая и гороховая тли; в агроценозе сои – паутиный клещ.

Таким образом, в результате изучения вредной и полезной фауны и структуры доминирования фитофагов можно разработать тактику и обосновать целесообразность проведения защитных мероприятий однолетних кормовых культур от вредных насекомых в оптимальные сроки.

The results of phytophages and entomophages monitoring of blue lupine, fodder beans and soybean are presented. It is determined that the crops are colonized by the phytophages belonging to 9 orders of 23 families. In the vegetation 2015 period thrips, aphids and mites were the dominant ones.

*Трепашко Л.И., Немкевич М.Г., Бойко С.В., Максимович Я.В., РУП «Институт защиты растений», а/г Прилуки, Минский р-н, Беларусь, e-mail: svetlanaboiko@tut.by.*

#### I. Ciereszko

##### SUGARS IN PLANT RESPONSE TO STRESSFUL ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Plants are constantly exposed to unfavourable environmental conditions such as cold, drought, wounding, nutrient deficit, pollution or pathogens. Those factors can strongly affect growth, development and metabolism of plants. In response to abiotic and biotic stress conditions plants developed various mechanisms of acclimation, including hormonal and sugar signaling pathways.

In plants, changes in carbohydrate concentration have frequently been implicated in responses to a variety of stresses, including cold-stress, drought, wounding and phosphate deficiency. Cold, drought or Pi deprivation usually induced accumulation of soluble sugars in leaves, whereas O<sub>2</sub> deficiency was characterized by depletion in sugars in plant tissues (Koch 1996, Ciereszko 2006). Sugars like glucose, fructose, sucrose and raffinose or stachyose have been shown to accumulate in tissues of plants subjected to low temperatures, where serve as osmoprotectants or cryoprotectants, along with development of freezing tolerance. Sugar accumulation appears to be the early plant response to Pi-deficiency, probably, because of stress, much more photosynthates are produced than could be utilized; however the storage of starch, sucrose or glucose may also provide carbon reserves for growth and metabolic reactions when Pi becomes available (Ciereszko et al. 2005, Ciereszko 2006). It was also observed that wounding of plant leaves caused modification in soluble sugars content and adequate enzyme activity (Łukaszuk and Ciereszko 2015).

Soluble sugars are commonly known as the end products of photosynthesis, main transporting forms, nutrients and storage materials in plant tissues, however sugars could also function as a regulatory molecules. Changes of sugar concentration in plant tissues affect several metabolic processes, e.g. photosynthesis, respiration, protein synthesis or nitrate assimilation (Ciereszko 2006, 2007). Mechanisms of these responses are still poor known, but the upregulation of several genes encoding sucrose metabolism enzymes has been proposed as a part of acclimation. For example sugars accumulated in the tissues (under various stress conditions) can repress photosynthetic genes, while sugar starvation induce the same genes (Koch 1996). Stress conditions often influenced activity of enzymes, which are involved in sucrose metabolism like acid invertases (soluble and insoluble forms) and sucrose synthase or UDP-glucose pyrophosphorylase (Ciereszko et al. 2005, Ciereszko 2009). Sucrose synthase activity decreased in response to carbohydrate starvation of root meristems but after regeneration, during sugar provision, was induced more by exogenous sucrose than by glucose. However, sucrose-induced activity of enzyme was inhibited by inhibitor of protein phosphatases, okadaic acid, especially at the early stages of regeneration (Polit and Ciereszko 2012). Sugars are now well documented as inducers/ repressors of a number of genes in plants. Genes encoding enzymes involved in sucrose metabolism, e.g. sucrose synthase, invertases and enzymes involved in starch synthesis, like ADP-glucose pyrophosphorylase, are often induced by glucose and sucrose (Koch 1996, Ciereszko 2009).

Under abiotic stress an enhanced accumulation of reactive oxygen species in plant cells is often observed. Recently, it has been indicated that soluble sugars such as disaccharides, raffinose family oligosaccharides and fructans, next to their associated metabolic enzymes, are strongly related to stress-induced reactive oxygen species accumulation in plants; in addition the role of sugars as antioxidant/ROS scavengers was suggested (Keunen et al. 2013).

High sugar concentration in plant tissues usually enhances plant resistance to fungal pathogen attack (Morkunas and Ratajczak, 2014). Sugars are both substrates providing energy and structural material for defense responses and regulatory molecules that might interact with hormonal signaling network regulating the plant immune system. Sugars can enhance oxidative burst at early stages of infection, increase lignification, flavonoids synthesis or induce PR proteins. In addition sugars might act as priming agents inducing plant resistance to pathogens (Morkunas and Ratajczak, 2014).

Plants developed effective mechanisms of perception and transduction of sugar signals under changing internal and environmental conditions. Glucose, sucrose, trehalose, and other sugars, might serve as elicitors of plant sugar signaling. Hexokinase, sucrose or glucose transporter analogs and specific sugar receptors have been proposed as components of sugar sensing machinery. Recently, the dual role of hexokinase as the first glycolytic enzyme catalyzing the phosphorylation of hexoses and as the component of sugar sensing machinery has gained more interest, especially hexokinase serving as glucose sensor that integrates light, hormone and nutrient signaling to plant growth and development control (Moore et al. 2003). The role of G-proteins and specific serine/threonine kinases and phosphatases in sugar signal transduction in plant cell is also indicated and discussed (Ciereszko 2007). The various interactions of

sugar signaling pathways with other signal transduction pathways operating during stress conditions in plant cells are emphasized.

#### Reference

1. Ciereszko, I. Kontrola metabolizmu sacharozy u roślin w odpowiedzi na zmienne warunki środowiska. Kosmos – 2006. - Vol. 55, № 2-3 – P. 229-241.
2. Ciereszko, I. Odbiór i przekazywanie sygnału wywołanego zmianami poziomu cukrów w komórkach roślin. Post. Biol. Komórki – 2007. – Vol. 34, № 4. – P. 693-711.
3. Ciereszko, I. Sucrose metabolism in plant tissues under stress conditions: key enzymes, localization and function. In: Compartmentation of Responses to Stresses in Higher Plants, True or False (ed. Maksymiec W.) Transworld Research Network, Kerala, India, 2009. - P. 193-218.
4. Ciereszko, I., Johansson, H., Kleczkowski, L.A. Interactive effects of phosphate deficiency, sugar and light dark conditions on gene expression of UDP-glucose pyrophosphorylase in *Arabidopsis*. J. Plant Physiol. - 2005. - Vol. 162. - P. 343-353.
5. Keunen, E., Peshev, D., Vangronsveld, J., Van Den Ende, W., Cuypers, A. Plant sugars are crucial players in the oxidative challenge during abiotic stress: extending the traditional concept. Plant Cell Environ. See comment in PubMed Commons below – 2013. – Vol. 36, № 7 – P. 1242-1255.
6. Koch, K.E. Carbohydrate-modulated gene expression in plants. Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol.Biol. - 1996. - Vol. 47. - P. 509–540.
7. Łukaszuk, E., Ciereszko, I. Metabolizm cukrów w warunkach stresu zranienia. W: Różnorodność biologiczna - od komórki do ekosystemu. Funkcjonowanie roślin i grzybów. Środowisko - eksperyment - edukacja (eds. Bajguz, A., Ciereszko, I.) Polskie Towarzystwo Botaniczne Białystok. Agencja Wydawnicza EkoPress Białystok - 2015. - P. 37-49.
8. Moore, B., Zhou, L., Rolland, F., Hall, Q., Cheng, W.H., Liu, Y.X., Hwang, I., Jones, T., Sheen, J. Role of the *Arabidopsis* glucose sensor HXK1 in nutrient, light, and hormonal signaling. Science - 2003. – Vol. 300, P. 332–336.
9. Morkunas, I., Ratajczak, L. The role of sugar signaling in plant defense responses against fungal pathogens. Acta Physiol. Plant. - 2014. - Vol. 36. – P. 1607–1619.
10. Polit, J.T., Ciereszko, I. Sucrose synthase activity and carbohydrates content in relation to phosphorylation status of *Vicia faba* root meristems during reactivation from sugar depletion. J. Plant Physiol. - 2012. - Vol. 169. - P. 1597-1606.

Changes of sugar content in tissues have frequently been implicated in plant responses to different abiotic or biotic stresses. Sugars roles as structural material, metabolites, nutrients, carbon reserves, osmoprotectants or cryoprotectants under various stress factors are rather well known. Besides that, sugars can play a nonnutritive role in plant tissues controlling growth, development and regulation of cell metabolism. Sugars can strongly influence the expression of different genes *via* a variety of signal transduction pathways.

Cierieszko Iwona, Department of Plant Physiology, Institute of Biology, University of Białystok, Ciolkowskiego 1J, 15-245 Białystok, Poland, e-mail: icier@uwb.edu.pl.

UDC 575

E. Oleńska, W. Małek

#### THE *NIFH* GENE DIVERSITY OF *TRIFOLIUM REPENS* SYMBIONTS FROM METALLIFEROUS AND NONMETALLIFEROUS AREAS IN SOUTHERN POLAND

Heavy metals are usually toxic elements for all organisms, and as the substances not degradable persist in the environment for years [1]. The Olkusz region, localized in Kraków-Silesia Upland, represents an area of the oldest zinc-lead ore mining in Poland with an anthropogenic formed waste heaps [2]. Zinc-lead waste heaps are postindustrial and post mining deposits, rich in heavy metals, exposed to a huge insolation, deficient in water and minerals as well [3]. As an example of a such deposit is an “old”~70-100-yr old Bolesław waste heap, localized c. 20 km from Olkusz city. This area is inhabited by flora of natural origin [4]. The family *Fabaceae* plants are common and important plants in the world. Fabaceans enter symbiotic associations with bacteria (rhizobia) which form nodules on the roots of their host-plants, where they fix diatomic nitrogen and convert it into available to plants ammonia using a protein complex dinitrogenase, consisting of dinitrogenase and reductase dinitrogenase (NifH) [5, 6]. Fabacean plants member – a white clover (*Trifolium repens*) enters the symbiosis with *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii* [7], which grows on this “old” field [4].

The purpose of present study was to determine the level of the genetic diversity of the *Trifolium repens* endophytes isolated from root nodules of the host-plant deriving from an old Bolesław waste heap and compare it with the gene diversity of control population of rhizobia specific for white clover from the Bolestraszyce grassland area.

DNA was isolated from 42 white clover's isolates, according to Genomic Mini (A&A Biotechnology) manufacturer protocol and examined for the dinitrogenase reductase (*nifH*) gene sequences. Amplification of the *nifH* gene with *nifH*-1 (5'-CGTTTTACGGCAAGGGCGG-3'), and *nifH*-2 (5'-TCCTCCAGCTCCTCCATGGT-3') oligonucleotides [8] yielded products of about 800-bp long. The analysed 684-bp long *nifH* gene sequences of studied *R. leguminosarum* bv. *trifolii* nodule isolates were most similar to reference *R. leguminosarum* bv. *trifolii* strains from NCBI, and all these bacteria shared a 95-100% of identical nucleotides. The NJ analysis of *nifH* gene sequences placed the studied *T. repens* symbionts from both metalliferous and non-metalliferous areas as well as reference *R. leguminosarum* bv. *trifolii* strains in one clearly defined monophyletic, robust clade (100% bootstrap – BS). All analysed strains of rhizobia were assigned to six genotypes with a sequence identity of 95-99%. Two genotypes (B and F) were estimated as specific for waste-heap area and two others (genotypes C and D) were exclusively found in control bacterial population.

The *nifH* gene sequence analysis with the usage of the Arlequin 3.5 software revealed that the *R. leguminosarum* bv. *trifolii* populations from the waste-heap and the control area differed significantly ( $F_{ST}=0.159$ ,  $P=0.018$ ). It was also found that the genotype diversity (h-index) and nucleotide diversity ( $\pi$ -index) of the studied *nifH* gene sequences were substantially reduced (27% and 51%, respectively) in the rhizobium Bolesław population compared to that from the Bolesław control area [9].

### Reference

1. Satarug, S., Baker, J.R., Urbenjapol, S., Haswell-Elkins, *et al.*, 2003. A global perspective on cadmium pollution and toxicity in non-occupationally exposed population. *Toxicol. Lett.*, 137, 65-83.
2. Szarek-Lukaszewska, G., Niklińska, M., 2002. Concentration of some chemical elements in *Biscutella laevigata* L. and *Plantago lanceolata* L. from calamine spoils (S. Poland). *Acta Biol. Cracov. ser Botanica*, 44, 29-38.
3. Stefanowicz, A.M., Kapusta, P., Szarek-Lukaszewska, G., Grodzińska, K., *et al.*, 2012. Soil fertility and plant diversity enhance microbial performance in metal-polluted soils. *Sci. Total Environ.*, 439, 211-219.
4. Oleńska E. 2015. Asocjacja symbiotyczna roślin bobowatych z ryzobiami. [w:] Bajguz A. i Ciereszko I. Różnorodność biologiczna – od komórki do ekosystemu. Funkcjonowanie roślin i grzybów. Środowisko – eksperyment – edukacja. Polskie Towarzystwo Botaniczne, Białystok, 187-200.
5. Peters, J.W., Szilagyi, R.K., 2006. Exploring new frontiers of nitrogenase structure and mechanism. *Curr. Opin. Chem. Biol.*, 10, 101-108.
6. Rees, D.C., Howard, J.B., 2000. Nitrogenase: standing at the crossroads. *Curr. Opin. Chem. Biol.*, 4, 559-566.
7. Hadri A-E., Spaink H. P., Bisseling T., Brewin N. J. 1998. Diversity of root nodulation and rhizobial infection processes. [W:] Spaink H. P., Kondorosi A., Hooykaas P. (red.), *The Rhizobiaceae*, Springer Netherlands, 347-359.
8. Perret, X., Broughton, W.J., 1998. Rapid identification of *Rhizobium* strains by targeted PCR-fingerprinting. *Plant and Soil*, 204, 21-34.
9. Oleńska E., Małek W., 2015. Genetic differentiation of *Trifolium repens* microsymbionts deriving from Zn–Pb waste-heap and control area in Poland. *J. Basic Microbiol.* 55: 462-470.

Forty two strains of *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii* isolated from root nodules of a white clover growing in an "old", about 70-100-yr old Bolesław waste heap area and Bolesław grassland area (S. Poland) were examined for the genetic diversity using the dinitrogenase reductase *nifH* gene. Obtained data revealed a reduced genetic polymorphism in metalliferous Bolesław population in comparison to Bolesław one (respectively,  $h=0.53$   $\pi=1.08$ , and  $h=0.73$   $\pi=2.18$ ) as well as a significant genetic differentiation of metalliferous rhizobium population ( $F_{ST}=0.159$ ,  $P=0.018$ ).

Oleńska E. University of Białystok, Białystok, Poland, e-mail: chwelat@uwb.edu.pl

Małek W. Maria Curie Skłodowska University, Lublin, Poland, e-mail: wanda.malek@poczta.umcs.lublin.pl

UDC 579.222.3

**A. Pytlak, A. Kuźniar, W. Goraj, Z. Stępniewska**

### **PRODUCTION OF POLYESTERS BY THE METHANOTROPHIC BACTERIA – «GREEN» ALTERNATIVE FOR PETROCHEMICAL PLASTICS**

Through last few decades plastics has become an inevitable element of our everyday life. They are used e.g. for food packaging, clothing, as construction elements of cars, buildings e.t.c. The output of plastics is growing continuously year by year. In 2014, 311 million tones were produced of which 23% in Europe. Plastics are mainly derived from petrochemicals. Technologies based on oil-derived compounds enable fast, easily controlled and low-cost production of vast array of polymers. The main disadvantage of such approach is the fact that petrochemical plastics are

not susceptible to biodegradation [1]. Their decomposition in the natural environment is estimated to last hundreds or even thousands of years and although several methods of recycling have been developed, in many countries (including Poland) huge amount of plastic waste reach the landfill sites every year as a result of inefficient solid waste management.

Among the proposed solutions of the plastics problem is introduction of bio-based polymers such as poly(3-hydroxyalkanoates) (PHAs). PHAs are synthesized by many bacterial species and accumulated in a form of cytoplasmic inclusions. These structures play a role of internal carbon and energy reservoirs for the cells growing in unstable environmental conditions. PHAs can be extracted from the bacterial cells and then formulated and processed by extrusion for production of rigid and flexible plastic with fairly good application for e.g. packaging but also to manufacture medical appliances [2]. The most obvious advantage of PHAs is their short degradation time in the environment, which is of the order of just a few months [3].

One of the most promising bioplastics is polyhydroxybutyrate (PHB). Production of the polymer may be carried with numerous bacterial species including *Alcaligenes* spp., *Bacillus* spp., *Azotobacter* spp., *Pseudomonas* spp. [4]. However, particularly beneficial for the environment is application for this purpose methanotrophic bacteria. The methanotrophs are unique in their ability to utilize methane as a sole carbon and energy source. Methane is the most ubiquitous waste hydrocarbon, generated e.g. during anaerobic decomposition of municipal waste landfilling or released from geological sources by mining activities. Methane emission to the atmosphere contributes to global warming effect due to its high potential in trapping infrared radiation. Application of CH<sub>4</sub> as a feedstock for polymer-producing bacteria is therefore dually beneficial for the environment. In the current study attempts were made to evaluate applicability for purpose methanotrophic consortia isolated from various environments including coalbed rocks, plant endophytes and salt deposits. PHB production by methanotrophs was stimulated by deficiency of mineral nitrogen. Cultures were grown in hermetic chambers under atmosphere of 10% v/v CH<sub>4</sub> until stationary phase. PHB accumulation in the cells was analyzed by GC-MS. At the same time efficiency in CH<sub>4</sub> incorporation and composition of the microbial consortia were analyzed. The most efficient biopolymer producers were methanotrophs enriched from deep subsurface environments (coal mine). Environmental biotechnology has already provided a powerful means of solving many human-induced environmental issues. The results presented indicate that in the future, biopolymer production *via* methanotrophic bacteria may help subdue the problem of plastic waste.

#### Reference

1. Biosynthesis of biodegradable polyhydroxyalkanoates biopolymers in genetically modified yeasts / Abd-El-haleem D., Amara A., Zaki S., Abulhamd A., Abulreesh G., International Journal of Environmental Science and Technology 4 (4): 513-520, 2007.
2. Polyhydroxyalkanoate (PHA): Review of synthesis, characteristics, processing and potential applications in packaging / Bugnicourt E., Cinelli P., Lazzeri A., Alvarez V., EXPRESS Polymer Letters 8 (11): 791–808, 2014.
3. Biosynthesis, biodegradation, and application of poly(3-hydroxybutyrate) and its copolymers - natural polyesters produced by diazotrophic bacteria / Bonartsev A. P., Myshkina V. L. Nikolaeva D. A., Furina E. K., Makhina T. A., Livshits V.A., Boskhomdzhiev A. P., Ivanov E. A., Iordanskii A. L., Bonartseva G. A., Communicating Current Research and Educational Topics and Trends in Applied Microbiology, Méndez-Vilas A., (Ed.), 295-307, 2007.
4. Determination of poly-β-hydroxybutyrate (PHB) production by some *Bacillus* spp / Yilmaz M., Soran H., Beyatli Y., World Journal of Microbiology & Biotechnology 21: 565–566, 2005.

Production of the polymer may be carried with numerous bacterial species, but beneficial for the environment is application for this purpose methanotrophic bacteria. The methanotrophs are unique in their ability to utilize methane as a sole carbon and energy source.

*Pytlak A.* The John Paul II University of Lublin, Lublin, Poland, e-mail: aytlak@kul.pl.

*Kuźniar A.* The John Paul II University of Lublin, Lublin, Poland, e-mail: agnieszka.kuzniar@kul.pl.

*Goraj W.* The John Paul II University of Lublin, Lublin, Poland, e-mail: weronikagoraj@kul.pl.

*Stepniewska Z.* The John Paul II University of Lublin, Lublin, Poland, e-mail: stepz@kul.pl.

Z. Stępniewska, W. Goraj, A. Wolińska, A. Szafranek-Nakonieczna, A. Banach, A. Górski

## METHANOTROPHIC ACTIVITY OF ROCKS SURROUNDINGS SALT DEPOSITS IN WIELICZKA SALT MINE

Methanotrophic bacteria are a subset of a physiological group of bacteria known as methylotrophs [1]. These organisms are unique in their ability to utilize methane as a sole carbon and energy source and play an important role in the global biogeochemical cycles of carbon and nitrogen. Halotolerant and halophilic methanotrophs have been isolated from seawater, coastal lagoons, and several soda lakes [2, 3, 4]. Only a few strains of marine methanotrophs growing at salinities of 0,15–4% NaCl have been isolated. Furthermore, Heyer and colleagues isolated two strains of methanotrophic bacteria from hypersaline lakes in the Crimean Peninsula of Ukraine. Strains 10KiT and 4Kr are moderate halophiles that grow optimally at 5,8–8,7% NaCl and tolerate a NaCl concentration from 1,2 to 15 % [5]. The first main recognition of microorganisms in brines from Wieliczka Salt Mine was done in 1913 [6]. Due to the limited access to the publications, the results of the microbial identification are still not known. Only Radax et al. (2001) reported on strain PW5. 4, originating from Wieliczka Salt Mine water [7]. Later studies about the microfauna from Wieliczka Salt Mine were concentrated on assemblages of foraminifers [8] and were related to recognition of novel species of amoeba – *Selenaion koniopes* [9].

Site description. The research material was taken from rocks lying in the immediate vicinity of the Wieliczka Salt Mine deposits. The salt mine is located in southern Poland (N49° 59' E020° 03') 13 km northeast of Krakow but the deposits extend over a length of c. a. 10 km. The research material from the surrounding rock salt deposits was diverse in terms of the depth, lithology, surrounding salt type deposits and salinity. The methanotrophic activity of bacteria inhabiting rocks was determined at oxic conditions at a temperature of 20 °C under methane atmosphere (10% (v/v)). Simultaneously control samples was prepared. Methanotrophic activity was determined based on dynamics of methane consumption. Gas concentration was determined by gas chromatography equipped with a TCD ECD and FID detectors. Methanotrophic activity of salt mine material was expressed in  $\mu\text{MCH}_4 \text{gdw}^{-1} \text{day}^{-1}$ . Before incubations, the physicochemical properties of the rocks material were determined. The pH, Eh and salinity were measured in suspension of rocks by potentiometric method using multifunctional pH-meter and suitable electrodes.

Four samples of rocks surrounding salt deposit in Wieliczka Salt Mine were collected. Rocks were taken from localizations differing in terms of lithology and the accompanying salt type: W1 – marly claystone - blocky deposits with green salt blocks; W2 – zubers with veins of fibrous salt and lenses of gypsum and anhydrite - layered deposits of spiza salts; W3 – siltstones and sandstone - layered deposits of spiza salts; W4 - siltstones with veins of fibrous salt and lenses of anhydrite - layered deposits of green salt.

Determine of the growth rate of the methanotrophic microbial consortium measured by methanotrophic activity. The dynamics of  $\text{CH}_4$ ,  $\text{O}_2$  and  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$  concentrations in gaseous phase of methanotrophic microbial consortium incubations revealed that methane uptake in the investigated samples is due to the activity of methanotrophic bacteria. In all of the incubated samples after 25 days utilization of  $\text{CH}_4$  and molecular oxygen were noted, which was confirmed by the parallel drop in the concentrations of those gases phase and simultaneous growth of  $\text{CO}_2$  mixing ratio. The highest methanotrophic activity ( $0.252 \pm 0.090 \mu\text{MCH}_4 \text{gdw}^{-1} \text{day}^{-1}$ ) was found in W4 rock.

This project was financed by the National Science Centre (Poland), granted on the basis of decision DEC-2014/15/N/NZ8/00315.

### Reference

1. Hanson and Hanson, 1996
2. Lidstrom et al. 1988,
3. Lees et al. 1991,
4. Khmelenina et al. 1997
5. Heyer et al. 2005
6. Namyslowski, 1913
7. Radax et al. (2001
8. Łuczowska and Rolewicz 1990
9. Park et al., 2012

The research material was taken from rocks lying in the immediate vicinity of the Wieliczka Salt Mine deposits. The dynamics of  $\text{CH}_4$ ,  $\text{O}_2$  and  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$  concentrations in gaseous phase of methanotrophic microbial consortium incubations revealed that methane uptake in the investigated samples is due to the activity of methanotrophic bacteria. In all of the incubated samples after 25

days utilization of CH<sub>4</sub> and molecular oxygen were noted, which was confirmed by the parallel drop in the concentrations of those gases phase and simultaneous growth of CO<sub>2</sub> mixing ratio.

*Stepniewska Z.*, The John Paul II Catholic University of Lublin, Department of Biochemistry and Environmental Chemistry, Poland, e-mail: [stepz@kul.pl](mailto:stepz@kul.pl).

*Goraj W.*, The John Paul II Catholic University of Lublin, Department of Biochemistry and Environmental Chemistry, Poland, e-mail: [weronikagoraj@kul.pl](mailto:weronikagoraj@kul.pl).

UDC 579.222.3

**Z. Stępniewska, A. Kuźniar, A. Szafranek – Nakonieczna, A. Pytlak**

## **THE COMPOSITION OF THE PEAT METHANOGENIC CONSORTIUM INVOLVED IN THE TRANSFORMATION OF A COALS**

Nowadays, much of the world's coal resources are in bed of deep or otherwise unminable coal for which coal mining is uneconomic but many such coal beds might prove to be attractive. Therefore today a lot of studies is focusing on natural stimulation of microbes to convert coal to methane. Obtaining valuable energy source - methane, from fossil coals, with the use of microbial consortium consisting methanogens and accompanying microorganisms is an extremely interesting and poorly recognized issue. Methanogens are capable of biogas production from simple substrates (e.g. acetates, carbon dioxide and hydrogen), which are derived from decomposition of high molecular weight compounds which is performed by various syntrophic bacteria and fungi. Preliminary research performed on Asian, North American and Australian coals indicate that bioconversion of coals to methane may be performed by endogenic microflora and/or stimulated by addition of exogenous methanogenic consortia [1; 4; 5].

Microbial consortia required to convert coal to methane under anoxic conditions comprised with: a microorganisms belonging to domain *Bacteria* that convert bio-soluble coal constituents to simple molecules, *Archaea* - methanogens that reduce the simple molecules such as acetate, methanol and CO<sub>2</sub> to methane [3]. One of methanogen consortium source is the peat. We obtained the TPM3 consortium from the peat derived from Moszne peat bog that was able to microbial transformation of a coals (Total Organic Carbon – 70.23±1.66% and moisture-1.76±0.21%) to the methane. Maximum methane production was obtained at the level of 60% at following condition: the temperature: 20°C and pH: 6.44.

These studies are one of first because the Polish and even European coals have never been a subject of such investigations. There are also no studies comparing coals of different age and origin. Identification of microorganisms capable of coal degradation and determination of their activity would open the way for further research into the possibility of using this method, eg. for obtaining methane from coal seams that persist beyond the reach of traditional methods of production [2]. Enhancing the process of biogenic methane production in situ or ex situ may be of high potential for industrial/commercial applications [1].

### *Reference*

1. Fallgren, P.H., Jin, S., Zeng, C., Ren, Z., Lu, A., Colberg, P.J.S. Comparison of coal rank for enhanced biogenic natural gas production. *International Journal of Coal Geology* 115 (2013) 92–96.
2. Jha, P., Ghosh, S., Mukhopadhyay, K., Sachan, K., Vidyarthi, A.S. Syntrophics Bridging the Gap of Methanogenesis in the Jharia Coal Bed Basin. *Data Mining Genomics Proteomics* (2015) 6-3.
3. Meeta, L., Simrita, Ch., Priyanshu, M. S., Ramya, G. Methanogenic potential of a thermophilic consortium enriched from coal mine. *International Biodeterioration & Biodegradation* 93 (2014) 177-185.
4. Wei, M., Yu, Z., Jiang, Z., Zhang, H. Microbial diversity and biogenic methane potential of a thermogenic-gas coal mine. *International Journal of Coal Geology* 134–135 (2014) 96–107.
5. Xiao, D., Peng, S.P., Wang E.Y. Fermentation Enhancement of Methanogenic Archaea Consortia from an Illinois Basin Coalbed via DOL Emulsion Nutrition. (2015) PLOS ONE DOI:10.1371/journal.pone.0124386.

One of methanogen consortium source is the peat. The TPM3 consortium from the peat derived from Moszne peat bog was able to microbial transformation of a coals to the methane. Maximum methane production was obtained at the level of 60% at following condition.

*Stepniewska Z.*, The John Paul II Catholic University of Lublin, Department of Biochemistry and Environmental Chemistry, Poland, e-mail: [stepz@kul.pl](mailto:stepz@kul.pl).

*Kuźniar A.*, The John Paul II Catholic University of Lublin, Department of Biochemistry and Environmental Chemistry, Poland, e-mail: [agnieszka.kuzniar@kul.pl](mailto:agnieszka.kuzniar@kul.pl).

*Szafranek – Nakonieczna A.*, The John Paul II Catholic University of Lublin, Department of Biochemistry and Environmental Chemistry, Poland, e-mail: [szafik@kul.pl](mailto:szafik@kul.pl).

*Pytlak A.*, The John Paul II Catholic University of Lublin, Department of Biochemistry and Environmental Chemistry, Poland, e-mail: [apytlak@kul.pl](mailto:apytlak@kul.pl).

UDC 58.01/07

**E. Wołyniec, E. Nalewajko-Sieliwoniuk, A. Kojło, I. Rudak**

### **ZASTOSOWANIE WYSOKOSPRAWNEJ CHROMATOGRAFII CIECZOWEJ Z POKOLUMNOWĄ DETEKcją CHEMILUMINESCENCYJNĄ DO OZNACZANIA KWASÓW FENOLOWYCH**

Związki fenolowe gromadzą się w roślinach jako odpowiedź na czynniki stresowe. Kwasy fenolowe, m.in. kawowy i rozmarynowy, wykazują dużą aktywność biologiczną: działanie antyutleniające, antymutagenne, przeciwzapalne, antybakteryjne, przeciwwirusowe. Ze względu na potencjalną możliwość zapobiegania wielu chorobom, w tym miażdżycy i nowotworom, zainteresowanie kwasami fenolowymi ciągle wzrasta.

Prezentowana praca dotyczy chemiluminescencyjnego oznaczania kwasu kawowego i rozmarynowego metodą wstrzykowej analizy przepływowej (FIA) oraz w połączeniu z rozdziałem analitów metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC-FIA-CL). W tym celu wykorzystano chemiluminescencję związków manganu(II), powstającą w wyniku redukcji manganu (IV) przez kwasy fenolowe w obecności formaldehydu, pełniącego rolę uczulacza tej reakcji.

W metodzie FIA-CL zastosowano układ pomiarowy, w którym oddzielnymi przewodami płynęły: roztwór formaldehydu jako strumień nośny oraz manganu (IV) w roztworze kwasu ortofosforowego(V). Oba roztwory łączyły się i w spirali reakcyjnej następowało ich mieszanie oraz zapoczątkowanie chemiluminescencyjnej reakcji utleniania kwasów fenolowych manganem (IV). Zmiana natężenia chemiluminescencji, proporcjonalna do stężenia badanych związków, stanowiła podstawę ich oznaczania. Optymalizację układu przeprowadzono poprzez dobór parametrów związanych z pracą proponowanego układu pomiarowego FIA-CL (stężenia reagentów, prędkość przepływu, objętość wstrzykiwanej próbki, długość spirali reakcyjnej, potencjał). Zoptymalizowana metoda pozwala jedynie na oznaczenie sumy badanych związków. Połączenie układu pomiarowego FIA-CL oraz techniki HPLC wymagało reoptymalizacji parametrów metody FIA-CL z uwzględnieniem warunków rozdziału chromatograficznego, takich jak: skład fazy ruchomej, prędkość przepływu. W połączonym układzie HPLC-FIA-CL jako fazę ruchomą zastosowano roztwór o następującym składzie: faza A – bufor ( $\text{KH}_2\text{PO}_4\text{-H}_3\text{PO}_4$ , pH=3,82); faza B – metanol. Stężenie metanolu w fazie ruchomej początkowo wzrastało od 30% do 35% (0 – 15 min) i pozostawało niezmiennie (równe 35%) w dalszym toku analizy (15 – 25 min). Po zoptymalizowaniu układu HPLC-FIA-CL przeprowadzono wzorcowanie i stwierdzono liniowość wykresów kalibracyjnych w zakresach: 2 – 400  $\mu\text{g mL}^{-1}$  oraz 1 – 175  $\mu\text{g mL}^{-1}$  oraz wyznaczono granice wykrywalności: 1,96  $\mu\text{g mL}^{-1}$  i 0,87  $\mu\text{g mL}^{-1}$  odpowiednio dla kwasu kawowego i rozmarynowego. Określono precyzję pomiarów, uzyskując wartości względnego odchylenia standardowego nie przekraczające 3% w aspekcie powtarzalności oraz 1,09% (kwas kawowy) i 0,46% (kwas rozmarynowy) w aspekcie odtwarzalności wyników. Zbadano zawartość kwasu kawowego i rozmarynowego w ziołach aromatycznych stosowanych w lecznictwie, takich jak: mięta, melisa, szalwia, tymianek, lawenda, rozmaryn.

Praca dotyczy chemiluminescencyjnego oznaczania kwasu kawowego i rozmarynowego metodą wstrzykowej analizy przepływowej (FIA) oraz w połączeniu z rozdziałem analitów metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC-FIA-CL). W tym celu wykorzystano chemiluminescencję związków manganu(II), powstającą w wyniku redukcji manganu (IV) przez kwasy fenolowe w obecności formaldehydu, pełniącego rolę uczulacza tej reakcji.

*Wołyniec E.*, University of Białystok, Biological-Chemical Department, Poland, e-mail: [elaw@uwb.edu.pl](mailto:elaw@uwb.edu.pl).

**И. В. Веялкин, Э. А. Надыров, Ю. В. Чайкова, С. Н. Никонович, И. П. Боровская**

## **ОНКОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ У НАСЕЛЕНИЯ ПОСТРАДАВШЕГО ОТ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС**

Авария на Чернобыльской АЭС, которая произошла 30 лет назад 26 апреля 1986 года, была наиболее масштабной в истории гражданской атомной энергетики. В результате выброса значительного количества радиоактивных веществ и последующей миграции радионуклидов, в основном цезия и йода, в окружающей среде, произошло облучение людей, участвовавших в ликвидации последствий аварии; населения, эвакуированного из наиболее загрязненных населенных пунктов; и населения, постоянно проживающего на загрязненных территориях. По данным Чернобыльского Форума на тот период времени порядка 5,0 млн. человек проживало на территориях загрязненных радионуклидами [1].

Исходным материалом для данного исследования служили данные Государственного регистра лиц, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС, проживающих в Республике Беларусь и данные Белорусского республиканского канцер-регистра об установленных случаях злокачественных новообразований в Республике Беларусь за период с 1986 по 2014 гг.

В настоящее время в базе данных Государственного регистра накоплена и постоянно актуализируется информация в разрезе 7 групп первичного учета (ГПУ). Особый интерес по изучению медицинских последствий аварии на ЧАЭС представляет анализ в ГПУ 1-4:

1-я ГПУ – участники ликвидации последствий катастрофы на ЧАЭС;

2-я ГПУ – граждане, эвакуированные, отселенные, самостоятельно выехавшие с территории радиоактивного загрязнения из зоны эвакуации (отчуждения) в 1986 г.;

3-я ГПУ – граждане, постоянно (преимущественно) проживающие на территории радиоактивного загрязнения в зонах первоочередного и последующего отселения (включая детей, находившихся во внутриутробном состоянии), а также отселенные и самостоятельно выехавшие из этих зон, за исключением прибывших на данную территорию после 1 января 1990 г.;

4-я ГПУ – дети (в последующем подростки и взрослые), родившиеся от граждан 1–3-й ГПУ, за исключением включенных в 3 ГПУ.

В первое время после аварии прогнозировался рост числа онкологических заболеваний у граждан Республики Беларусь [2]. По данным Государственного регистра за период с 1986 по 2014 гг. в группах пострадавшего населения установлено 19 086 случаев злокачественных новообразований. В структуре онкологической заболеваемости в ГПУ 1 за весь послеварийный период наблюдения на первых местах находились злокачественные новообразования легких (15,0%), кожи (10,1%), желудка (9,9%) и предстательной железы (7,4%). В ГПУ 2: злокачественные новообразования щитовидной железы (14,4%), кожи (13,2%), желудка (11,6%), легких (8,2%) и молочной железы (7,0%). У лиц, отнесенных к ГПУ 3: злокачественные новообразования легких (12,0%), кожи (11,6%), желудка (11,1%) и молочной железы (7,7%). Лица, отнесенные к 4 ГПУ, имели минимальные показатели заболеваемости злокачественными новообразованиями в силу молодого возраста, в структуре заболеваемости у них на первых местах находились злокачественные новообразования крови (лимфолейкоз — 21,9%, миелолейкоз — 7,3%, болезнь Ходжкина — 6,3%), щитовидной железы (17,7 %) и головного мозга (12,5%).

1. Исследуемая когорта состояла из 99 693 ликвидаторов. В ГПУ 1 достоверно высокий риск отмечается для злокачественных новообразований губы (SIR=1,4 (1,19-1,7)), поджелудочной железы (SIR=1,1 (1,01-1,26)), меланомы кожи (SIR=1,3 (1,07-1,46)), почки (SIR=1,1 (1,05-1,23)), щитовидной железы – (SIR=3,1 (2,83-3,41)), мочевого пузыря – (SIR=1,1 (1,01-1,21)), надпочечника (SIR=1,8 (1,11-2,67)) и злокачественных новообразований крови и лимфатической системы (все лейкозы (SIR=1,5 (1,4-1,7))), лимфома Ходжкина (SIR=1,6 (1,22-1,96)), множественная миелома (SIR=1,3 (1,02-1,6)), иммунопролиферативные болезни (SIR=3,1 (1,35-6,15)). Среди лейкозов достоверно высокий риск заболеть отмечается для целого ряда нозологических форм: другой и неуточненный лимфоцитарный лейкоз (SIR=2,3 (1,37-3,64)), лейкоз неуточненного клеточного типа (SIR=1,8 (1,05-2,8)), острый лимфобластный лейкоз (SIR=1,7 (1,15-2,53)), хронический лимфоцитарный лейкоз (SIR=1,4 (1,24-1,67)), хронический миелоцитарный лейкоз (SIR=2,0 (1,6-2,39)). Несмотря на отсутствие превышения риска заболеть раком молочной железы во всей когорте ликвидаторов, обращает на себя значимо высокий риск развития рака молочной железы у мужчин-ликвидаторов: был отмечен 21 случай этого относительно редкого заболевания (SIR=1,7 (1,1-2,67)). В то же время, риск заболеть злокачественными новообразованиями печени (SIR=0,8 (0,6-0,93)), бронхов и легких (SIR=0,9 (0,87-0,99)), и кожи (SIR=0,9 (0,88-

0,99)) у ликвидаторов был значимо ниже популяционного. Риск заболеть всеми злокачественными новообразованиями был значимо выше популяционного (SIR=1,05 (1,04-1,07)).

2. Исследуемая когорта состояла из 13 101 лиц, эвакуированных или самостоятельно покинувших зону эвакуации в 1986 г. В ГПУ 2 достоверно высокий риск отмечается для злокачественных новообразований пищевода (SIR=2,0 (1,15-3,38)), шейки матки (SIR=1,7 (1,19-2,24)), щитовидной железы – (SIR=8,1 (6,75-9,75)) и крови (иммунопролиферативные болезни (SIR=6,6 (1,79-16,85))). В то же время, риск заболеть злокачественными новообразованиями ободочной кишки (SIR=0,6 (0,36-0,88)) и тела матки (SIR=0,5 (0,27-0,86)) был значимо ниже популяционного. Риск заболеть всеми злокачественными новообразованиями значимо выше популяционного (SIR=1,1 (1,03-1,18)), однако при исключении рака щитовидной железы риск развития злокачественных новообразований не отличается от популяционного в этой группе (SIR=0,97 (0,89-1,04)).

3. Исследуемая когорта состояла из 139 470 лиц, проживающих в зонах первоочередного и последующего отселения, а также отселенных или самостоятельно выехавших из этих зон после катастрофы. В ГПУ 3 достоверно высокий риск отмечается для злокачественных новообразований губы (SIR=1,6 (1,28-1,87)), нижней части глотки (SIR=1,6 (1,13-2,22)), гортани (SIR=1,2 (1,05-1,47)), шейки матки (SIR=1,4 (1,23-1,57)) и щитовидной железы (SIR=2,2 (2,03-2,49)). Риск заболеть всеми злокачественными новообразованиями значимо ниже популяционного (SIR=0,9 (0,86-0,91)). Низкий риск развития злокачественных новообразований в этой категории пострадавшего населения ниже популяционного за счет малого числа наблюдаемых случаев злокачественных новообразований основных локализаций таких как желудок, ободочная кишка, прямая кишка и ректосигмоидное соединение, печень, поджелудочная железа, легкие, кожа, молочная железа, тело матки, предстательная железа, яичник и яичко.

4. Исследуемая когорта состояла из 28 487 родившихся от лиц 1-3 ГПУ и их последующих поколений. В ГПУ 4 достоверно высокий риск отмечается для злокачественных новообразований щитовидной железы (SIR=2,2 (1,31-3,6)), глаза и его придаточного аппарата (SIR=6,0 (1,94-13,92)) и лейкозов (SIR=2,4 (1,64-3,51)), за счет острого лимфобластного (SIR=2,5 (1,57-3,88)) и миелобластного лейкозов (SIR=3,1 (1,13-6,68)).

По данным многих исследований, доказан радиационно-индуцированный характер избыточной заболеваемости раком щитовидной железы у облученных радионуклидами йода в детском и подростковом возрасте [2-3]. Проведенный ретроспективный эпидемиологический анализ за период с 1978 по 2014 гг. показал резкий рост заболеваемости раком щитовидной железы в первые годы после аварии, который продолжался у взрослого населения до 2003 г., после чего в республике отмечалась тенденция к стабилизации показателя заболеваемости данной локализацией рака.

На основании вышеизложенного можно установить четкую связь между заболеваемостью раком щитовидной железы и последствиями аварии на Чернобыльской АЭС. Значимо высокий риск развития рака щитовидной железы отмечался во всех ГПУ и прослеживался на протяжении длительного времени. Для остальных локализаций значимые превышения риска отмечались эпизодически в определенные временные периоды.

#### *Список литературы*

1. Chernobyl Forum. Chernobyl's Legacy: Health, Environmental and Socio-Economic Impacts and Recommendations to the Governments of Belarus, the Russian Federation and Ukraine / The Chernobyl Forum: 2003-2005. — Vienna. IAEA, 2006.
2. Биологические эффекты при облучении в малых дозах. Источники и эффекты ионизирующего излучения. Отчет НКДАР ООН 2000 г. на генеральной ассамблее ООН с научными приложениями. // Т.2: Эффекты (Ч. 3), пер. с англ. — М.: РАБЭЖОН ООН 2000. — 215 с.
3. Ron, E. et al. Thyroid cancer after exposure to external radiation: a pooled analysis of seven studies / Radial Res, 1995. No 141, P. 259–277.

Our investigation showed significantly high risk of thyroid cancer in all observed groups, as well as an increased risk of malignancy for a variety of nosology. Total cancer risk was a little higher than in population.

*Вялкин И.В.*, ГУ «РНПЦ радиационной медицины и экологии человека», Гомель, Беларусь, e-mail: [veyalkin@mail.ru](mailto:veyalkin@mail.ru).

*Надыров Э.А.*, ГУ «РНПЦ радиационной медицины и экологии человека», Гомель, Беларусь.

*Чайкова Ю.В.*, ГУ «РНПЦ радиационной медицины и экологии человека», Гомель, Беларусь.

*Никонович С.Н.*, ГУ «РНПЦ радиационной медицины и экологии человека», Гомель, Беларусь.

*Боровская И.П.*, ГУ «РНПЦ радиационной медицины и экологии человека», Гомель, Беларусь.

### ОСОБЕННОСТИ ОБМЕНА ЛИПИДОВ У МУЖЧИН И ЖЕНЩИН ПО ДАННЫМ ПОЛИКЛИНИКИ №10 г. МОГИЛЕВА

Перечень заболеваний сердечно - сосудистой системы (ССЗ) в Беларуси продолжает расти, на их долю приходится более половины общей смертности. В последние годы в нашей стране происходит прогрессирующий рост заболеваемости и смертности от ишемической болезни сердца (ИБС). Нарушения жирового обмена создают метаболические предпосылки и для развития гипертонической болезни (АГ), коронарной недостаточности, диабета и др. [1]. Все это диктует исключительную важность мероприятий по профилактике, раннему выявлению и адекватному лечению ССЗ. Одним из ведущих факторов риска является гиперхолестеринемия (ГХС).

Нами были проанализированы результаты биохимического анализа плазмы крови больных, проходивших обследование в лаборатории поликлиники № 10 г. Могилева за 6 месяцев 2015 года. Изучены следующие показатели липидного обмена: уровень общего ХС и содержание триглицеридов. Показатели измерялись у 400 пациентов. Среди них 200 женщин и столько же мужчин с установленными диагнозами. Возраст больных 50-62 года.

Определение у этих пациентов уровня холестерина показало, что у 209 человек уровень холестерина был в норме, а у 191 – зафиксирована ГХС. Причем в первой группе оказалось 88 женщин и 121 мужчина. В группе с ГХС соответственно - 112 и 79. Как видно из таблицы 1 средний возраст обследованных мужчин - 48-57 лет, женщин – 55-62 года. Возраст женщин с нарушением обсуждаемого показателя выше, чем у мужчин.

Известно, что с возрастом увеличивается содержание общего холестерина в крови. Максимальная его концентрация в крови *6.7 ммоль/л* наблюдается у мужчин в 40—50 лет, а у женщин приблизительно на 10 лет позже [1]. Наши наблюдения согласуются с этими данными.

Средние значения общего холестерина при ГХС у мужчин и женщин составили соответственно  $6,5\pm 0,71$  и  $6,2\pm 0,79$  ммоль/л. Повышение этого показателя у мужчин в среднем составило 40%, а у женщин – 43% (рисунок 1).

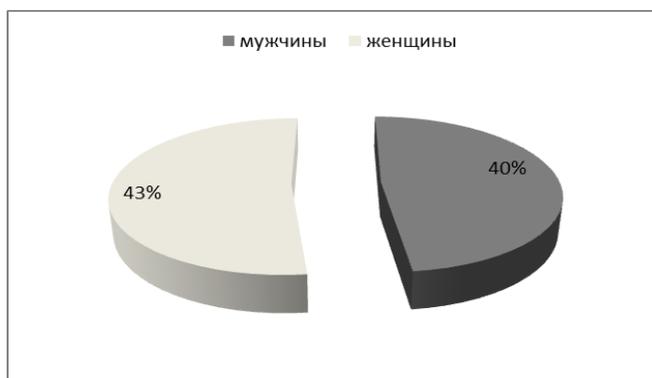
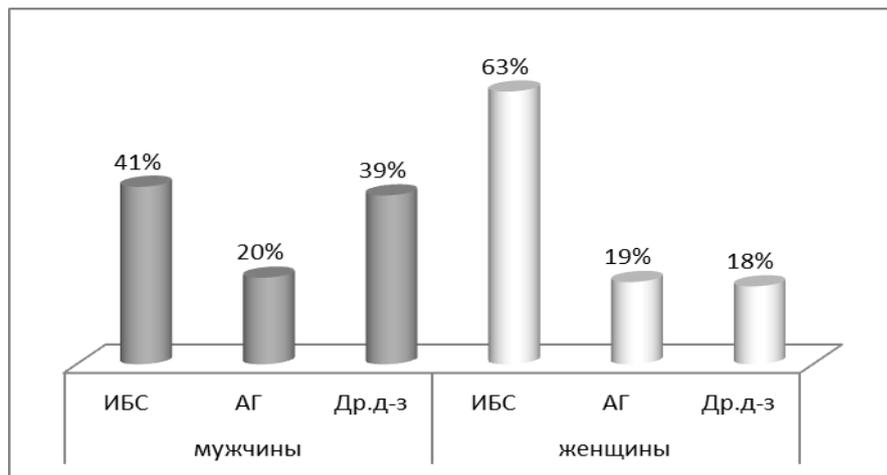


Рисунок 1 – Изменения уровня общего ХС в плазме крови у мужчин и женщин

Нарушениям липидного и в частности холестеринового обмена отводится ведущая роль в развитии атеросклероза. В первую очередь развитию атеросклероза способствует гиперхолестеринемия [2].

Изучение характера изменений уровня ТРГ у лиц с ГХС позволило установить, что у 34 мужчин и 43 женщин этот показатель превышает значения нормы. Повышение этого показателя было более значительным у женщин, в сравнении с мужчинами и составило соответственно 84% и 52%.



**Рисунок 2 – Диагнозы, установленные у пациентов с высоким уровнем общего ХС в плазме крови**

Измененный уровень триглицеридов в крови отображает риск развития ряда патологических состояний. Неблагоприятными последствиями сопровождается гипертриглицеридемия, в особенности в сочетании с гиперхолестеринемией [3].

Анализ установленных диагнозов у этих пациентов показал, что у 63 % женщин и 41% мужчин развивается ИБС. АГ диагностируется приблизительно в одинаковом количестве случаев, а вот другие диагнозы констатируются у мужчин почти в два раза чаще (Рисунок 2). Из других установленных диагнозов у мужчин встречаются хронический холецистит, сахарный диабет, язвенный колит, хронический гастрит, подагра.

При этом нарушение уровня ТРГ у женщин с диагнозом ИБС встречается в 60% случаев, АГ- 21%, другие диагнозы - 19%. У мужчин с диагнозом ИБС нарушение уровня триглицеридов наблюдается в 41% случаев, с диагнозом АГ – 26% и с другими диагнозами 33%.

Механизм развития атеросклеротических процессов в сосудах еще полностью не выяснен. Не исключено, что атеросклероз может быть финалом развития достаточно разнородных процессов. Изменения таких показателей липидного обмена как уровень общего ХС и содержание ТРГ должны быть расценены как угроза развития в первую очередь ССЗ и требуют дополнительных исследований.

#### Список литературы

1. Министерство здравоохранения Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Сайт о медицине, здравоохранении Беларуси и здоровом образе жизни. – Минск, © 2011. – Режим доступа: <http://minzdrav.gov.by>. – Дата доступа: 19.03.2016.
2. Степанов, А.Е. Физиологически активные липиды / А. Е. Степанов, Ю. М. Краснопольский, В. И. Швец. - М. Наука, 1991. – 387 с.
3. Литин, С. Полная семейная медицинская энциклопедия / С. Литин. – М: Астрель, 2009. - 1426 с.

Studied the level of total cholesterol and triglyceride content in blood plasma of men and women who were examined in the laboratory clinic number 10 in Mogilev for 6 months of 2015. Total cholesterol levels were above normal in 40% of men and 43% women. He was respectively  $6,5 \pm 0,71$  and  $6,2 \pm 0,79$  mmol / l. These women are older than men age. Hypercholesterolemia is accompanied by an increase in TRH levels in both sexes, women 84%, men - 52%. Analyzed the diagnoses established in these patients.

*Гаврилова С.О.*, Гродненский государственный университет им. Я. Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: [gavrilova.so@yandex.ru](mailto:gavrilova.so@yandex.ru).

*Сушко Л.И.*, Гродненский государственный университет им. Я. Купалы, Гродно, Беларусь.

### СОДЕРЖАНИЕ НЕКОТОРЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ОТДЕЛЬНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЯХ ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ, ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Растения употреблялись в лечебных целях с глубокой древности. Терапевтическую эффективность лекарственных препаратов, созданных из веществ растительного происхождения, обуславливают биологически активные вещества (БАВ), содержащиеся в растениях [1]. Поэтому исследование биологически активных веществ, содержащихся в растениях, приобретают настоящее время особую актуальность.

Нами в качестве объектов исследования были выбраны крапива двудомная (*Urtica Platyphylla*), малина обыкновенная (*Rubus idaeus*), смородина черная (*Ribes nigrum*) и тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium L.*), относящиеся к числу широко распространенных и доступных для человека представителей лекарственных растений флоры Беларуси.

В образцах наземных органов вышеперечисленных растений были определено количественное содержание фенольных соединений, флавоноидов, антоцианов и проантоцианидинов. Полученные результаты приведены ниже в таблицах 1 – 4.

Таблица 1 – Содержание биологически активных веществ в наземных органах крапивы двудомной

Орган растения	Содержание биологически активных веществ			
	фенольные соединения, мкг/г	флавоноиды, мкг/г	проантоцианидины, мкг/г	антоцианы, мкг/г
Стебель	3,06±0,49	0,12±0,03	0,098±0,021	0,107±0,014
Лист	3,11±0,41	0,14±0,03	0,052±0,011	0,089±0,009

К числу основных действующих веществ крапивы двудомной, согласно литературным данным, относятся витамины, флавоноиды, оксикоричные кислоты, кумарины и другие вещества фенольной природы.

Как видно из приведенных данных, только для проантоцианидинов можно отметить существенно большее (почти в 2 раза) содержание в стеблях по сравнению с листьями. Содержание остальных определенных нами биологически активных веществ мало различается в зависимости от органа растения, поэтому сбор сырья и его использование в лекарственных целях можно проводить, не отделяя лист от стебля.

Полученные нами данные по содержанию флавоноидов в листьях и стеблях крапивы двудомной не вполне согласуются с имеющимися литературными данными. Так, авторы [2] отмечают превышение содержания флавоноидов в листьях по сравнению со стеблями практически в 3 раза. Вероятно, различие в результатах связано с различным временем сбора сырья: нами – в осенний период, авторами указанной работы – во время цветения. Подтверждением этому предположению может служить и установленный ранее факт перераспределения биологически активных веществ между органами растения за время вегетации [4, 5].

Таблица 2 – Содержание биологически активных веществ в наземных органах малины обыкновенной

Орган растения	Содержание биологически активных веществ			
	фенольные соединения, мкг/г	флавоноиды, мкг/г	проантоцианидины, мкг/г	антоцианы, мкг/г
Стебель	41,7±9,7	0,32±0,08	3,41±0,19	0,11±0,07
Лист	21,8±1,1	0,42±0,13	0,34±0,27	0,29±0,09

Приведенные результаты показывают, что существенным является различие в содержании проантоцианидинов (в стеблях практически в 10 раз выше, чем в листьях), и, в меньшей степени, – фенольных соединений (в стеблях в два раза выше, чем в листьях). Установленное нами повышенное содержание биологически активных веществ в стеблях по сравнению с листьями объясняет факт использования именно стеблей малины в народной медицине в качестве лечебного или вспомогательного средства. Содержание остальных определенных нами биологически активных веществ (флавоноидов и антоцианов) в стеблях и листьях является достаточно близким. В литературе сведения о фитохимическом составе побегов (стеблей) малины обыкновенной практически отсутствуют.

Таблица 3 – Содержание биологически активных веществ в наземных органах смородины черной

Орган растения	Содержание биологически активных веществ			
	фенольные соединения, мкг/г	флавоноиды, мкг/г	проантоцианидины, мкг/г	антоцианы, мкг/г
Стебель	15,44±0,97	0,13±0,02	1,67±0,79	0,12±0,06
Лист	32,97±3,58	0,17±0,01	3,42±1,31	0,15±0,12

Полученные нами результаты свидетельствуют о том, что содержание фенольных соединений, флавоноидов и проантоцианидинов в листьях в большей или меньшей степени превышает таковое в стеблях, что объясняет эффективность использования указанного сырья в народной медицине. Содержание фенольных соединений, проантоцианидинов и антоцианов в листьях смородины практически не уступает таковому в стеблях малины, и, значит, лист смородины вполне может конкурировать в народной медицине с широко используемыми стеблями малины.

Согласно литературным данным, тысячелистник обыкновенный характеризуется богатым набором содержащихся в нем биологически активных веществ. Нами обнаружено, что максимальное содержание исследованных нами биологически активных веществ характерно для листьев растения: содержание всех определенных нами биологически активных веществ в листьях превосходит таковое в стеблях в 3-4 раза, и в цветках – примерно в 1,5 раза. Хотя в народной медицине в качестве лекарственного сырья чаще применяется цветки, согласно нашим результатам, может быть рекомендован сбор сырья вместе с листьями растения.

Таблица 4 – Содержание биологически активных веществ в наземных органах тысячелистника обыкновенного

Орган растения	Содержание биологически активных веществ			
	фенольные соединения, мкг/г	флавоноиды, мкг/г	проантоцианидины, мкг/г	антоцианы, мкг/г
Стебель	6,94±0,43	0,15±0,01	0,04±0,01	0,07±0,02
Лист	18,25±1,48	0,56±0,10	0,11±0,04	0,19±0,08
Цветок	12,37±1,55	0,30±0,06	0,07±0,01	0,15±0,05

#### Список литературы

1. Биологически активные вещества (БАВ) растений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.5lepestkov.com/?p=1573>. – Дата доступа: 24.05.2016.
2. Головин, Б.Н. / Биологически активные вещества растительного происхождения / Б.Н. Головин [и др.]. – М.: Наука, 2002. – 764 с.
3. Бурдь, Г.А. / Содержание фенольных соединений в листьях и коре *Vaccinium Ulligenosum* L. / Г.А. Бурдь, А.О. Поторская // Материалы V Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы экологии». Гродно: ГрГУ, 2009. – С. 61-64.
4. Савощеня, Е.В. / Содержание некоторых биологически активных веществ в листьях и коре *Rubus caesius* L. / Е.В. Савощеня, Г.А. Бурдь // Материалы VI Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы экологии». Гродно: ГрГУ, 2010. – С. 270-272.

It was investigated the content of phenolic compounds, flavonoids, anthocyanins and proanthocyanidins in the above-ground organs samples *Urtica platyphylla*, *Rubus idaeus*, *Ribes nigrum* and *Achillea millefolium* L. Collected in September-October 2015, on the territory of Kalozha Park of the city of Grodno and its surroundings.

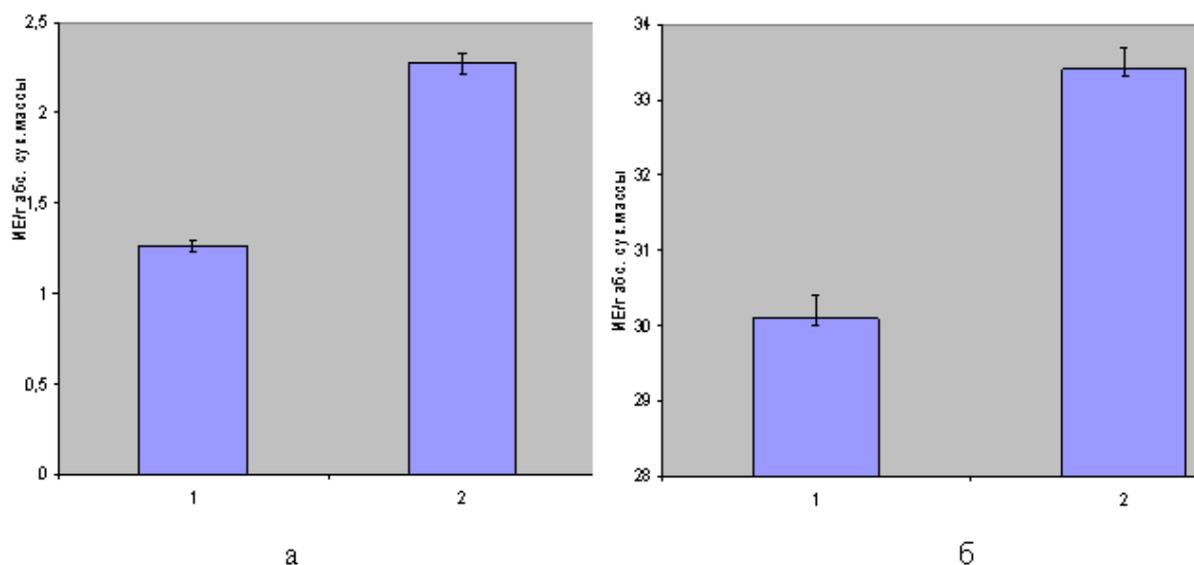
Дерябина Н.А., УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», Гродно, Республика Беларусь.

### ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ БЕЛКИ РАСТЕНИЙ: УЧАСТИЕ В МЕХАНИЗМАХ АДАПТАЦИИ К ТЕХНОГЕННЫМ ЭМИССИЯМ АВТОМАГИСТРАЛЕЙ

Техногенные загрязнения от автотранспорта представляют большую экологическую опасность для растений вдоль автотрасс. И, несмотря на то, что в подобных условиях более устойчивые виды способны формировать высокопродуктивные фитоценозы, очевидно, что менее устойчивые или неустойчивые подвержены риску быть вытесненными, что приводит к снижению биоразнообразия и исчезновению ценных представителей флоры. В этой связи актуализируется значимость исследований различных аспектов адаптивного метаболизма в растениях, что позволило бы более полно осуществлять мониторинг состояния растительного покрова прилегающих к автомагистралям территорий и выявлять растения биоиндикаторы, обладающие способностью отражать в динамике экологическое состояние природной среды. Устойчивость растений к неблагоприятным воздействиям обусловлена совокупностью физиолого-биохимических реакций, из которых метаболизму белков принадлежит важнейшая роль [1]. При этом возрастает значение системы протеолиза и лектинов, которые участвуют в регуляции интегральных метаболических процессов, в реализации различных морфофизиологических и защитных реакций, обладают антиоксидантными и адаптогенными свойствами [2-5].

**Цель работы** - выявить особенности функционирования системы протеолиза и лектинов у представителей дикорастущей флоры в условиях техногенных нагрузок на территориях вдоль автодорог Республики Беларусь. Объектами исследования являлись одуванчик лекарственный – *Taraxacum officinale* семейства Сложноцветные – *Asteraceae* и подорожник большой - *Plantago major* семейства Подорожниковые – *Plantaginaceae*, произрастающие на территориях вблизи крупных автомагистралей М1/Е30 (участок «Брест-Ивацевичи»); М 3, соединяющая Минск с Витебском (участок «Березинский заповедник»); М5/Е271, соединяющая Минск с Гомелем. Автомагистраль М1/ Е30 — основная транзитная дорога в Республике Беларусь. Сбор опытных растений осуществляли на расстоянии 1,5-5 м от полотна дороги и на расстоянии не менее 300 м от нее (контроль).

Результаты исследований показали, что в растениях подорожника большого и одуванчика лекарственного, выросших вблизи от магистралей, активность белков ингибиторов трипсина была выше, чем в контроле (рисунок 1).

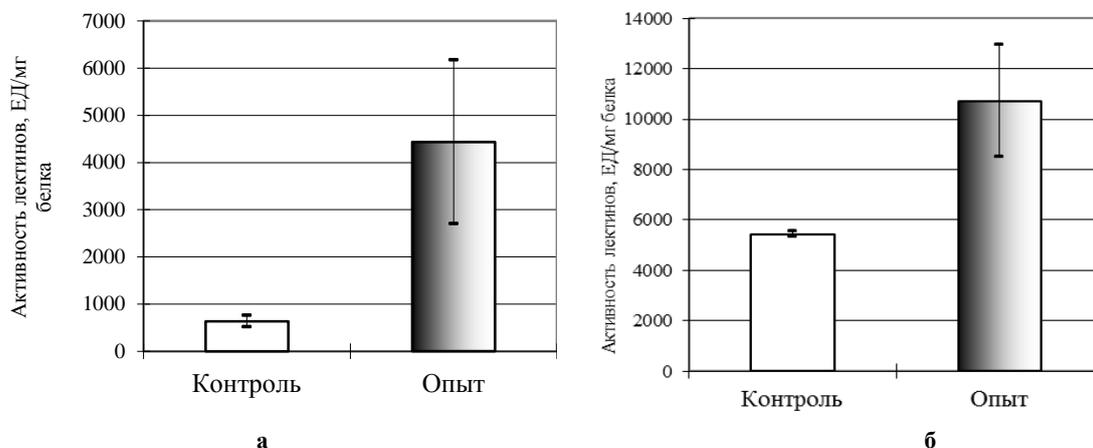


**Рисунок 1 - Влияние техногенного воздействия на активность ингибиторов трипсина в листьях: а - подорожник большой; б- одуванчик лекарственный. 1-контроль; 2-опыт**

Согласно данным рисунка 1, в листьях одуванчика лекарственного и подорожника большого в данных условиях наблюдалось повышение активности ингибиторов трипсина на 12 и 80%, соответственно. Кроме того,

в растениях подорожника большого активность нейтральных протеаз возрастала на 26 - 49%, фермента БАПАзы - на 13 – 18%, белков ингибиторов трипсина – 40-70%. У одуванчика лекарственного имели место аналогичные сдвиги функциональной активности системы протеолиза, но менее выраженные.

Результаты исследований позволили установить и различный уровень активности лектинов в исследованных растениях (рисунок 2).



**Рисунок 2 - Влияние техногенных автомобильных выбросов на активность эндогенных лектинов: а – подорожник большой; б - одуванчик лекарственный**

Согласно данным рисунка 2, в листьях подорожника наблюдалось превышение активности лектинов в опыте в 6 раз по сравнению с контролем, а у одуванчика лекарственного – в 2 раза.

Проведенные исследования показали, что техногенные эмиссии вдоль автомагистралей оказывают существенное влияние на активность системы протеолиза и лектинов у дикорастущих видов растений. Показано, что адаптация подорожника большого и одуванчика лекарственного к техногенным воздействиям автомагистралей была сопряжена с повышением активности компонентов системы протеолиза и лектинов. Предполагается, что показатели активности белков-ингибиторов трипсина и лектинов могут служить биохимическим тестом на техногенные воздействия. Полученные сведения позволяют заключить, что сбор лекарственного сырья необходимо проводить в зонах, отдаленных от автомагистралей.

#### Список литературы

1. Шакирова Ф.М. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и ее регуляция. Уфа, 2001 г. - 160с.
2. Дунаевский Я.Е. Ингибиторы протеиназ как антистрессовые белки высших растений. / Я.Е. Дунаевский, Т.А. Цыбина [и др.]. // Прикладная биохимия и микробиология. - 2005.- Т.41, № 4. - С.392-396.
3. Локшина Л.А. Регуляторная роль протеолитических ферментов // Молекулярная биология. -1979. - Т.13, вып.6. - С.1205-1229.
4. Мосолов В.В. Ингибиторы протеиназ и их функции у растений (обзор)/ В.В. Мосолов, Т.А. Валуева // Прикладная биохимия и микробиология. - 2005. –Т.41, № 3. - С.261-283.
5. Франко О.Л. Осмопротекторы: ответ растений на осмотический стресс. /О.Л. Франко, Ф.Р. Мело. //Физиология растений. 2000. 47, № 1. С.152-159.

The influence of technogenic autoemission of some Belarus highways on the activity of functional proteins in the leaves of wild plant species were investigated. It have been found that adaptation of *Taraxacum officinale* and *Plantago major* to autoemissions was associated with activation of the proteolysis system and lectins. The indicators of trypsin inhibitor and lectin activity of this plants may be the biochemical tests on anthropogenic impacts.

Домаш В.И., ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси. Минск, Беларусь, e-mail: valdomash@mail.ru.

**УЛЬТРАСТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ГЕМАТОЭНЦЕФАЛИЧЕСКОГО БАРЬЕРА ПРИ АХОЛИИ У КРЫС**

Важность изучения проницаемости гематоэнцефалической барьера (ГЭБ), и в частности, характеристик эндотелиальных клеток, продиктовано тем соображением, что неконтролируемое открытие межклеточных каналов приводит к вазогенному отеку и выходу лейкоцитов в ткань мозга, и в положительном плане – контролируемое открытие каналов может быть использовано для транспорта фармацевтических препаратов в головной мозг. Это новое и перспективное направление изучения дисфункциональных расстройств мозга. Литературные данные об изменении элементов ГЭБ при отведении желчи из организма у крыс отсутствуют.

**Цель исследования** – установить ультраструктурные изменения в клетках гематоэнцефалического барьера в мозге при 5 суточном полном наружном отведении всей желчи из организма у крыс.

**Материал и методы.** В работе использован материал от 15 белых крыс-самцов гетерогенной популяции массой 225±25г. с соблюдением «Правил проведения работ с использованием экспериментальных животных». 9 опытным крысам накладывали фистулу общего желчного протока по методу Л.С. Василевской с некоторыми нашими дополнениями [1]. 6 крысам контрольной группы проводили ложную операцию: им делали все те же манипуляции, что и опытной группе, только общий желчный проток не вскрывали, а катетер подшивали к брыжейке двенадцатиперстной кишки, при этом сохранялся физиологический отток желчи в 12-перстную кишку на протяжении всего эксперимента. По истечении 5 суток, предварительно усыпив парами эфира, животных выводили из эксперимента декапитацией.

Кусочки, взятые из выше названных участков головного мозга контрольных и опытных животных, фиксировали в течение 2 часов при +4 °С в двух порциях 1 % раствора четырехоксида осмия (OsO<sub>4</sub>) на 0,1М буфере Миллонига (рН 7,4) [10]. Затем промывали в растворе буфера Миллонига (20 мл) + сахара (900 мг), обезживали в спиртах возрастающей концентрации (50 % и 70 %), смеси спирта и ацетона, ацетоне, проводили через смесь смол (аралдит М + аралдит Н + дибутилфталат + ДМР-30) и ацетона и заливали в эту смесь. Срезы изготавливали на ультратоме МТ-7000 (США), контрастировали уранилацетатом [11] и цитратом свинца [12]. Для этого сеточки помещали на 30 минут в уранилацетат в темном помещении. Промывали 50 % спиртом (3 сек) и в бидистиллированной воды (две порции по 5 сек). Цитратом свинца контрастировали в течение 10 мин., промывали в трех порциях воды по 5 сек. Полученные сеточки изучали и фотографировали при помощи электронного микроскопа JEM 100СХ II (Япония) в Центре электронной микроскопии Института физиологии НАН Беларуси.

При помощи светового микроскопа «Axioscop» с цифровой видеокамерой «Axio Cam MR c5» и программы изображения «Axio Vision AC 4.1» фирмы «Carl Zeiss Vision GmbH» (Германия) идентификационный номер ID 151B3D61, а так же встроенной цифровой видеокамеры (Sony DFW-X710, Япония) и программы Image Warp (Bit Flow, США) получали иллюстративный материал.

**Собственные данные и их обсуждение.** Пять суток отведения желчи из организма крыс приводят к определенным изменениям со стороны всех элементов ГЭБ в головном мозге. Просвет гемокapилляров в большинстве своем узкий, неширокий, хотя могут встречаться сосуды с обычным или несколько расширенным просветом в венозной части. Подобные изменения определены во всех изучаемых отделах коры мозга, но наиболее выраженные – в коре мозжечка.

**Эндотелиоциты.** Капилляры изученных отделов коры мозга имеют непрерывную выстилку из эндотелиальных клеток на хорошо выраженной базальной мембране. Соединения между эндотелиальными клетками не повреждены и закрыты. В безъядерных участках клеток отмечено небольшое количество органелл в основном вокруг ядра и обилие мелких пиноцитозных пузырьков, что отражает трансэндотелиальный транспорт различных веществ и метаболитов.

Внутренняя сторона эндотелиоцита (адлюминальная) обращенная в сторону просвета, может иметь субмикроскопические выросты в виде отдельных микроворсинок, которых несколько больше в венозном отделе капилляра. Кроме того, выявлены более крупные клапанообразные структуры увеличивающие поверхность эндотелия.

По мнению некоторых авторов, эндотелиоциты имеющие большое количество микроворсинок, а так же повышенную электронную плотность, можно расценивать как клетки вступающие в апоптоз [2]. Однако, по данным других авторов, даже после сильной хирургической травмы во вновь образованных капиллярах в коре мозга крыс выявлено менее 5 процентов эндотелиоцитов вступающих в апоптоз [3].

В некоторых клетках в цитоплазме определяется крупная вакуоль (кавеола) или даже складка, выступающая в просвет капилляра. Встречаются расширенные цистерны гранулярной эндоплазматической

сети, формирующие транспортные каналы. Отмечены капли липидов, иногда их скопление образует липофусциновые тела. Иногда определяется формирующееся слоистое тело из каналов эндоплазматической сети и/или комплекса Гольджи.

Общеизвестно, что эндотелиальные клетки капилляров в головном мозге не содержат фенестр – истончений цитоплазмы, когда две мембраны прилежат максимально близко друг к другу [3]. При отведении желчи мы наблюдали многочисленные углубления цитолеммы обращенной к базальной мембране, а в некоторых участках цитоплазмы в безъядерных участках клеток образуются структуры очень похожие на истончения, несколько напоминающие (или формирующиеся?) фенестры.

При отведении желчи происходит активизация работы эндотелиоцитов, что выражается в образовании каналов идущих через всю цитоплазму параллельно или перпендикулярно к базальной мембране. Для облегчения и/или увеличения транспорта веществ через них, может образовываться, по нашему мнению, еще один вид каналов – очень длинных тянущихся на значительном протяжении цитоплазмы клетки. В их создании, возможно и/или, скорее всего, задействована эндоплазматическая сеть, поскольку эти каналы расположены параллельно просвету сосуда и базальной мембраны.

**Астроциты.** Данный вид клеток ограничивает нейроны от непосредственного соприкосновения с сосудистой стенкой. А если учесть что они примерно на 9/10 покрывают наружную часть базальной мембраны гемокapилляра головного мозга [4], то становится понятным насколько значительна их роль при физиологических и патологических состояниях. Цитоплазма астроцитов бедна на органеллы. Отмечено расширение немногочисленных цистерн гранулярной эндоплазматической сети, их фрагментация, появление вторичных лизосом. Ножки астроцитов (end-feet) прилежащих к капилляру не имеют признаков отека. Подобная картина в периваскулярном и интерцеллюлярном пространствах.

Таким образом, из проведенного исследования можно сделать заключение – при отведении желчи происходит изменение структуры во всех элементах ГЭБ, в частности в эндотелиоцитах происходит образование внутриклеточных каналов, облегчающих транспорт веществ.

Полученные нами данные подтверждают гипотезу некоторых авторов, что при экстремальных условиях для мозга (травма и. т.д.) и в частности для клеток ГЭБ, в эндотелиоцитах происходит образование обилия везикул, кавеол, которые в дальнейшем группируясь, превращаются в везикуло-канальцевые и/или везикуло-трубчатые структуры [4].

#### **Выводы.**

1. При отведении желчи происходят изменения всех элементов ГЭБ.
2. Выявленные нарушения гетерогенны: имеет место клеточная мозаика – наряду с клетками без видимых изменений, определены с умеренными и сильными повреждениями.

#### *Список литературы*

1. Зиматкин, С.М. Структурно-метаболические изменения гистаминергических нейронов гипоталамуса крысы при потере желчи / С.М. Зиматкин, О.В. Барабан, С.В. Емельянчик // Морфология. – 2007. – Т. 132, № 6. – С. 22–25.
2. Ziegler, U. Morphological features of cell death / U. Ziegler, P. Groscurth // News Physiol. Sci. – 2004. – Vol. 19. – P. 124–128.
3. Frontczak-Baniewicz, M. Long-term consequences of surgical brain injury – characteristics of the neurovascular unit and formation and demise of the glial scar in a rat model / M. Frontczak-Baniewicz, S.J. Chrapusta, D. Sulejczak // Folia Neuropathol. – 2011. – Vol. 49, № 3. – P. 204–218.
4. [Lossinsky, A.S.](#) Immunoultrastructural expression of intercellular adhesion molecule-1 in endothelial cell vesiculotubular structures and vesiculovacuolar organelles in blood-brain barrier development and injury / A.S. [Lossinsky](#), K.F. [Buttle](#), R. [Pluta](#), M.J. [Mossakowski](#), H.M. [Wiśniewski](#) // [Cell Tissue Res.](#) – 1999. – Vol. 295, № 1. – P. 77–88.

For the first time ultramicroscopic changes in barrier structures are described: the most expressed - in a cerebellum cortex. There is an occurrence larger numbers secondary lysosomes, lipide a thaw, multivesicular bodies. The given changes reflect the adaptable reorganisations of cages necessary for maintenance of a structural homeostasis.

*Емельянчик С. В.*, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: semel@grsu.by.

**БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МОЛЛЮСКОВ В БИОИНДИКАЦИИ НАЗЕМНЫХ И ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ**

Состояние окружающей природной среды является одной из актуальных и острых социально-экономических проблем, требующих своего решения. Биоиндикация применяется для оценки токсичности загрязняющих природных и сточных вод и наземных экосистем, а также ускоренной оценки токсичности экстрактов и смывов. Биотестирование позволяет установить районы и источники загрязнения. Различные виды живых существ показывают, чем загрязнена окружающая среда [1].

Моллюски давно привлекают внимание специалистов по биомониторингу удобством препарирования и хранения, высокими коэффициентами накопления загрязняющих агентов, в частности, тяжелых металлов и радионуклидов [2].

Эндогенную интоксикацию (ЭИ) организма, обусловленную избыточным образованием и накоплением токсических продуктов метаболизма, считают одним из важных механизмов патологии, который в ряде случаев становится главной причиной летального исхода. В клинике для диагностики ЭИ наиболее часто используют методы, которые основаны на измерении УФ-поглощения низко- и среднемолекулярных веществ с массой не более 5000 Да, содержащихся в депротеинизированной плазме. Эти методы имеют оптимальное соотношение простоты и чувствительности анализа [3].

Глутатионтрансфераза, как известно, работает на втором этапе метаболизма ксенобиотиков и участвует в ряде реакций конъюгации, обеспечивающих снижение токсичности последних. Семейство глутатиона является важнейшим компонентом системы детоксикации токсических метаболитов и ксенобиотиков, где он участвует в восстановленной форме. Работа ферментов системы глутатиона направлена на стабилизацию биохимических и физиологических процессов в живых организмах и возврат нарушений в гомеостатические рамки [4].

Каталаза – фермент, при участии которого осуществляется разложение перекиси водорода. Фермент расщепляет перекись водорода, до которой дисмутирует супероксидный радикал, до молекул воды и молекулярного кислорода. Ее функцией является предотвращение накопления пероксида водорода [5].

При окислительном стрессе радикальной атаке активными формами кислорода подвергаются в первую очередь клеточные белки. Усиление перекисного окисления указывает на выход из-под контроля защитно-приспособительных реакций организма на клеточном уровне и его гомеостатических систем в целом. В то же время посттрансляционная ковалентная модификация белков АФК необходима для протекания физиологических и биохимических процессов, таких как старение, тканевой энергетический обмен. Изменение уровня перекисного окисления белков (ПОБ) указывает на изменение окислительного баланса организма. Этот процесс является неспецифической реакцией на любой стресс в ходе адаптации клетки к воздействию внешних факторов.

Исследования проводились в осенний период 2015 года на территории г. Гродно. Были заложены 4 пробные площадки на территории города. С каждой площадки было собрано по 8 представителей каждого вида-индикатора. Выбор пробных площадок производился таким образом, чтобы охватить возможные места наличия техногенных загрязнений с учетом их переноса атмосферными массами, согласно господствующим направлениям ветров для г. Гродно. Для пробных площадок введены условные обозначения для их названия: «Мясокомбинат», водоем вблизи ОАО «Гродно Мясокомбинат»; «Домбровского», пруд на улице Домбровского, «Юбилейное», озеро Юбилейное, КСМ, водоем карьерного типа вблизи ОАО КСМ.

У водных моллюсков родов *Viviparidae*, *Planorbarius* из экосистемы «Домбровского» активность каталазы в среднем в 4 раза выше, чем у виноградной улитки из той же экосистемы и максимального значения достигает у катушек из экосистемы по ул. Домбровского (4,32 ед.). В экосистеме «Мясокомбинат» активность каталазы у водных моллюсков в среднем в 2 раза выше чем у виноградной улитки и наибольшего значения достигает у живородок.

Активность фермента глутатионтрансферазы у водных и наземных моллюсков из экосистемы «Мясокомбинат» достоверно не различается, в то же время наибольшая активность ГТ наблюдается у водных моллюсков родов *Viviparidae*, *Planorbarius*, отобранных из экосистемы «Домбровского» (4,85 и 3,6 ед. соответственно), что свидетельствует о необходимости выведения большего количества токсических метаболитов. Наименьшая активность ГТ наблюдается у живородок из экосистемы «Мясокомбинат» (1,87 ед.), что в 2,5 раза ниже активности фермента у аналогичных моллюсков из экосистемы «Домбровского».

Достоверно высокий уровень перекисного окисления белков наблюдается у катушек из экосистемы «Домбровского» (2,76 ед.), что в 2 раза превышает уровень ПОБ у другого водного моллюска – живородки (1,38 ед.) Наименьшая степень СпоПОБ наблюдается у живородок и катушек из экосистемы «Мясокомбинат» (0,53 и 0,61 ед. соответственно) что в 2 раза ниже ПОБ у наземных моллюсков из той же экосистемы

Исследование количества тирозинсодержащих пептидов, характеризующих эндогенную интоксикацию организма, выявило более высокую степень интоксикации у *Helix pomatia* L. (Таблица).

Таблица – биохимические индикаторные показатели гепатопанкреасживородки, катушки и виноградной улитки в единицах оптической плотности на 1 мг белка, n=8

Вид	№ п/п	Название пробной площадки	Каталаза	Глутатион трансфераза	СпоПОБ	Эндогенная интоксикация
Живородка	1.	Мясокомбинат	2,28±0,21	1,87±0,09	0,53±0,04	0,44±0,07
	2.	Домбровского	4,03±0,26	4,85±0,23	1,38±0,13	0,59±0,09
Катушка	1.	Мясокомбинат	2,14±0,11	2,01±0,07	0,61±0,06	0,57±0,03
	2.	Домбровского	4,32±0,28	3,60±0,19	2,76±0,11	0,66±0,12
Виноградная улитка	1.	Мясокомбинат	0,93±0,21	2,13±0,27	1,24±0,10	1,94±0,13
	2.	Домбровского	1,14±0,16	2,95±0,33	1,22±0,08	1,81±0,24

В то же время степень эндогенной интоксикации между представителями других водоемов, собранных в один сезон, находится примерно на одном уровне и достоверных различий не выявляет.

Касательно показателей эндогенной интоксикации, как интегрального показателя окислительного стресса, у представителей наземных и водных моллюсков, то здесь необходимо отметить особенности их жизнедеятельности. Ввиду однородности водной среды мы можем сталкиваться с многовекторным влиянием токсикантов на организм. В данном случае вредные вещества склонны к комплексному воздействию в большей степени чем к комбинации влияния. В тоже время в наземно-воздушной среде обитания раковина является достаточно хорошей защитой от, прежде всего, токсикантов неорганической природы, обладая буферно-кумулятивными свойствами. Установленные факты отмечаются и в наших предыдущих исследованиях.

#### Список литературы

1. Мониторинг и методы контроля окружающей среды: Учеб. пособие в двух частях: Часть 2. Специальная / Ю.А. Афанасьев, С.А. Фомин В.В. Меньшиков и др. - Москва.: Изд-во МНЭПУ, 2001 - 337 с.
2. Степанов, А.М. Биоиндикация на уровне экосистем / А.М. Степанов // Биоиндикация и биомониторинг. – Москва.: Наука, 1991. – 59-64 с.
3. Лобко, Н.Ф. Тирозинсодержащие пептиды – новый индикатор эндогенной интоксикации организма / Н.Ф. Лобко, С.В. Конев // Вести НАНБ. – 2003. - №4, - 240 с.
4. Власова, С.Н. Активность глутатионзависимых ферментов эритроцитов при хронических заболеваниях печени у детей / С.Н. Власова, Е.И. Шабунина, И.А. Переслегина // Лаб. дело. – 1990. – № 8. – С. 19 – 21.
5. Система антиоксидантной защиты организма и старение [Электронный ресурс] – Москва, 2013. – Режим доступа: <http://journals.medi.ru>. – Дата доступа: 09.03.2016.

The potential use terrestrial and aquatic molluscs in bioindication. It is proved that the use of species living in different environments, provide a more pronounced characteristic of anthropogenic load on the wetland ecosystem.

Жабин И. С., УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», Гродно, Беларусь, e-mail: [gdrxcomm@gmail.com](mailto:gdrxcomm@gmail.com)

Каревский А. Е., УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», Гродно, Беларусь, e-mail: [akarevs@grsu.by](mailto:akarevs@grsu.by)

Мандрик К. А., УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», Гродно, Беларусь.

## НЕЙРОТРАНСМИТТЕРНЫЕ АМИНОКИСЛОТЫ В ОТДЕЛАХ МОЗГА КРЫС КАК МАРКЕРЫ СУБХРОНИЧЕСКОЙ И ХРОНИЧЕСКОЙ АЛКОГОЛЬНОЙ ИНТОКСИКАЦИИ

Свободные аминокислоты - важнейшие участники и регуляторы метаболизма. Одной из наиболее значимых является нейротрансмиттерная функция отдельных аминокислот [1-3]. Действие этанола на организм сопровождается биохимическими сдвигами, включая и концентрации нейроактивных аминокислот тормозного (ГАМК, таурин, глицин) или возбуждающего (глутамат, аспартат) действия [2-3].

Цель работы – характеристика закономерностей формирования фонда нейроактивных аминокислот в отделах головного мозга крыс с различной функционально-метаболической ориентацией на фоне моделируемой субхронической (СХАИ) или хронической (ХАИ) алкогольной интоксикации.

### Материалы и методы исследования.

Эксперимент проведен на 22 белых крысах-самцах массой 160-240 г. ХАИ моделировали в течение 4 недель, используя 20% раствор этанола в качестве единственного источника питья. СХАИ – аналогичным образом в течение 3 недель [1]. Головной мозг после декапитации быстро извлекали на холоду и препарированные отделы (гипоталамус, стриатум, средний мозг, лобная доля коры, мозжечок) помещали в жидкий азот. Их гомогенизацию проводили в 10-кратном (w/v) объеме 0,2 М HClO<sub>4</sub> с 2,5 мМ δ-аминовалериановой кислотой (внутренний стандарт), 50 мг/л ЭДТА и 50 мг/л Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (антиоксиданты). Гомогенаты центрифугировали 15 мин при 20000 g (4°C) [3]. Определение свободных нейроактивных аминокислот проводили на ВЭЖХ-системе "Aqilent 1100" (НР) методом обращенно-фазной хроматографии с изократическим элюированием Na<sup>+</sup> - ацетатным буфером, содержащим метанол (6,5:3,5) при скорости потока 0,6 мл/мин, после предколоночной дериватизации с *o*-фталевым альдегидом и β-меркаптопропионатом с последующим флуориметрическим детектированием (231/445нм).

### Результаты и обсуждение.

Исследование закономерностей в содержании нейроактивных аминокислот и соотношениях их уровней в отделах ЦНС при СХАИ и ХАИ в сравнении с интактным контролем позволяет заключить, что:

1. в качестве специфических показателей ХАИ в стриатуме на фоне выраженной тенденции обогащения фонда аминокислот возбуждающего типа допустимо считать глутамат и глицин, что подтверждается высокодостоверными корреляциями в содержании глутамата и тормозных аминокислот (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание аминокислот-нейротрансмиттеров в стриатуме (мкмоль/л) в контроле и на фоне СХАИ и ХАИ, среднее±стандартная ошибка среднего

	Контроль	СХАИ	ХАИ
<b>Asp</b>	1892 ± 94	1790 ± 103	2137 ± 177
<b>Glu</b>	9530 ± 62	10260 ± 88	10933 ± 89*
<b>Gly</b>	783 ± 73	729 ± 319	526 ± 54*
<b>Tau</b>	5099 ± 634	5065 ± 826	5637 ± 458
<b>GABA</b>	1393 ± 130	1646 ± 193	1588 ± 145

Примечание к табл. 1- 3: \* -  $p < 0,05$  по отношению к контролю, # - по отношению к СХАИ

2. в среднем мозге суммарное содержание возбуждающих аминокислот на фоне СХАИ и, особенно, ХАИ, значимо выше, чем тормозных. Это отличие значимо обусловлено повышенным содержанием глутамата и аспартата. Маркёрным соединением для ХАИ в среднем мозге, подобно стриатуму, является глицин, уровень которого существенно выше и отрицательно коррелирует с глутаматом (таблица 2).

3. в таламусе при ХАИ отчётливо просматривается закономерность обогащения суммарного фонда нейромедиаторных аминокислот, формирующегося в основном за счёт глутамата, а в качестве маркёра алкогольной интоксикации выступает глицин, уровень которого возрастает (таблица 3).

4. в коре головного мозга фонд возбуждающих аминокислот значимо выше, чем тормозных, однако статистически достоверные изменения в индивидуальных уровнях исследованных соединений, равно как и в соотношении их суммарных пулов, на фоне алкоголизации отсутствуют.

5. фонд возбуждающих аминокислот за счёт глутамата в мозжечке значимо больше, чем тормозных, но, в отличие от других отделов, формируется на фоне выраженной тенденции обеднения фонда тормозных аминокислот (в особенности – таурина)

Таким образом, в качестве маркёров алкогольной интоксикации для стриатума, среднего мозга и таламуса допустимо считать уровни глицина и глутамата с тенденцией обогащения в ЦНС метаболического фонда нейрoактивных аминокислот возбуждающего типа действия.

Таблица 2 – Содержание аминокислот-нейротрансмиттеров в среднем мозге (мкмоль/л) в контроле и на фоне СХАИ и ХАИ, среднее±стандартная ошибка среднего

	Контроль	СХАИ	ХАИ
<b>Asp</b>	2005 ± 88	2204 ± 39	2186 ± 44*
<b>Glu</b>	12620 ± 60	13872 ± 32	13508 ± 40*
<b>Gly</b>	383 ± 56	295 ± 17	432 ± 65 #
<b>Tau</b>	4683 ± 253	4432 ± 314	3998 ± 199
<b>GABA</b>	1248 ± 54	1248 ± 103	1095 ± 38

Таблица 3 – Содержание аминокислот-нейротрансмиттеров в таламусе (мкмоль/л) в контроле и на фоне СХАИ и ХАИ, среднее±стандартная ошибка среднего

	Контроль	СХАИ	ХАИ
<b>Asp</b>	2176 ± 150	2118 ± 94	2147 ± 88
<b>Glu</b>	8277 ± 70	7924 ± 63	9099 ± 97*
<b>Gly</b>	758 ± 86	1134 ± 34*	852 ± 69
<b>Tau</b>	2248 ± 285	1898 ± 258	2410 ± 322
<b>GABA</b>	2375 ± 269	3027 ± 234	3104 ± 384

#### Выводы

1. В качестве специфических (маркёрных) показателей ХАИ в стриатуме можно считать глутамат и глицин и тенденцию обогащения фонда аминокислот возбуждающего типа.

2. В коре головного мозга на фоне СХАИ по отношению к контролю уровни глутамата и  $\gamma$ -аминомасляной кислоты имеют тенденцию к повышению, а аспартата, глицина и таурина – к снижению. По отношению к СХАИ уровень аспартата на фоне ХАИ незначительно повысился, а содержание глицина снизилось.

3. Однозначно маркёрным соединением для ХАИ в среднем мозге, как и в стриатуме, является глицин.

4. В таламусе отчётливо просматривается закономерность обогащения суммарного фонда нейромедиаторных аминокислот при ХАИ, которое формируется в большей степени за счёт глутамата.

5. В качестве маркёра алкогольной интоксикации можно считать уровни глицина и глутамата в стриатуме, среднем мозге и таламусе.

#### Список литературы

1. Раевский, К.С. Медиаторные аминокислоты / К.С. Раевский, В.П. Георгиев. – М.: Медицина, 1986. – С. 240.
2. Поздеев, В.К. Определение общих аминокислот и нейрoактивных аминокислот в плазме крови при помощи высокоэффективной жидкостной хроматографии с флуориметрическим детектированием / В.К. Поздеев, Н.В. Поздеев // Биомедицинская химия. – 2010. – Т. 56, вып. 6. – С. 726-738.
3. Amino Acids and their derivatives (chemistry, biochemistry, medical use) (2001) ed. L. Nefyodov // Proc of Internat.Symp.: – Grodno. – 124p.

As specific HAI rates in the striatum can be regarded as glutamate and glycine and the tendency of enrichment fund the exciting type of amino acids. In the cerebral cortex on the background SKHAI relative to control levels of glutamate and  $\gamma$ -aminobutyric acid tend to increase, and aspartate, glycine, and taurine - to decrease. In relation to the level of aspartate SHAI on background HAI has slightly raised and glycine content decreased. Definitely for HAI compound in the midbrain, as in the striatum is glycine. The thalamus is clearly visible pattern of enrichment of the total fund of neurotransmitter amino acids at HAI, which is formed to a greater extent due to glutamate. As a marker of alcohol intoxication can be considered the levels of glycine and glutamate in the striatum, midbrain and thalamus.

Жук Т. П., Гродненский государственный университет им. Я. Купалы, кафедра биохимии, Гродно, Беларусь, e-mail: zuk\_t@mail.ru.

**БОЛЕЗНИ ТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ В СОВРЕМЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

В настоящий период в условиях глобальных негативных изменений природной среды, социальных изменений ускоряется эволюция болезней, ее темпы измеряются уже не тысячелетиями или столетиями, а десятилетиями [1].

В короткий по эволюционным масштабам отрезок времени, человечество как биологический вид оказалось под воздействием целой группы новых патогенных факторов, к которым не сформировались эффективные механизмы защиты [2]. Изменяется характер взаимодействия патогенов с организмом хозяина, в круг возбудителей вовлекаются все новые микроорганизмы [3]. Происходит быстрая трансформация тысячелетиями формировавшихся взаимоотношений человека со средой, и появляются новые болезни [4]. Следовательно, изучение структуры заболеваний в настоящее время – проблема актуальная.

В работе использовали материалы отделения реанимации терапевтического профиля УЗ «Гродненская областная клиническая больница» за период с 2011 года по 2014 год.

Исследовали половозрастную структуру больных отделения, нозологические формы заболеваний пациентов.

Среди больных отделения реанимации мужчин и женщин было примерно поровну. Возраст половины больных – старше 60 лет (таблица 1).

Таблица 1– Половозрастная структура пациентов

Пол Возраст	Женский (количество)	%	Мужской (количество)	%	Всего (количество)	%
1	2	3	4	5	6	7
20-29 лет	24	12	19	9	33	10
30-39 лет	13	7	21	10	34	9
40-49 лет	20	10	34	16	54	13
50-59 лет	28	14	53	25	81	19
60 и старше	113	57	88	40	201	49
всего	198	100	215	100	413	100

Установлено, что в 2011-2014 годах ежегодно, в среднем, в отделении лечилось 413 больных. Городских жителей среди них было в 2 раза больше, чем сельских. Такая же закономерность наблюдалась во все исследуемые годы.

Примерно четвертая часть пациентов отделения реанимации (таблица 2) – это больные с сердечно-сосудистыми заболеваниями, около 20% – с эндокринологическими и заболеваниями ЦНС. Кроме того, в отделении лечились больные с заболеваниями органов дыхания, мочеполовой системы, заболеваниями глаза, психосоматическими заболеваниями, заболеваниями гепатобилиарной системы, новообразованиями, болезнями крови, аллергологическими заболеваниями пищеварительного тракта, которых было значительно меньше.

Таблица 2 – Структура заболеваний пациентов

№ п/п	Заболевания	% к общему количеству заболеваний
1	Сердечно-сосудистые	26
2	эндокринологические	21
3	Центральной нервной системы	16
4	Органов дыхания	7
5	Мочеполовой системы	6
6	Глаз	6
7	Психосоматические	5
8	Гепатобилиарной системы	3
9	Новообразования	3
10	Крови	2
11	Аллергологические	2
12	Пищеварительного тракта	1

Из сердечно-сосудистых заболеваний максимальное количество больных в 2011-2014 годах в отделении реанимация №3 УЗ «Гродненская областная клиническая больница» лечились по поводу ишемической болезни сердца (58%), из заболеваний почек – по поводу нефритов (37%), из заболеваний ЦНС – по поводу инфаркта головного мозга (55%), из эндокринологических заболеваний – по поводу сахарного диабета 2-го типа (57%). Из гепатобилиарных заболеваний цирроз печени составил 46%, из заболеваний крови- анемии наблюдаются у 50% пациентов, из аллергологических заболеваний ангионевротический отек – у 44%, из болезней органов дыхания пневмония – у 48%, из психосоматических заболеваний энцефалопатия обнаружена у 70% больных, болезни глаз, в основном, представлены катарактой (55%).

Всего у больных отделения выявлено 40 нозологических форм заболеваний.

Научно-технический прогресс и развитие медицинских технологий, бесспорно, повысили качество жизни современного человека и продлили годы его жизни. Однако изменение экологии и образа жизни оказались сами по себе серьёзным болезнетворным фактором, избежать воздействия которого практически невозможно, не отказавшись от различных благ, предлагаемых техногенной цивилизацией.

#### Список литературы

1. Зимов, М.В. Эволюция болезни / М.В. Зимов. – 3 изд. – Ростов н/Д: Феникс, 2008. – 342 с.
2. Северцев, А.С. Направленность эволюции / А.С. Северцев. – М.: МГУ, 1990. – 272 с.
3. Гарганеева, Н.П. Психосоматическая ориентация в общей врачебной практике / Н.П. Гарганеева, Ф.Ф. Тетнев.– М.: Клиническая медицина, 2001. – С. 60-63.
4. Лисицин, Ю.Г. Здоровье населения и современные теории медицины: критический анализ / Ю.Г. Лисицин. – М.: Медицина, 1982. – 328 с.

We analyzed the sex and age structure of the patients intensive care unit №3 KM "Grodno Regional Clinical Hospital" for the period from 2011 to 2014, and nosological forms of diseases of patients and the structure of these diseases.

*Журун О. Р.*, Гродненский государственный университет имени Я. Купалы, Гродно, Беларусь.

*Лыцик В. Т.*, УЗ «Гродненская областная клиническая больница», Гродно, Беларусь, e-mail: kastus74@tut.by

*Индушко Г. И.*, Гродненский государственный университет имени Я. Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: Vanek\_al@mail.ru.

УДК 615.332

**Д. С. Зайцева**

### **СОДЕРЖАНИЕ НЕКОТОРЫХ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В НАЗЕМНЫХ ОРГАНАХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ЛЕКАРСТВЕННОГО СЫРЬЯ, ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ**

В настоящее время фитохимия развивается достаточно бурными темпами: осуществляется большое количество исследований фитохимического состава различных растений, разрабатываются методики их наиболее эффективного использования для достижения намеченных целей, совершенствуются технологии и методики сбора дикорастущего лекарственного растительного сырья, а также способы выращивания лекарственных растений в культуре.

Актуальность создания лекарственных средств на основе лекарственного растительного сырья объясняется наличием у них широкого спектра фармакологического действия, мягко и гармонично воздействующего на все системы организма при минимальном количестве побочных эффектов в условиях длительного применения. В литературных источниках имеется достаточно много информации о содержании биологически активных веществ в растениях, но эти данные часто не систематизированы и не могут дать полной картины, особенно в зависимости от мест локализации упомянутых веществ в наземных частях растений.

В связи с этим нам представлялось актуальным определение содержания некоторых биологически активных веществ в листьях, стеблях и плодах лекарственных растений, широко распространенных на территории Беларуси. В качестве объектов исследования нами были выбраны рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), шиповник майский (*Rosa majalis* Herrn.) и облепиха крушиновидная (*Hippophae thamnoides* L.). Полученные результаты приведены ниже в таблицах 1 – 3.

Таблица 1 – Содержание биологически активных веществ в наземных органах рябины обыкновенной *Sorbus aucuparia*

Орган растения	Содержание биологически активных веществ			
	фенольные соединения, мкг/г	флавоноиды, мкг/г	проантоцианидины, мкг/г	антоцианы, мкг/г
Стебель	56,0±8,8	0,291±0,049	6,9±1,7	0,43±0,05
Лист	62,1±1,7	0,839±0,149	6,1±1,3	0,23±0,04
Плод	17,9±6,6	0,164±0,013	2,8±0,8	0,30±0,05

Из полученных результатов видно, что содержание практически всех определенных нами биологически активных веществ (исключая антоцианы) в листьях и стеблях растения значительно выше, чем в его плодах, и сопоставимо с таковым в широко используемом на практике лекарственном растительном сырье (как, например, побеги и листья голубики [1], ежевики [2] и др.). Это свидетельствует о том, что листья и стебли рябины обыкновенной, наряду с широко используемыми ягодами, могут иметь самостоятельное лекарственное значение.

Обращает на себя внимание факт более низкого содержания фенольных соединений, флавоноидов и проантоцианидинов в плодах по сравнению с другими органами растения. Вероятно, лекарственная и пищевая ценность плодов обусловлена содержанием в них в других биологически ценных веществ – витаминов, сахаров, горечей и пр.

Таблица 2 – Содержание биологически активных веществ в наземных органах облепихи крушиновидной *Hippophae rhamnoides*

Орган растения	Содержание биологически активных веществ			
	фенольные соединения, мкг/г	флавоноиды, мкг/г	проантоцианидины, мкг/г	антоцианы, мкг/г
Стебель	41,6±4,2	0,252±0,052	1,81±0,15	0,153±0,038
Лист	47,5±3,3	0,429±0,024	0,73±0,08	0,127±0,023
Плод	34,5±8,5	0,246±0,075	2,91±0,27	0,241±0,043

Приведенные результаты свидетельствуют о более равномерном распределении исследованным нами биологически активных веществ в наземных органах облепихи крушиновидной по сравнению с рябиной обыкновенной: наиболее заметным является различие в содержании проантоцианидинов – их содержание в плодах примерно в 1,5 раза выше чем в стеблях и практически в 4 раза выше, чем в листьях. Содержание антоцианов в плодах так же превышает таковое в листьях и стеблях, но не столь существенно – примерно в 1,5-2 раза.

Содержание фенольных соединений и флавоноидов, как и у рябины обыкновенной, в плодах ниже, чем в листьях и стеблях, но различия не столь велики. Если содержание флавоноида в листьях рябины превышало их содержание в плодах более чем в 5 раз (0,839 и 0,164 мкг/г соответственно), то у облепихи это различие не достигает и двукратного (0,429 и 0,246 мкг/г соответственно). В целом плоды облепихи более богаты исследованными нами биологически активными веществами (кроме антоцианов), чем плоды рябины обыкновенной.

Наши результаты показывают, что содержание исследованных нами биологически активных веществ в листьях и стеблях облепихи крушиновидной достаточно для того, чтобы эти органы могли использоваться в качестве лекарственного растительного сырья.

Таблица 3 – Содержание биологически активных веществ в наземных органах шиповника майского *Rosa majalis*

Орган растения	Содержание биологически активных веществ			
	фенольные соединения, мкг/г	флавоноиды, мкг/г	проантоцианидины, мкг/г	антоцианы, мкг/г
Стебель	61,1±6,9	0,332±0,074	6,61±0,45	0,66±0,14
Лист	40,8±9,8	0,443±0,079	1,15±0,22	0,18±0,03
Плод	14,8±3,0	0,405±0,062	1,39±0,12	0,086±0,016

Из представленных результатов видно, что содержание фенольных соединений, антоцианов и проантоцианидинов максимально в стеблях растения, превышая соответствующие значения для плодов в всех случаях более чем в 4 раза, что свидетельствует о биологической ценности данного вида растительного сырья.

В отличие от рассмотренных выше представителей лекарственных растений (рябина обыкновенная и облепиха крушиновидная), для шиповника биологическая ценность листьев как лекарственного растительного сырья не так выражена, уступая по большинству параметров (за исключением флавоноидов) стеблям. Содержание флавоноидов в стеблях и листьях различается несущественно.

В литературе имеется информация о содержании биологически активных веществ в плодах шиповника и практически отсутствуют сведения о содержании биологически активных веществ в других наземных органах растения (лист, стебель), в то время как полученные нами результаты свидетельствуют о самостоятельной биологической ценности этих видов сырья.

#### Список литературы

1. Бурдь, Г.А. / Содержание фенольных соединений в листьях и коре *Vaccinium Ulligenosum* L. / Г.А. Бурдь, А.О. Поторская // Материалы V Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы экологии». Гродно: ГрГУ, 2009. – С. 61-64.
2. Савощеня, Е.В. / Содержание некоторых биологически активных веществ в листьях и коре *Rubus caesius* L. / Е.В. Савощеня, Г.А. Бурдь // Материалы VI Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы экологии». Гродно: ГрГУ, 2010. – С. 270-272.

We have studied the content of phenolic compounds, flavonoids, proanthocyanidins and anthocyanins in ground organs (leaves, stems and fruits ) *Sorbus aucuparia* L., *Rosa majalis* Herrn., *Hippophae thamnoides* L.. Collected in September-October 2015 in the city of Grodno the Deviatovka district.

Зайцева Д. С., УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», Гродно, Беларусь.

УДК 592

**Н. М. Зубок, А. В. Пономарева**

#### **ВОЗБУДИТЕЛИ ГЕЛЬМИНТОЗНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ В ГОРОДЕ ВОЛКОВЫСКЕ**

Целью настоящей работы явился анализ заболеваемости гельминтозными заболеваниями населения за последние 4 года, на примере районной поликлиники, детской поликлиники и городской поликлиники города Волковыска.

Гельминтозные заболевания или гельминтозы (греч.Helmentos – червь, глист) – заболевания организма (животных, растений, грибов), вызываемые паразитическими червями. Медицинская гельминтология – наука, изучающая паразитов из группы червей.

По последним данным на 1 января 2016 в районной поликлинике, детской поликлинике и городской поликлинике города Волковыска обслуживается 51888 человек. В данную цифру входит как городское население, так и сельское население, включающее 10 деревень.

Таблица 1 – Результаты исследований на гельминтозные заболевания у пациентов районной поликлиники, детской поликлиники и городской поликлиники города Волковыска за 2012-2015 годы

года исследования виды гельминтов	2012	2013	2014	2015
Острица детская ( <i>Enterobius vermicularis</i> )	52	51	45	57
Аскарида человеческая ( <i>Ascaris lumbricoides</i> )	23	7	6	6
Власоглав ( <i>Trichocephalus trichiurus</i> )	0	0	0	0
Общее количество обнаруженных яиц	75	58	51	63
Общее количество обследованных человек	12226	12027	11356	11854

В течение 4-х последних лет, анализы на глистоносительство сдавали в среднем по 11860 человек в год. К ним относились работники пищевой промышленности, работники предприятий продовольственной торговли, работники учреждений образования, дети, оформляющиеся в учреждения образования и некоторые другие.

За 4 года средний процент обнаружения гельминтозных заболеваний составил 0,52 %. Пик «выявляемости» яиц гельминтов, пришелся на 2012 год. Из 12226 человек, прошедших обследование на гельминтозные заболевания, яйца гельминтов были обнаружены в 75 случаях. Речь идет о яйцах острицы и аскариды человеческой в соотношении 52:23. В 2013 году наметилась тенденция к уменьшению случаев выявления яиц гельминтов. Из 12027 человек, прошедших обследование на гельминтозные заболевания, лишь у 58 в доставленном на исследование материале были обнаружены яйца гельминтов. В данном случае это были яйца острицы и аскариды человеческой в соотношении 51:7. В 2015 году увеличилось количество случаев обнаружения яиц гельминтов. Из 11854 человек, прошедших обследование на гельминтозные заболевания в 63 случаях выявлены яйца гельминтов, а именно, у 57 человек обнаружены яйца остриц, а у 6 человек обнаружены яйца аскариды человеческой. В 2012 году увеличение числа «выявляемости» яиц гельминтов в исследуемом материале можно объяснить расширением зоны обслуживания населения УЗ «Волковысская ЦРБ», к которой во 2 квартале 2012 года присоединена бывшая железнодорожная поликлиника. В 2015 году увеличилась цифра обнаружения яиц гельминтов за счет группы детей в возрасте 2-3 лет, оформляющихся в детские дошкольные учреждения, которые проживают в многодетных семьях, в частном секторе.

Недостаточная осведомленность населения о причинах возникновения, клинике, последствиях и мерах по предупреждению гельминтозных заболеваний приводит к росту гельминтозных заболеваний. Также нужно заметить, что цикл развития многих видов гельминтов непосредственно связан с сельским хозяйством, чем повышается риск заражения гельминтозными заболеваниями населения, проживающего в сельской местности.

Оздоровление мест проживания зависит только от самих людей, для этого нужно разорвать эпидемиологическую цепь: человек-фекалии-почва-человек, формировать у детей потребность в чистоте рук и одежды, своевременное и осмысленное выполнение ими правил личной гигиены.

#### Список литературы

1. Добровольский, А.А. Частная паразитология / А.А. Добровольский. – Москва 1978. – С.182–201.
2. Инструкция 4.2.11-19-9-2004 «Паразитологические методы лабораторной диагностики гельминтозов и протозоозов». Минск. – 2004.

This article is an analysis of the incidence of helminthiasis diseases over the past four years, which occur in the city of Volkovysk among the urban and rural population.

Зубок Н. М. Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: nella.grodno@mail.ru.

Пономарева А. В., Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь.

УДК 577.112; 577.1; 581.19

**О. А. Иванов, Р. А. Донец, В. И. Домаш**

### **МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ БЕЛКИ ИЗ ГРУППЫ ИНГИБИТОРОВ ПРОТЕАЗ КАК ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ ИНВАЗИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА *SOLIDA GOCANADENSIS* L.**

Успех инвазивных видов растений в новых местах обитаний пытаются объяснить через две основные гипотезы. Первая основана на наблюдении того, что потенциально инвазивные виды обладают набором характеристик, позволяющих им эффективно использовать ресурсы, в частности, различные формы почвенного азота, а так же обладают более высокими ростовыми характеристиками, в сравнении с аборигенными видами. Вторая связывает успех инвазивных видов с тем, что в новых ареалах они, с одной стороны, выходят из-под контроля естественных фитофагов, а так же фитопатогенов, с другой – имеющийся у инвазивных видов арсенал химических соединений различной природы, составляющий их врожденный иммунитет, достаточен, чтобы противостоять патогенным организмам данного региона. Как это часто бывает, обе гипотезы не противоречат, а, скорее, дополняют друг друга.

Как известно, *Solida gocanadensis* относится к быстро распространяющимся инвазивным видам. В общих чертах это объясняется высокой адаптационной способностью вида к новым условиям обитания, наличием конкурентных преимуществ, в сравнении с аборигенными видами, в освоении пространства и

ресурсов. На молекулярном и биохимическом уровне адаптация растения к условиям роста обеспечивается множеством систем через оказываемые аллелопатические эффекты на другие виды растений в сообществах, что облегчает распространение *S. canadensis* [1], или, например, через подавление роста потенциально патогенных почвенных микроорганизмов посредством секретируемых корнями в почву первичных и вторичных метаболитов [2]. Таким образом, в случае *S. canadensis* акцент делается преимущественно на второй гипотезе, объясняющей успех инвазивантов.

Одной из систем, обеспечивающих адаптацию растений к абиотическим и биотическим факторам среды, является система белков-ингибиторов протеаз. Здесь мы приведем некоторые результаты наших исследований, указывающих, как нам кажется, на то, что на уровне ингибиторов протеаз у *S. canadensis* сочетает элементы стратегий, реализуемых в рамках обеих гипотез.

Исследовали образцы корневищ с корнями растений *S. canadensis* из 10 природных популяций (7 – условно «полевых», 3 – условно «лесных»), собранные на разных этапах вегетации растений в период с марта по ноябрь 2015-2016 гг. В образцах анализировали профиль белков-ингибиторов с активностью в отношении модельной протеазы трипсина, а так же изменения этого профиля в разные фазы вегетации растений при помощи нативного электрофореза в системе полиакриламидный гель –сополимеризованный желатин, согласно методу Felicioli [3]. Данный подход позволяет напрямую качественно и количественно детектировать профили ингибиторов некоторых протеаз в анализируемых образцах. Общий белковый профиль в исследуемых образцах анализировали при помощи электрофореза по Laemmli [4] Так же оценивали трипсинингибирующую активность белковых препаратов из образцов корневищ и корней *S. canadensis* по методу Гофмана-Вайсблая [5]. Необходимо отметить, что профиль ингибиторов, ровно как и трипсинингибирующую активность в подземных вегетативных органах в онтогенезе определяли только для растений из одной популяции. В остальных случаях спектр ингибиторов трипсина описан для образцов корневищ и корней в период максимального накопления данных белков – для апрельских сборов.

И в корневищах, и в корнях *S. canadensis* всех исследованных популяций выявлены 2 ингибитора трипсина с Mr 14 и 16 кДа. Для растений одной популяции было продемонстрировано, что оба этих белка имеют максимумы накопления в фенологические фазы покоя, или предшествующие покою, а именно в первой половине марта, октябрь в период диссеминации и ноябрь после отмирания надземных частей растения. Установлено, что в эти периоды развития *S. canadensis* на долю описанных белков приходится суммарно 35-37% всех белков корневищ и корней. В период активного вегетативного роста растения, ингибитор трипсина с Mr 14 кДа не обнаруживается в корневищах и корнях растения, а содержание белка с Mr 16 кДа снижается на 60% по сравнению с максимумами его накопления. В фазу цветения *S. canadensis* оба белка исчезают из белкового спектра корневищ и корней растения. Трипсинингибирующая активность белковых препаратов из корневищ и корней исследуемых растений в разные фенологические фазы изменяется аналогичным образом: для подземных вегетативных органов ее максимумы приходятся на растения в состоянии покоя.

Была оценена локализация этих ингибиторов в корневищах и корнях *S. canadensis*. Установлено, что оба ингибитора в периоды максимального накопления локализованы преимущественно в паренхиме коры и практически не накапливаются в тканях центрального цилиндра корневища *S. canadensis*. Таким образом, можно заключить, что особенности поведения обоих ингибиторов соответствуют, согласно Staswick [6], ключевым характеристикам вегетативных запасных белков: 1) на их долю приходится не менее 5% от белков в запасующем органе; 2) сезонные флуктуации с тенденцией накопления на поздних стадиях развития; 3) накопление преимущественно в паренхимных тканях коры запасующего органа. Легко допустить, что рассматриваемые ингибиторы являются ключевыми источниками азота и аминокислот на этапах развития растений *S. canadensis* в начале вегетативного сезона.

При анализе разнообразия ингибиторов трипсина у *S. canadensis* нескольких природных популяций выявлены некоторые интересные закономерности. Как уже отмечалось, в анализируемых образцах растений из всех популяций характерно наличие в спектре ингибиторов с Mr 16 кДа и 14 кДа. В корневищах растений из 7 «полевых» популяций *S. canadensis* не было обнаружено других ингибиторов трипсина. В то же время, в корневищах растений из «лесных» популяций спектры ингибиторов трипсина отличались между собой и в сравнении со спектрами ингибиторов из корневищ полевых популяций. Помимо общих для всех популяций ингибиторов в них выявлялись белки с Mr 18 кДа и 28 кДа, и в одной популяции – дополнительно с Mr 23 кДа и 25 кДа. Все перечисленные белки составляли минорные, по сравнению с «общими» ингибиторами, фракции. Обнаруженные различия спектров ингибиторов в корневищах «лесных» и «полевых» популяций могут указывать на разность ответов растений *S. canadensis* на условия произрастания в различных экотопах.

Наконец, ранее нами было установлено, что комплекс ингибиторов из корневищ и корней *S. canadensis* способен подавлять прорастание спор, а так же развитие таких фитопатогенов, как *Fusarium oxysporum*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Cladosporium oxysporum*, *Alternaria alternata* [7]. В данном случае

охарактеризованные ингибиторы протеаз выступают как элементы защитной системы *S. canadensis* и факторы адаптации растения к биотическим факторам среды.

Таким образом, можно предположить, что в некоторой степени инвазивный успех *S. canadensis* обеспечивается удачным сочетанием в одной группе белков защитных и запасных функций. Растению нет необходимости синтезировать отдельно депо аминокислот/азота, отдельно – некоторых компонентов иммунной системы, что может обеспечить более эффективное распределение дефицитных ресурсов и повысить адаптационный потенциал *Solidago canadensis*.

#### Список литературы

1. Pisula, N.L. Allelopathic effects of Goldenrod species on turnover in successional communities / N.L. Pisula, S.J. Meiners // *Am. Midl. Nat.* – 2010. - Vol. 163. – P. 161–172.
2. The invasive plant *Solidago canadensis* L. suppresses local soil pathogens through allelopathy / S. Zhang [et al] // *App. Soil Ecol.* – 2009. – Vol. 41. - P. 215–222.
3. Activity staining of protein inhibitors of proteases on gelatin-containing polyacrylamide gel electrophoresis / Felicioli, R. [et al] // *Analyt. Biochem.* – 1997. – Vol. 244. – P. 176–179.
4. Laemmli, U.K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage / U.K. Laemmli // *Nature.* – 1970. – Vol. 227. – P. 680–685.
5. Гофман, Ю.Я. Определение ингибитора трипсина в семенах гороха / Ю.Я. Гофман, И.М. Вайсблай // *Прикл. биохим. микробиол.* – 1975. – Т. 11, № 5. – С. 777–783.
6. Staswick, P.E. Storage proteins of vegetative plant tissues / P.E. Staswick // *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant. Mol. Biol.* – 1994. – Vol. 45. – P. 303–322.
7. Ингибитор трипсина из золотарника канадского (*Solidago canadensis* L.): активность и физико-химические свойства / О.А. Иванов, В.И. Домаш, Е.Л. Гвоздева, Е.В. Иевлева, Т.А. Валуева // *Вестн. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. биол. наук.* – 2012. – № 3. – С. 33–37.

Some results of research indicating, we think, that at the level of protease inhibitors *Solidago canadensis* L. combines the elements of strategies for accelerated growth and resistance to pathogens, which ensures its invasive success. It has been shown that trypsin inhibitors from plant roots and rhizomes were at the same time storage and proteins which potentially provide resistance to pathogenic fungi. It is possible to assume that to some extent the success of invasive *S. canadensis* is provided with a successful combination of protective and storage functions within the same group of proteins.

Иванов О. А., Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: protlife1984@gmail.com.

Донец Р. А., Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь, e-mail: bro.of.the.winter@gmail.com.

Домаш В. И., Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: valdomash@mail.ru.

577.122.2/595.768.12

**С. И. Карелин, А. Е. Каревский, К. А. Мандрик**

### **ОКИСЛИТЕЛЬНАЯ МОДИФИКАЦИЯ БЕЛКОВ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА НА СТАДИЯХ РАЗВИТИЯ**

Колорадский жук – один из видов насекомых листоедов. Он занимает исключительное положение среди других энтомологических объектов не только из-за своей вредоносности, но и в силу его биологических особенностей. Жук обладает удивительной экологической пластичностью, у него необычно широкие адаптивные способности. Это позволило ему за полтора столетия распространиться с севера Мексики по территории трех континентов – Северной Америке, Европе и Азии и увеличить ареал обитания в сотни раз [1].

Знакомясь с работами по колорадскому жуку [1] мы обратили внимание на отсутствие исследований окислительного стресса у насекомого. Свободно-радикальное окисление постоянно происходит во всех клетках живых организмов и является одним из способов метаболической регуляции [2]. Нарушение сбалансированности процессов свободно-радикального окисления и антиоксидантной защиты может привести к возникновению и формированию окислительного стресса, сопровождающегося патобиохимическими последствиями взаимодействия активных форм кислорода с биомолекулами [2].

Одним из видов биомолекул, чувствительных к увеличению процессов свободно-радикального окисления, являются белки. Состояние окислительного стресса, наряду с другими метаболическими проявлениями, сопровождается повышенным уровнем модифицированных свободными радикалами кислорода белков [3].

Целью данной работы являлось изучение выраженности окислительного стресса у колорадского жука на всех стадиях развития (за исключением куколки) путем определения уровня перекисного окисления белков (ПОБ).

**Материалы и методы исследования.** Объектом исследования служили: яйца, личинки I-IV возрастов и взрослые особи колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say собранные с участков картофеля, не подвергавшихся химической обработке, из которых готовили центрифугаты гомогенатов 1:10 [4]. Уровень окислительной модификации белков (ОМБ) находили согласно методам, описанным в работах [5, 6, 7] с некоторой нашей модификацией.

В окончательном варианте метод определения окислительной модификации белков заключался в следующем. При определении спонтанного ПОБ в пластмассовые центрифужные пробирки объемом 5 мл вносили по 0,9 мл 0,015М калий-фосфатного буфера pH 7,4. Металлкатализируемое ПОБ определяли в среде, состоящей из 0,7 мл того же буфера. Объем вносимого биологического материала (гомогенат из колорадских жуков 1:10) равнялся 0,1 мл. В качестве стимулирующей системы в пробу добавляли 0,1 мл смеси 10 мМ Fe<sup>2+</sup> с 10 мМ ЭДТА 1:1. Туда же вносили 0,1 мл 1М H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. После 15 минут инкубации на водяной бане с температурой 37 °С в пробы добавляли по 0,5 мл 10% трихлоруксусной кислоты (ТХУК) и выдерживали при комнатной температуре 15 минут. Денатурированные ТХУК белки осаждали центрифугированием при 3000g в течение 15 минут. Супернатант же переносили в чистые стеклянные пробирки. Его можно использовать для определения молекул средней массы и степени фрагментации окисленных белков [6, 7]. К осадкам белков добавляли 1 мл 0,05 М 2,4-динитрофенилгидразина (2,4-ДНФГ), растворенного в 2н. HCl. Содержимое пробирок необходимо тщательно размешать стеклянной лопаточкой. Инкубацию в течение 1 часа осуществляли при комнатной температуре.

Затем пробы центрифугировали при 3000 g 15 минут. Надосадочную жидкость выбрасывали, осадок промывали двумя миллилитрами смеси 1:1 этилацетата и 96° этанола, тщательно размешивая осадок стеклянной лопаточкой. Снова центрифугировали при тех же условиях. Процедуру отмывки от излишек 2,4-ДНФГ и липидов повторяли ещё 2 раза. Полученный в конце промывок осадок белка просушивали феном в течение 1 мин с целью удаления оставшейся промывочной смеси этилацетат : этанол, добавляли по 2,5 мл 8 М мочевины и 0,05 мл 2н. HCl. Тщательно перемешивали осадок стеклянной лопаточкой, переносили содержимое из пластмассовых центрифужных пробирок в стеклянные, выдерживали 5 мин в кипящей водяной бане, охлаждали и регистрировали оптическую плотность проб на спектрофотометре при длинах волн 356, 370, 430 и 530 нм.

Уровень окислительной модификации белков выражали в единицах оптической плотности на 10 мг белка, который определяли микробиуретовым методом [8].

Полученные данные подвергали статобработке методом вариационной статистики на персональном компьютере с применением пакета программ «Statistica10.0 для Windows». Поскольку чувствительный тест Шапиро-Уилка показал значимые отклонения от нормального распределения, то был взят непараметрический метод Манна-Уитни. Достоверными считали различия между сравниваемыми группами при значениях p<0,05.

В работе использовали реактивы фирмы «Реахим» (Россия) марки «хч» и «чда», спектрофотометр «Solar» РВ 2201 (Беларусь).

**Результаты исследования и обсуждение.** На длине волны 356 нм, где регистрируются алифатические альдегиддинитрофенилгидразоны нейтрального характера наблюдалось достоверное увеличение карбонильных производных на всех исследованных стадиях развития насекомого по сравнению с имаго. Самый высокий уровень модифицированных белков, превышающий в 1,81 раза имаго, зарегистрирован в яйце. У личинок I-IV возрастов он снижается. Во 2-м и 4-м возрасте количество продуктов ОМБ становится ниже взрослых особей на 26%. Только в 3-м возрасте количество карбонилированных протеинов превышает контроль на 18%.

Аналогичная динамика характерна при регистрации нейтральных алифатических кетондинитрофенилгидразонов ( $\lambda=370$  нм) и алифатических альдегиддинитрофенилгидразонов основного характера ( $\lambda=430$  нм), а также основных алифатических кетондинитрофенилгидразонов ( $\lambda=530$  нм) [9].

Определение уровня карбонилированных белков у колорадского жука на фоне Fe<sup>2+</sup> – индуцированной ОМБ показало, что он самый высокий на стадии яйца и постепенно снижается по мере «взросления» насекомого. Прирост модифицированных средой Фентона протеинов яйца в сравнении со спонтанным составлял для алифатических альдегиддинитрофенилгидразонов нейтрального характера ( $\lambda=356$  нм) 110%, личинки I возраста – 116%, II – 102%, III – 104%, IV – 113%, имаго – 9%. Динамика уровня алифатических кетондинитрофенилгидразонов нейтрального характера ( $\lambda=370$  нм) – яйцо 117%, личинки I возраста – 111%, II – 103%, III – 105%, IV – 102%, имаго – 113%. Содержание алифатических альдегиддинитрофенилгидразонов основного характера ( $\lambda=430$  нм) следующее: яйцо 122%, личинки I возраста – 125%, II – 106%, III – 113%, IV – 109%, имаго – 114%. Алифатические кетондинитрофенилгидразоны

основного характера ( $\lambda=530$  нм) составляли для яйца – 122%, личинки I возраста – 114%, II – 100%, III – 103%, IV – 109%, имаго – 112%.

Заслуживает обсуждения факт увеличения уровня карбонилированных белков в 3-м возрасте личинок жука. Согласно данным [1] личинки этого возраста становятся особенно прожорливыми. На их долю приходится 96% корма, съеденного за все время развития. Интенсивное потребление пищи, особенно углеводов, их превращение в реакциях с потреблением кислорода ведет к увеличению образования его активных форм.

Ранее, исследуя у колорадского жука активность трегалазы, расщепляющей на глюкозу важнейший дисахарид насекомых трегалозу, мы обнаружили максимальную активность фермента именно у личинок 3-го возраста [4].

Увеличение карбонилированных белков может быть связано не только с высоким уровнем АФК, но и с дисбалансом в окислительно-антиоксидантной системе. Об этом свидетельствуют данные, полученные на *Drosophila melanogaster* [10].

Таким образом, полученные данные по количеству окислительно модифицированных белков у колорадского жука на стадиях развития яйцо – личинки I-IV возрастов – взрослые особи указывает, что на этапах «взросления» насекомого меняется окислительно-антиоксидантный статус. Наибольшая выраженность окислительного стресса зарегистрирована на стадии яйца по сравнению с имаго.

#### Список литературы

1. Колорадский картофельный жук / ответственный редактор тома Р.С. Ушатинская. – М.: Наука, 1981. – 377 с.
2. Рубцов, Г.К. Модельная биологическая система желточных липопротеинов: параметры спонтанной и  $Fe^{2+}$ -инициированной окислительной модификации белков в комплексе с уровнем молекул средней массы: автореф. дис...канд. биол. наук / Г.К. Рубцов. – Пенза, 2014. – 22 с.
3. Stadman, E.R. Protein Oxidation / E.R. Stadman, R.L. Levine // Ann. New York Acad. Sci. – 2000. – Vol. 889. – P. 191–208.
4. Карелин, С.И. Некоторые кинетические свойства трегалазы колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say / С.И. Карелин, К.А. Мандрик // Вестник ГрГУ. – 2008. – серия 2, № 2. – С. 131–135.
5. Вьюшина, А.В. Перекисное окисление белков сыворотки крови крыс, селектированных по скорости выработки условного рефлекса активного избегания в норме и при стрессе / А.В. Вьюшина, И.Г. Герасимова, М.А. Флеров // Бюлл. эксперим. биол. мед. – 2002. – Т.133, №3. – С. 286–288.
6. Окислительная модификация белков в тканях крыс после однократного облучения животных лазером / К.А. Мандрик [и др.] // Вестник ГрГУ. – 2005. – Сер.2, №2. – С. 129–137.
7. Способ определения окислительной модификации белков в пуле веществ средней молекулярной массы в сыворотке крови, плазме, эритроцитах и в мозге / Г.К. Рубцов [и др.] // Патент на изобретение РФ № 2525437. – 2014.
8. Практикум по биохимии / С.Е. Северин, Г.А. Соловьева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: МГУ. – 1989. – 509 с.
9. Окислительная модификация белков сыворотки крови человека, метод ее определения / Е.Е. Дубинина [и др.] // Вопр. мед. химии. – 1995. – №1. С. 24–26.
10. Ровенко, Б.М. Ограничение содержания углеводов в диете личинок вызывает окислительный стресс у взрослых насекомых *Drosophila melanogaster* / Б.М. Ровенко, В.И. Лушак, О.В. Лушак // Укр. біохім. журн. – 2013. – Т.85, №5. – С. 61–72.

The Colorado beetle *Leptinotarsa decemlineata* Say at development stages egg – a larva of the I-IV age – adult individuals the level of oxidizing modification of proteins is determined. The maximum value the carbonylated proteins in egg in comparison with an imago is established. In process of development of an insect the number of spontaneous and metal-katalized peroxide oxidations of proteins decreases. Thus the level of aliphatic aldehyd dinitrophenylhydrozones of neutral character ( $\lambda = 365$ nm), aliphatic ketondinitrophenylhydrozones of neutral character ( $\lambda = 370$ nm), aliphatic aldehyd dinitrophenylhydrozones of the main character ( $\lambda = 430$ nm) and aliphatic ketondinitrophenylhydrozones of the main character falls ( $\lambda = 530$ nm). It is suggested that it is connected with strengthening of antioxidant system in process of development of an insect.

Карелин С. И., УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», Гродно, Беларусь, e-mail: [s.karelin@grsu.by](mailto:s.karelin@grsu.by).

Каревский А. Е., УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», Гродно, Беларусь, e-mail: [akarevs@grsu.by](mailto:akarevs@grsu.by).

Мандрик К. А., УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», Гродно, Беларусь.

### ПРИМЕНЕНИЕ САПРОПЕЛЕЙ ОЗЕРА ДИКООЕ (САНАТОРИЙ «РАДОН») ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Заболевания опорно-двигательного аппарата (ОДА) занимает третье место в списке самых распространенных болезней XXI века, уступая место лишь сердечно-сосудистым и онкологическим заболеваниям. По данным ВОЗ различными болезнями ОДА страдает 80 % населения земного шара старше 40 лет. Причем лидирует в этом списке США, страны Аравийского полуострова, Испания, Франция, Германия, Казахстан. Это можно рассматривать как подтверждение гипотезы о значительном влиянии на состояние ОДА экологических факторов: качества питьевой воды, атмосферного воздуха, употребления некачественных продуктов питания, образом жизни, профессиональной деятельности [3,4].

Фармакологическое лечение суставов, при всей действенности метода, чревато множеством побочных эффектов. Отличной альтернативой является грязелечение, которое может использоваться как самостоятельно, так и совместно с медикаментозной терапией. Высокоэффективно грязелечение больных остеохондрозом, артритом, артрозом. У 96% больных исчезают боли, увеличивается продолжительность ремиссии от 8 месяцев до 1 года, реже возникают обострения, уменьшается степень их выраженности. Целебные грязи не несут угрозы передозировки и обладают идеально сбалансированным составом [2].

В санатории «Радон» в качестве уникального лечения используется радоновая вода, которая по целебным свойствам не уступает водам курортов Мацеста и Цхалтубо, и сапропелевые грязи. Состав сапропелей озера Дикое (санатория «Радон») были обстоятельно изучены рядом белорусских ученых [1]. Состав сапропелей озера Дикое уникален микроэлементами и радионуклидами, по минеральному и аминокислотному составу, что было доказано в лабораториях ПО «Беларусьгеология» и Института биохимии НАН РБ. В сапропелях микроэлементы входят в органоминеральные соединения, сорбируются гелями кремнезёма, глинозёма, гидроксидами железа. Активными комплексообразователями в отложениях являются фракции гуминовых веществ (гуминовые кислоты). Они образуют с микроэлементами растворимые и нерастворимые комплексные соединения. По величине минерализации и содержанию катионов и анионов в грязевом растворе на разных глубинах сапропель озера соответствует тем требованиям, которые предъявляются лечебным грязям. Высокая влагоёмкость сапропеля обусловлена наличием органических коллоидов. Органическая часть сапропеля может удерживать в себе воды в 10-20 раз больше, чем весит сама. Накопление органического вещества является основным типом формирования сапропеля и представлено совокупностью растительных, животных остатков и продуктов распада. Органическое вещество озерных отложений содержит в себе ценные азотосодержащие соединения – аминокислоты. При изучении физико-химического состава сапропелей, применяемых с лечебной целью в санатории «Радон», мы выявили их экологическую безопасность, так как они содержат большое количество уникальных биологически-активных веществ [1].

Цель работы – оценить эффективность грязелечения сапропелями санатория «Радон» при заболеваниях опорно-двигательного аппарата по динамике изменений показателей крови, характеризующих активность воспалительного процесса. Исследования проводились по статистическим данным санатория «Радон» за отчётный период 2012-2014 годов. Был проведён ретроспективный анализ структуры заболеваемости пациентов, проходящих курс санаторно-курортного лечения с заболеваниями опорно-двигательного.

Проанализированы результаты общих и биохимических показателей крови у 217 пациентов с различными заболеваниями ОДА при поступлении и после прохождения курса грязелечения. Для характеристики активности воспалительного процесса использовали показатели С-реактивного белка (СРБ), ревматоидного фактора, количества лейкоцитов, СОЭ у больных артритом, артрозом, остеопорозом.

Положительная динамика изменений показателей крови (снижение СОЭ, количества лейкоцитов, С-реактивного белка, ревматоидного фактора) связана с тем, что сапропель оказывает десенсибилизирующее и противовоспалительное действие, способствует уменьшению воспалительных явлений и увеличению объема движений [5]. Все изменения показателей крови до и после грязелечения достоверны ( $p < 0,01$ ).

Таблица – Динамика изменений показателей крови до и после курса лечения сапропелями

Показатель / Заболевания ОДА		Артрит		Артроз		Остеопороз	
		До лечения	После лечения	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения
ОАК	Лейкоциты, *10 <sup>9</sup> /л	9,3±0,7	6,9±0,6	8,4±0,6	6,0±0,4	9,6±0,8	6,1±0,6
	СОЭ, мм/час у женщин	22,2±5,1	5,1±0,5	15,8±1,7	6,1±0,5	16,3±3,6	6,1±0,5
	СОЭ, мм/час у мужчин	15,8±2,9	9,2±1,8	12,7±1,2	8,9±0,6	12,3±1,1	9,2±0,8
БАК	СРБ, мг/л	1,85±0,2	0,1±0,0001	1,78±0,2	0,2±0,001	1,6±0,2	0,1±0,001
	Ревматоидный фактор, Ед/мл	17,0±0,9	9,1±0,2	15,1±0,3	9,0±0,2	13,3±1,1	9,8±0,8

#### Список литературы

1. Карабанов, А.М. Сапропель озера Дикое. Состав, свойства, использование: Монография /А.М. Карабанов, Н.В. Мазур, В.М. Йода. – Могилёв: МГУ им А.А. Кулешова, 2003. – 48с.
2. Лечебное применение преформированных курортных и физических факторов / Под ред. В.М. Боголюбова. - М.: ЦНИИ курортологии и физиотерапии, 2006. – 135 с.
3. Напалков, П.Н. Заболевания опорно-двигательной системы / П.Н. Напалков, А.В. Смирнов, М.Г. Шрайбер. – Медицина 2009 г. – 256 с.
4. Сидоренко Г.И. Как уберечь себя от заболеваний опорно-двигательной системы / Г.И. Сидоренко. – М., – 1999.
5. Царфис, П.Г. Основные принципы лечения больных на курортах / П.Г. Царфис.- М.: Медицина, 2005. –31с.

This paper analyzes the effectiveness of treatment with sapropel from lake Dikoe (sanatorium "Radon") diseases of the musculoskeletal system in 217 patients according to General and biochemical blood parameters. There was a significant reduction of the inflammatory process.

Кириллова О. М., Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь.

Кириллова В. Р., Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: [viktorviak@gmail.com](mailto:viktorviak@gmail.com).

УДК 547.913:543.544.32

**Н. А. Коваленко, Г. Н. Супиченко, А. Г. Шутова, В. Н. Леонтьев**

#### **КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ЭФИРНОГО МАСЛА *AGASTACHE MEXICANA* L.**

Ухудшение состояния окружающей среды приводит к возникновению заболеваний, связанных с экологическими нарушениями, появлению новых болезней и штаммов возбудителей различных инфекционных заболеваний. В этой связи интенсивно разрабатываются эффективные и экологически безопасные средства растительного происхождения, обладающие лечебным и лечебно-профилактическим действием. Использование растительного сырья для извлечения биологически активных соединений обусловлено их низким уровнем токсичности, возможностью быстрого выведения из организма, а также широким распространением лекарственных растений в природе. Для создания фитопрепаратов со стандартным содержанием действующих веществ и предсказуемым лечебным эффектом необходимо изучить связь между их компонентным составом и биологической активностью.

Широким спектром биологической активности обладают эфирные масла некоторых хемотипов многоколосника *Agastache* [1]. Многоколосник не является фармакопейным растением, поэтому компонентный состав его эфирного масла изучен слабо. В литературе встречаются немногочисленные сведения о химическом составе эфирных масел некоторых хемотипов *Agastache* L. различного географического происхождения. Вместе с тем известно, что качественный и количественный состав эфирных масел в существенной степени зависит от климатических условий произрастания лекарственных растений. В этой связи установление особенностей компонентного состава эфирного масла многоколосника мексиканского (*Agastache mexicana* L.), интродуцированного в Республике Беларусь, является актуальной задачей.

Цель настоящего исследования – идентификация и определение основных компонентов эфирного масла *Agastache mexicana* L., интродуцированного в РБ, методом газо-жидкостной хроматографии (ГЖХ).

Растения многоколосника мексиканского (сорт 'Sangria') были выращены на интродукционном участке Центрального ботанического сада НАН Беларуси и находились в средневозрастном генеративном состоянии онтогенеза (3–5 годы жизни). Образцы эфирного масла получали из надземной части в фазе цветения методом перегонки с водяным паром. ГЖХ–анализ образцов эфирного масла выполнен на хроматографе «Цвет–800», оснащенный пламенно-ионизационным детектором и стеклянной капиллярной колонкой Cyclosil B, в следующем температурном режиме: 70°C (изотерма в течение 5 минут), скорость нагрева 3%/мин до 115°C (изотерма в течение 20 минут), скорость нагрева 4%/мин до 200°C (изотерма в течение 10 минут) в токе газ-носителя азота. Содержание основных компонентов определяли методом внутренней нормализации без использования относительных поправочных коэффициентов.

В исследованном эфирном масле идентифицировано 18 компонентов. Среди монотерпеновых углеводородов в наибольшем количестве присутствует лимонен (~7 мас. %). Кислородсодержащие производные монотерпенов составляют более 80 мас. % и представлены линалоолом, метихавиколом, ментоном, карвоном, цитралем, гераниолом, геранилацетатом. Идентифицированных сесквитерпеновые соединения находятся в следовых количествах, не превышающих 0,1 мас.%. Многие терпеноиды, входящие в состав эфирных масел, являются оптически активными и присутствуют в масле в виде оптических изомеров. Ранее было показано [2], что для эфирного масла *Agastache rugosa* характерно определенное уникальное сочетание оптических изомеров. Характерной особенностью эфирного масла *Agastache mexicana* аналогично маслу *Agastache rugosa* является доминирование правовращающих форм лимонена, энантиомерный избыток которых составляет более 95 %.

#### Список литературы

1. Zielinska, S. Phytochemistry and bioactivity of aromatic and medicinal *Agastache* ( *Lamiaceae*) / S. Zielinska, A. Matkovski. // *Phytochem. Rev.* – 2014. – V. 13(2). – P. 391–416.
2. Shutava, H. G. Essential Oils of Lamiaceae with High Content of  $\alpha$ -,  $\beta$ -Pinene and Limonene Enantiomers / H. G. Shutava [et.al.]. // *J. Es.Oil Bearing Plants.* – 2014. – V. 17, № 1 – P. 18 – 25.

The composition and enantiomeric terpene distribution of essential oils from *Agastache mexicana* L. were investigated.

Коваленко Н. А., Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь, e-mail: kovalenko@belstu.by

Супиченко Г. Н., Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь, e-mail: supichenko@belstu.by

Шутова А. Г., Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: anna\_shutova@mail.ru

Леонтьев В. Н., Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь, e-mail: leontiev@belstu.by

УДК 577.1

Т. А. Коваленя

### ГЕПАТОПРОТЕКТОРНЫЙ ЭФФЕКТ ФЛАВОНОИДОВ КЛЮКВЫ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ПОРАЖЕНИЯ ПЕЧЕНИ

АЛТ (аланинаминотрансфераза) и АСТ (аспартатаминотрансфераза) - это специальные ферменты, которые содержатся внутри клеток различных органов, участвуют в обмене аминокислот и попадают в кровь при повреждении или разрушении клеток (болезни, травмы). Содержание АЛТ и АСТ в различных органах неодинаково, поэтому, повышение одного из этих ферментов может указывать на заболевание определенного органа. АЛТ содержится главным образом в клетках печени, почек, мышц, сердца и поджелудочной железы. АСТ локализована в клетках сердца (в миокарде), печени, мышцах, нервных тканях, и в меньшей степени в легких, почках, поджелудочной железе [1]. В патогенезе хронических гепатитов большое значение имеет нарушение внутрипеченочной гемодинамики что может быть связано с эндотелиальной дисфункцией (ЭД). В широком смысле ЭД - это неадекватное образование в эндотелии разных биологически активных веществ. Важным методом оценки наличия и степени выраженности эндотелиальных нарушений является определение в крови этих веществ. Общеизвестный маркер ЭД - оксид азота (NO). Эта активная молекула вырабатывается гепатоцитами. Исследование NO в крови при острых процессах в печени выявило активизацию его выработки. При хронических заболеваниях печени возникает угнетение процессов биосинтеза NO, вследствие чего нарушается баланс между вазоконстрикторами и вазодилататорами [2].

В настоящей работе мы исследовали биохимические показатели крови при хронической (30 дней) интоксикации тетрахлорметаном, а также эффекты флавоноидов клюквы.

Эксперимент проводили на белых крысах-самцах линии Вистар массой 200-250 г. Каждая экспериментальная группа состояла из 8-10 животных. В течение первой недели животные адаптировали к 12 часовому световому дню (с 8.00 до 20.00). Крысы были разделены на 4 группы.

Первая группа служила контролем (вводили оливковое масло подкожно и физиологический раствор внутригастрально). Второй группе вводили оливковое масло и флавоноиды (внутригастрально). Третья группа - 50% раствор  $CCl_4$  в оливковом масле и физиологический раствор. Животные четвертой группы - 50% раствор  $CCl_4$  в оливковом масле и флавоноиды клюквы. Крысы были декапитированы через 24 часа после последней инъекции.

Активность аминотрансфераз определяли методом Райтмана - Френкеля и содержание оксида азота определяли при помощи наборов фирмы (Лаксма-Плива, Чехия).

Статистическую обработку результатов проводили с помощью t-критерия Стьюдента.

Таблица – Активность аминотрансфераз, уровень оксида азота в плазме крови крыс в норме и при интоксикации тетрахлорметаном. Эффект введения флавоноидов клюквы

Параметры	Контроль	Контроль + флавоноиды	$CCl_4$	$CCl_4$ + флавоноиды
АСТ, ( $\mu\text{kat/l}$ )	$0,88 \pm 0,09$	$0,87 \pm 0,11$	$2,33 \pm 0,20^{***}$	$1,34 \pm 0,17^{***}$
АЛТ, ( $\mu\text{kat/l}$ )	$0,89 \pm 0,15$	$0,83 \pm 0,17$	$2,96 \pm 0,05^{***}$	$1,95 \pm 0,09^{***}$
NO, ( $\mu\text{mol/l}$ )	$28,2 \pm 6,6$	$30,1 \pm 15,3$	$43,8 \pm 14,1$	$32,2 \pm 15,0$

Примечание - данные, среднее  $\pm$  стандартное отклонение, представляют значения, полученные в конце эксперимента; \*\*\*- статистически достоверно по отношению к контрольным животным,  $p < 0,001$

Результаты эксперимента показали что: активность АЛТ и АСТ у животных при хронической интоксикации тетрахлорметаном возрастала в 1,2 раза ( $p < 0,001$ ) и 1,5 раза ( $p < 0,001$ ) соответственно (таблица 1). Одновременно, обнаружено возрастание уровня оксида азота в плазме крови крыс. Эти эффекты показывают, что хроническая интоксикация  $CCl_4$  приводит к выраженному повреждению плазматических мембран гепатоцитов, которое свидетельствует о развитии гепатита печени у животных. Введение флавоноидов предотвращало токсическое повреждение гепатоцитов, одновременно уменьшало уровень NO в плазме. Это свидетельствует о том, что флавоноиды обладают гепатопротекторными свойствами.

#### Список литературы

1. Полисмед [Электронный ресурс] / Полисмед.ру. – © 2007–2014, Polismed.ru. – Режим доступа: <http://www.polismed.ru>. – Дата доступа: 20.04.2016.
2. Щёктова, А. П. Клинико-лабораторные показатели и эндотелиальная дисфункция при заболеваниях печени, их диагностическая, прогностическая значимость и возможности использования для оценки эффективности терапии: дис. ... д-ра мед. наук: 14.01.04 / А. П. Щёктова. – Пермь, 2012. – 211 л.

Phlogistic- degenerative affects of hepar are the most serious medical-social problems of our days. Many hypotheses of flavonoids influence to man's health including positive actions to cardiovascular system, anti-carcinogen actions etc. are based on their anti-oxidative features. Flavonoids are very important components of anti-oxidative cell system. Some preventive measures and correction of toxic damages of heaper with natural anti-oxidants and bio-correctors make normalization of heaper enzyme system detoxication, evince the inhibitory influence on the processes of free-radical acidification of intersepta lipids of heaper cells.

Коваленя Т. А., Гродненский государственный университет имени Я. Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: t.kovalenya93@gmail.com.

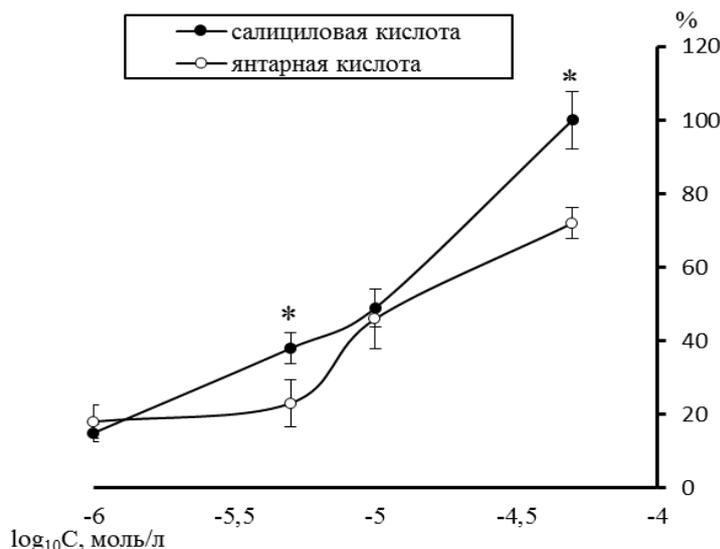
**ФОТОИНДУЦИРОВАННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ РАЗНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕНЦИАЛОВ ПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ МЕМБРАНЫ КЛЕТОК *NITELLA FLEXILIS* ПОД ВЛИЯНИЕМ САЛИЦИЛОВОЙ И ЯНТАРНОЙ КИСЛОТ В УСЛОВИЯХ ТЕРМОСТРЕССА**

H<sup>+</sup>-АТФаза – важный функциональный белок плазматической мембраны, активность которого решающий фактор для поддержания целостности мембраны при термострессе. Активность белка модулируется фитогормонами, кроме того есть предположения, что H<sup>+</sup>-АТФаза принимает участие в индуцированной фитогормонами (преимущественно салицилатом) термотолерантности [1]. В этой связи вполне правомерно ожидать, что под действием экзогенных карбоновых кислот (салициловой, янтарной) на фоне гипотермии будут развиваться процессы, которые неизбежно отразятся на структурном состоянии мембраны тест-объектам – *Nitella flexilis*, а, следовательно, и на активности протонного насоса. Исходя из этого, целью работы стало исследование влияния экзогенных карбоновых кислот в условиях длительного низкотемпературного стресса (сутки) на активность H<sup>+</sup>-АТФазы.

Действие карбоновых кислот в диапазоне концентраций 10<sup>-6</sup>-5·10<sup>-5</sup> моль/л на функциональную активность H<sup>+</sup>-АТФазы плазматической мембраны оценивали опосредовано, по величине фотоиндуцируемых сдвигов разности электрических потенциалов [2]. В работ использовали стандартную микроэлектродную технику, метод монофазного отведения потенциала от мембраны. Клетки предварительно инкубировали в ИПВ, содержащем одну из тестируемых концентраций салициловой (янтарной) кислоты при температуре +4±2°C (хладотермостат) длительностью одни сутки. Кислотность базового раствора ИПВ состава (моль/л) 10<sup>-4</sup> KCl, 10<sup>-3</sup> NaCl, 10<sup>-4</sup> CaCl<sub>2</sub>, не превышала 7,0±0,2 (10<sup>-3</sup> моль/л трис-буфера и HCl). Клетки содержали в закрытых чашках Петри. Адаптация к темноте обеспечивала инактивацию H<sup>+</sup>-АТФазы и последующую активацию при переносе клеток на свет. В качестве перфузионного раствора использовали разведение салициловой (янтарной) кислоты на основе ИПВ. По результатам строили графики доза-эффект, характеризующие концентрационные зависимости сдвигов разности электрических потенциалов в темноте и на свету под действием карбоновых кислот.

Анализ графического материала показал, что с ростом концентрации салицилата растет величина фотоиндуцированной гиперполяризации. Максимальный сдвиг мембранного потенциала наблюдали при внесении 5·10<sup>-5</sup> моль/л салициловой кислоты на фоне 1-суточной гипотермии. Стационарный световой уровень потенциала в среде, содержащей кислоту, оказался на 43% (-215,0±1,0 мВ, n=8) выше исходного темного уровня (-150,3±1,8 мВ, n=8). Под действием 10<sup>-5</sup> моль/л салицилата величина потенциала на свету превысила темновое значение на 26,75±3,04 (-165±1,3 мВ, n=8). Последнее свидетельствовало о том, что из совокупности протестированных концентраций, 10<sup>-5</sup> моль/л служит концентрацией половинного эффекта, поскольку диапазон фотоиндуцированных сдвигов потенциала от минимальной – 7 мВ (вызываемого 10<sup>-6</sup> моль/л салицилатом) до максимальной величины занимает практически 2 порядка. Янтарная кислота в низкой концентрации оказывала стимулирующее влияние на потенциал, включение света приводило к сдвигу потенциала покоя в среднем на 15±4,0 мВ, n=8, при том, что показатель в темноте практически не изменялся и в среднем составил -132,6±1,4 мВ, n=8. Несмотря на подобие фотоиндуцируемых сдвигов, индуцируемых двумя кислотами, янтарная кислота в концентрации 5·10<sup>-6</sup> моль/л вызывала меньший прирост потенциала. Так, если под действием салициловой кислоты фотоиндуцируемый прирост составил порядка 25±2,5 мВ, n=8, то в случае янтарной кислоты показатель увеличился в среднем на 15±1,8 мВ, n=8. Анализ сдвигов, регистрируемых при обработке клеток *Nitella* 10<sup>-5</sup> моль/л янтарной кислотой показал повышенный новый уровень, который составил 32,8±5,5 мВ, n=8. Этот показатель практически не отличался от уровня потенциала, регистрируемого при обработке клеток салицилатом. Максимальный прирост потенциала наблюдался при концентрации 5·10<sup>-5</sup> моль/л. Регистрировали светоиндуцированный переход мембранного потенциала на 47 мВ (-198±2,0 мВ, n=8), см рисунок 1. Кривые доза- эффект, представленные на рисунке 1, отражают зависимость между концентрациями салициловой (янтарной) кислоты и фотоиндуцируемыми в ее присутствии сдвигами мембранного потенциала. Соотношение между концентрацией и эффектом выражено в процентах. Максимальная величина, регистрируемая в присутствии 5·10<sup>-5</sup> моль/л салицилата, была вычислена статистически и принята за 100%, все остальные значения представлены относительно ее. При исследовании дозо-зависимого эффекта установлено, что салициловая кислота в отличие от янтарной вызывает более ощутимые фотоиндуцированные сдвиги. Достоверные различия в сдвигах отмечены при концентрациях 5·10<sup>-6</sup> и 5·10<sup>-5</sup> моль/л. Уровень световой гиперполяризации различия. Для 5·10<sup>-5</sup> моль/л салициловой кислоты этот уровень в среднем был выше -215 ±

4,0 мВ, чем для янтарной кислоты (-198±2,0 мВ). Концентрация половинного эффекта в случае янтарной кислоты, аналогично салициловой, составила  $10^{-5}$  моль/л.



**Рисунок 1 – Фотоиндуцируемые сдвиги разности электрических потенциалов, регистрируемые под действием  $10^{-6}$  -  $5 \cdot 10^{-5}$  моль/л карбоновых кислот на фоне 1-суточной гипотермии.**

Данные представлены как среднее значение ± стандартная ошибка, n = 8;

\* - статистически достоверное отличие по сравнению с янтарной кислотой, p < 0,05

Таким образом, на основании доза-эффект зависимости определили оптимальную концентрацию карбоновых кислот -  $10^{-5}$  моль/л, при которой фотоиндуцируемые сдвиги составили порядка 30 мВ. При этой концентрации оценили динамику фотоиндуцированных сдвигов в течение 1,3 и 5-суточной гипотермии. Установлено, что контрольные клетки (клетки, подверженные низкотемпературному стрессу) уступают по величине фотоиндуцированных сдвигов РЭП. Так, при обработке клеток в течение первых суток разница очевидна, янтарная кислота индуцирует прирост потенциала на свету практически вдвое. Аналогично, величина фотоиндуцированного сдвига РЭП плазмалеммы у клеток, обработанных янтарной кислотой в течение двое суток превышает в 1,4 раза средний показатель контрольных клеток. На 5 сутки фотоиндуцированная активность сопоставима с таковой, измеряемой в течение двух первых суток, но достоверность отсутствует. Таким образом, инкубация клеток в растворе  $10^{-5}$  моль/л карбоновых кислот приводит к росту фотоиндуцированных сдвигов РЭП, а, следовательно, экзогенная обработка кислотами на фоне длительной гипотермии способствует оптимизации работы  $H^{+}$ -АТФаз, понижение активности которых регистрировали при температуре  $+4 \pm 2^{\circ}C$ .

#### Список литературы

1. Liu, Y. The plasma membrane  $H^{+}$ -ATPase is related to the development of salicylic acid-induced thermotolerance in pea leaves / Y. Liu [и др.] // Planta. - 2009. - 229. - P.1087-1098.
2. Дитченко, Т.И. Модификация активности протонного насоса плазмалеммы растительной клетки под действием производных 1,2,4-триазола / Т. И. Дитченко, А.П. Кудряшов, В.М. Юрин // Доклады НАН Б. - 2002. - Т. 46, №1. - С. 78-82.

The action of the carboxylic acids in the concentration range  $10^{-6}$ - $5 \cdot 10^{-5}$  mol on the functional activity of the plasma membrane  $H^{+}$ -ATPase of cells *Nitella flexilis* evaluated indirectly, through changes by acids induced of the electrical potential difference. We used a standard microelectrode technique, the method of single-phase registration of potential. Salicylic acid unlike succinic causes large photoinduced shifts. Carboxylic acids leads to an increase photoinduced potential changes, and, consequently, contributes to optimize the operation of the  $H^{+}$ -ATPase at hypothermia ( $+4 \pm 2^{\circ}C$ ).

Козырева Е.В., Крытынская Е.Н. Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь, e-mail: krylena@inbox.ru.

В. В. Кондратьева, Г. Е. Савченко, Л. Ф. Кабашникова

### ВЛИЯНИЕ $\beta$ -АМИНОМАСЛЯНОЙ КИСЛОТЫ НА ГЕНЕРАЦИЮ АКТИВНЫХ ФОРМ КИСЛОРОДА В ЗДОРОВЫХ И ИНФИЦИРОВАННЫХ ГРИБОМ *BIPOLARIS SOROKINIANA* (SAAC.) SHOEM. ПРОРОСТКАХ ЯЧМЕНЯ

В последнее время появилось большое количество информации о том, что  $\beta$ -аминомасляная кислота ( $\beta$ -АМК) индуцирует устойчивость к широкому спектру заболеваний у различных видов растений. Однако механизмы действия этого иммуномодулятора на мембранно-клеточном уровне остаются малоизученными.

Целью нашей работы являлось исследование влияния экзогенной  $\beta$ -АМК на окислительный статус растений ярового ячменя и их устойчивость к действию патогена *Bipolaris sorokiniana*, вызывающего темно-бурую пятнистость листьев. Признаки этого заболевания выявляются на протяжении всей вегетации – от прорастания семян до полной зрелости [1, 2]. Темно-бурая пятнистость при наличии благоприятных условий снижает урожай ярового ячменя на 20-40%.

С целью изучения влияния экзогенной  $\beta$ -АМК на окислительный статус растений ячменя при инфицировании грибным патогеном *Bipolaris sorokiniana* в работе исследовали изменение содержания активных форм кислорода (АФК) в листьях ячменя. Известно, что одна из форм АФК, пероксид водорода, является сигнальной молекулой, участвующей в запуске каскада защитных реакций растений. Она опосредует лигнификацию клеточной стенки [3], а в высокой концентрации может подавлять рост микроорганизмов [4]. В то же время, в физиологических концентрациях  $H_2O_2$  участвует в регуляции роста и дифференцировки клеток растений. Образовавшиеся АФК являются не только прямым оружием против патогена, но участвуют и в индукции экспрессии генов устойчивости. Именно в этой связи АФК или доноры АФК рассматривают в качестве потенциальных иммуномодуляторов.

В работе использовали проростки ярового ячменя (*Hordeum vulgare* L.) сорта Магутны, выращенные в световой комнате на полихроматичном белом свете ( $120 \text{ мкмоль квантов м}^{-2}\text{с}^{-1}$ ) при  $22^\circ\text{C}$ . Проростки росли до 4-дневного возраста на водопроводной воде, затем часть растений обрабатывали раствором  $\beta$ -АМК ( $1 \cdot 10^{-4} \text{ М}$ ) и продолжали выращивать на воде в течение 24 ч, после чего часть листьев инокулировали спорами гриба *Bipolaris sorokiniana* (Саас.) Shoem. (как правило,  $10^6$  спор в мл суспензии). Анализировали материал через 1 и 3 суток после обработки.

Оценку окислительного статуса растений в экстрактах листьев проводили по общему содержанию АФК и общему содержанию пероксида водорода. Для анализа всех показателей использовали одинаковые участки листа (в 1 см от верхушки). Общее содержание АФК определяли флуориметрически с помощью 2',7'-дихлорфлуоресцеина [5]. Содержание пероксида водорода в экстрактах листьев проводили с помощью флуоресцентного метода, в основе которого лежит реакция окисления скополетина в присутствии  $H_2O_2$  [6], катализируемая пероксидазой хрена.

Согласно полученным в нашей работе данным, через 3 суток после обработки листьев  $\beta$ -АМК содержание АФК превышало наблюдаемое в контроле в 1,9 раза. Инокуляция растений спорами *B. sorokiniana*, напротив, вызывала снижение количества АФК (0,6 по отношению к контролю), а предобработка растений  $\beta$ -АМК перед инфицированием поддерживала его на уровне контроля (Таблица 1). Можно полагать, что под влиянием  $\beta$ -АМК активизировалось образование АФК как элемента защиты (ее пусковых механизмов).

Таблица 1 – Содержание АФК в тканях листа 8-дневных проростков ячменя, (мкг/г сырой массы)

Вариант	3 суток после обработки	% к контролю
Контроль	2,31±0,08	100
$\beta$ -АМК	4,38±0,01	189%
<i>B. sorokiniana</i>	1,37±0,02	60%
$\beta$ -АМК + <i>B. sorokiniana</i>	2,59±0,12	112%

\*Примечание . 4-дн. проростки ячменя обработаны  $\beta$ -АМК, на следующие сутки инокулированы спорами *B. sorokiniana* . Анализ проведен через 3 суток после обработки  $\beta$ -АМК.

Изменение содержания пероксида водорода (Таблица 2 и 3) при этом носило несколько иной характер. Видно, что ко времени наблюдения превышение содержания пероксида над контролем в варианте с  $\beta$ -АМК в

относительном выражении не было столь велико, как общее содержание АФК, а действие грибной инфекции, напротив, не только не приводило к снижению содержания пероксида, но даже повышало его. Тенденция к возрастанию содержания пероксида водорода хорошо прослеживалась после всех обработок, но была особенно заметна после 3 суток после обработки. Таким образом, относительные количественные изменения содержания пероксида водорода не во всех вариантах эксперимента коррелировали с описанными выше данными для общего содержания АФК. Тем не менее, увеличение содержания пероксида водорода к 3 суткам после обработки свидетельствует об усилении и этой линии защиты.

Таблица 2 – Относительное содержание пероксида водорода в тканях листа проростков ячменя (за 100% приняты данные для контрольного варианта через 1 сутки после инокуляции)

Вариант	1 сутки после инокуляции	3 суток после обработки
Контроль	100	110±9
$\beta$ -АМК	108±3	140±30
<i>B.sorokiniana</i>	125±5	155±30
$\beta$ -АМК + <i>B.sorokiniana</i>	112±16	157±27

\*Примечание . 4-дн. проростки ячменя обработаны  $\beta$ -АМК, на следующие сутки инокулированы спорами *B.sorokiniana* . Анализ проведен через 1 сутки после инокуляции и через 3 суток после обработки  $\beta$ -АМК.

Таблица 3 – Относительное содержание пероксида водорода (усредненные данные нескольких экспериментов, в каждом из которых за 100% приняты данные для контрольных вариантов через 1 и 3 суток после обработки)

Вариант	1 сутки после инокуляции	3 суток после обработки
Контроль	100	100
$\beta$ -АМК	108±3	122±13
<i>B.sorokiniana</i>	125±5	139±15
$\beta$ -АМК + <i>B.sorokiniana</i>	112±16	143±14

\*Примечание . 4-дн. проростки ячменя обработаны  $\beta$ -АМК, на следующие сутки инокулированы спорами *B.sorokiniana* . Анализ проведен через 1 сутки после инокуляции и через 3 суток после обработки  $\beta$ -АМК.

На основании полученных данных можно сделать заключение, что  $\beta$ -АМК является иммуномодулирующим агентом, который инициирует развитие защитных реакций в растениях ячменя на уровне генерации общего содержания АФК и пероксида водорода и способствует снижению негативного действия «окислительного взрыва», вызванного фитопатогеном *B. sorokiniana*.

#### Список литературы

1. Тютюрев С.Л. Научные основы индуцированной болезнестойчивости растений. Санкт-Петербург, 2002. 328 с.
2. Пересыпкин, В.Ф. Сельскохозяйственная фитопатология / В.Ф. Пересыпкин. М.: Агропромиздат, 1989. – 480 с.
3. Alexieva, V. Interaction between 'Stresses' / V. Alexieva., S. Ivanov et al. // Bulg. J. Plant Physiol: Special Issue. – 2003. – P. 1—17.
4. Rogovine, V.V. Estimation of Xenobiotic Effects on the Peroxidase / V.V. Rogovine // Dependent Plant Immunity as a Means of Ecological Control. – Water Qual.– 1997. – V.32. – No.4. – P.829-837.
5. Ton J., Mauch-Mani B.  $\beta$ -Amino-Butyric Acid-Induced Resistance against Necrotrophic Pathogens Is Based on ABA-Dependent Priming for Callose // Plant J. – 2004. – Vol. 38. – P. 119-127.
6. Mohanty J.G. A highly sensitive fluorescent micro-assay of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> release from activated human leukocytes using a dehydroxyphenoxazine derivative // J. Immunol Methods. – 1997. – Vol. 202, N 2. – P.133-141.

The effect of  $\beta$ -aminobutyric acid (BABA) for the generation of reactive oxygen species (ROS) in healthy barley seedlings and them infected by the fungus *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem. was studied. It has been shown that BABA initiated the development of protective response in barley plants induced by ROS and the hydrogen peroxide, in particular. Thus, it reduced the negative effect of «oxidative burst» caused by phytopathogen.

Кондратьева В.В., Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: [vislika@mail.ru](mailto:vislika@mail.ru).

Савченко Г.Е., Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: [gesavchenko@gmail.com](mailto:gesavchenko@gmail.com).

УДК 581.1: 537.53

Ж. Э. Мазец, О. А. Суша, Р. П. Литвиновская

## ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА СТЕРОИДНОЙ ПРИРОДЫ И НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА ПРОСА ОБЫКНОВЕННОГО (*PANICUM MILIACEUM L.*)

На сегодняшний день в Республике Беларусь остро стоит проблема повышения урожайности и устойчивости сельскохозяйственных растений к неблагоприятным факторам среды. Повышение урожайности возможно с помощью различных способов воздействия на растения – химических, физических, биологических. Ежегодно в мире используется 3 млн. тонн пестицидов для обработки сельскохозяйственных культур. Химические вещества, применяемые для этих целей, защищают растения от вредителей сельского хозяйства и патогенных микроорганизмов. Однако высокие дозы пестицидов, которые накапливаются в растениях, и затем, через продукты питания, в организме человека, способны вызывать стойкие нарушения метаболизма, которые приводят к возникновению заболеваний различной степени тяжести. Проблема эта широко распространена во всех странах, независимо от степени их экономического процветания, и она на данный момент не только не разрешена, но её острота с каждым годом становится всё более выраженной. В настоящее время по всему миру учёные ведут исследования, направленные на снижение токсического эффекта применяемых ксенобиотиков. По результатам многочисленных исследований показано, что предпосевная физическая, а именно электромагнитная обработка (ЭМО), и биологическая обработка семян позитивно влияют на посевные качества семян, рост и развитие, устойчивость растений к неблагоприятным факторам и, в конечном счете, на урожай и его качество. Это послужило отправной точкой для начала исследований [2]. Многообещающие результаты в этом случае даёт обработка сельскохозяйственных культур аналогами фитогормонов и ЭМО, которые позволяют значительно снизить «пестицидную нагрузку» на обрабатываемые культуры [1].

Механизмы действия стероидных регуляторов роста и электромагнитного излучения низкой интенсивности (СВЧ-излучение) интенсивно изучаются последние 40 лет во всём мире на различных биологических объектах и модельных системах, а также в практической медицине. Однако механизм биологического действия данных препаратов и электромагнитного излучения (ЭМИ) на растительные объекты на сегодняшний день до конца не изучен.

В качестве объекта исследования был выбран сорт Изумруд белорусской селекции проса обыкновенного. Просо обыкновенное, или посевное (*Panicum miliaceum L.*) содержит много железа, кремния, лецитина и лигнина. Улучшает иммунитет, сохраняет в хорошей форме волосы, кожу и ногти, защищает от возникновения сердечно-сосудистых заболеваний. Благодаря аминокислоте триптофану крупа регулирует ритм сна, артериальное давление. Продукты из проса включены в рацион лечебного питания больных анемией, поскольку блюда из них стимулируют процесс восстановления крови. Желательно употребление их в пищу при антибактериальной терапии из-за способности выводить из организма остатки принимаемых антибиотиков. Содержащиеся в просе вещества предохраняют слизистую оболочку желудка от вредного воздействия некоторых лекарств. Известна способность проса ускорять процесс срастания костей после переломов. Также включение его в рацион помогает более быстрому заживлению ран. Медики рекомендуют каши из проса в качестве необходимого питания при псориазе, так как это единственная щелочная крупа. Магний в составе проса расширяет сосуды, тем самым блюда из него способствуют понижению артериального давления. А в ходе последних медицинских исследований были сделаны выводы о том, что этот злак может замедлять рост раковых опухолей. Из проса вырабатывают пшено, пшеничную крупу, которая очень питательна и хорошо разваривается. Нередко из проса мелют муку [3]. Однако в условиях Беларуси эта культура имеет неустойчивую и невысокую урожайность, что и определило выбор ее как объекта исследований.

В связи с этим целью данной работы является исследование влияния стероидных регуляторов роста и низкочастотного электромагнитного излучения СВЧ-диапазона на посевные качества семян проса обыкновенного, или посевного.

Семена проса обыкновенного (*Panicum miliaceum L.*) были обработаны режимами электромагнитного воздействия (ЭМИ) и низкими и сверхнизкими (от  $10^{-8}\%$  ЭБ1 и ЭК1 до  $10^{-12}\%$  ЭБ5 и ЭК5) концентрациями стероидных препаратов (эпибрассинолида (ЭБ) и эпикастостерона (ЭК) производства Института биорганосинтеза НАН Беларуси. Данные концентрации были отобраны с целью экономичности и экологичности воздействия. Обработка семян производилась в НИИ Ядерных проблем БГУ в 3-х режимах:

Режим 1 (частота обработки 54–78 ГГц, время обработки 20 минут); Режим 2 (частота обработки 64–66 ГГц, время обработки 12 минут) и Режим 3 (частота обработки 64–66 ГГц, время обработки 8 минут). Результаты опыта были обработаны с помощью пакета статистических программ Microsoft Excel.

В ходе исследований установлено, что под влиянием ЭМИ Режим 1 и Режим 2 энергия прорастания и всхожесть возрастала на 40% и 25% соответственно относительно контроля (рис. 1), тогда как обработка Режимом 3 незначительно (на 5 %) снижала обсуждаемые показатели для данного сорта. Анализ воздействия стероидными препаратами выявил нелинейный характер зависимости результатов воздействия ЭБ и ЭК от концентрации. Отмечено, что обработка Эб 2, Эб 4 и Эк 1 на 15 % повышала агрономические качества семян. Эффект от действия Эк 5 (10 %) и Эб 3 (10 %), Эк 2 (5 %) и Эб 1 (5 %) достоверно увеличивали энергию прорастания и всхожесть относительно контроля. Установлено, что Эб 5 (20 %), Эк 3 (20 %) и Эк 4 снижали изучаемые параметры.

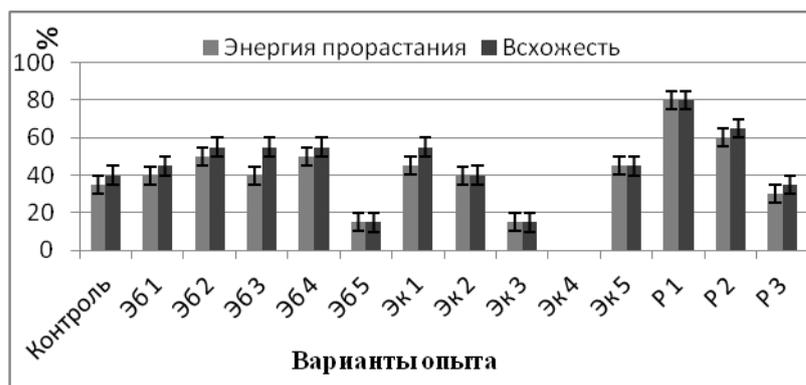


Рисунок 1 – Энергия прорастания и всхожесть *Panicum miliaceum* L. сорта Изумруд

Обработка стероидными препаратами и всеми Режимами электромагнитного воздействия стимулировали увеличение морфометрических параметров на ранних этапах онтогенеза. Под влиянием ЭМИ Режим 1, Режим 2 увеличивают длину и массу проростков на 30 % соответственно. Отмечено, что обработка Эб 1, Эб 2, Эк 1 и Эк 3 на 30 % увеличивала изучаемые параметры. Активизация ростовых процессов наблюдалась также при обработке Эб 3 (20 %), Эб 4 (35 %), Эб 5 (50 %) и Эк 5 (35%). В Режиме 3 ЭМО наблюдалось сильное поражение плесенью.

В результате выполненных исследований показано, что воздействие ЭМО и стероидными препаратами может быть использовано в качестве стимулятора рецепторов клеток семян, запускающих внутриклеточные механизмы и активизирующие экспрессию генома, что может приводить как к улучшению их свойств, так и угнетению, в частности, энергии прорастания, роста побегов. Выяснение природы этих механизмов требует дальнейших экспериментальных и теоретических исследований.

#### Список литературы

1. Режим доступа: <http://www.nest-m.ru/index.php/publikatsii/ekologiya/151-prirodnyj-spasatel-v-usloviyakh-ekologicheskogo-zagryazneniya-sredy-obitaniya-eto-epibrassinolid-dejstvuyushchee-veshchestvo-preparata-epin-ekstra.html> - Дата доступа: 31.03.2016.
2. Khripach, V.A. Brassinosteroids – A New Class of Plant Hormones / V.A. Khripach, V.N. Zhabinskii, Ae. De Groot. – San Diego: Academic Press, 1999. – 456 p.
3. Режим доступа: <http://netkilo.ru/product/proso> - Дата доступа: 26.05.2016.

The paper describes the comparative characteristics the mode of low-intensity electromagnetic radiation, and low and very low concentrations of some brassinosteroids influence on sowing qualities of *Panicum miliaceum* L. seeds.

Мазец Ж. Э., Белорусский государственный университет имени Максима Танка, Минск, Беларусь, e-mail: [zhannamazets@mail.ru](mailto:zhannamazets@mail.ru).

Суша О. А., Белорусский государственный университет имени Максима Танка, Минск, Беларусь, e-mail: [olgasusha2013@mail.ru](mailto:olgasusha2013@mail.ru).

Литвиновская Р. П., Институту биоорганической химии НАН Беларуси. Минск, Беларусь, e-mail: [litvin@iboch.bas-net/by](mailto:litvin@iboch.bas-net.by).

### ВЫДЕЛЕНИЕ ШТАММОВ МИКРООРГАНИЗМОВ, УСТОЙЧИВЫХ К АНТИМИКРОБНЫМ ПРЕПАРАТАМ, У НАСЕЛЕНИЯ г. БЕЛООЗЕРСКА БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

Проблема роста устойчивости микроорганизмов к противомикробным средствам известна с 60–70-х гг. 20-го века. Ее возникновение обусловлено с одной стороны способностью микроорганизмов к адаптации, а с другой – широким применением разных антимикробных препаратов лечебными учреждениями и населением с целью лечения, а также использованием антибиотиков в животноводстве и птицеводстве. Сегодня убедительно доказано, что нерациональная антибиотикотерапия способствует формированию резервуаров мультирезистентных штаммов бактерий, бороться с которыми становится все труднее. Резистентность к антимикробным препаратам имеет огромное социально-экономическое значение и в развитых странах мира рассматривается как угроза национальной безопасности [2].

Указанные обстоятельства требуют повышения эффективности микробиологического мониторинга в системе надзора за распространением возбудителей инфекций с углубленным изучением их биологических свойств применительно к отдельным регионам [1].

В бактериологическом отделе клинично-диагностической лаборатории филиала Белоозёрской городской больницы имени Э.Э. Вержбицкого за период с 2010 г. по 2015 г. ежегодно проводилось более 24-25 тыс. исследований, наименьший объем работ выполнялся в 2011 г. Удельный вес серологических исследований был незначительным (не превышал 0,22%), доля клинично-микробиологических исследований колебалась от 45,2 % (в 2010 г.) до 54,6 % (в 2011 г.).

Анализ результатов, полученных в Белоозёрской городской больнице показал, что при инфекциях, передающихся алиментарным путем, в 2010–2015 гг., наиболее часто выделялись бактерии родов *Salmonella* и *Citrobacter*. В 2010–2015 гг. от больных сальмонеллезом выделялись бактерии двух видов р. *Salmonella* – *S. enteritidis* и *S. typhimurium*. Первый из них в микробном пейзаже значительно преобладал. Ежегодно выделяемые штаммы исследовались на чувствительность к 5–12 различным антибиотикам, спектр которых значительно варьировал в зависимости от стабильности закупок.

Наблюдение в динамике за выделением штаммов *S. enteritidis* от больных сальмонеллезом показало, что за исследованный 6-летний период по отношению к четырем постоянно используемым в терапии антибиотикам выявлялись популяции со 100%-й резистентностью (рисунок).

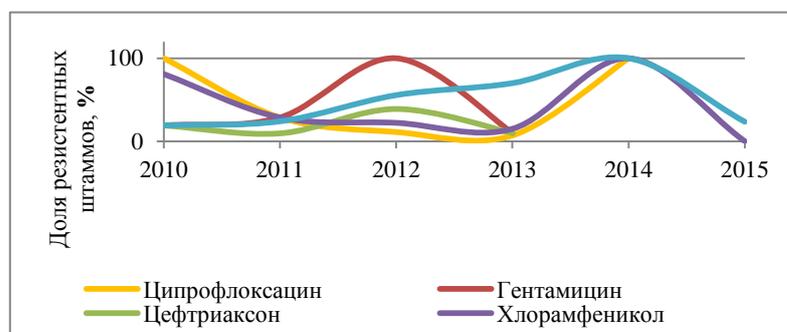


Рисунок – Динамика выявления штаммов *S. enteritidis*, резистентных к наиболее часто используемым антибиотикам, в 2010–2015 гг.

«Пики» устойчивости сменялись в последующие годы заметным снижением частоты выделения резистентных штаммов *S. enteritidis*, что, вероятнее всего, может быть связано со снижением объемов использования препаратов в терапии при обнаружении резистентности.

Штаммы проявляли наибольшую устойчивость к цефалексину и линкомицину. В 2013 г. в антибиотикограмме в 33,3% выявлялась устойчивость к доксициклину, цефтриаксону и цефтазидиму. В 2014 г. возбудителями сальмонеллеза являлись бактерии *S. enteritidis* и *S. typhimurium*, устойчивые к ампициллину. Среди возбудителей острых кишечных инфекций наиболее часто выявлялась устойчивость к ампициллину. В 2015 г. среди возбудителей сальмонеллеза чаще встречались бактерии вида *S. enteritidis*, при этом среди них выявлялось до 30% штаммов, устойчивых к цефтазидиму и пенициллину.

В 2010 г. у 80–100% штаммов *S. enteritidis*, выделенных при сальмонеллезах, выявлялась резистентность к 7 препаратам из 12, при этом абсолютная устойчивость проявлялась к цефотаксиму и ципрофлоксациму. При острых кишечных инфекциях микробный пейзаж был более широким, чаще всего

выделялись бактерии рода *Citrobacter*. Цитробактеры отличались высокой устойчивостью к цефалексину и линкомицину.

В 2011–2015 гг. проведены исследования микробного пейзажа возбудителей воздушно-капельных инфекций (преимущественно пневмоний и бронхитов) и их тестирование на чувствительность к антимикробным препаратам. Спектр возбудителей был представлен бактериями *Staphylococcus epidermidis* и *Staphylococcus aureus*, а также дрожжевыми грибами рода *Candida*.

При инфекциях, передающихся воздушно-капельным путем, в 2010–2015 гг., наиболее часто выделялись бактерии *Staphylococcus epidermidis*, максимальное количество которых наблюдалось в сентябре–ноябре. У большинства штаммов данного вида проявлялась устойчивость к ампициллину, пенициллину и цефазолину. У *St. aureus* выявлялась устойчивость к ампициллину (50–100% штаммов) и пенициллину (в 2013 году 66–93% штаммов). В 2015 г. популяции с высокой долей устойчивых штаммов (более 75%) выявлялись только по отношению к эритромицину. Умеренная частота встречаемости резистентных штаммов (50–75% популяций) определялась к пенициллину, ванкомицину и оксациллину (не менее 3 месяцев в течение года к 3-м препаратам).

Опportunистические дрожжевые грибов рода *Candida* в 2010–2015 гг. наиболее часто встречались в осенний период. В 2013 г. выявлялись полирезистентные популяции с долей устойчивых штаммов не менее 75%. Кроме того, большинство штаммов, выделяемых в 2013–2015 гг., устойчивы к кетоконазолу[4].

Таким образом, необходимо целенаправленно содействовать разумному применению антибиотиков с целью минимизировать резистентность патогенных микроорганизмов и дать возможность следующим поколениям применять эффективные антимикробные препараты.

#### Список литературы

1. Березняков, И. Н. Резистентность к антибиотикам: причины, механизмы, пути преодоления / И.Н. Березняков // Клиническая антибиотикотерапия. 2001 - № 4.- С. 20-22.
2. Дубовик, Б.В. Фармакология бета-лактамовых антибиотиков. Учеб-метод. пособие / Сост. Б.В. Дубовик, Д.И. Романовский. – Мн. БГМУ, 2003. – 108 с.
3. Жерносек, А.К. Лекции фармацевтической химии / А.К. Жерносек. – ВГМУ: 2008. – 102 с.
4. Гудкова, Е.И. Ускоренные и экспрес-методы определения чувствительности-устойчивости микроорганизмов к антибиотикам / Е.И. Гудкова, А.А. Адарченко, Г.А. Скороход, Т.М. Ласточкина // Белорусский государственный университет. Медицинский журнал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bsmu.by/medical> – Дата доступа: 12.09.2015.

The article discusses the dynamics of antibiotic resistance strains mikroorganizm allocated among the population of the town Beloozersk, Brest region. It is observed the high number of polyresistance strains of *Salmonella*, *Citrobakter*, *Proteus*, *Enterobacter*, *Staphylococcus*, *Candida* species.

Позняк Л. В., Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: vip.love85@mail.ru.

УДК 614.3–053

**М. С. Почебыт, Е. Н. Пашенко, Г. И. Индушко**

#### **СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ НОВОРОЖДЕННЫХ И ИХ МАТЕРЕЙ**

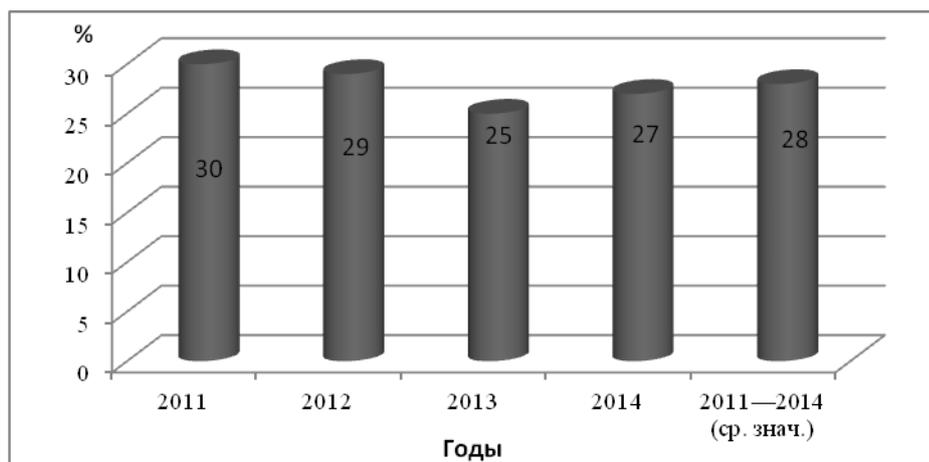
В 50–60 годы двадцатого столетия частота заболеваний беременных женщин составляла 30–40 %, к настоящему времени она достигла 50–60 % и более [23], что осложняет течение беременности и роды. Также увеличивается частота врожденной патологии новорожденных [5], причиной которой являются как мутагены, так и тератогены, к которым организм особенно чувствителен в период внутриутробного развития.

Наращение экологической угрозы здоровью женщин и их детей в связи с загрязнением окружающей среды [10], обуславливает актуальность мониторинга состояния здоровья беременных и новорожденных.

В работе использовали материалы УЗ «Гродненский областной клинический перинатальный центр».

В период с 2011 г. по 2014 г. анализировали у новорожденных динамику частоты заболеваний и их структуру, оценку состояния новорожденных по шкале АПГАР на 1-ой и 5-ой минутах жизни, количество родоразрешений в различных возрастных группах женщин: 14–17 лет, 18–20 лет, 21–24 года, 25–30 лет, 31–34 года, 35–44 года, 45 лет и старше. Также исследовали сопутствующие заболевания матерей новорожденных, осложняющие течение беременности и роды.

Установлено (рисунок 1), что в 2011-2014 гг. ежегодно, в среднем, заболевания регистрировались у 28 % новорожденных. Максимальный изучаемый показатель наблюдался в 2011 г. (30 %), а минимальный – в 2013 г. (25 %).



**Рисунок 1 – Количество новорожденных с заболеваниями (в % к общему количеству новорожденных)**

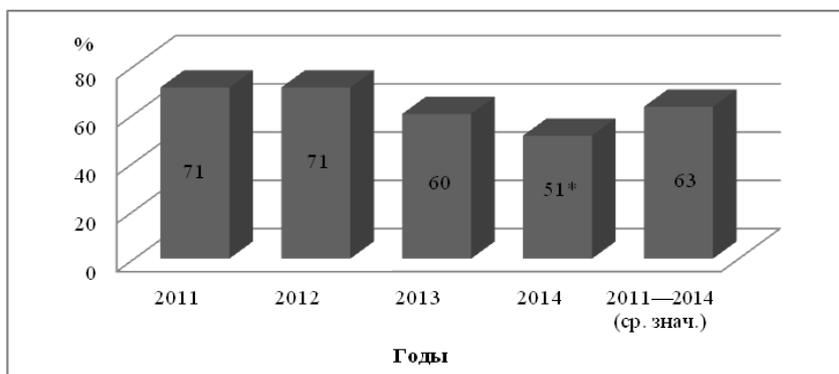
Среди всех патологических состояний новорожденных 69,9 % приходится на долю отдельных состояний, возникающих в перинатальном периоде, колебания частоты которых в исследуемые годы было незначительным. Немного более 10 % составляют врожденные пневмонии (11,1 %) и врожденные аномалии развития (10,1 %). Приблизительно по 3 % приходится на нарушение церебрального статуса и гемолитическую болезнь новорожденных. Внутриматочная гипоксия и асфиксия плода в родах в изучаемый период составляла 2,6 %. Острых респираторных инфекций и инфекций кожи новорожденных, которые наблюдались в другие годы, в период с 2011 г. по 2014 г. не было зафиксировано. В 2014 г. по сравнению с 2011 г. число врожденных аномалий увеличилось в 1,6 раза, врожденных пневмоний в 1,5 раза, а нарушений церебрального статуса в 2,4 раза. Колебания показателей количества остальных, имеющих место у новорожденных, заболеваний (гемолитическая болезнь, внутриматочная гипоксия и асфиксия плода в родах) разнонаправлены и выражены в разной степени.

Оценка состояний по шкале АПГАР на 1-ой минуте жизни была в норме у 99,8 % новорожденных, а на 5-ой минуте – у 99,9 % детей.

Наибольшее количество родов в Гродненском областном перинатальном центре в 2011-2014 гг. наблюдалось у женщин в возрасте 25-30 лет (41,6 %). И далее по убывающей: 27,1 % – это женщины в возрасте 21-24 года, 17,5 % – в возрасте 31-34 года, 10,1 % – в возрастной группе 35-44 года, 3,1 % – в группе 18-20 лет. Менее чем в 1 % случаев роды наблюдались у женщин моложе 17 лет и старше 45 лет.

Показано, что в исследуемый период ежегодно регистрировалось, в среднем, 3895 родов. Из них 3690 родов были в сроке 38-40 недель, т.е. доношенными, 184 родов – в сроке 34-37 недель, следовательно, недоношенными. А ранние роды (срок 22-23 недели) отмечены у 21 роженицы.

Сопутствующие заболевания, осложняющие течение беременности и роды были выявлены, в среднем, у 63 % женщин. В 2014 г. общее количество женщин с сопутствующими заболеваниями снизилось в 1,4 раза в сравнении с 2011 годом. Причем, изменение анализируемого показателя было равномерным (рисунок 2).



**Рисунок 2 – Количество женщин с сопутствующими заболеваниями (в % к общему количеству рожениц)**

Выявлено, что наиболее часто встречаемое заболевание, сопутствующее беременности – это гестозы (26,7 %). Немного реже наблюдаются болезни системы кровообращения (23,7 %). Анемии были зарегистрированы у 22,4 % рожениц. Нарушение жирового обмена и инфекции мочеполовых путей – у 11,4 % и 10,7 % беременных, соответственно. У 2,6 % имелась дисфункция щитовидной железы. Гипертония, сахарный диабет, инфекционные и паразитарные инфекции наблюдались менее, чем у 1 % беременных.

Таким образом, наблюдается достаточно высокий уровень частоты сопутствующих заболеваний женщин, осложняющих течение беременности и роды и заболеваний новорожденных. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости проведения дальнейшего мониторинга состояния здоровья беременных и новорожденных.

#### Список литературы

1. Сидорова, И. С. Руководство по акушерству / И.С. Сидорова, В.И. Кулаков, И.О. Макаров; под ред. И.С. Сидоровой. – М.: Медицина, 2006. – 109 с.
2. Геппе, Н.А. Пропедевтика детских болезней / Н.А. Гелле, Н.С. Подчерняева. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 464 с.
3. Каткова, И.П. Современные проблемы охраны репродуктивного здоровья и репродуктивных прав женщин / И.П. Каткова, С.П. Ермаков, Е.В. Андрихина; под ред. И.П. Карповой. – М.: Из-во РУДН, 2002. С.56-58

In the period from 2011 to 2014 were analyzed in newborns the dynamics of incidence and their structure, assessment of neonatal APGAR at 1st and 5th minutes of life, the number of births in different age groups of women and comorbidities of mothers of newborn complicating pregnancy and childbirth.

*Почобыт М. С.*, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: marischa-maksimovich@mail.ru.

*Пашенко Е. Н.*, Гродненский областной клинический перинатальный центр, Гродно, Беларусь.

*Индушко Г. И.*, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: Vanek\_al@mail.ru.

УДК 572: 574 (061)

**А. В. Севец**

### **БИОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ РЕЗЕРВОВ ОРГАНИЗМА**

Около тридцати лет назад на границе экономики, биологии человека, медицины и физической антропологии родилось новое направление в науке, которое стали называть "антропометрической историей"[1]. Однако со временем его предмет расширился, антропометрический подход стал применяться к оценке современной социально-экономической ситуации, новое научное направление получило название "экономическая биология человека". С 2003 г. в Мюнхене под редакцией профессора Мюнхенского университета Дж. Комлоса - лидера нового направления - выходит журнал "Economics and Human Biology" (Экономическая теория и биология человека). Представителей данного направления в первую очередь волнуют следующие вопросы: как экономика влияет на физическое развитие человека, его рост, вес, заболеваемость и как по антропометрическим данным (прежде всего по росту) можно оценить биологический статус, благосостояние и социальное неравенство в обществе?

В рамках экономической биологии человека активно исследуются ростовые процессы у человека как отражение социально-экономических и экологических условий его существования. Само по себе изучение биологического роста относится к сфере ауксологии человека (от греческого *auxano* – расти), которая обрела статус новой научной дисциплины только в 1970-е годы [1, с. 106].

Применительно к Беларуси ауксология открывает новые горизонты в понимании динамики экономического развития страны и благосостояния ее жителей. Биологами доказано, что антропометрия человека, включая длину тела, в решающей степени (более чем на 80%) определяется генетикой и лишь в незначительной мере (менее чем на 20%) зависит от качества их жизни, или биологического статуса, т.е. от питания, перенесенных болезней, его интенсивности и условий работы, медицинского обслуживания, жилищных условий, психологического комфорта, климата, воды, воздуха и других факторов среды в течение всей его предшествующей жизни до момента измерения роста [1, с. 107].

Несмотря на то, что общий вклад генетического фактора в длину тела является преобладающим, факторы среды оказывают решающее воздействие на изменчивость роста во времени и пространстве. Рост

представителей определенной группы людей можно считать историческим показателем как количества и качества потребленных в детстве и юности продуктов питания, так и жизненных условий своего времени.

Следует отметить, что в XX в. наибольших успехов в повышении уровня жизни добились японцы. Японское чудо привело к эпохальным изменениям в росте японского населения. В течение 300 лет, XVII–XIX вв., рост японцев был стабильным: мужчины – 156–157 см, женщины – 144–145 см. В XX в. начались изменения. Но если в первой половине XX в. мужчины выросли на 3 см, то во второй половине XX в. – на 12 см, достигнув 172 см и сравнившись с португальцами и греками. Рост женщины за весь XX в. увеличился также на 15 см и составил к 2000 г. 160 см. В индустриальных районах Японии прибавка роста была на 2 см больше, чем в аграрных, что находилось в полном соответствии со степенью повышения доходов и улучшения питания. [1, с. 112–113].

Изучение антропометрических показателей современных детей из обычных и привилегированных школ обнаружило, что «обычные» уступают в росте, весе и скорости полового созревания «привилегированным». В советское время различия между детьми с различным социальным профилем их родителей уменьшились, но после перестройки стали увеличиваться, что можно интерпретировать как усиление социально-экономического неравенства в современном обществе

На основе ряда исследований можно отметить, что дети дворян в массе жили в наиболее благоприятных с точки зрения питания, жилища, воздуха условиях сравнительно с детьми из других сословий, а дети мещан – в наименее благоприятных, что условия жизни различных сословий существенно различались, причем не только между группой привилегированных (дворяне, духовенство) и группой непривилегированных (крестьяне, мещане) сословий, но также и в пределах каждой из групп. Крестьяне по своему биологическому статусу превосходили мещан настолько, насколько дворяне превосходили крестьян. Эти важные выводы делаются без прямых данных о доходах и жизненных условиях разных сословий, а лишь на основании данных о длине тела, которые универсальны для всех людей, для всех стран и всех исторических периодов

В Индии в течение 1910–2000-х годов рост мужчин оставался неизменным – 164 см, а у женщин он увеличился на 2 см – с 151 до 153 см, благодаря чему разница в росте сократилась с 13 до 11 см. Эти данные свидетельствуют о стагнации общего материального положения населения, с одной стороны, и о повышении биологического статуса женщин благодаря снижению рождаемости – с другой. Ранние рождения детей в возрасте до 19 лет в странах с низким уровнем дохода подрывают здоровье женщин, приводят к задержке их роста [1, с. 120]. Например, в современной Индии у женщин, четырежды рожавших до 20 лет, средний рост – 135 см, в то время как у имеющих одного ребенка – 150 см. Беременность, рождение, кормление грудью в сочетании с тяжелой физической работой снижают их биологический статус.

До провозглашения КНДР в 1948 г. рост населения, проживавшего на Юге и Севере Кореи, не различался – 165 см у мужчин и 154 см у женщин. Но постепенно стал появляться разрыв в пользу Юга, и в 1999–2003 гг. он достиг у 20-летних мужчин 6 см, у женщин – 7 см. Современные северокорейские мужчины и женщины имеют тот же рост, что и 50 лет назад – 165 и 154 см, в то время как южнокорейцы – 171 и 161 см. Также сильно уступают северокорейские дети своим южным сверстникам по всем антропометрическим параметрам – росту, весу, силе и т. д. [1, с. 122].

Важно иметь в виду, что средний рост и соответственно биологический статус не являются синонимом благосостояния. Это специфический индикатор качества жизни. В слаборазвитых странах, где поддержание биологического статуса поглощает большую долю доходов населения (например, в Индии более 70%), связь между благосостоянием и биологическим статусом теснее.

Напротив, в развитых странах, где на поддержание биологического статуса уходит меньшая доля доходов населения, связь слабее. До середины XX в. американцы были самыми высокими в мире – на 3–9 см выше европейцев из западных стран. Но в последние 150 лет длина тела у европейцев росла быстрее, и сегодня большинство стран с протестантским населением обогнали белых американцев по росту: самые высокие европейцы – голландцы, шведы и норвежцы, а также датчане, британцы и немцы имеют рост на 5–7 см выше американцев (183–185 см против 178 см), хотя, как и прежде, ВВП на душу населения в США выше [3, с. 123].

По мнению известного ауксолога Джона Комлоса, причины данной тенденции следующие: в Европейском Союзе меньшее социальное неравенство, совершеннее система социального обеспечения, большая социальная безопасность, лучшая экология, меньшие трудовые нагрузки, продолжительнее и качественнее отдых [3, с. 142].

Биологический возраст – это достигнутый отдельным индивидом уровень развития морфологических структур и связанных с ним функциональных явлений жизнедеятельности организма, определяемый средним хронологическим возрастом той группы, которой он соответствует по уровню своего развития. Биологический возраст дает оценку индивидуального возрастного статуса. Такая оценка может производиться с использованием практически любых систем организма, поскольку все они характеризуются определенными изменениями на протяжении всего постнатального онтогенеза.

Основные критерии биологического возраста могут быть морфологическими, физиологическими, биохимическими, психофи-зиологическими, отчасти психологическими. Основное значение на практике имеют критерии "морфологической зрелости" (скелетный и зубной возраст, половое развитие), которые в наибольшей степени соответствуют приведенному выше условию.

В дополнение к показателям биологического возраста для прогноза витальной траектории необходимо определять также факторы риска – наследственные и приобретенные факторы, сокращающие продолжительность жизни, которые можно учитывать и профилактически "обезвредить" их влияние.

Таким образом, важность дальнейшего развития аукологических исследований бесспорна, т.к. именно они дают возможность фиксировать изменения, происходящие в отдельном организме на уровне популяций.

#### *Список литературы*

1. Година, Е.З. Аукология человека – наука XXI века: проблемы и перспективы / Е.З. Година // Антропология на пороге III тысячелетия. Материалы конференции. Москва, 29–31 мая 2002 г. / Ред. Т.И. Алексеева и др. М.: Старый сад, 2014. Т. 2. – С. 106-144.
2. Миронов, Б. Социальная история России периода империи (XVIII —начало XX вв.): генезис личности, демократической семьи, гражданского общества и правового государства/ Б. Миронов. - СПб.: Дм. Булапин, 2003. - Т. 2. – С. 335-338.
3. Миронов, Б.Н. Экономическая биология человека / Б.Н. Миронов // Вопросы экономики. - 2014. - № 10. – С. 141-150.

The paper deals with the theoretical aspects of a person's status as a biological indicator of physiological reserves. The importance of the further development of auksological research is undeniable, they make it possible to record changes in the individual organism at the population level.

*Севец А. В.*, Учреждение здравоохранения «Слонимская ЦРБ», Слоним, Беларусь, e-mail: sevets.alla@mail.ru.

УДК 616.831:577.164.14

**Д. С. Семенович, Т. А. Бородина, Е. П. Лукиенко, Н. П. Канунникова, В. А. Гуринович**

### **ПОКАЗАТЕЛИ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА В ПЛАЗМЕ И СИСТЕМА ГЛУТАТИОНА ЭРИТРОЦИТОВ КРОВИ КРЫС НА ФОНЕ СИСТЕМНОГО ВОСПАЛЕНИЯ И НАСЫЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗОМ**

**Введение.** Окислительный стресс (ОС) развивается при многих патологических состояниях организма человека и животных, что связано с системным действием стрессорных факторов, оказывающих прямое или опосредованное действие на редокс-гомеостаз клеток и тканей. Развитие системного воспаления и действие ионов железа, мощного внутриклеточного прооксиданта, способствуют модуляции свободнорадикального окисления, интенсивной генерации свободных радикалов и активации систем антиоксидантной защиты [1]. Так, при многих нейродегенеративных заболеваниях происходит активация иммунной системы организма человека, характеризующаяся появлением в кровотоке тканевого фактора некроза опухоли альфа (ФНО- $\alpha$ ), интерлейкинов (ИЛ-1, ИЛ-6, ИЛ-8), а также нарушение обмена железа, что характерно для нейродегенераций с аккумуляцией железа в структурах головного мозга (NBIA). Известно также, что при нейроакантоцитозе, редком наследственном нейродегенеративном заболевании, в крови появляются особые измененные формы эритроцитов со «звездчатой», шиловидной поверхностью, так называемые акантоциты.

Нами были изучены показатели окислительного стресса в плазме и состояние редокс-системы глутатиона в эритроцитах крови крыс на фоне ОС, инициированного введением бактериального липосолисахарида (ЛПС) и насыщением препаратом железа (Fe) с последующей коррекцией предшественниками биосинтеза CoA — D-пантенолом (ПЛ) и D-пантетином (ПТ).

**Материалы и методы.** 10-дневным крысятам линии Вистар массой 20 $\pm$ 5 г в течение 5 дней внутрижелудочно вводили суспензию Fe (30 мг/кг в 1%-ном растворе крахмала). Контрольным крысятам вводили эквивалентное количество 1%-ного раствора крахмала. Спустя 20 дней 30-дневным крысятам, получавшим Fe, внутрибрюшинно вводили ЛПС (200 мкг/кг) с последующим 14-дневным пероральным введением ПЛ (группа Fe+ЛПС+ПЛ) или ПТ (группа Fe+ЛПС+ПТ) в дозах 200 мг/кг. Повторное введение ЛПС в дозе 200 мкг/кг осуществляли за 24 ч до эвтаназии животных. Гепаринизированную кровь центрифугировали 15 мин при 1500 об/мин. Плазму крови отбирали, удаляли лейкоцитарный слой и производили двукратную отмывку эритроцитарной массы 0,9%-ным раствором хлорида натрия. Дальнейшие исследования проводили с

использованием суспензии упакованных эритроцитов. Для оценки развития ОС определяли содержание ТБК-реагирующих соединений (ТБКРС) [2]. Активность мембраносвязанной ацетилхолинэстеразы (АХЭ) эритроцитов определяли по методу Элмана [3].

Исследование редокс-системы глутатиона проводили по измерению содержания восстановленного (GSH) и окисленного (GSSG) глутатиона, расчета их соотношения (GSH/GSSG) и редокс-потенциала [4]. Редокс-потенциал (Eh) глутатиона рассчитывали по уравнению Нернста, используя величину стандартного редокс-потенциала -252 мВ. Активность ферментов глутатионпероксидазы (ГПО), глутатионредуктазы (ГР) и глутатион-S-трансферазы (ГТ) определяли спектрофотометрическими методами [5-6]. Содержание гемоглобина (Hb) определяли с помощью набора реактивов ОАО «Анализ Мед Пром» (РБ).

**Результаты и их обсуждение.** Введение бактериального ЛПС и солей Fe привело к развитию ОС, проявившегося в увеличении содержания ТБКРС в плазме крови. Особенно выраженным оказалось повышение содержания ТБКРС (на 15,2 %) при совместном введении ЛПС и препарата железа. Введение на этом фоне ПЛ и ПТ способствовало значительному снижению содержания ТБКРС.

Развитие системного воспаления и насыщение Fe сопровождалось достоверным повышением активности мембраносвязанной АХЭ (на 37,7 %), однако введение ПЛ и ПТ не приводило к изменению данного показателя.

Изучение состояния системы глутатиона в эритроцитах крови выявило достоверное увеличение уровня GSH (на 25,6 %) и GSSG (на 30,3 %), увеличение активности ГР (на 7,6 %) и ГТ (на 42,3 %) при действии ЛПС и Fe, что можно расценить как повышение расходования глутатиона в удалении свободнорадикальных продуктов ПОЛ. Введение крысам ПЛ и ПТ привело к выраженной активации ГР, ГТ, смещению редокс-баланса в сторону восстановления и почти двукратному повышению активности ГПО. При этом отмечалось еще более заметное увеличение содержания GSH (на 75,6 % и 71,6 % соответственно), GSSG (на 37,5 % и 25,5 %) по сравнению с контрольной группой с повышением соотношения GSH/GSSG (на 12,7% и 37,8%), смещение редокс-потенциала глутатиона в восстановленную сторону (на 4,2 % и 4,4 %). Эти изменения свидетельствуют об усилении окислительно-восстановительного потенциала системы глутатиона под влиянием ПЛ и ПТ.

**Заключение.** Действие бактериального ЛПС и Fe приводит к развитию у экспериментальных животных ОС, что проявляется и в повышении уровня ТБКРС, активности АХЭ, а также к сдвигу показателей системы глутатиона эритроцитов в окисленную сторону. Введение на этом фоне ПЛ и ПТ способствует увеличению содержания GSH и существенному смещению редокс-баланса в сторону восстановления.

#### *Список литературы*

1. Дубинина, Е.Е., Пустыгина, А.В. Свободнорадикальные процессы при старении, нейродегенеративных заболеваниях и других патологических состояниях // Биомед. химия. – 2007. – Т. 53. – Вып. 4. – С. 351–372.
2. Камышников, В.С. Определение содержания ТБК-активных веществ (малонового диальдегида) в эритроцитах крови / В.С. Камышников // Клини.-биохимич. лаб. диагностика: справ. В 2-х т. Т.2. – Мн.: Интерпрессервис, 2003. – С. 207.
3. A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity / G.L. Ellman [et al.] // Biochem. Pharmacol. – 1961. – Vol. 7. – P. 88-95.
4. Вережкина, И.А. Колориметрический метод определения SH-групп и SS-связей в белках при помощи 5,5-дитиобис(2-нитробензойной) кислоты / И.А. Вережкина, А.И. Точилкин, Н.А. Попова // В кн: Современные методы в биохимии; под. ред. Ореховича. – Москва, 1977. – С. 223–231.
5. Carlberg, I. Glutathione reductase / I. Carlberg, B. Mannervik // Methods Enzymol. – 1985. – Vol. 13. – P. 484–490.
6. Rice-Evans, C.A. Techniques in free radical research / C.A. Rice-Evans, A.T. Diplock, M.C.R. Symons. – Amsterdam: Elsevier, 1991. – 291 p.

We studied parameters of oxidative stress in rat brain plasma and erythrocyte glutathione redox system during injections of bacterial lipopolysaccharide (LPS), iron salt and precursors of CoA biosynthesis D-panthenol (PL) or pantethine (PT). We showed that injections of LPS with Fe caused development of oxidative stress in experimental animals, which appeared in increasing of the TBARS level, increased AchE activity, as well as changes of the GSH system activity to the oxidative side. PL or PT injections lead to increase of the GSH level and significant shift of the redox balance to the reduction side.

*Семенович Д. С.*, Гродненский государственный университет имени Я. Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: [semenovich@ibiochemistry.by](mailto:semenovich@ibiochemistry.by).

*Бородина Т. А.*, Институт биохимии биологически активных соединений НАН Беларуси, Гродно, Беларусь, e-mail: [tatiana\\_pehovskaya@tut.by](mailto:tatiana_pehovskaya@tut.by).

*Лукиенко Е. П.*, Институт биохимии биологически активных соединений НАН Беларуси, Гродно, Беларусь, e-mail: [lukgrodno@mail.ru](mailto:lukgrodno@mail.ru).

Канунникова Н. П., Гродненский государственный университет имени Я. Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: [n.kanunnikova@grsu.by](mailto:n.kanunnikova@grsu.by).

Гуринович В. А., Институт биохимии биологически активных соединений НАН Беларуси, Гродно, Беларусь, e-mail: [gva77@list.ru](mailto:gva77@list.ru).

УДК 631.95 : [504.054 : 546.23]

**А. В. Синдирева, В. Д. Конвай, Е. А. Александровская, О. А. Зайко**

### **ЭКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЯ СЕЛЕНА В СИСТЕМЕ ПОЧВА-РАСТЕНИЕ-ЖИВОТНОЕ**

Около 80% жителей России недополучает селен с пищей, что способствует развитию сердечнососудистых, онкологических и других заболеваний. Поэтому принято решение о селенизации воды и продуктов питания [1]. Среди возможных путей решения проблемы микроэлементозов можно выделить следующие: расширение ассортимента применяемых продуктов питания, обогащение готовых пищевых продуктов микроэлементами, использование биологически активных добавок. Одним из наиболее эффективных и безопасных путей оптимизации селенового статуса является агрохимический - использование селен содержащих удобрений [2, 3, 4]. В ряде исследований показана эффективность применения препаратов селена в качестве микроудобрения. Растения представляют собой первое звено пищевой цепи переноса микроэлемента, являясь, таким образом, основным источником Se для животных и человека [3, 4, 5]. Поскольку соединения селена обладают низким терапевтическим порогом, даже относительно небольшое превышение поступления их в организм способно привести к отравлению животных и человека.

Зерновые культуры занимают значительное место в рационе животных и человека. Поэтому представляется перспективным, с целью оптимизации элементного статуса населения, проводить мероприятия по обогащению микроэлементами зерновых культур. Действие селена в системе почва-растение в условиях Западной Сибири изучено слабо. В связи с этим, необходим поиск оптимальных доз и способов применения данного микроэлемента под сельскохозяйственные культуры. При этом оценка должна проводиться как с агрономической, так и с санитарно-гигиенической позиций [3].

В связи с этим была поставлена цель исследования: дать эколого-токсикологическую оценку действия селена в системе почва-растение-животное. Объектами исследования являлись зерновая культура (яровая мягкая пшеница Памяти Азиева), микроэлемент селен, лугово-черноземная почва.

Полевые опыты в 2013-2015 гг. с яровой мягкой пшеницей проводились на опытном поле Омского ГАУ им П.А. Столыпина. Почвенный покров участка, на котором заложен полевой опыт, представлен лугово-черноземной маломощной тяжелосуглинистой почвой.

Для основного внесения в почву дозы селена в виде селенита натрия составляли 9,12,15 кг/га [3]. Опыт заложен в четырехкратной повторности с систематической последовательностью размещения вариантов. По окончании уборки зерновые культуры вводили в рацион животных согласно вариантам полевого опыта. С целью оценки действия селена в системе почва-растения-животное нами проведен ряд исследований, позволяющих установить молекулярные механизмы интоксикации селеном в условиях шестимесячного кормления животных крыс породы Вистар растениями, выращенными с применением селена в дозах 9-15 кг/га.

Селен относят к элементам, оказывающим неоднозначное влияние на продуктивность и урожайность сельскохозяйственных культур. Известно, что при повышенной концентрации селена в почве происходит угнетение растений. Однако в оптимальных дозах микроэлементы не оказывают отрицательного влияния на растения, кроме того, стимулируют их рост и развитие.

Селен, накапливаясь в продукции растениеводства, поступает по пищевой цепи в организм человека и животных, вызывая как положительные, так и негативные последствия. Наши исследования показали, что дополнительное внесение в почву селена при выращивании яровой пшеницы значительно увеличило содержание этого микроэлемента в рационе крыс.

Избыточное поступление селена в организм животных (человека) может вызвать токсический эффект (селеноз). В литературе довольно часто приводятся данные о селенозах животных, потреблявших растения со значительным содержанием селена. Однако механизм токсического действия этого элемента изучен недостаточно. В связи с этим, рассматривая систему «растение - животный организм», мы поставили цель – изучить влияние селена не только на химический состав растений, но и на функции органов животных.

Анализ литературных данных показал, что до сих пор не существует единого мнения по определению нормы потребления селена растениями. Трудности по установлению ПДК в данном направлении обусловлены большим разнообразием животных организмов по физиологическим качествам, характеру место обитания и

питания. Использование крыс в качестве подопытных животных в нашем эксперименте обусловлено тем, что они по многим показателям обмена веществ, сходный с человеком.

Исследования показали, что кормление животных растениями, выращенными при применении селена, в дозе «Se 9 кг/га», не приводит к усилению явлений гипоксии. Содержание эритроцитов и гемоглобина в крови животных группы «Se 9 кг/га» достоверно не отличается от контрольной группы. Отмечается тенденция к умеренному увеличению эритроцитов и гемоглобина (соответственно на 9,56 и 10,8% ( $p > 0,05$ ) по сравнению с контролем.

Введение селена не только предотвращает увеличение уровня показателей перекисного окисления липидов (диеновых конъюгат, малонового диальдегида, липофусциноподобного пигмента) в печени, почках, эритроцитах, но даже имеется тенденция к снижению этих показателей в этих органах. Можно полагать, что введение селеносодержащих кормов приводит к стимуляции антиоксидантной системы даже в условиях отсутствия усиления свободнорадикальных процессов и перекисного окисления липидов. Об этом свидетельствует увеличение антиокислительной активности липидов в печени (30,1%,  $p \leq 0,001$ ), активности супероксиддисмутазы в печени, почках, эритроцитах соответственно на 35,2% ( $p \leq 0,001$ ), 15,3% ( $p > 0,05$ ), 56,1% ( $p \leq 0,001$ ) по сравнению с контролем, а также активности глутатионпероксидазы на 62,7%,  $p \leq 0,001$  (в печени), 10,4%,  $p > 0,05$  (в почках), 37,2%,  $p \leq 0,001$  (в эритроцитах). Эффект селена по отношению к увеличению активности глутатионпероксидазы связан с тем, что в активном центре данного фермента содержится селен. Введение дополнительного количества этого микроэлемента восполняет, по-видимому, относительный дефицит его.

Таким образом, введение в рацион животных кормов, выращенных на варианте с внесением селена в дозе «Se 9 кг/га», не приводит к развитию в организме крыс явлений гипоксии, усилению перекисного окисления липидов, но приводит к стимуляции антиоксидантной системы (повышение антиокислительной активности липидов, активности супероксиддисмутазы, глутатионпероксидазы, содержания глутатиона) на фоне некоторого торможения активности ферментов, участвующих в восстановлении глутатиондисульфида.

Введение крысам в рацион кормов, выращенных с применением селена в дозе 15 кг/га, уже приводит к напряжению окислительных процессов, что выражается в увеличении в крови содержания глюкозы (на 29,7%,  $p \leq 0,001$ ) на фоне снижения гликогена в печени (на 26,8%,  $p \leq 0,001$ ). При этом в тканях выражены явления гипоксии, выражающиеся в увеличении концентрации молочной кислоты в крови. Развившееся вследствие этого закисление тканей приводит к усилению катаболизма пуриновых мононуклеотидов, сопряженному с усиленной генерацией ксантиноксидазной активности кислородных метаболитов, приводящей к чрезмерной липопероксидации мембранных структур. Это выражается в увеличении концентрации диеновых конъюгат, малонового диальдегида, липофусциноподобного пигмента в печени (соответственно на 34,6, 33,6, 34,6%,  $p \leq 0,001$  во всех случаях), почках (соответственно на 16,2% ( $p \leq 0,001$ ), 13,1% ( $p > 0,05$ ), 41% ( $p \leq 0,001$ ), эритроцитах (соответственно на 15,4% ( $p \leq 0,001$ ), 1,1% ( $p > 0,05$ ), 36% ( $p \leq 0,001$ ). Существенный вклад в этот процесс вносит и недостаточно эффективное функционирование антиоксидантной системы, вызванное дисбалансом активности супероксиддисмутазы, глутатионпероксидазы, а также недостаточно эффективное обеспечение тканями глутатионом.

Таким образом, действие селена в системе почва-растение-животное во многом определяется дозой применяемого микроэлемента. Обогащение в необходимых количествах способствует оптимизации элементного состава и устранению дефицита микроэлементов в кормах, связанного с природными особенностями их содержания в почве. В тоже время несбалансированное, избыточное поступление элемента вызывает тревогу с позиции экологической безопасности продукции.

#### *Список литературы*

1. Голубкина Н.А. Перспективы обогащения сельскохозяйственных растений йодом и селеном (обзор) / Н.А. Голубкина, Е.Г. Кекина, С.М. Надежкин // Микроэлементы в медицине, 2015, № 16(3). – С. 12–19
2. Голубкина Н. А. Селен в питании: растения, животные, человек / Н. А. Голубкина, Т. Т. Папазян. – М.: Изд-во Печатный город, 2006. – 254 с.
3. Синдирева А. В. Критерии и параметры действия микроэлементов в системе почва – растение – животное : дис. ... доктора биол. наук /А. В. Синдирева. – Омск, 2012. – 455 с.
4. Серегина Н.И. Биологическая роль селена в растениях /Н.И. Серегина, Н.Т. Ниловская //Агрохимия, 2002, № 10. – С.76-85
5. Синдирева А.В. Влияние селена на показатели качества рапса ярового в условиях южной лесостепи Омской области / А. В. Синдирева // Вестник Бурятской ГСХА. – 2011. – № 4. – С. 89–85.

One of the most effective and safe ways to optimize selenium status is agrochemical - using selenium-containing fertilizers. Taking into account agronomic and hygienic requirements the development of the optimal doses and methods of biofortification with

selenium seems to be of great importance. In this article there are data for influence of toxic dose selenium, entering into the rats bodies by perorol way, on the process of lipid peroxidation.

*Синдирева А. В.*, ФГБОУ ВО Омский ГАУ, Омск, Россия, e-mail: sindireva72 @ mail.ru.

*Конвай В. Д.*, ФГБОУ ВО Омский ГАУ, Омск, Россия.

*Александровская Е. А.*, ФГБОУ ВО Омский ГАУ, Омск, Россия.

*Зайко О. А.*, ФГБОУ ВО Омский государственный медицинский университет, Омск, Россия.

УДК 579.66

**А. Р. Цыганов, А. С. Панасюгин, В. А. Ломоносов, Н. Д. Павловский, В. К. Гуца**

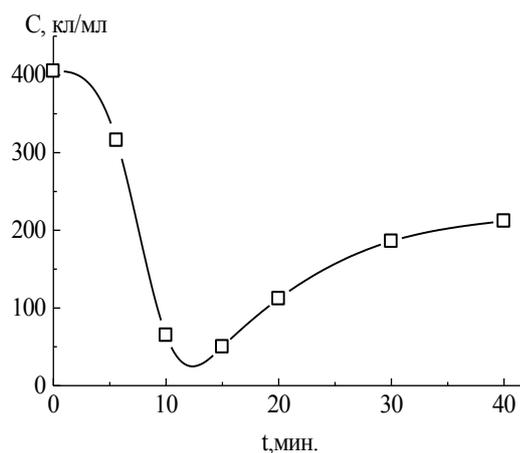
### **ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОФИЛЬТРАЦИИ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ИЗ ВОДЫ ДРОЖЖЕЙ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE***

Задача очистки воды от биологических частиц приобретает еще большую актуальность, в связи с технологическими нуждами пищевой, микробиологической и фармацевтической промышленности, в которых проводят выращивание бактерий и дрожжеподобных грибов на различных средах. Решение этой проблемы диктует поиск и создание новых технологических процессов – экологически чистых, безотходных, с замкнутым циклом промышленного водоснабжения [1, 2].

В исследовании для приготовления водных коллоидно-дисперсных растворов микроорганизмов были использованы пивные дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* из коллекции объединения «Лидский пивоваренный завод». Культивирование дрожжей проводили на полноценных питательных средах Сабуро и плотных питательных средах Сабуро с добавлением агар-агара в концентрации 1,5%. Для серийных разведений микроорганизмов использовали стерильный физиологический раствор (0,9% раствор NaCl в дистиллированной воде). Все среды и растворы стерилизовали методом паровоздушного автоклавирования. Поддержание жизнеспособных микроорганизмов осуществляли при посеве на плотную питательную среду и содержании культуры при температуре 4°C с периодическими пассажами на свежую питательную среду. Подсчет числа колоний, образуемых жизнеспособными клетками в благоприятных для роста условиях, проводили чашечным методом Коха. Для проведения эксперимента сохраняемую культуру дрожжей ресуспандировали в 20 мл жидкой среды Сабуро и инкубировали при 26 °С в течение 4-5 суток. Концентрацию дрожжевой суспензии определяли по предварительно построенной калибровочной кривой и разводили до необходимой величины  $2 - 4 \cdot 10^3$  кл/мл.

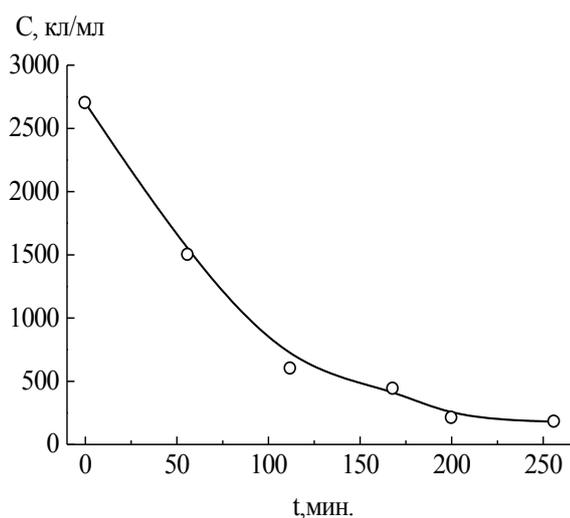
Эксперимент по очистке воды от микроорганизмов проводился с использованием установки с фронтальным режимом электрофильтрации. Установка представляла собой стеклянный корпус, внутрь которого была помещена титановая мембрана и изолированная сетка из нержавеющей стали. В установке создавалось определенное разряжение за счет подключения перистальтического насоса, с помощью которого исследуемый объем очищаемой жидкости подвергался циркуляции через систему металлокерамическая мембрана – противоэлектрод. Необходимая напряженность электрического поля задавалась стабилизатором напряжения и исходный раствор подавался в систему, после чего производился отсчет начала процесса электрофильтрации [3].

Установлено, что эффективность процесса очистки существенно зависит от величины напряженности электрического поля и скорости электрофильтрации. Так, с увеличением напряженности электрического поля усиливалась электросорбция и концентрация дрожжевых клеток в фильтрате снижалась. Оптимальным значением напряженности электрического поля для наиболее эффективной очистки является величина равная 10 В/см. При скорости фильтрации 10 мл/мин максимальная степень очистки воды достигалась в течение 10 мин, увеличение продолжительности процесса снижало степень очистки вследствие вымывания адсорбированных клеток новыми порциями фильтрата (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Зависимость концентрации дрожжевых клеток в фильтрате от времени фильтрации при скорости 10 мл/мин**

Проведение фильтрации со скоростью 1 мл/мин позволяет практически полностью очистить жидкость от дрожжевых клеток, при этом не наблюдалось вымывание адсорбированных клеток (рисунок 2).



**Рисунок 2 – Зависимость концентрации дрожжевых клеток в фильтрате от времени фильтрации при скорости 1 мл/мин**

В ходе эксперимента установлены влияние напряженности электрического поля и скорости потока суспензии через фильтрующий слой на степень удерживания дрожжевых клеток, варьирование этими параметрами позволяет добиться практически полной очистки воды от дрожжевых клеток.

#### *Список литературы*

1. Цхе, А.В. Способ безреагентной очистки и обеззараживания воды путем создания эффекта взрывной кавитации и устройство для его осуществления / А.В. Цхе, А.А. Цхе, А.А. Щукин // Вода и экология: проблемы и решения. – 2010. №3. – С.34-42.
2. Голиков, А.Л. Исследование селективности керамических мембран при очистке воды от бактериальных загрязнений / А.Л.Голиков, Е.А. Комягин, Н.П. Какуркин, А.В. Десятов//Успехи в химии и химической технологии. – 2000. Вып. 14. Ч.3. – С. 16.
3. Павловский, Н. Д. Очистка воды от бактерий *Escherichia coli* методом электрофильтрации / Н. Д. Павловский, А. С. Панасюгин, В. А. Ломоносов // Журнал Гродненского Государственного медицинского университета. – 2014. № 3. – С. 84-87.

For elimination of *Saccharomyces cerevisiae* from water, the method of electrofiltration was used based on the electric sorption of microorganisms on metalloceramic membrane in the constant electric field. Optimal values of the intensity of electric field, velocity of filtration, and diameter of pores of membrane were determined for the most efficient purification.

Цыганов А. Р., Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь, e-mail: niilogaz@tut.by.

Панасюгин А. С., Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь, e-mail: niilogaz@tut.by.

Ломоносов В. А., Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь e-mail: lva\_minsk@tut.by.

Павловский Н. Д., Гродненский государственный медицинский университет, Гродно, Беларусь, e-mail: pavlovskij-nic@mail.ru.

Гуца В. К., Гродненский государственный медицинский университет, Гродно, Беларусь, e-mail: ya\_nika\_86@mail.ru.

УДК 577.1:616.15-057.875-054.6

**А. Р. Чернышева**

### **ИЗУЧЕНИЕ АДАПТАЦИИ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ В МЕДИЦИНСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ, НА ОСНОВЕ СРАВНЕНИЯ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛИПИДНОГО ОБМЕНА**

За последние годы возросло количество студентов, приезжающих на обучение в Республику Беларусь из стран с более жарким климатом. Поэтому в первые годы обучения у иностранных студентов происходят процессы адаптации к новым климатическим условиям, питанию, условиям проживания и обучения. Адаптация (лат. *adaptatio* приспособление) – процесс приспособления организма к изменившимся условиям существования; в основе адаптации лежит выработанная в процессе эволюционного развития совокупность морфофизиологических изменений, направленных на сохранение относительного постоянства внутренней среды организма [1]. Актуальность изучения этого явления определяется с одной стороны, необходимостью в успешной адаптации студентов начальных курсов к учебной деятельности, а с другой – профилактикой возможного ухудшения состояния здоровья.

**Цель исследования.** Оценка адаптации студентов, прибывших из Ливана, Индии и Нигерии к условиям обучения в УО «Гомельский государственный медицинский университет».

**Материалы и методы исследования.** Мы исследовали следующие биохимические показатели: общие липиды (норма: 4,5-7,0 г/л), холестерин (норма: 3,2-5,6 ммоль/л) и триглицериды (норма: 0,41-1,8 ммоль/л) [2]. В работе использовались результаты биохимического анализа крови иностранных студентов, проводимого в рамках обязательного ежегодного медицинского осмотра. Были проанализированы медицинские карты за два учебных года 2014-2015 и 2015-2016. В исследовании приняли участие 18 студентов из Нигерии, 29 студентов из Индии и 12 студентов из Ливана. Обследуемые студенты не имели никаких выраженных отклонений в развитии (недостатков психического и физического развития).

Статистическая обработка полученных результатов проводилась с использованием программы GraphPad. Оценивалась нормальность распределения данных по тесту Колмогорова-Смирнова, по результатам которого применялись параметрические (1 way ANOVA, тест множественных сравнений Бонферрони) или непараметрические (1 way ANOVA, тест Краскелла-Уоллиса, тест множественных сравнений Данна) методы оценки значимости различий.

**Результаты и их обсуждение.** Результаты приведены в таблице. Сравнивались изменение значений в группах за 1 год обучения в УО «Гомельский государственный медицинский университет».

Таблица – Биохимические показатели крови, характеризующие липидный обмен

Гражданство студента	Ливан (n=11-12)		Нигерия (n=17-18)		Индия (n=28-29)	
	До 1	12-14	До 1	12-14	До 1	12-14
Длительность нахождения в Беларуси, мес.						
Триглицериды, г/л	0,57±0,06	1,37±0,12***	0,56±0,04	1,04±0,05***	0,38±0,01	1,68±0,02***
Холестерин, моль/л	4,89±0,19	4,80±0,15	3,88±0,10	5,14±0,07***	3,63±0,09	5,11±0,03***
Общие липиды, г/л	5,61±0,20	6,86±0,20***	5,84±0,16	6,84±0,03***	4,55±0,02	7,07±0,03***

В таблице данные приводятся в виде среднего значения ± ошибка среднего. Значимость различий оценивалась среди студентов одной страны в первый и второй годы обучения, \*\* -  $p < 0,01$ , \*\*\* -  $p < 0,001$ .

Отмечено изначально низкое содержание триглицеридов и общих липидов сыворотки крови у студентов из Индии. Значимое увеличение содержания триглицеридов произошло за год обучения в Беларуси у студентов из всех стран (из Ливана – на 140%, из Нигерии – на 86%, из Индии – на 342%). Показатели холестерина у студентов из Ливана за год практически не изменились, в то время как у студентов из Нигерии уровень холестерина в плазме вырос на 32%, а у студентов из Индии вырос на 41%. Статистически значимое увеличение характерно и для содержания общих липидов в плазме крови: у ливанских студентов данный показатель вырос на 122%, у нигерийских – на 17%, у индийских – на 55%.

Объяснить эти изменения можно адаптацией к погодным условиям и изменениям условий проживания и рациона питания. При этом предположительно снизился удельный вес фруктов и овощей и возросло потребление углеводной и жирной пищи, что характерно и для жителей Беларуси в холодный период года.

Указанные изменения, особенно повышение содержания холестерина в крови, является риском развития атеросклеротических изменений, которые отражаются на функциональном состоянии сердечнососудистой системы. Возможно, с этим связаны жалобы студентов на сердцебиение и боли в области сердца, головокружение, обмороки, общая слабость, особенно проявляющиеся в первые полгода после приезда в нашу страну.

**Выводы.** За год обучения в Гомельском государственном медицинском университете в сыворотке крови иностранных студентов отмечено значимое увеличение содержания триглицеридов и общих липидов. Наибольший прирост наблюдался по содержанию триглицеридов у студентов из Индии (на 342%) и Ливана (на 140%).

Содержание холестерина в сыворотке крови студентов из Ливана за этот же период практически не изменилось, в то время как у студентов из Нигерии отмечено статистически значимое увеличение этого показателя на 32%, из Индии – на 41%.

Содержание общих липидов в сыворотке крови за этот же период увеличилось в группах студентов из Ливана (на 122%), из Нигерии (на 17%), из Индии (на 55%).

Возможной причиной наблюдаемых изменений являются изменения в характере питания, климатическая адаптация, стрессовый характер обучения, изменение двигательного режима.

Отмеченные изменения биохимических показателей липидного обмена могут использоваться для оценки стресса у иностранных студентов в период адаптации к указанным изменениям и разработки мер профилактики развития патологических состояний.

#### *Список литературы*

1. Коган, А. Б. Экологическая физиология человека / А. Б. Коган. — Ростов-на-Дону: Из-во Ростовского университета, 1990. — 264 с.
2. Клиническая биохимия / В. Дж. Маршалл, С. К. Бангерт; пер. с англ. под ред. С.А. Бережняка. — Бином, 2014. — 408 с.

Author discuss the important parameters of lipids metabolism how the markers of adaptation of international students studying in the university of Belarus.

*Чернышева А. Р.*, УО «Гомельский государственный медицинский университет». Гомель, РБ, e-mail: [ialinachern@mail.ru](mailto:ialinachern@mail.ru).

## РАЗДЕЛ 4. РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ И ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД

UDC 57.044

J. Karpińska, A. Sokół

### WYKORZYSTANIE PROCESÓW FOTOCHEMICZNYCH DO USUWANIA POZOSTAŁOŚCI FARMACEUTYKÓW Z WÓD POWIERZCHNIOWYCH

Jakość wody jest jednym z ważniejszych czynników mających bezpośredni wpływ na stan środowiska naturalnego, kondycję zamieszkujących go organizmów oraz zdrowie spożywających ją ludzi. W ostatnich latach obserwuje się pojawienie w wodach nowego typu zanieczyszczeń organicznych. Są to pozostałości farmaceutyków. Leki stanowią liczną i zróżnicowaną grupę związków organicznych. W chwili obecnej, na rynkach krajów Unii Europejskiej sprzedawanych jest ponad 3000 rodzajów związków aktywnych. Konsumpcja leków w Polsce należy do bardzo wysokich. Obecnie kupujemy 32 opakowania leków rocznie i zajmujemy trzecią pozycję w Europie po Francuzach i Grekach. Skonsumowane leki są wydalane z organizmu wraz z moczem i kałem w postaci niezmienionej lub jako metabolity. Innym źródłem zanieczyszczeń środowiska substancjami aktywnymi biologicznie są zakłady przemysłu farmaceutycznego produkujące różne preparaty, szpitale i jednostki diagnostyczne zrzucające do środowiska duże ilości przeterminowanych środków bez ich utylizacji, gospodarstwa domowe oraz fermy hodowlane. Trwałość farmaceutyków gra główną rolę w ich możliwym niekorzystnym działaniu na środowisko. Leki są projektowane tak, aby były odporne na czynniki zewnętrzne (wilgoć, powietrze, światło). Ważna jest bowiem trwałość preparatów i stabilność ich właściwości farmaceutycznych. Większość z nich nie ulega całkowitej biodegradacji podczas procesów oczyszczania ścieków i może przedostawać się do wód powierzchniowych oraz podziemnych. Dystrybucja farmaceutyków w środowisku naturalnym zachodzi głównie poprzez transport wodny. Obecność farmaceutyków w wodach naturalnych wpływa niekorzystnie na kondycję żyjących w niej organizmów. Stanowi również poważne źródło zagrożenia zdrowia człowieka. Podczas klasycznych procesów oczyszczania ścieków farmaceutyki zmniejszają aktywność osadu czynnego przez co utrudniają rozkład materii organicznej. Leki poprzez sorpcję przez małe organizmy mogą przedostawać się do łańcucha pokarmowego, kumulować się w organizmach ryb (np. leki cytostatyczne zawierające platynę, substancje cieniujące zawierające gadolin). Niektóre związki aktywne biologicznie wpływają destrukcyjnie na nabłonek i skrzela ryb. Obserwowane w ostatnich latach zjawisko feminizacji płazów i ryb spowodowane jest zaburzeniem równowagi hormonalnej poprzez obecne w wodzie zanieczyszczenia związkami endokrynnymi. Obecność małych, ale stałych ilości antybiotyków może działać jak mikroszczepionka. Istnieją badania potwierdzające systematyczny wzrost liczby szczepów bakterii opornych na antybiotyki.

W środowisku wodnym pod wpływem procesów biotycznych i abiotycznych leki ulegają procesom sorpcji i desorpcji na cząstkach zawieszonych materii organicznej i osadach, przemianom pod wpływem bakterii oraz fotodegradacji bezpośredniej bądź pośredniej zachodzącej w powierzchniowej warstwie wody. Trwałość leków w środowisku wodnym zależy od wielu czynników m.in. od obecności organicznej materii zawieszonych, stężenia jonów nieorganicznych takich jak:  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  oraz natężenia promieniowania słonecznego. Szereg leków jest potencjalnie światłoczuła, gdyż zawierają takie ugrupowania jak pierścienie aromatyczne, heteroatomy czy sprzężone układy nienasycone, które mogą absorbować promieniowanie słoneczne albo reagować w wodach naturalnych z produktami fotodegradacji innych związków (np. kwasów humusowych). Dlatego obok takich procesów usuwania zanieczyszczeń organicznych jak biodegradacja i sorpcja, proces fotodegradacji może grać główną rolę w rozkładzie środków leczniczych w wodach powierzchniowych. Procesy fotolizy bezpośredniej lub pośredniej rozpoczynają łańcuch przemian prowadzących do stopniowego zaniku danego związku. Jednak powstające związki pośrednie, często wykazują większą aktywność niż wyjściowy związek. Dlatego ważne jest rozpoznanie kinetyki reakcji fotolitycznych bezpośrednich i pośrednich farmaceutyków oraz czynników wpływających na ich trwałość.

W prezentowanej pracy zaprezentowano wyniki badań własnych dotyczących fototrwałości leków należących do różnych grup: antagoniści receptorów histaminowych  $\text{H}_2$ , leki  $\alpha_1$ -adrenolityczne i niektóre leki psychotropowe oraz wybrane leki z grupy niesteroidowych leków przeciwzapalnych. Uzyskane wyniki pozwoliły na ocenę fototrwałości wymienionych leków, wskazanie czynników wpływających na ich trwałość w wodach naturalnych.

#### Reference

1. Joanna Karpińska et al., Photochemical Photobiological Science, 2012, 11, 1575-1584.
2. Agnieszka Karpinska et al., Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 2015, 106, 46-51.

The present work shows our results of research on photostability of drugs belonging to different groups: antagonists of H<sub>2</sub> histamine receptors,  $\alpha$ -blockers, some psychotropic drugs and medicines selected from the group of non-steroidal anti-inflammatory drugs. The results allowed to evaluate their photostability, an indication of the factors affecting their life in natural water.

J. Karpińska, University of Białystok, Biological-Chemical Department, Poland, e-mail: joasia@uwb.edu.pl.

UDC 574

M. Opalińska, J. Antonowicz

## PORÓWNANIE ROZMIESZCZENIA SUBSTANCJI BIOGENICZNYCH W PROFILU PIONOWYM WODY JEZIOR POLSKI W OKRESIE LETNIM NA PODSTAWIE DANYCH LITERATUROWYCH

Głębokie zbiorniki wodne strefy klimatu umiarkowanego latem i zimą wykazują zdolność do wykształcania stratyfikacji pionowej. W trakcie stagnacji letniej woda jeziorna różnicuje się na trzy strefy w zależności od dostępu światła i tlenu. Są to: powierzchniowy epilimnion, przejściowa warstwa wody zwana metalimnionem i przydenny hipolimnion (Dojlido, 1995; Bajkiewicz-Grabowska i Mikulski, 2011). Pionowy rozkład stężenia tlenu odgrywa kluczową rolę w przemianach poszczególnych form substancji biogenicznych (Kajak, 2001). Z danych literaturowych wynika, że występuje tendencja do gromadzenia się substancji biogenicznych w przydennych warstwach wód w znacznie wyższych stężeniach niż obserwuje się w wodach powierzchniowych (Kajak, 2001, Sobczyński i Joniak 2008, Jarosiewicz i Hetmański 2008). Na rozmieszczenie substancji biogenicznych w profilu pionowym wody jeziornej podczas stagnacji letniej istotny wpływ ma dostępność tlenu w poszczególnych strefach. Epilimnion jest najlepiej natlenioną strefą, gdyż tlen dostaje się tam bezpośrednio na skutek mieszania się wód jeziornych z powietrzem atmosferycznym, a także jako produkt fotosyntezy. Obecność tlenu wraz z wyższą temperaturą w tej strefie umożliwiają przeprowadzanie procesów metabolicznych przez organizmy w niej zamieszkujące i tym samym zużywanie dostępnych związków biogenicznych (Mikulski, 1982). Przemiany poszczególnych form substancji biogenicznych są determinowane poprzez zawartość tlenu i obecność mikroorganizmów. W literaturze szeroko opisane są procesy nityfikacji i denityfikacji związków azotu, a także mechanizmy uwalniania związków fosforu z osadów dennych (Jarosiewicz i Hetmański, 2008, Kajak 2001). Celem prezentowanej pracy jest porównanie danych literaturowych o dostępności związków azotu i fosforu w strefie przydennej i powierzchniowej wybranych jezior Polski.

### Związki azotu w wodzie jeziornej

Azot do ekosystemów jeziornych dostaje się ze zlewni oraz z atmosfery (Mikulski, 1982; Korzeniewski, 1986; Kajak, 2001). Źródłem związków azotu mogą być także osady dennie i organizmy (Mikulski, 1982; Kajak, 2001). W wodzie jeziornej występują organiczne i nieorganiczne formy azotu. Organiczne formy azotu należą do związków białkowych, między innymi białka, peptony, aminokwasy oraz tak zwane pozabiałkowe związki organiczne, do których zaliczamy mocznik, pirydynę i aminy. Występują również organiczne formy rozpuszczalnego azotu i cząstki zawiesiny. Do form nieorganicznych należą natomiast cząsteczki N<sub>2</sub>, forma amonowa (N-NH<sub>4</sub>), azotynowa (N-NO<sub>2</sub>) i azotanowa (N-NO<sub>3</sub>) (Korzeniewski, 1986; Kawecka i Eloranta, 1994; Hermanowicz i in., 1999; Kajak, 2001).

Azot organiczny dostający się do zbiorników wodnych może być zarówno pochodzenia naturalnego jak i zwierzęcego. Jego głównym źródłem są obumarłe szczątki roślin i zwierząt, bytujących w wodzie, a także te które dostają się do jeziora wraz z zanieczyszczeniami (Hermanowicz i in., 1999). Zredukowaną formą azotu jest amoniak. Do zbiorników wodnych dostaje się on głównie w wyniku rozkładu organicznych związków azotowych (Starmach i in., 1978; Korzeniewski, 1986; Kajak, 2001; Seńczuk, 2006). Występowanie formy amonowej w jeziorach sprzyja jej dobrej rozpuszczalności w wodzie (Seńczuk, 2006). Azot azotynowy jest produktem przejściowym powstającym w cyklu przemian biochemicznych azotu w zbiornikach wodnych (Korzeniewski, 1986; Seńczuk, 2006). Obecność tej formy azotu w wodzie świadczy o zachodzeniu w niej procesów utleniania i redukcji (Korzeniewski, 1986; Wetzel, 2001). Azotany stanowią formę azotu występującą na najwyższym stopniu utleniania i powstają w wyniku procesów utleniania azotu amonowego czy azotynów (Korzeniewski, 1986; Dojlido, 1995; Hermanowicz i in., 1999). W procesach utleniania i redukcji związków azotu istotną rolę pełnią mikroorganizmy takie jak *Pseudomonas* przeprowadzające procesy denityfikacji (Niżyńska, 2003), a także *Nitrosomonas* i *Nitrobacter* odpowiedzialne za procesy nityfikacji (Mazurkiewicz, 2012).

### Związki fosforu w wodzie jeziornej

Fosfor dostaje się do zbiorników wodnych w wyniku rozkładu związków organicznych zarówno roślinnych jak i zwierzęcych (Mikulski, 1982; Korzeniewski, 1986; Dojlido, 1995; Hermanowicz i in., 1995) a także ze spływem z pól nawożonych środkami ochrony roślin bogatymi w fosforany (Dojlido, 1995; Hermanowicz i in., 1999) i ściekami

(Mikulski, 1982). nierozpuszczalne związki fosforu dostarczone do jeziora wytrącają się na dnie zbiorników wodnych i zasilają w ten sposób osady dennie (Mikulski, 1982). Natomiast fosfor zgromadzony w osadach dennych jest uwalniany głównie w formie fosforanowej i dostaje się bezpośrednio do wód nad osadami (Kajak, 2001). W wodzie jeziornej fosfor występuje w różnych formach, z czego każda w odmienny sposób wpływa na funkcjonowanie ekosystemu. Zalicza się do nich formę sestonową, zarówno organiczną jak i nieorganiczną, rozpuszczoną formę mineralną ( $P-PO_4$ ) oraz rozpuszczoną formę organiczną. Wyróżnia się również organiczne formy koloidalne fosforu. Łącznie wszystkie formy fosforu stanowią fosfor całkowity (Kawecka i Eloranta, 1994; Kajak, 2001).

#### **Warunki świetlne i tlenowe w jeziorach dimiktycznych**

W okresie letnim w zbiornikach wodnych o średniej głębokości około 20 m może dochodzić do wytworzenia stratyfikacji zwanej stagnacją letnią. W tym czasie woda jeziorna różnicuje się na trzy strefy o odmiennych warunkach świetlnych i tlenowych. Należą do nich epilimnion, metalimnion i hipolimnion (Mikulski, 1982; Boehrer, 2006; Bajkiewicz-Grabowska, 2011). Epilimnion stanowi powierzchniową warstwę wody, do której dociera najwięcej promieni słonecznych i tlenu. Tlen do tej strefy dostaje się bezpośrednio w wyniku mieszania jej wód z powietrzem atmosferycznym, a także w wyniku procesu fotosyntezy przeprowadzanego przez bytujące w niej organizmy autotroficzne. Kolejną strefę stanowi metalimnion. To tutaj znajduje się termoklina, czyli warstwa wody, w której odnotowuje się największy spadek temperatury wraz z głębokością (inaczej też określaną strefą skoku termicznego). Do tej strefy także dostaje się pewna ilość światła i tlenu, jednak jest ona niewielka. Najniżej położona strefa to hipolimnion. W tej strefie odnotowuje się niewielkie ilości docierającego do niej światła i tlenu (przy głębokości zbiornika 20 m). Mając do czynienia z akwenami głębszymi spotykane są w niej całkowite deficyty zarówno świetlne jak i tlenowe (Mikulski, 1982; Kajak, 2001; Wilk-Woźniak, 2010; Bajkiewicz-Grabowska, 2011).

#### **Porównanie danych literaturowych dotyczących rozmieszczenia substancji biogenicznych w profilu pionowym jezior w okresie stagnacji letniej**

Pionowa stratyfikacja wody ukształtowana w okresie stagnacji letniej ma nieodzowny wpływ na rozmieszczenie substancji biogenicznych w profilu wody. Jak wcześniej wspomniano rozmieszczenie ich poszczególnych form jest uzależnione od zawartości tlenu w poszczególnych strefach jeziora (Dojlido, 1995; Kajak, 2001). W przypadku wykształcenia stratyfikacji letniej, stężenia substancji biogenicznych są zwykle wyższe w hipolimnionie w porównaniu z epilimnionem. Wpływ na to ma fakt, iż w strefie epilimnionu (strefie eufotycznej) substancje biogeniczne są prawie całkowicie zużywane na intensywnie przeprowadzane w niej procesy metaboliczne. W strefie hipolimnionu natomiast ze względu na brak światła i tlenu procesy te są przeprowadzane w znacznie mniejszym stopniu (Sobczyński i Joniak, 2009).

Sobczyński i Joniak (2008) wykazał, że na wykształcenie letniej stratyfikacji pionowej znaczący wpływ ma głębokość jeziora. W pracy tej przedstawiono badania jezior o różnym stopniu wykształcenia stratyfikacji letniej. Badania prowadzone były na trzech jeziorach zlokalizowanych w Wielkopolskim Parku Narodowym: Góreckie, Kociołek i Wielkowiejskie. Każde z tych jezior wyróżniało się odmienną głębokością, co wpłynęło na wykształcenie się w nich pionowej stratyfikacji w okresie letnim. W jeziorze Góreckim zaobserwowano pełną pionową stratyfikację letnią na stanowisku badawczym o głębokości 20 m. W efekcie w profilu pionowym jeziora Góreckiego wyróżniono trzy strefy: epilimnion, metalimnion (na głębokości 4 m) i hipolimnion. W badanym jeziorze stężenie  $N-NH_4$  i  $P-PO_4$  systematycznie wzrastało w kierunku dna (Sobczyński i Joniak, 2008). W Jeziorze Kociołek, o średniej głębokości 7 m, stwierdzono występowanie niepełnej stratyfikacji termicznej i zaobserwowano termoklinę na głębokości 3 m. Wykształcenie niepełnej stratyfikacji tłumaczono niewystarczającą głębokością jeziora. W jeziorze Kociołek, niepełna stratyfikacja termiczna uwidoczniała się brakiem wykształcenia strefy hipolimnionu (Sobczyński i Joniak, 2008). W tym przypadku także zauważono wyraźny wzrost stężenia  $N-NH_4$  i  $P-PO_4$  przy dnie zbiornika. W trzecim analizowanym przypadku, jezioro Wielkowiejskie, odnotowano wyrównane stężenia badanych substancji biogenicznych w całym profilu pionowym wody. W tym jeziorze nie stwierdzono letniej stratyfikacji pionowej, co tłumaczono zbyt małą głębokością jeziora (średnia głębokość 1,4 m a maksymalna 4,3 m) (Sobczyński i Joniak, 2008).

W tabeli 1 przedstawiono stężenia poszczególnych form substancji biogenicznych w strefach epilimnionu i hipolimnionu wybranych jezior Polski. Zaprezentowane są w niej jeziora z wykształconą stratyfikacją termiczną w okresie letnim: Durowskie, Czarne, Czorszyńskie, Góreckie, Swarzędzkie, Lubikowskie, Wędomierz i Dobra oraz jeziora w których nie doszło do wytworzenia stratyfikacji w badanym okresie: Zbąszyńskie, Rudno, Wojnowskie Zachodnie i Wojnowskie Wschodnie. Zgodnie z danymi literaturowymi zebranymi w Tabeli 1 w większości badanych jezior najwyższe stężenia substancji biogenicznych odnotowano przy dnie natomiast najniższe przy powierzchni (Kajak, 2001; Żak i in., 2007; Gołdyn i in., 2008; Gołdyn i in., 2013; Jarosiewicz i Hetmański, 2008).

Tabela 1. – Stężenia poszczególnych form substancji biogenicznych w epilimnionie i hipolimnionie jezior Polski w okresie stagnacji letniej.

Jezioro/Autorzy	Stratyfikacja	Głębokość średnia jeziora/głębokość termokliny [m]	Strefa	N-NH <sub>4</sub> mg dm <sup>-3</sup>	N-NO <sub>2</sub> mg dm <sup>-3</sup>	N-NO <sub>3</sub> mg dm <sup>-3</sup>	N-org. mg dm <sup>-3</sup>	N-T mg dm <sup>-3</sup>	P-PO <sub>4</sub> mg dm <sup>-3</sup>	P-org. mg dm <sup>-3</sup>	P-T mg dm <sup>-3</sup>
Zbąszyńskie (Pelechaty i Kałuska, 2003) (2000)**	brak	3,5	Powierzchniowa	0,16	ns	ns	2,8	2,96	0,7	-	1,1
			Naddenna	0,7	ns	ns	1,5	2,2	0,95	-	1,3
Zbąszyńskie (Pelechaty i Kałuska, 2003) (2001)**	brak	3,5	Powierzchniowa	0,5	ns	ns	-	2,04	ns	-	-
			Naddenna	0,2	śi	ns	-	7,12	0,08	-	0,1
Durowskie (Gołdyn i in., 2008)	obecna	14,6/ 6-8	Epilimnion	0,61	ns	ns	-	2,04	ns	-	-
			Hipolimnion	5,52	ns	ns	-	7,12	0,08	-	0,1
Czarne (Klimaszyk i in., 2006)	obecna	11,2/brak danych	Epilimnion	0,36	śi	0,58	0,98	-	-	0,02	0,06
			Hipolimnion	3,2	śi	0,16	1,68	-	-	0,07	0,18
Zbiornik Czorszyński (Wilkoziński i in., 2010)	obecna	19/brak danych	Epilimnion	0,24	-	0,45	-	-	0,03	-	-
			Hipolimnion	-	-	-	-	-	-	-	-
Góreckie (Sobczyński i Joniak, 2009)	obecna	8-9/7-10	Epilimnion	-	-	-	-	-	-	-	-
			Hipolimnion	6	-	-	-	-	0,6	-	-
Dobra (Jarosiewicz i Hetmański, 2009)	obecna	4,8/5-7	powierzchnia	-	-	0,11	-	1,27	0,02	-	0,1
			dno	-	-	0,09	-	2,21	0,05	-	0,15
Swarzędzkie (Gołdyn i in., 2013)	obecna	7 m/5 m	Epilimnion	0,86	0,01	ns	-	-	-	-	-
			Hipolimnion	2,16	0,02	ns	-	-	-	-	-
Rudno (Żak i in., 2007)	brak	4	Woda powierzchniowa	0,03-0,10 (0,04*)	-	0,01-0,02 (0,01*)	-	1,71- 2,31 (2,00*)	0,24- 0,38 (0,29*)	-	0,29-0,45 (0,35*)
			Woda przydenna	0,03-0,19 (0,06*)	-	0,01-0,04 (0,015*)	-	2,11- 2,84 (2,40*)	0,26- 0,38 (0,31*)	-	0,35-0,50 (0,40*)
Wojnowskie Zachodnie (Żak i in., 2007)	brak	2,5	Woda powierzchniowa	0,05/0,12 (0,078*)	-	0,01-0,02 (0,014*)	-	2,01- 3,11 (2,53*)	0,04-0,2 (0,14*)	-	0,10-0,30 (0,21*)
			Woda przydenna	0,05-1,60 (0,816*)	-	0,01-0,06 (0,034*)	-	2,01- 3,83 (3,09*)	0,04- 0,22 (0,16*)	-	0,10-0,35 (0,246*)
Wojnowskie Wschodnie (Żak i in., 2007)	brak	9,1	Woda powierzchniowa	0,03-0,05 (0,04*)	-	0,01-0,01 (0,01*)	-	1,81- 2,01 (1,90*)	0,004- 0,03 (0,02*)	--	0,05-0,10 (0,08*)
			Woda przydenna	0,03-0,05 (0,04*)	-	0,01-0,02 (0,01*)	-	1,81- 2,01 (2,10*)	0,03- 0,04 (0,05*)	-	0,01-0,01 (0,01*)
Lubikowskie (WIOŚ, 2004)	obecna	10,9/7-13	Epilimnion	-	-	-	-	0,5-0,59 (0,50*)	-	-	0,028- 0,028 (0,028*)
			Hipolimnion	0,08-0,65 (0,30*)	-	-	-	-	0,03- 0,04 (0,03*)	-	0,062- 0,128 (0,09*)
Wędromierz (WIOŚ, 2006)	obecna	4,9/brak danych	Epilimnion	-	-	-	-	0,58	-	-	0,08
			Hipolimnion	4,79	-	-	-	-	0,41	-	0,49

Legenda: ns – nie stwierdzono, śi – śladowe ilości, \* – średnia wyliczona z danych zaprezentowanych przez autorów, \*\* - lata poboru prób

Badania Jarosiewicz i Hetmańskiego (2009) prowadzone na jeziorze Dobra wskazują na wyższe stężenia substancji biogenicznych w strefie hipolimnionu niż epilimnionu. Jezioro to zlokalizowane jest w województwie pomorskim. W badaniach porównano stężenia poszczególnych form związków azotu i fosforu w profilu pionowym

jeziora w okresie stagnacji letniej. Odnotowano w tym przypadku wzrost stężenia P-PO<sub>4</sub>, P-T, N-NH<sub>4</sub> i N-T w strefie przydennej jeziora w obszarze hipolimnionu w porównaniu do epilimnionu. W strefie epilimnionu odnotowano natomiast wyższe stężenie N-NO<sub>3</sub>. Wyższe stężenia formy utlenionej azotu (N-NO<sub>3</sub>) w epilimnionie mogły być spowodowane zachodzącymi tam procesami utleniania azotu azotynowego i amonowego. Procesy te są przeprowadzane przez aerobowe bakterie nityfikacyjne. Procesom tym sprzyja duża dostępność tlenu w epilimnionie. Na większych głębokościach w jeziorze obserwuje się deficyty tlenowe oraz warunki beztlenowe. Jest to środowisko dogodne dla rozwoju bakterii denitryfikacyjnych, które w przypadku niedoboru tlenu redukują azotany do azotynów, a następnie do azotu amonowego (Niżyńska, 2003).

Również w jeziorze Czarne stwierdzono wyższe stężenie N-NO<sub>3</sub> w strefie epilimnionu natomiast średnie stężenie N-NH<sub>4</sub>, N-org, P-T, P-org było wyższe w strefie hipolimnionu (Klimaszyk i in., 2006). Wysoka zawartość N-NO<sub>3</sub> w epilimnionie prawdopodobnie związana była z wyższą koncentracją tlenu a tym samym większą zdolnością do utleniania form azotu na niższych stopniach utlenienia (Klimaszyk i in., 2006; Mazurkiewicz, 2012).

W przypadku jeziora Durowskiego o średniej głębokości 14,6 m termoklinę stwierdzono na głębokości 6-8 m. Odnotowano tutaj wyraźnie wyższe stężenia N-NH<sub>4</sub> i N-T w strefie hipolimnionu niż epilimnionu (Gołdyn i in., 2008). W jeziorze Swarzędzkim również odnotowano wyższe stężenia mineralnych form związków azotu, takich jak N-NH<sub>4</sub> i N-NO<sub>2</sub> w strefie hipolimnionu (Gołdyn i in., 2013) a dla jezior Lubikowskie i Wędromierz odnotowano wyższe stężenie form całkowitych fosforu w strefie hipolimnionu (WIOŚ, 2004 i 2006).

W przypadku jezior w których nie doszło do ukształtowania się stagnacji letniej: Rudno, Wojnowskie Zachodnie, Wojnowskie Wschodnie także odnotowano wyższe stężenia poszczególnych form substancji biogenicznych w strefach przydennej w porównaniu do strefy wód powierzchniowych. Należą do nich N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>, N-T, a także P-PO<sub>4</sub>. Odnotowano natomiast niższe stężenie P-T w strefie przydennej w porównaniu ze strefą powierzchniową (Żak i in. 2007).

W przypadku jeziora Zbąszyńskiego - badania prowadzone przez Pelechaty i Kałuska (2003) odnotowano zmienny w czasie rozkład stężeń substancji biogenicznych w profilu pionowym wody jeziornej. Zaobserwowano wyższe stężenia N-NH<sub>4</sub> w strefie wody przydennej w badaniach prowadzonych w roku 2000. W 2001 roku natomiast zaobserwowano w tym samym jeziorze niższe stężenie N-NH<sub>4</sub> przy dnie w porównaniu do wody powierzchniowej. W przypadku N-T w roku 2000 odnotowano wyższe wartości przy powierzchni natomiast w 2001 wyższe przy dnie. W przypadku N-org. odnotowano wyższe stężenie w strefie wody powierzchniowej przy dnie w roku 2000. W jeziorze Zbąszyńskim P-PO<sub>4</sub> i P-T występowały w strefie przydennej w wyższym stężeniu niż przy powierzchni wody (Pelechaty i Kałuska, 2003).

#### *Literatura:*

1. Bajkiewicz-Grabowska E., Mikulski Z., 2011. Hydrobiologia ogólna, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa
2. Boehrer B., Schultze M., 2006. Stratification of lakes, Reviews of Geophysics, 46, pp: 1-27
3. Dojlido J.R., 1995. Chemia wód powierzchniowych, Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko, Białystok
4. Gołdyn R., Messyas B., Kowalczywska-Madura K., 2008. Stan jakości wód jeziora Durowskiego w roku 2008, wydział Biologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Poznań 2009
5. Gołdyn R., Dondajewska R., Rosińska J., Romanowicz-Brzozowska W., 2013. Zmiany jakości wody jeziora Swarzędzkiego w wyniku zabiegów rekultywacyjnych- sprawozdanie z badań przeprowadzonych w pierwszym półroczu 2013 r., Zakład Ochrony Wód Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
6. Hermanowicz W., Dobżańska W., Dojlido J., Koziorowski B., 1999. Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków, Arkady, Warszawa
7. Jarosiewicz A., Hetmański T., 2009. Sezonowa zmienność stężenia substancji biogenicznych w wodach jeziora Dobra (Pojezierze Pomorskie), Poziom trofii jeziora, Słupskie Prace Biologiczne, 6:71-79
8. Kajak Z., 2001. Hydrobiologia-Limnologia-Ekosystemy wód śródlądowych, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa
9. Kawecka B., Eloranta P.V., 1994. Zarys ekologii glonów wód słodkich i środowisk lądowych, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa
10. Klimaszyk P., Joniak T., Ławniczak J., 2006. Annual Changeability of thermal and oxygen conditions in a meromictic lake (Czarne Lake- Drawieński National Park), Limnological Review, pp: 141-146
11. Korzeniewski K., 1986. Hydrochemia, Wyższa Szkoła Pedagogiczna w Słupsku
12. Mazurkiewicz M., 2012. Usuwanie związków azotu ze ścieków w oczyszczalni w Kostrzynie nad Odrą, Inżynieria Środowiska, Zeszyty Naukowe nr 147, Nr 27
13. Mikulski J., 1982. Biologia wód śródlądowych, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa
14. Niżyńska A., 2003. Badania przebiegu procesu denitryfikacji na węglu aktywnym, Ochrona Środowiska, Nr 4
15. Pelechaty M., Kałuska I., 2013. Roślinność jeziora Zbąszyńskiego (Pojezierze Lubuskie) na tle stanu jego trofii, Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu CCCLIV
16. Seńczuk W., 2006. Toksykologia współczesna, Wydawnictwo Lekarskie, PZWL, Warszawa
17. Starmach K., Wróbel S., Pasternak K., 1978. Hydrobiologia-Limnologia, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa

18. Tarwid K., 1988. Ekologia wód śródlądowych, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa
19. Wetzel RG., 2001. Limnology: lake and river ecosystems. Academic Press San Diego, XVI
20. Wilk-Woźniak E., Pocięcha A., Mazurkiewicz-Boroń G., 2010. Porównanie wybranych parametrów fizyczno-chemicznych i biologicznych wód Zbiornika Czorsztyńskiego w latach 1998 i 2005, Instytut Ochrony Przyrody PAN Kraków, Pieniny-Zapora-Zmiany-Monografie Pienińskie 2, pp: 107-121
21. WIOŚ Gorzów Wielkopolski, 2004 i 2006 r.
22. Żak J., Grzęškowiak A., Brodzińska B., Sziwa R., Nowak D., Nowak B., 2007. Ocena możliwości ochrony Jezior Wojnowskich i Rudno wraz z określeniem możliwości przystosowania jeziora Rudno dla potrzeb retencji, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej Oddział w Poznaniu

Z zebranych danych literaturowych z jezior wynika, że wykształcenie się stratyfikacji pionowej letniej miało istotny wpływ na rozmieszczenie substancji biogenicznych w profilach pionowych zbiorników. W większości wybranych jezior wyższe stężenia substancji biogenicznych odnotowano w strefie przydennej. Prawdopodobnie istotny wpływ na to miał brak wystarczającej ilości światła i tlenu, które warunkują przeprowadzanie procesów metabolicznych przez mikroorganizmy. Jednak w niektórych przypadkach zaobserwowano, że wyższe stężenia niektórych form substancji biogenicznych mogły występować w epilimnionie niż w hipolimnionie jak np.:  $N-NO_3$  w jeziorze Czarne czy Dobra.

*Opalińska M., Antonowicz J., Akademia Pomorska w Słupsku, Zakład Chemii Środowiskowej, ul. Arciszewskiego 22b, 76-200 Słupsk.*

УДК 628.3

**И. И. Адиканко, С. А. Дубенок**

### **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИСПОЛЪЗУЕМЫХ И НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ВОДОПОДГОТОВКИ НА ОБЪЕКТАХ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ**

Объекты теплоэнергетики в процессе производственной деятельности оказывают существенное воздействие на все элементы окружающей среды: атмосферный воздух, водные объекты, почвы. Тепловые электрические станции проектной суммарной установленной мощностью 100 МВт и более, являясь значимыми источниками воздействия на окружающую среду, попадают под Указ Президента Республики Беларусь № 528 от 17 ноября 2011 г. «О комплексных природоохранных разрешениях» (далее – КИР) с изменениями от 9 марта 2016 года [1,2]. В соответствии с Указом при получении КИР предприятия обязаны учесть возможность внедрения наилучших доступных технических методов (далее – НДТМ), путем проведения сравнительного анализа используемых в производстве технических решений с НДТМ.

В странах ЕС и РФ разработаны отраслевые справочные руководства по НДТМ, которые используются предприятиями для сравнения и последующего выбора оптимальных технологий в производстве [3,4]. В Республике Беларусь только начата разработка национальных руководств (пособий) по НДТМ, поэтому при заполнении заявления на получение КИР предприятия сопоставляют существующие технологические процессы с описанными в патентах, рецензируемых научных изданиях либо справочных руководствах по наилучшим доступным техническим методам ЕС.

Применение справочных руководств ЕС не всегда возможно для условий РБ, поскольку они разработаны под нормы природоохранного законодательства стран ЕС, которое по ряду параметров отличается от законодательства Республики Беларусь. Например, в справочных руководствах по НДТМ в теплоэнергетике не в полном объеме описаны актуальные для объектов теплоэнергетики Республики Беларусь проблемы утилизации высокоминерализованных сточных вод, образовавшихся в процессе водоподготовки.

Высокоминерализованные сточные воды, образовавшиеся в процессе водоподготовки, являются одним из основных источников загрязнения водных объектов на предприятиях теплоэнергетики. Целью данной статьи является анализ технических решений в области водоподготовки, применяемых на территории Республики Беларусь, и их сравнение с НДТМ. Для сравнительного анализа процессов водоподготовки были выбраны несколько объектов энергетики, отличающихся схемой и условиями сброса сточных вод, образованных в процессе водоподготовки: Минская ТЭЦ-5, Новополоцкая ТЭЦ и Лукомльская ГРЭС.

На данных объектах применяются следующие основные процессы водоподготовки на производственные нужды: предварительная подготовка воды, обессоливание воды, умягчение воды.

Обессоливание воды осуществляется методом ионного обмена. На всех предприятиях имеется реагентное хозяйство включающая в себя: серную кислоту, едкий натр, водный раствор аммиака, соляную кислоту, известковое молоко, сернокислородное железо. На Новополоцкой ТЭЦ и Лукомльской ГРЭС на производственные нужды используется вода из поверхностных источников. На Минской ТЭЦ-5 помимо

изъятия воды из реки Свислочь осуществляется забор воды на производственные нужды из собственных артскважин.

На Новополоцкой ТЭЦ забор воды на технологические нужды осуществляется из р. Западная Двина. Для очистки воды на Новополоцкой ТЭЦ используются механические и химические методы водоподготовки. При этом сначала из воды удаляются мелкодисперсные примеси посредством известкования с коагуляцией, затем происходит фильтрация и обессоливание. Речная вода проходит следующую цепочку сооружений водоподготовки: осветлитель, бак коагулированной воды, насос коагулированной воды, механический двухкамерный фильтр, Н-катионитовый фильтр предвключенный, Н-катионитовый фильтр 1 ступени, декарбонизатор, бак частично-обессоленной воды, насос частично-обессоленной воды, катионитовый фильтр 2 ступени, анионитовый фильтр 2 ступени. Водоподготовка для подпитки тепловой сети происходит по следующей схеме: коагуляция с известкованием и флокуляцией в осветлителе, осветление на механических фильтрах теплосети, подкисление серной кислотой, фильтрация через буферные не регенерируемые фильтры, декарбонизация.

Сточные воды от установок водоподготовки в виде нейтрализованных регенерационных растворов отводятся на шламовые пруды-накопители. Отведение осветленной воды после отстаивания на шламовых прудах промливневых сточных вод после локальных очистных сооружений осуществляется в ручей Дручанку. Далее через ливневой пруд ОАО «Нафтан» сточные воды попадают в водоотводящий канал нормативно чистых вод Новополоцкой ТЭЦ, по которому, смешиваясь с нормативно чистыми водами, поступают в р. Западная Двина.

На Минской ТЭЦ-5 эксплуатируется достаточно сложная система водоподготовки. Забор поверхностных вод осуществляется из р. Свислочь, добыча подземных вод осуществляется на водозаборе «Бор». В качестве исходной воды для водоподготовительной установки подпитки паровых котлов и системы оборотного охлаждения используется вода из р. Свислочь, для подпитки теплосети – артезианская вода.

В настоящее время на предприятии заканчивается реконструкция водоподготовки с переводом на воду из р. Свислочь для подпитки химобессоленной водой котлов энергоблока № 1 и № 2». Технология водоподготовки для подпитки паровых котлов на предприятии – трехступенчатое обессоливание известковано-коагулированной воды с промежуточной обработкой на органопоглотителе и обеззараживании ультрафиолетом; технология водоподготовки для подпитки теплосети – умягчение воды на карбоксильном катионите с последующей декарбонизацией; технология водоподготовки обработки воды для системы оборотного охлаждения – известкование части циркуляционной воды с последующим подкислением.

Биоцидная обработка охлаждающей воды на предприятии Минская ТЭЦ-5 предназначена для предотвращения развития биологических обрастаний в системе оборотного охлаждения и обеспечения санитарно-гигиенической надежности использования воды р. Свислочь. Биоцидная установка предусматривает постоянную обработку подпиточной воды и периодическую обработку циркуляционной воды.

Блочная обессоливающая установка питательной воды (БОУ) работает по схеме: Н-катионирование на фильтрах, загруженных сильнокислотным катионитом, анионирование на фильтрах, загруженных высокоосновным анионитом.

Автономная обессоливающая установка станционного конденсата (АОУ) на предприятии работает по схеме: Н-катионирование на фильтрах, загруженных сильнокислотным катионитом, анионирование на фильтрах, загруженных высокоосновным анионитом.

Шламовые воды осветлителей водоподготовительных установок отводятся на соответствующий шламоотвал, осветленные воды со шламоотвала используются в системе повторного водоснабжения. Шламовые воды баков-нейтрализаторов водоподготовительных установок отводятся на отдельную нефильтруемую секцию шламоотвала. Минерализованные сточные воды водоподготовки, разбавленные водой продувки оборотной системы охлаждения основного и вспомогательного оборудования, по системе каналов сбрасываются в р. Свислочь.

Забор воды для технологических нужд Лукомльской ГРЭС осуществляется из водохранилища Лукомское. Схема полного химического обессоливания предусматривает три ступени очистки воды, т.е. вода проходит последовательную обработку на Н-катионитовых и анионитовых фильтрах I ступени, декарбонизаторе, Н-катионитовых и анионитовых фильтрах II ступени и фильтрах смешанного действия. Технология приготовления умягченной воды: известкование с коагуляцией в осветлителе, осветление известково-коагулированной воды в механических фильтрах и одноступенчатое натрий-катионирование.

БОУ предназначены для очистки конденсата турбин, а также конденсата, возвращаемого из системы собственных нужд, и добавочной воды от продуктов коррозии и солей с целью обеспечения норм качества питательной воды.

АОУ предназначена для очистки растопочного и другого загрязненного конденсата, отмывочных вод фильтров смешанного действия БОУ и конденсата подогревателей основногомазутного хозяйства методом химического обессоливания.

Отработанные регенерационные растворы обессоливающих установок перед сбросом на шламоотвал направляются в баки-нейтрализаторы, где происходит их смешивание и частичная нейтрализация. Далее нейтрализованные сточные воды попадают на карты шламоотвала для отстаивания и осветления, после которых по водоотводящему каналу сбрасывается в р. Лукомка.

Сравнивая приведенные выше технологические решения с решениями, изложенными в [3,4] можно сделать следующие выводы. Технология водоподготовки на объектах теплоэнергетики Республики Беларусь в целом соответствует НДТМ, однако последующее обращение со сточными водами водоподготовки соответствует НДТМ только в части их нейтрализации после регенерации ионообменных фильтров. В [3,4] ключевым методом по снижению влияния объектов энергетики на водные объекты является увеличение объемов оборотного и повторно-последовательного водоснабжения за счёт возврата в производство отработанных сточных вод. На анализируемых объектах только шламовые воды осветлителей Минской ТЭЦ-5 используются в системе повторного водоснабжения, в остальных случаях сточные воды после отстаивания на шламоотвалах сбрасываются в водный объект. Существует необходимость подготовки национального справочного руководства (пособия) по НДТМ в области водоподготовки на объектах теплоэнергетики с учетом норм законодательства в области охраны окружающей среды Республики Беларусь и современных тенденций развития отечественной теплоэнергетики.

#### Список литературы

1. Указ Президента Республики Беларусь от 17 ноября 2011 г. №528 «О комплексных природоохранных разрешениях».
2. Указ Президента Республики Беларусь от 9 марта 2016 г. № 91 «О внесении изменений и дополнений в Указ Президента Республики Беларусь».
3. Integrated Pollution Prevention and Control. Reference Document on Best Available Techniques for Large Combustion Plants, July 2006 – 618 p.
4. Справочник по наилучшим доступным техническим методам для повышения эффективности и минимизации негативного воздействия на окружающую среду в тепло электроэнергетике, г.Москва, 2008 – 123 с.

Waste water from water treatment facilities is a major source of water pollution in large combustion plants. The purpose of this article is to present engineering solutions that are used for water treatment in the Republic of Belarus and to compare them with BAT.

*Адиканко И. И.*, РУП Центральный научно-технический институт комплексного использования водных ресурсов, Минск, Беларусь, e-mail: [adikanko.ivan@gmail.com](mailto:adikanko.ivan@gmail.com).

*Дубенок С. А.*, РУП Центральный научно-технический институт комплексного использования водных ресурсов, Минск, Беларусь, e-mail: [dsnega@list.ru](mailto:dsnega@list.ru).

УДК 556.532

**Н. А. Асмаловский**

### **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ РЕКИ ВИЛИЯ**

Республика Беларусь расположена на водоразделе бассейнов Черного и Балтийского морей. Вследствие этого множество малых, средних и особенно крупных рек, исток которых расположен на территории Республики Беларусь, протекают и по территории соседних стран. Зачастую встает вопрос о изменении качественных и количественных показателей поверхностных вод при трансграничном переносе.

С вводом в эксплуатацию Белорусской АЭС (БАЭС) вследствие существенного забора воды и сброса сточных вод изменится уровень, скоростной и температурный режим реки Вилии, в том числе в ее пограничном створе. На водный режим реки будет продолжать оказывать влияние и переброска речного стока Вилии в р. Свислочь по Вилейско-Минской водной системе (ВМВС). Однако объем перебрасываемой воды уменьшится в связи с планируемым переводом водоснабжения Минска только на подземные источники. Все эти факторы повлияют как на размер трансграничного воздействия, так и на инфраструктуру и

информированность подразделений пограничных отрядов для эффективной охраны Государственной границы Республики Беларусь с Литвой.

На изменение гидрологического режима рек также оказывает влияние и природные факторы, а именно изменение климата. В последнее время существенно возросла среднегодовая температура воздуха, сократилось количество атмосферных осадков и особенно уменьшилась скорость ветра, что непременно сказалось на условиях формирования водного режима рек Беларуси [1].

Река Вилия является правым притоком первого порядка реки Неман, на которую оказывается огромное антропогенное воздействие в ходе хозяйственного использования водных ресурсов. Изъятие водных ресурсов из реки Вилия является одной из многочисленных проблем речного бассейна Немана [2].

Важным антропогенным преобразованием реки Вилии стало строительство в 1976 году Вилейского водохранилища и Вилейско-Минской водной системы. Данная реорганизация функционирования речной системы изменила естественный водный режим реки. ВМВС – комплекс сложных гидротехнических сооружений, включающий Вилейское водохранилище, канал для переброски воды, ряд искусственных водоемов на Свислочи и отрегулированное русло реки до устья ее левого притока – р. Волмы включительно [3].

Сток р. Вилии претерпел значительные изменения с 1976 года после строительства Вилейского водохранилища и начала функционирования Вилейско-Минской водной системы [4]. Разнородность стока за весь период наблюдений реки Вилия по двум гидрологическим постам, разделенная на 2 части (до создания водохранилища и после), представлена в таблице 1. Данная таблица свидетельствует о значительном расхождении расчётных гидрологических характеристик, определённых за период до строительства Вилейского водохранилища и после. При этом влияние водохранилища на сток в створе н.п. Михалишки оказывается намного меньше, вследствие значительной боковой приточности между створами Вилейка и Михалишки [5].

Таблица 1 – Сравнительная характеристика расчётных величин стока реки Вилия за различные временные периоды [5]

Показатель	1949-1975 гг., млн м <sup>3</sup>	1977-2007 гг., млн м <sup>3</sup>	Величина расхождения, млн м <sup>3</sup>	Уменьшение речного стока, в %
р. Вилия – Вилейка				
Среднегодовой объем стока	883,0	655,9	227,1	26
Максимальный объем стока	1277,2	1088,0	189,2	15
Минимальный объем стока	567,7	444,6	123,0	22
р. Вилия – Михалишки				
	1945-1975 гг.	1976-2007 гг.		
Среднегодовой объем стока	2163	1895	268	12
Максимальный объем стока	3154	2655	499	16
Минимальный объем стока	1492	1321	171	11

В скором будущем, в 2018 году, планируется запустить первый энергоблок Белорусской атомной электростанции. Основным видом воздействия АЭС на поверхностные воды после ввода в эксплуатацию является изменение гидрологического режима. На основании выполненной оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) были выявлены прогнозируемые изменения отдельных компонентов гидрологического режима реки Вилия после планируемого ввода в эксплуатацию БАЭС.

Прогноз воздействия БАЭС на характеристики стока основан на максимальном объеме безвозвратного водопотребления станции, который для двух энергоблоков составит 120,96 тыс.м<sup>3</sup>/сут (1,4 м<sup>3</sup>/с) [5]. Прогнозируется, что при размещении двух энергоблоков при расходах воды в реке, близких к среднемноголетним, безвозвратное водопотребление будет не более, чем 2,2 % от расхода воды в реке [5]. Максимальное понижение уровней на участке реки Вилия ниже размещения водозабора и отвода технических сточных вод может составить при двух энергоблоках и среднемноголетних расходах воды до 3 см (до 1 см в трансграничном створе), при минимальных расходах – до 7 см (до 5 см в трансграничном створе). Ожидается уменьшение средних скоростей течения (максимальное – на 0,04 м/с) на участке реки ниже размещения водозабора и незначительное изменение в трансграничном створе. На участке до 1,5 км вверх по течению реки планируется, что увеличение средних скоростей течения составит 0,02 м/с [5].

Анализ полученных результатов по всем расчётным годам свидетельствует о том, что изъятие стока из речного русла в настоящее время не превышает 124 млн.м<sup>3</sup> в год, что составляет менее 10 % от годового стока 97 % обеспеченности выше н.п. Михалишки, следовательно, заметного влияния на изменения стокового режима реки оказать не может [5]. Планируемый на перспективу рост безвозвратных изъятий не превысит 10 %

стока 95% обеспеченности, что тоже находится в пределах погрешности определения гидрологических величин [5].

Проведен расчёт дополнительного бокового притока на участке реки от н.п. Михалишки до границы с Литвой. Данные свидетельствуют о том, что увеличение расхода за счёт стока, сформировавшегося на участке, составляет в средний по водности год 5,4 м<sup>3</sup>/с, в год 95 % обеспеченности по стоку 3,9 %, а в год 97 % обеспеченности 3,6 м<sup>3</sup>/с. При этом минимальный суточный сток увеличивается на 1,3 м<sup>3</sup>/с зимой и на 2 м<sup>3</sup>/с летом [5].

Изменения гидрологического режима реки Виляя в совокупности с изменением попусков воды из Вилейского водохранилища вследствие планируемого перевода водоснабжения Минска только на подземные источники потребуют уточнения режима работы Вилейского водохранилища, как регулятора водного режима реки, а также корректировки режима охраны Государственной границы на трансграничном участке реки Виляя.

Зарегулированность стока реки Виляя имеет и положительное значение для Литовской стороны. За счет сезонного регулирования Вилейского водохранилища значения минимального речного стока в реке увеличились.

Литва и Беларусь, как два государства по которым протекает река Виляя, не ощущают острой нехватки водных ресурсов. Имеющиеся ресурсы природных вод вполне достаточны для удовлетворения как современных, так и перспективных потребностей в воде.

Антропогенное вмешательство в гидрологический режим реки оказалось ощутимым не только на территории Республики Беларусь, но и в Литве, последствия которого оказывают как отрицательное, так и положительное влияние.

#### *Список литературы*

1. Логинов В.Ф. Водный баланс речных водосборов Беларуси / В.Ф.Логинов, А.А.Волчек; НАН Беларуси, Ин-т проблем исполз. природ. ресурсов и экол., Полесский аграрно-экол. ин-т. - Минск: Тонпик, 2006. – 160 с.
2. Калинин, М.Ю. Вклад Беларуси в международное сотрудничество по вопросам улучшения состояния водных ресурсов / Духовный, В.А. // Проблемы экологии и использования водно-земельных ресурсов в регионе ВЕКЦА. – Ташкент. 2010 –Сборник научных трудов. С. 85-101.
3. Вилейско-Минская водная система / В.Н.Плужников [и др.]; изд-во «Университетское»; под общ.ред. В.Н.Плужникова– Минск, 1987. – 68 с.
4. Разработка водохозяйственных балансов крупнейших водохранилищ Беларуси (Вилейское, Заславское): отчет о НИР / ЦНИИКИВР; рук. Рутковский П.П. – № ГР 20101624. Минск, 2010. – 82 с.
5. Рыков А.Н., Бобров В.В., Стрелков А.И. Обоснование инвестирования в строительство атомной электростанции в Республики Беларусь. Книга 11. Оценка воздействия на окружающую среду. Часть 8.3. Оценка воздействия АЭС на окружающую среду. Пояснительная записка (Редакция 06.07.2010 г.)– 2010.– С. 380-403 URL: [http://www.vpvb.gov.lv/data/files/1\\_\\_8\\_3.pdf](http://www.vpvb.gov.lv/data/files/1__8_3.pdf) (дата обращения: 28.02.2016).

The article are included patterns of change in hydrological and water management indicators in the river basin Vilijaas a result of human activity on the territory of the Republic of Belarus.

*Асмаловский Н. А.*, Республиканское унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования вод», Минск, Беларусь, e-mail: [nicckk@tut.by](mailto:nicckk@tut.by).

УДК 628.336

**П. Д. Воробьев, Д. В. Чердниченко, А. Д. Воробьев**

### **ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ДИСКОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ВОДОБОРОТНЫХ ОХЛАЖДАЮЩИХ СИСТЕМ И СОКРАЩЕНИЯ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Оборотная охлаждающая вода, как правило, представляет собой техническую речную или артезианскую воду, упаренную в той или иной степени. Химический состав варьируется в зависимости от источника водоснабжения и коэффициента упаривания. Кроме растворенных солей, оборотная вода всегда содержит нерастворенные примеси (взвешенные вещества). Природа взвешенных частиц может быть различная: песок и речной ил, пылевые частицы, попадающие в градирню, соли жесткости, отмывающиеся с поверхности оборудования или образующиеся в результате концентрирования, частицы оксида железа и т.д.

Взвешенные частицы при концентрациях более 20-30 мг/л могут осаждаться в областях с низкими скоростями потока и серьезно снижать эффективность работы теплообменного оборудования. С одной стороны полимерные дисперсанты, не в состоянии эффективно диспергировать их, с другой – избыток взвешенных частиц приводит к повышенному расходу реагентов. Кроме того, отложения взвешенных частиц могут приводить к опасной и трудноконтролируемой подповерхностной коррозии. Важнейшим негативным фактором влияния взвешенных частиц на работу оборотных систем является ограничение по значению коэффициента упаривания. Так, если концентрация взвешенных частиц в питательной воде составляет 10-15 мг/л, то, как правило, безопасно увеличить коэффициент упаривания можно лишь до 2,0-2,3. По этим причинам проблема удаления взвешенных частиц из оборотной воды актуальна.

Известны три метода выведения взвешенных веществ из воды: повышенный расход продувки, фильтрация подпиточной воды и фильтрация части потока (обычно 5-10%) циркуляционной воды. В данной работе будут рассмотрены методы фильтрации. Фильтрация подпиточной воды и байпасная фильтрация оборотной охлаждающей воды достаточно давно известна и успешно применяется на многих предприятиях в мире.

Для реализации методов фильтрации на практике чаще всего применяются песчаные фильтры, которые обеспечивают высокую надежность фильтрации, а также удаляют частицы различной крупности. Основными недостатками песчаных фильтров является большой расход воды на собственные нужды (до 20% от производительности), а также большие размеры. Повышенный расход воды на собственные нужды не позволяет повысить коэффициент упаривания, так как промывочная вода, по сути, является продувкой из цикла.

Нашли распространение и сетчатые фильтры. Их применение ограничено тем, что в оборотной воде может содержаться большое количество органических веществ, которые продавливаются сквозь сетку, застревают в ней и не удаляются при промывке, что приводит к снижению производительности фильтра и эффективности фильтрации.

Технология дисковой фильтрации в настоящее время представляется оптимальной для применения в водооборотных охлаждающих системах. Принцип фильтрации через слой плотно сжатых дисков с нарезанными канавками определенной тонкости (от 5 до 400 микрон) совмещает преимущества сетчатой и объемной фильтрации. При обратной промывке слой дисков автоматически разжимается и загрязнения как минеральной, так и органической природы быстро и эффективно удаляются с поверхности. Расход воды на собственные нужды стандартного дискового фильтра составляет от 0,1 до 2,0 %, что является минимальным показателем для известного фильтрующего оборудования. Простота обслуживания, компактность, принцип модульности позволяют эксплуатировать системы автоматической дисковой фильтрации в различных условиях. В качестве примера успешного применения системы автоматической дисковой фильтрации рассмотрим модульную установку для фильтрации всего потока подпиточной воды и 10% потока оборотной воды, установленную на водооборотной системе одного из нефтеперерабатывающих предприятий Беларуси.

Модульная установка представляет собой отопляемый контейнер с полностью смонтированными внутри него системами дисковой автоматической фильтрации подпиточной и оборотной воды, приборами КИПиА, освещением. Для запуска систем в эксплуатацию к контейнеру подключено электропитание и подведены трубопроводы исходной и очищенной воды, а также дренаж. Выбранная в результате опытно-промышленных испытаний крупность фильтрации для подпиточной воды составила 100 мкм, для оборотной воды – 50 мкм. Для обратной промывки использована система подачи сжатого воздуха с целью повышения эффективности удаления органических веществ, ила и других трудносмываемых примесей.

Целью установки системы фильтрации являлась, в первую очередь, защита технологического оборудования от отложений взвешенных частиц, а во-вторых – повышение коэффициента упаривания с 3,0 до 5,0, что было бы невозможно без фильтрации из-за увеличения концентрации взвешенных частиц до 50 мг/л в оборотной воде.

Проведено моделирование работы системы оборотного охлаждения при различных коэффициентах упаривания. Основным ограничивающим фактором повышения коэффициента упаривания является содержание взвешенных веществ. Стабилизационная реагентная программа обработки позволяла предотвращать отложения солей жесткости до значения индекса Ланжелье 3,5, однако не была в состоянии диспергировать большое количество взвешенных частиц (50 мг/л). Вместе с тем, как показано в таблице 1, повышение коэффициента упаривания  $K_u$  в системе позволило бы сократить сброс воды из системы практически в 2 раза, а подпитку на 20%. В годовом выражении сокращение расхода воды составляло бы 165 000 м<sup>3</sup>, что эквивалентно сумме годовой экономии около 160 000 евро.

Таблица – Сравнение различных режимов работы оборотной системы

$K_y=3,0$ Подпитка = 113,7 м <sup>3</sup> /ч Продувка = 37,8 м <sup>3</sup> /ч	$K_y = 5,0$ Подпитка = 94,8 м <sup>3</sup> /ч Продувка = 18,9 м <sup>3</sup> /ч
--	---

Применение системы дисковой фильтрации производства AZUD (Испания) в полной мере решило поставленную задачу. Концентрация взвешенных частиц в подпиточной воде (крупность фильтрации 100 мкм) снижена с 10 до 1-2 мг/л, промывки происходят в автоматическом режиме не чаще 1 раза в 4-6 часов. В период паводка частота промывок возросла до 1 раза в 1-2 часа, что соответствует штатному режиму работы систем.

Фильтрация оборотной воды (7 % от рециркуляции, крупность фильтрации 50 мкм) происходила в режиме постепенного снижения взвешенных частиц и сокращения частоты промывок фильтра. Так, если в первые недели работы системы автоматические промывки происходили каждые 20-30 минут, то начиная с третьей недели частота начала сокращаться и вышла на стабильное значение 1 раз в 6 часов к концу второго месяца работы. После выхода на стабильный режим постепенно проводилась работа по увеличению коэффициента упаривания в системе до целевого значения 5,0.

Таким образом, применение модульных систем дисковой автоматической фильтрации AZUD позволяет уменьшить скорость образования отложений взвешенных частиц в теплообменном оборудовании, а также снизить риск возникновения подповерхностной коррозии. Благодаря снижению концентрации взвешенных частиц в оборотной воде становится возможным повышение коэффициента упаривания в системах до значений 5,0-6,0 (ограничение лишь по эффективности ингибитора против отложений солей жесткости), что существенно улучшает экономические показатели работы оборотной системы. Использование системы сжатого воздуха при промывке позволило, наряду с неорганическими минеральными частицами, эффективно удалять загрязнения органического характера, что повысило стабильность работы системы фильтрации. Модульность конструкции и возможность установки систем в независимых отапливаемых контейнерах обеспечивает простоту установки и эксплуатации оборудования. Данные факторы позволяют рекомендовать описанные в статье системы фильтрации AZUD в качестве способа повышения эффективности работы водооборотных систем и снижения себестоимости основной продукции предприятий.

Results of the industrial tests of automatic disc filtration system are presented; the use of the system allowed to remove significant part of total suspended solids from cooling water and increase the cycles of concentration and hence decrease makeup water consumption and discharge from cooling system.

*Воробьев П. Д.*, Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: [pdvc@tut.by](mailto:pdvc@tut.by).

*Чередниченко Д. В.*, Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: [cherednichenko\\_dv@tut.by](mailto:cherednichenko_dv@tut.by).

*Воробьев А. Д.*, Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь, e-mail: [avorobiov@belstu.by](mailto:avorobiov@belstu.by).

УДК 543.31

**Е. В. Гельмер, И. М. Колесник**

### **ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РОДНИКОВОЙ ВОДЫ В г. ГРОДНО**

Ресурсный потенциал пресных подземных вод Беларуси почти в два раза превышает потребности. Эксплуатационными запасами подземных вод обеспечены 153 населенных пункта, включая 6 областных центров и 115 районных; лишь в двух крупных городах, в Минске и Гомеле, частично (до 30-40%) используются поверхностные источники. Не обеспечены подземными источниками 3 райцентра – Докшицы, Дубровно и Ивье, а также 32 городских поселка [1]. Проблема заключается в том, что качество подземных вод во многих районах, крупных городах и населенных пунктах не соответствует гигиеническим стандартам из-за загрязнения, обусловленного использованием устаревших промышленных технологий и загрязнением грунтовых вод в сельской местности нитратами. Для решения проблемы необходимо осуществить переоценку запасов подземных вод с учетом их соответствия стандартам качества, а также разработать и реализовать комплекс мероприятий по восстановлению природного качества питьевых вод [2]. В соответствии с Национальной стратегией устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 года стратегическими целями экологической политики являются создание благоприятной окружающей

среды, улучшение условий проживания и здоровья населения, обеспечение экологической безопасности [3]. Поэтому актуальной проблемой для страны является сохранение качества подземных вод.

В течение 2015-2016 гг. нами ежеквартально осуществлялся отбор проб воды из двух родников, находящихся в черте г. Гродно, с целью оценки ее качества по органолептическим и химическим показателям. Один раз в месяц отбирались пробы для определения микробиологических характеристик.

Родники выходят на поверхность в сольной части лесопарка Румлево, в 300-500 метрах от впадения ручья Солянка в реку Неман, на территории Неманской низины (координаты 53°39'11.2\_N 23°52'03.4\_E). По направлению движения подземных вод к их выходу на поверхность земли родники являются нисходящими. Высота источников по отношению к реке – 5 м. Водоносные горизонты представлены песчаным пластом (0,5 м), водоупорные горизонты – глиной.

Родник 1 находится в пределах первой приеманской террасы на участке естественной дубово-грабовой реликтовой рощи. Сверху проходит дорога на д. Солы и пахотное поле. Крутой спуск к источнику выложен разрозненными камнями, пред впадением в ручей родниковая вода проходит через железную трубу диаметром 60 см. Дебит источника составляет около 830 л/ч.

Родник 2 расположен в двухстах метрах от земляной насыпи, выполняющей роль моста, в центре д. Солы. Родниковое место включает в себя пруд с одной стороны моста (предположительно, образован родниками), не оформленный родник с другой стороны моста, из которого вытекает ручей Солянка, и оформленный родник на правом берегу ручья в пределах родникового места. К роднику ведут ступеньки, он оформлен бетонным кольцом, накрыт металлической крышей, что предотвращает попадание загрязнений различного происхождения. Дебит источника составляет около 880 л/ч.

Территория около родников загрязнена бытовым мусором (битый кирпич, полиэтиленовые пакеты, автомобильные шины, жестяные банки).

Анализ качества воды проводился по органолептическим, химическим, микробиологическим показателям стандартными методами. Определение запаха проводили при комнатной температуре и при нагревании до 60°C; цвет определяли на белом фоне при толщине слоя 10 см; вкус и привкус устанавливали при комнатной температуре; мутность характеризовали по опалесценции воды на черном фоне при толщине слоя 10 см; прозрачность оценивали визуально по высоте столба жидкости, при котором метка стандартного шрифта еще видна. Общую жёсткость измеряли путём титрования проб воды раствором двуназриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты; общую минерализацию – по массе сухого остатка проб воды после упаривания и высушивания при температуре 105°C. pH устанавливали потенциометрическим методом; активность нитратных ионов – колориметрическим методом с салициловым натрием; Fe<sup>3+</sup> определяли фотометрически с сульфосалициловой кислотой [4]. Общее микробное число определяли методом глубинного посева 1см<sup>3</sup> воды в 3-кратной повторности на МПА. Концентрацию общих колиформных бактерий оценивали фильтрованием нескольких объемов воды через мембранные фильтры с диаметром пор 0,45 мкм с дальнейшим культивированием на среде Эндо [5].

Анализ полученных в ходе работы результатов показал, что вода исследованных источников достаточно благополучна по органолептическим показателям. По цветности в обеих точках вода – светло-желтоватая, прозрачность колебалась незначительно и превышала 25 см. Запах сразу не ощущался, но обнаруживался при тщательном исследовании (1 балл); вкус и привкус также не превышали 1 балла. При оценке мутности отмечалась лишь слабая опалесценция. В целом органолептические показатели воды в данных источниках не обнаруживали существенных различий.

Результаты санитарно-гигиенической оценки источников по химическим показателям приведены в таблице. По водородному показателю исследованная вода обоих источников может характеризоваться как слабощелочная. По степени минерализации образцы были ультрапресными, скорее всего это связано с глубиной формирования водоносных слоев. Значения жесткости воды существенно не различались, и гигиенический норматив не превышался.

Таблица – Варьирование химических и микробиологических показателей родниковой воды

Показатели	Родник 1	Родник 2
Общая жесткость, мг-экв/дм <sup>3</sup>	6,0 (жесткая)	5,4 (жесткая)
Общая минерализация (сухой остаток), мг/дм <sup>3</sup>	0,1(ультрапресная)	0,1(ультрапресная)
pH ( <i>min-max</i> )	7,2 – 7,9	6,9 – 7,7
Fe <sup>3+</sup> , мг/ дм <sup>3</sup> ( <i>min-max</i> )	0,3 – 1,9	0,3 – 1,7
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/ дм <sup>3</sup> ( <i>min-max</i> )	30,1 – 51,5	28,3 – 48,1
ОМЧ, КОЕ/см <sup>3</sup> ( <i>min-max</i> )	9 – 140	3 – 13
Титр общих колиформных бактерий, см <sup>3</sup> ( <i>min-max</i> )	0,1 – 0,63	0,5– 100

Во всех отобранных пробах отмечена высокая концентрация ионов железа (III). Известно, что при содержании железа более 1 мг/дм<sup>3</sup> вода становится мутной, окрашивается в желтый цвет, у нее может ощущаться характерный металлический привкус. Все это делает такую воду практически неприемлемой как для технического, так и для питьевого применения [6]. По содержанию нитрат-ионов превышение предельно допустимой концентрации в исследуемых образцах воды из обоих источников было выявлено весной 2016 г.

Микробиологический анализ показал, что наибольшее содержание клеток бактерий отмечалось в воде Родника 1, при этом в летне-осенний период 2015 г. значения постоянно превышали гигиенический норматив (таблица). Обнаружение общих колиформных бактерий в высоких концентрациях свидетельствует о возможном фекальном загрязнении воды.

Результаты исследования позволяют заключить, что вода исследуемых родников при использовании ее в качестве питьевой может оказывать неблагоприятное влияние на здоровье населения в связи с повышенным содержанием ионов Fe<sup>3+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> и клеток бактерий. Вода родника 1 характеризуется более низким качеством по химическим и микробиологическим показателям.

#### Список литературы

1. Водные ресурсы и устойчивое развитие экономики Беларуси: материалы науч.-практ. конф. / ред М.М. Черепановский, А. М. Гречко. – Минск: ЦНИИКИВР, 1996. – 145 с.
2. Состояние природной среды Беларуси: экол. бюл. 2013 г. / под ред. В.Ф. Логинова. – Минск, 2014. – 364 с.
3. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 г. / Национальная комиссия по устойчивому развитию Респ. Беларусь; Редколлегия: Я.М. Александрович и др. – Мн.: Юнипак. – 200 с.
4. Федорова, А.И. Практикум по экологии и охране окружающей среды: учебное пособие / А.И. Федорова, А.Н. Никольская; под ред. Ю.Г. Королева. – Москва: ВЛАДОС, 2003. – 364 с.
5. Санитарно-микробиологический анализ питьевой воды. Методические указания МУК РБ № 11-10-1-2002. – Минск, 2002 г. – 43с.
6. Гончарук, Е.И. Коммунальная гигиена / Е.И. Гончарук [и др.] – К.: Здоровье, 2006. – 792 с.

The quality of spring water in Grodno in 2015-2016 on organoleptik, to chemical and microbiological parameters was investigated. Exceeding the high content of ions of iron (III) and nitrate-irons, cells of microorganism is established and faecal pollution of both spring waters is discovered.

*Гельмер Е. В.*, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь.

*Колесник И. М.*, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: [i.kolesnik@grsu.by](mailto:i.kolesnik@grsu.by).

УДК: 631:574.6

**Г. З. Гуцева**

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УТИЛИЗАЦИИ ОБЕЗВОЖЕННЫХ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Человек всегда использовал окружающую среду в основном как источник ресурсов, однако в течение очень длительного времени его деятельность не оказывала заметного влияния на биосферу. Стремясь к улучшению условий своей жизни, постоянно наращиваются темпы материального производства, не задумываясь о последствиях. При таком подходе большая часть взятых от природы ресурсов возвращается ей в виде отходов, часто ядовитых или непригодных для утилизации. Это создает угрозу существования биосферы, и самого человека.

В Беларуси в окрестностях крупных населенных пунктов функционируют очистные сооружения. При очистке сточных вод на очистных сооружениях количество осадков составляет от 2 до 10 % от расхода поступающих вод. Ежегодно в нашей Республике при очистке образуется около 180-197 тыс. тонн осадков. Используется в народном хозяйстве 4–5 % от общего объема. В основном осадки сточных вод (ОСВ) складываются и хранятся на специальных иловых площадках очистных сооружений. Из хозяйственного оборота изымается для складирования, сушки или захоронения ОСВ значительные площади земли. В частности, на очистных сооружениях КПУП «Гомельводоканал» ежегодно образуется около 18,5 тыс.т. ОСВ, в том числе избыточного активного ила. Осадки складываются на иловых площадках, под которые отчуждено более 18,0 га земель Гомельского района, что повышает риск загрязнения токсичными веществами бассейна реки Сож.

Актуальность поиска путей утилизации ОСВ обусловлена увеличением их объема в связи с ростом численности городского населения и увеличением количества сточных вод.

Содержание элементов в ОСВ колеблется в широких пределах и определяется в основном составом и соотношением коммунально-бытовых и промышленных стоков, поступающих на очистные сооружения и вида и степени обработки ОСВ. Наряду с полезными веществами, углеводами, соединениями органического происхождения и элементами питания растений, ОСВ могут содержать в токсичных количествах такие вещества, как «тяжелые металлы», органические соединения, а также яйца гельминтов и патогенную микрофлору. Значительная часть тяжелых металлов сорбируется почвенным поглощающим комплексом, связывается с органическим веществом, перераспределяется по профилю и таким образом включается в почвообразовательные процессы. Из почвы тяжелые металлы легко включаются в экологические цепочки: «почва» → «растения» → «животные» → «человек». По этой причине, невозможно использовать не переработанные осадки сточных вод в качестве удобрения для сельскохозяйственного производства.

Выбор путей утилизации ОСВ может основываться на накопленном зарубежном опыте. В странах ЕС действует Директива 86/278/ЕЕС от 12.06.1986 по охране окружающей среды, и особенно почвы, в связи с использованием осадков в сельском хозяйстве, где на владельцев очистных сооружений законодательно накладывается обязательство интегрированного решения этой проблемы [1]. В ряде европейских стран осадки широко применяют для рекультивации земель, нарушенных при добыче полезных ископаемых, вырабатывают земледельческий гранулат, используя технологию мокрого термического окисления ОСВ, с последующим широким применением в сельскохозяйственном производстве [2].

Российские ученые, исследовавшие данный вопрос, придерживаются мнения о следующих направлениях возможности использования ОСВ: использование в качестве удобрения в земледелии после компостирования или применения вермикультуры; применение при рекультивации нарушенных земель.

В Республике Беларусь до 1970 года были выполнены незначительные исследования по направлениям утилизации ОСВ, которые касались в основном влияния ОСВ на урожайность и носили информационный характер. В период 1972-76 гг. учеными БелНИИ почвоведения и агрохимии, БСХА и другими научными учреждениями республики, в рамках республиканской программы, проводились исследования по разработке приемов эффективного использования осадков городских сточных вод в сельском хозяйстве в качестве удобрения с учетом охраны окружающей среды [3]. В результате были разработаны рекомендации: «Технология применения осадка городских сточных вод и компостов из твердых бытовых отходов в качестве удобрений в БССР»; «Снижение негативного влияния тяжелых металлов на растения при утилизации осадков городских сточных вод» [4, 5]. Данные документы являлись первыми в республике разработками, регламентировавшими возможность использования ОСВ в качестве удобрений.

В настоящее время, интерес к проблеме использования ОСВ постоянно растет, в связи с усилением внимания со стороны государства к вопросам охраны окружающей среды и постоянным возрастанием объемов очищаемых сточных вод. Кроме того, в Республике Беларусь не разработана нормативно-правовая база для регулирования механизма обращения с ОСВ. Поэтому, проблема утилизации осадка сточных вод требует своего решения, что предполагает необходимость ее дальнейшего изучения.

Таким образом, хозяйственная деятельность человека, приобретая все более глобальный характер, начинает оказывать весьма ощутимое влияние на процессы, происходящие в биосфере.

#### *Список литературы*

1. Bien J., Kempa E., *Gospodarka osadami z oczyszczalni ścieków* // PAN Komitet Inżynierii Środowiska. Monografie nr 10: Lublin, 2002.- P. 323-335.
2. Epyan S.M., Sorokina V.E., Oleinik A.J. *Intensification of drainage system from sludge bed of sewage disposal plants* // IWA Specialized Conference: «Sustainable sludge management state of the art, challenges and perspectives Russia», 2006. – P. 213-217.
3. Решецкий Н.П. Вклад профессора А.А. Каликинского в изучение осадков городских сточных вод в качестве нетрадиционного вида органических удобрений // Н.П. Решецкий // Приемы повышения плодородия почв и эффективности удобрений: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию со дня рожд. заслуж. работ. Высшей школы БССР, д.-ра с.-х. н., профессора А.А. Каликинского (БСХА, 24-26 октября), г. Горки. - 2006. - С. 190-193.
4. Снижение негативного влияния тяжелых металлов на растения при утилизации осадков городских сточных вод / Решецкий Н.П. и др. – М.: Предложения, 1986. - 21 с.
5. Технология применения осадка сточных вод и компостов из твердых бытовых отходов в качестве органических удобрений в БССР / Каликинский А.А. и др. – М: Рекомендации, 1986. - 30 с.

Treatment facilities operate in the vicinity of large settlements of Belarus. In wastewater treatment plants on the amount of precipitation ranges from 2 to 10% of the incoming flow of water. Basically sewage sludge stored and kept in special treatment facilities sludge beds. The urgency of finding ways to recycling of sewage sludge is caused by an increase in volume due to the growth of urban population and an increase in the amount of waste water.

The content of elements in sewage sludge varies widely and is mainly determined by the composition and the ratio of household and industrial waste water entering the sewage treatment plant and the type and extent of treatment of sewage sludge. Along with useful substances, carbohydrates, organic compounds and the elements of the power plants, sewage sludge may contain amounts of toxic substances such as "heavy metals", organic compounds, as well as helminth eggs and pathogens. At present, interest in the use of constantly increasing sewage sludge, due to increased national attention to environmental issues and the constant increase in the volume of treated wastewater. The problem of disposing of sewage sludge needs to be addressed and should be based on foreign experience.

Гуцева Г. З., ГНУ «Институтрадиобиологии НАН Беларуси», Гомель, Беларусь, e-mail: [guzewa@mail.ru](mailto:guzewa@mail.ru).

УДК556.182

**С. А. Дубенок, П. Н. Захарко, Ю. В. Голод**

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РАСЧЕТУ ПОТЕРЬ И НЕУЧТЕННЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ В СИСТЕМЕ КОММУНАЛЬНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И УКРАИНЫ**

Одной из приоритетных задач предприятий водопроводно-коммунального хозяйства Республики Беларусь является улучшение обеспечения качественной питьевой водой населения, обеспечение рационального использования водных ресурсов за счет снижения потерь и неучтенных расходов воды из систем коммунального водоснабжения населенных пунктов.

Расчет норматива потерь и неучтенных расходов воды из систем коммунального водоснабжения используется, прежде всего, для обоснования объемов добычи воды и оптимизации водопользования на предприятиях водопроводно-коммунального хозяйства (ВКХ).

Высокий процент потерь и неучтенных расходов воды из систем коммунального водоснабжения приводит к увеличению объема добычи воды из подземных источников, а также к дополнительным расходам на ее подготовку и подачу потребителю. Кроме того, утечки из неплотных соединений и поврежденных труб подземных водопроводных сетей нередко разрушают подземные коммуникации, вызывают провалы мостовых и тротуарных покрытий, размыв кабельных сетей, что нередко приводит к авариям и, в свою очередь, вызывает дополнительные затраты на их устранение.

В Республике Беларусь согласно данным Государственного водного кадастра потери и неучтенные расходы воды на предприятиях ВКХ составили в 2014 г. более 130 млн. м<sup>3</sup> или около 20 % от общего объема добытой воды.

Проведенный анализ утвержденных на предприятиях ВКХ нормативов потерь и неучтенных расходов воды указывает, что нормативы потерь и неучтенных расходов воды могут составлять от 10 % до 39 % от объема воды, поданной в сеть водоснабжения.

Порядок определения и оценки потерь и неучтенных расходов воды для организаций, эксплуатирующих коммунальные системы питьевого водоснабжения населенных пунктов, регламентирован Инструкцией по расчету потерь и неучтенных расходов воды из систем водоснабжения населенных пунктов Республики Беларусь, утвержденной постановлением Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь от 31 августа 2005 г. № 43(далее– Инструкция № 43) [1].

Согласно Инструкции № 43 в расчет норматива потерь и неучтенных расходов воды из систем водоснабжения входят следующие составляющие: потери воды из систем подачи и распределения воды и неучтенные расходы воды.

В состав потерь воды из систем подачи и распределения воды (ПРВ) входят:

- потери через повреждения водоводов и водопроводной сети;
- потери при опорожнении трубопровода для ремонтных работ;
- потери при утечках из водопроводных колонок;
- скрытые утечки из системы ПРВ, емкостных сооружений и сетевой арматуры.

В состав неучтенных расходов воды входят:

- недоучет воды водосчетчиками потребителей из-за их нечувствительности к малым расходам воды и из-за ухудшения метрологических характеристик водосчетчиков в процессе эксплуатации;
- противопожарные расходы воды;
- коммерческие потери воды.

Проведенные РУП «ЦНИИКИВР» расчеты норматива потерь и неучтенных расходов воды для различных предприятий ВКХ указывают, что основной вклад в структуру норматива потерь и неучтенных расходов питьевой воды из системы коммунального питьевого водоснабжения вносят именно неучтенные расходы воды (недоучет воды счетчиками потребителей из-за ограниченной чувствительности, противопожарные расходы, коммерческие потери воды). Нормативный объем неучтенных расходов воды, рассчитанный в соответствии с Инструкцией № 43, может составлять до 70 % от суммарного норматива потерь и неучтенных расходов воды из системы питьевого водоснабжения, что, прежде всего, связано с недоучетом воды счетчиками потребителей из-за их ограниченной чувствительности.

Расчет норматива потерь и неучтенных расходов воды в Украине регламентирован Методикой расчета потерь питьевой воды предприятиями, которые предоставляют услуги по централизованному водоснабжению, утвержденной приказом Министерства регионального развития, строительства и жилищно-коммунального хозяйства Украины от 25 июня 2014 № 180 (далее – Методика № 180) [2].

В соответствии с Методикой № 180 в расчет норматива потерь и неучтенных расходов воды входят следующие составляющие: потери питьевой воды и неучтенные расходы питьевой воды.

В состав потерь питьевой воды входят:

- утечки воды из трубопроводов при авариях;
- утечки воды на водоразборных колонках;
- скрытые утечки воды из трубопроводов;
- утечки воды через неплотности арматуры;
- утечки воды из емкостных сооружений;
- утечки при подъеме и очистке.

В состав неучтенных расходов питьевой воды входят:

- потери воды, не зарегистрированные средствами измерительной техники;
- технологические потери воды на противопожарные цели;
- потери, связанные с несанкционированным отбором воды из сети;
- потери, связанные с несоответствием норм водопотребления с фактическим количеством потребленной воды.

Анализ методик расчета норматива потерь и неучтенных расходов воды из систем водоснабжения в Республике Беларусь и в Украине указывает на схожесть используемых методических подходов. Однако и при расчете норматива потерь, и при расчете норматива неучтенных расходов в украинской методике есть некоторые отличительные особенности.

При расчёте утечек воды из трубопроводов при авариях в соответствии с Методикой № 180 используются две составляющие: потери воды при опорожнении участков трубопроводов для выполнения ремонтных работ по устранению аварий и потери на промывку и дезинфекцию трубопроводов после ликвидации аварий.

В законодательстве Республики Беларусь расходы воды на промывку и дезинфекцию трубопроводов по завершению ремонтных работ после ликвидации аварий не относятся к потерям воды и не учитываются в Инструкции № 43. Учет расходов воды на промывку и дезинфекцию трубопроводов по завершению ремонтных работ после ликвидации аварий осуществляется в виде технологических расходов предприятий ЖКХ при расчете нормативов технологических расходов воды, регламентированных Инструкцией по оценке и расчету норматива технологических расходов воды в системах коммунального водоснабжения населенных пунктов Республики Беларусь, утвержденной постановлением Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь от 29 декабря 2004 г. № 39 (далее – Инструкция № 39) [3].

При расчете норматива потерь питьевой воды из систем водоснабжения в соответствии с Методикой № 180 в Украине проводится отдельный расчет утечек при подъеме и очистке воды. Потери воды на очистных сооружениях водопровода включают: утечки воды через повреждения трубопроводов от скважины до насосной станции II подъема, утечки воды при опорожнении трубопроводов при проведении их ремонтов, утечки через смоченную поверхность емкостных сооружений, утечки через неплотности в запорной арматуре, установленной на выпусках промывных вод и осадков. Данный расчёт позволяет оценить потери питьевой воды непосредственно на этапе ее подготовки предприятием ВКХ.

При расчете неучтенных расходов воды из систем водоснабжения в соответствии с Методикой № 180 дополнительно проводится расчет потерь, связанных с несоответствием норм водопотребления с фактическим количеством потребленной воды, в то время как Инструкцией № 43 расчет данной статьи потерь не регламентирован.

Действующая в Республике Беларусь Инструкция № 43 морально устарела и не отвечает требованиям действующего законодательства в области рационального использования и охраны водных ресурсов, а также в области проектирования систем водоснабжения и водоотведения. Инструкция № 43 имеет значительное

количество ссылок на отмененные нормативные правовые и технические нормативные правовые акты, что вызывает затруднения при проведении расчетов потерь и неучтенных расходов воды из систем коммунального водоснабжения для предприятий ВКХ.

Для совершенствования действующей системы нормирования водопользования на предприятиях ВКХ в Республике Беларусь необходим пересмотр методических подходов к расчёту и оценке потерь и неучтенных расходов воды в системе коммунального водоснабжения с учётом современных требований национального законодательства в области рационального использования и охраны водных ресурсов, а также подходов к оценке норматива потерь и неучтенных расходов воды, применяемых в России, Украине и странах ЕС.

#### *Список литературы*

1. Постановление Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь от 31 августа 2005 г. № 43 «Об утверждении Инструкции по расчету потерь и неучтенных расходов воды из систем коммунального водоснабжения населенных пунктов Республики Беларусь».
2. Приказ Министерства регионального развития, строительства и жилищно-коммунального хозяйства Украины от 25.06.2014 № 180 «Об утверждении Методика расчета потерь питьевой воды предприятиями, которые предоставляют услуги по централизованному водоснабжению» (Методики розрахунку втрат питної води підприємствами, які надають послуги з централізованого водопостачання в Україні).
3. Постановление Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь от 29 декабря 2004 г. № 39 «Об утверждении Инструкции по оценке и расчету норматива технологических расходов воды в системах коммунального водоснабжения населенных пунктов Республики Беларусь».

The article is about water use rationing for water-and sewage utilities enterprises and calculations of water loss in water supply system of Belarus and Ukraine.

*Дубенок С. А.*, РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов», Минск, Беларусь, e-mail: [dsnega@list.ru](mailto:dsnega@list.ru).

*Захарко П. Н.*, РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов», Минск, Беларусь, e-mail: [polina.k.85@mail.ru](mailto:polina.k.85@mail.ru).

*Голод Ю. В.*, РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов», Минск, Беларусь, e-mail: [yliia-gold@mail.ru](mailto:yliia-gold@mail.ru).

УДК 504.062

**С. А. Дубенок, С. В. Сушко**

### **ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ МАЛЫХ ВОДОТОКОВ В ЧЕРТЕ КРУПНЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Вопросы использования и сохранения малых водотоков, как наиболее чувствительных к антропогенному воздействию водных экосистем, являются актуальными для территории Республики Беларусь, поскольку большая часть рек страны как по количеству, так и по длине относится именно к малым рекам.

В соответствии с Водным кодексом Республики Беларусь к малым рекам относятся водотоки с протяженностью от 5 до 200 километров [1].

В республике из 20,8 тыс. водотоков более 99% относится к малым, причём более 90% от их числа имеют длину до 10 км [2].

Очевидно, что экологическое состояние малых водотоков напрямую зависит от хозяйственной деятельности, осуществляемой в пределах их водосборов и оказывающей непосредственное влияние на гидрологических и гидрохимический режим водотока.

По направленности антропогенной деятельности и интенсивности ее влияния на водосборе малые водотоки можно сгруппировать следующим образом:

- с преимущественным влиянием сельскохозяйственного производства;
- с преимущественным влиянием промышленного производства;
- с преимущественным влиянием градостроительной деятельности;
- с сочетанием различных видов указанной выше антропогенной деятельности.

Как правило, наибольшую антропогенную нагрузку будут испытывать водотоки с сочетанием различных видов антропогенного воздействия в пределах водосбора, что наблюдается обычно в черте населенных пунктов. Причем, наиболее подвержены антропогенной нагрузке водотоки с протяженностью до 100 км в черте крупных населенных пунктов (с численностью населения около 100 000 человек и выше). Это

подтверждается и результатами обследования ряда малых водотоков, проведенными РУП "Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов" в период 2000-2015 гг., а также анализом условий водопользования в пределах бассейнов малых водотоков.

Антропогенная нагрузка на малые водотоки выражается как в части изменения гидрологического режима и параметров речного стока, так и в части загрязнения водотока сточными водами. Многие из малых водотоков, особенно на территории областных центров и г. Минска, являются приемниками значительных объемов поверхностных сточных вод (дождевых, талых и поливомоечных), отводимых с территории жилой застройки и промплощадок предприятий, а также производственных сточных вод (нормативно чистых и очищенных), сброс которых в окружающую среду через системы дождевой канализации регулируется решениями местных исполнительных органов власти.

По данным Государственного водного кадастра, основная часть сброса поверхностных сточных вод с территорий населенных пунктов в водотоки осуществляется без очистки или очистные сооружения дождевой канализации работают неэффективно. Контроль и оценка качества сточных вод, поступающих по коллекторам дождевой канализации в водотоки, проводится выборочно, как правило, только по крупным выпускам сточных вод и с периодичностью один раз в квартал, что позволяет только очень приближенно оценивать поступление загрязнения в составе поверхностных сточных вод.

Например, в г. Минске сброс поверхностных сточных вод в водотоки в пределах городской черты осуществляется более чем через 70 выпусков дождевой канализации различного диаметра. Мониторинг качества сточных вод осуществляется только на семи крупных магистральных коллекторах: «Комаровка», «Центр», «Аранская», «Велозаводской» - при сбросе в р. Свислочь, «Дражня» и «Слепянка» - при сбросе в пруд-регулятор в бассейне р. Свислочь и коллектор «Запад» - при сбросе в р. Лошица.

Сброс поверхностных сточных вод в г. Могилев в пределах городской черты осуществляется более чем через 60 выпусков дождевой канализации в реку Днепр и четыре малых водотока - реки Дубровенка и Дебря, ручьи Струшня и Казимировский. Системой мониторинга качества сточных вод охвачено только около 20 выпусков в водотоки в пределах городской черты.

Аналогичная ситуация с контролем качества сбрасываемых поверхностных сточных вод характерна для всех областных центров республики, а также для таких крупных городов, как Молодечно, Борисов, Бобруйск, Новополоцк, Пинск, Орша, Лида.

Гидрохимический и гидробиологический мониторинг воды малых водотоков в пределах населенных пунктов в рамках Национальной системы мониторинга окружающей среды также проводится эпизодически. В рамках гидрохимического мониторинга выборочно осуществляются разовые наблюдения за отдельными показателями качества воды в водных объектах. Как показывает анализ данные этих наблюдений, содержание ряда загрязняющих веществ (нефтепродукты, органические соединения) в водотоках в черте населенных пунктов стабильно превышает нормативы предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ для поверхностных водных объектов.

Экологическое состояние малых водотоков в ряде населенных пунктов республики является неудовлетворительным, состояние водоохранных зон и прибрежных полос не соответствует действующим экологическим и градостроительным требованиям. В наиболее неблагоприятном экологическом состоянии находятся малые водотоки, полностью или частично заключенные в коллекторы и утратившие природную самоочищающую способность. Вместе с тем, малые водотоки вместе с прилегающими территориями имеют высокое экологическое, градостроительное и рекреационное значение для населенных пунктов. Поэтому задачи сохранения и восстановления малых водотоков необходимо решать в комплексе с мероприятиями по благоустройству водоохранных зон и прибрежных полос, состояние которых сказывается на экологическом состоянии самих водных объектов.

Многообразие и изменчивость факторов, воздействующих на водотоки в пределах населенных пунктов, не позволяет в настоящее время достоверно оценивать степень их влияния на экологическое состояние водного объекта, поэтому необходима разработка методики, которая позволит проводить объективную пространственно-временную оценку состояния водотока, оценивать и ранжировать влияние различного вида антропогенных воздействий на изменение состояния водотока.

В РУП "Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов" ведутся исследования по комплексной оценке экологического состояния малых водотоков в пределах крупных населенных пунктов и разработке методических и практических основ восстановления малых водотоков в черте крупных населенных пунктов. Проведен комплекс исследований по изучению условий водопользования в бассейнах малых водотоков в пределах крупных населенных пунктов Республики Беларусь, составлен и обоснован перечень малых водотоков в черте крупных населенных пунктов для проведения дальнейших исследований (выбрано 13 населенных пунктов на территории которых расположено 18 малых водотоков), начаты работы по актуализации информации об основных морфометрических, гидравлических и

гидрологических характеристиках выбранных водотоков. В дальнейшем запланирована разработка унифицированной программы восстановления малых водотоков в черте крупных населенных пунктов в зависимости от их существующего экологического состояния и условий водопользования. Программа будет включать комплекс организационно-экономических, правовых, научно-технических и иных мероприятий, приоритетность реализации которых определяется существующим экологическим состоянием водотока и целями водопользования.

#### *Список литературы*

1. Водный кодекс Республики Беларусь от 30 апреля 2014 г. № 149-З.
2. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 5. Белоруссия и Верхнее Поднепровье. Часть 1. ГМИ, Л., 1971.

A large part of the Republic of Belarus watercourses belongs to the small rivers and they have a strong human pressure within the large settlements of the republic. This load is expressed in changing the hydrological regime of river flow and parameters, as well as pollution of watercourses with wastewater.

RUE "Central Research Institute for Complex Use of Water Resources" conducts research to assess the ecological status of small streams within the boundaries of major settlements and the development of methodologies recovery of small streams within the boundaries of major settlements.

*Дубенок С. А.*, РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов», Минск, Беларусь, e-mail: dsnega@list.ru.

*Сушко С. В.*, Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, Минск, Беларусь, e-mail: nauka.minpriroda@rambler.ru.

УДК 628.355

**О. С. Дубовик, А. А. Глушенкова, Р. М. Маркевич**

#### **ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА УДАЛЕНИЕ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД АЗОТА И ФОСФОРА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА КАСКАДНОЙ ДЕНИТРИФИКАЦИИ**

Преимуществами технологического режима каскадной денитрификации, реализованного в биореакторах второй очереди Минской станции аэрации (МОС-2), являются невысокие энергетические затраты из-за отсутствия нитратного рецикла, высокие концентрации ила и субстрата в первых каскадах и, как следствие, высокие скорости очистки. Вместе с тем, в таком сооружении проблематично обеспечить условия (чередование анаэробных и аэробных зон) для биологического удаления фосфора, а наличие легкодоступного субстрата на каждом каскаде денитрификации может быть обеспечено только при распределенной подаче сточных вод. В предыдущем исследовании [1] нами изучена динамика трансформации соединений азота и удаления из сточных вод фосфора фосфатного в ходе перемещения иловой смеси по зонам биореактора МОС-2, когда весь поток сточных вод из первичных отстойников поступал в анаэробный резервуар, где смешивался с рециркуляционным активным илом. Сделано заключение, что в зонах денитрификации №1 и №3 существенного снижения нитратов не происходит, поскольку в денитрификаторе №1 низкое содержание нитратов, а в денитрификаторе №3 дефицит легкодоступного субстрата.

Цель настоящего исследования заключалась в изучении динамики трансформации соединений азота в ходе перемещения иловой смеси по зонам секций биореактора МОС-2 при распределенной подаче сточных вод и установлении факторов, влияющих на высвобождение фосфора фосфатного из биомассы активного ила.

Объектом исследования являлась иловая смесь на выходе из каждой зоны биореактора МОС-2. С целью проведения корректного отбора проб расчет времени отбора производился исходя из продолжительности движения иловой смеси по секции с учетом расхода осветленных сточных вод и циркуляционного активного ила. Исследование проводилось с 20.01.15 г. по 25.05.16 г. в несколько этапов, в разных секциях биореактора. В секциях №2 и №4 сточные воды из первичных отстойников подавались в анаэробный резервуар. В секциях №1 и №3 осветленные сточные воды распределялись между анаэробным резервуаром и денитрификаторами №2 (Д2) и №3 (Д3). Соотношение потоков осветленных сточных вод, подаваемых в анаэробный резервуар (АН), денитрификаторы Д2 и Д3 для секций №1 и №3 составляло 60:30:10 и 45:35:25 соответственно. Высвобождение фосфора из биомассы фиксировали при выдерживании смеси рециркуляционного активного ила и осветленных сточных вод (1:1) в отсутствие аэрации с добавлением (1,5 и 3,0 мг/дм<sup>3</sup>) и без добавления уксусной кислоты.

В таблице 1 приведены показатели сточных вод, смешанных с циркуляционным активным илом и прошедших анаэробный резервуар, и показатели биологически очищенных сточных вод (на выходе из нитрификатора №3).

В секции биореактора №2 при отсутствии распределения осветленных сточных вод по зонам отмечено удовлетворительное протекание нитрификации и биологической дефосфотации. Эффективному протеканию денитрификации, как отмечено выше, может препятствовать дефицит легкодоступного субстрата в последней зоне денитрификации (Д3).

При поступлении осветленных сточных вод в качестве источника легкоокисляемых органических веществ в зоны денитрификации Д2 и Д3 секции №1 создаются благоприятные условия для денитрификации и в очищенных сточных водах достигается более низкое содержание нитратов, в пределах 5,9–9,4 мг/дм<sup>3</sup>. Однако наряду с этим повышается содержание фосфора фосфатного в очищенных сточных водах (0,4–0,8 мг/дм<sup>3</sup>), поскольку нарушается чередование строго анаэробных и аэробных условий из-за уменьшения количества загрязнений, поступающих со сточными водами в анаэробный резервуар. Следует отметить, что ко второму этапу исследований в поступающих сточных водах возросло содержание аммонийного азота (с 11,8–17,4 до 33,6–38,1 мг/дм<sup>3</sup>).

Таблица 1 – Показатели сточных вод на выходе из анаэробного резервуара и из нитрификатора №3

Номер секции биореактора (условия распределения сточных вод)	Даты отбора проб	Показатели сточных вод на выходе из анаэробного резервуара			Показатели сточных вод на выходе из нитрификатора №3 (Н3)		
		БПК <sub>5</sub> /ХПК, мг/дм <sup>3</sup>	азот аммонийный, мг/дм <sup>3</sup>	фосфор фосфатный, мг/дм <sup>3</sup>	азот нитратный, мг/дм <sup>3</sup>	азот аммонийный, мг/дм <sup>3</sup>	фосфор фосфатный, мг/дм <sup>3</sup>
№2 (100 % в анаэробный биореактор)	20.01.15 г. 10.02.15 г. 26.02.15 г.	115–165 / 253–293	11,8–17,4	2,7–6,9	10,4–12,8	0,4–0,9	0,2–0,6
№1 (АН:Д2:Д3 = 60:30:10)	27.08.15 г. 03.09.15 г. 03.12.15 г.	115–120 / 312–346	33,6–38,1	3,2–4,0	5,9–9,4	0,3–0,8	0,4–0,8

Еще более существенное изменение состава сточных вод наблюдалось к третьему этапу исследований (таблица 2): в пробах, отобранных из приемной камеры, зафиксировано содержание аммонийного азота до 76,2 мг/дм<sup>3</sup>, а значение ХПК в отдельных пробах достигало 1300 мг/дм<sup>3</sup>. В условиях значительного колебания состава поступающих сточных вод не обеспечивались стабильные результаты по удалению азота и фосфора ни при рассредоточенной подаче сточных вод, ни при поступлении всего потока в анаэробный резервуар. В пробах, отобранных на выходе из нитрификатора Н3, содержание азота аммонийного достигало 16,0 мг/дм<sup>3</sup>, а фосфора фосфатного 3,1 мг/дм<sup>3</sup>.

Таблица 2 – Показатели сточных вод в приемной камере и на выходе из нитрификатора №3

Номер секции биореактора (условия распределения сточных вод)	Даты отбора проб	Показатели сточных вод в приемной камере			Показатели сточных вод на выходе из нитрификатора №3 (Н3)		
		БПК <sub>5</sub> /ХПК, мг/дм <sup>3</sup>	азот аммонийный, мг/дм <sup>3</sup>	фосфор фосфатный, мг/дм <sup>3</sup>	азот нитратный, мг/дм <sup>3</sup>	азот аммонийный, мг/дм <sup>3</sup>	фосфор фосфатный, мг/дм <sup>3</sup>
№3 (АН:Д2:Д3 = 45:35:25)	с 20.04.16 г. по 25.05.16 г.	110–170 / 280–403 (до 1300)	30,3–48,8 (до 76,2)	2,8–5,2	2,5–6,3	2,2–16,0	0,1–1,2
№4 (100 % в анаэробный биореактор)	- « -	- « -	- « -	- « -	4,9–10,9	1,5–9,9	0,2–3,1

Следует отметить, что в анаэробных зонах секций биореактора не зафиксировано существенного высвобождения фосфора из биомассы активного ила, что является непременным условием биологической дефосфотации.

В лабораторных условиях нами установлено, что высвобождение фосфора фосфатного из биомассы процесс достаточно длительный. При выдерживании смеси рециркуляционного активного ила и осветленных сточных вод (1:1) в отсутствие аэрации при температуре 20°С с добавлением (1,5 и 3,0 мг/дм<sup>3</sup>) и без добавления уксусной кислоты в качестве легкодоступного источника углерода высвобождение фосфора продолжалось до 6

ч. Быстрее этот процесс протекал при концентрации уксусной кислоты  $3,0 \text{ мг/дм}^3$ : через 4 ч выдерживания концентрация фосфора фосфатного в воде достигала  $52,6\text{--}64,0 \text{ мг/дм}^3$ , после чего снижалась до  $29,6\text{--}36,8 \text{ мг/дм}^3$ . В отсутствие легкодоступного субстрата концентрация фосфора фосфатного в воде через 6 ч выдерживания составляла  $9,6\text{--}12,3 \text{ мг/дм}^3$ .

Таким образом, показано, что степень удаления соединений азота и фосфора из сточных вод при реализации режима каскадной денитрификации определяется составом сточных вод, наличием легкодоступного субстрата в зонах денитрификации и анаэробной зоне, длительностью высвобождения фосфора из биомассы.

#### *Список литературы*

1. Маркевич, Р.М. Динамика трансформации соединений азота при реализации технологического режима каскадной денитрификации. / Р.М. Маркевич, О.С. Дубовик // Химическая технология и техника : тез. докл. 79-й науч.-техн. конф. профес.-препод. состава, науч. сотруд. и аспирантов, Минск, 2-6 февр. 2015 г. [Электронный ресурс] / БГТУ. – Минск, 2015. – С. 31.

The dynamics of nitrogen compounds transformation in course of moving the sludge mixture in zones of bioreactor at the Minsk Wastewater Treatment Plant with distributed supply of wastewater was investigated. Factors affecting release of phosphorus (phosphate) from activated sludge biomass were determined.

*Дубовик О. С.*, УП «Минскводоканал, Минск, Беларусь, e-mail: [dubovik.volha@gmail.com](mailto:dubovik.volha@gmail.com).

*Глушенкова А. А.*, Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь, e-mail: [aleksglushenkova@gmail.com](mailto:aleksglushenkova@gmail.com).

*Маркевич Р. М.*, Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь, e-mail: [marami@tut.by](mailto:marami@tut.by).

УДК 556.182

**П. Н. Захарко, А. А. Поздняков**

### **НОРМИРОВАНИЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

В соответствии с Водным кодексом Республики Беларусь нормирование в области охраны и использования вод заключается в разработке, утверждении и введении в действие технологических нормативов водопользования [1].

Технологические нормативы водопользования состоят из технологических нормативов водопотребления и технологических нормативов водоотведения. Технологические нормативы водопотребления представляют собой обоснованное расчетами количество воды с учетом ее качества, необходимое для производственного процесса, устанавливаемое на единицу производимой продукции, используемого сырья, материалов. Технологические нормативы водоотведения представляют собой обоснованное расчетами количество сточных вод установленного качества, образующихся в процессе производства, устанавливаемое на единицу производимой продукции, используемого сырья, материалов.

В соответствии с постановлением Минприроды от 04 мая 2015 года № 21 «О некоторых вопросах разработки технологических нормативов водопользования» (далее – постановление № 21) определен перечень видов экономической деятельности и критерии, в отношении которых разрабатываются технологические нормативы водопользования [2]. Согласно постановлению № 21 для предприятий пищевой промышленности, технологические нормативы водопользования разрабатываются на единицу используемого сырья.

Требования к расчету технологических нормативов водопользования приведены в ТКП 17.02-13/1-2015 Охрана окружающей среды и природопользование. Технологические нормативы. Часть 1. Расчет технологических нормативов водопользования [3].

Сравнительный анализ водопользования на предприятиях различных отраслей промышленности показывает, что предприятия пищевой промышленности являются наиболее водоемкими, в части использования питьевой воды для производства продукции.

В соответствии с данными государственной статистической отчетности 1- вода (Минприроды) за 2015 год предприятиями пищевой промышленности добыто воды из подземных источников для производственных и хозяйственно-бытовых нужд  $45,05 \text{ млн.м}^3/\text{год}$ , что составляет 62 % от общего объема воды, добытой промпредприятиями обрабатывающей промышленности для производства продукции.

Кроме того, пищевая промышленность занимает одно из первых мест среди других отраслей обрабатывающей промышленности по расходу питьевой воды на единицу выпускаемой продукции. Так,

предприятие молочной промышленности для выпуска масла, сыра твердого в объеме около 4400 т/год, потребляет питьевой воды в объеме около 130 тыс. м<sup>3</sup>/год.

На сегодняшний день в Республике Беларусь действует единственный документ, содержащий требования к расчету нормативов водопользования непосредственно для предприятий молочной промышленности. Документ утвержден первым заместителем Министра Сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь в виде Инструкции по нормированию водопотребления и водоотведения в молочной промышленности (далее – Инструкция) [4].

В Инструкции изложены основные методические положения и рекомендации по разработке нормативов водопотребления и водоотведения, методики определения расходов воды на производственные (технологические) нужды, на санитарную обработку, на нужды вспомогательного производства, на хозяйственно-бытовые нужды, а также разработана методика определения безвозвратного потребления и потерь воды, методика расчета норм водопотребления и водоотведения.

Инструкция предназначена для практического руководства при расчете норм водопотребления и водоотведения на молокоперерабатывающих предприятиях в годовом разрезе и для расчетного обоснования планируемых объемов водопотребления и водоотведения, необходимых при получении разрешения на специальное водопользование.

Согласно Инструкции для предприятий молочной промышленности рассчитываются следующие составляющие расходов воды.

1. Расчет расхода воды на производственные (технологические) нужды, включающий:

- расход воды, участвующей в процессах теплообмена сырья, продукции и охлаждения оборудования;
- расход воды для обеспечения работы технологического оборудования;
- расход воды, добавляемой в сырье или используемой для подготовки сырья (составление смесей по рецептуре при производстве продукции, посол сыра в зерне, промывка сырного зерна, приготовление рассола при производстве сыров и т.д.);

- расход воды на водоснабжение оборотной системы вакуум-выпарной установки;

- расход воды на прочие нужды, связанные с выпуском продукции.

2. Расчет расхода воды на санитарную обработку, включающий:

- расход воды на приготовление моющих растворов;

- расход воды на санитарную обработку технологического оборудования и трубопроводов;

- расход воды на санитарную обработку тары;

- расход воды на санитарную обработку автомолцистерн;

- расход воды на санитарную обработку производственных помещений.

3. Расчет расхода воды на вспомогательные нужды, включающий расход воды на выработку холода, расход воды на нужды котельной.

4. Расход воды на хозяйственно-бытовые нужды, включающий расход воды на хозяйственно-питьевые нужды, на полив территории, расход воды на нужды прачечной, столовой.

Объемы образующихся сточных вод, безвозвратного водопотребления и потерь воды рассчитываются по аналогичным позициям.

Однако, проведенные РУП «ЦНИИКИВР» расчеты объемов водопользования на предприятиях молочной промышленности, указывают на наличие ряда статей расходов воды и источников образования сточных вод, порядок расчета которых не регламентирован Инструкцией. Появление новых статей расходов воды связано, прежде всего, с проводимой в последнее десятилетие модернизацией технологического оборудования, изменением технологических процессов переработки сырья, позволивших наладить выпуск новых видов молочной продукции.

Так, реализация Программы по переработке молочной сыворотки и производства сухих молочных продуктов [5] привела к появлению на предприятиях молочной промышленности нового оборудования по производству концентрированной, сухой сыворотки и сухого молока (установки обратного осмоса, нанофильтрации). При эксплуатации данного оборудования образуется пермеат, который может повторно использоваться в технологических процессах либо на хозяйственно-бытовые нужды. Образование пермеата часто приводит к увеличению объемов водоотведения по отношению к объемам водопотребления на единицу перерабатываемого сырья. Порядок расчета расхода воды на мойку данного оборудования, учета вод, образующихся при их работе, в Инструкции не регламентированы.

Также в процессе модернизации, на предприятиях молочной промышленности внедряется новое оборудование по санитарной обработке технологического оборудования (CIP-мойки), работающее в автоматическом режиме подачи дезинфицирующих растворов и свежей воды и имеющее емкости повторного использования воды. Порядок расчета расхода воды при функционировании CIP-моек, учета вод, образующихся при их работе, не регламентированы в Инструкции.

Кроме того, ряд подходов к расчету индивидуальных технологических нормативов водопотребления и водоотведения, изложенных в Инструкции, не соответствуют действующему законодательству по расчету технологических нормативов водопользования.

Анализируя вышеизложенное, следует отметить, что для повышения рационального водопользования на предприятиях молочной промышленности, необходима реализация мероприятий как технического, так и институционального характера:

- уточнение или переработка Инструкции с учетом функционирования на предприятиях молочной промышленности нового оборудования, технологических линий и изменения технологических процессов производства продукции;
- приведение в соответствие санитарных норм и правил в части повторного использования воды в производственных процессах;
- внедрение наилучших доступных технических методов при производстве молочной продукции.

#### *Список литературы*

1. Водный кодекс Республики Беларусь от 30 апреля 2014 г. № 149-З.
2. Постановление Минприроды от 04 мая 2015 года № 21 «О некоторых вопросах разработки технологических нормативов водопользования».
3. ТКП 17.02-13/1-2015 Охрана окружающей среды и природопользование. Технологические нормативы. Расчет технологических нормативов водопользования.
4. Инструкция по нормированию водопотребления и водоотведения в молочной промышленности, утверждена первым заместителем Министра Сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь.
5. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 3 сентября 2008 г. № 1281 «О Программе переработки молочной сыровотки и производства сухих молочных продуктов в Республике Беларусь на 2008-2010 годы».

According to The state statistical reporting for 2015 year, enterprises of food industry present the highest specific water consumption among the others. In spite of new pieces of equipment being installed at the milk-producing companies, being valid Instruction on rationing water consumption and wastewater in dairy products does not regulate the order of calculation of appeared water flows.

*Захарко П. Н.*, РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов», Минск, Беларусь, e-mail: polina.k.85@mail.ru.

*Поздняков А. А.*, РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов», Минск, Беларусь, e-mail: twenty1.91@mail.ru.

УДК 628.355.2

**А. З. Кизер, А. Скайсгирене, Г. Г. Юхневич**

### **ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ УГЛЕРОДА В ОСАДКАХ СТОЧНЫХ ВОД ПРИ ИХ ХРАНЕНИИ НА ИЛОВЫХ ПЛОЩАДКАХ**

В результате эффективной биологической очистки сточных вод образуется большое количество осадков сточных вод. Первичные (после механической очистки) и вторичные (избыточный активный ил) осадки практически не утилизируются в связи с необходимостью высоких финансовых вложений и их загрязненности токсическими веществами. Для естественного обезвоживания и обеззараживания они направляются на иловые площадки для их длительного хранения. В результате протекания процессов биологической деструкции осадков происходит их стабилизация путем разложения органической части до простых соединений или продуктов, имеющих длительный период ассимиляции окружающей средой [1, с. 449].

Цель данной работы – изучение динамики содержания углерода в осадках городских очистных сооружений канализации и факторов, влияющих на стабилизацию осадков в условиях иловых площадок.

На городских очистных сооружениях канализации г. Гродно были отобраны пробы осадков после механической очистки, избыточный активный ил, осадков иловых площадок, образовавшихся 1, 2, 4 и 8 лет назад. В пробах осадков были определены следующие физико-химические характеристики: влажность, содержание органических веществ, водородный показатель, химическое потребление кислорода (ХПК) [2]. Из микробиологических характеристик осадков установлены общее микробное число (ОМЧ), численность бактерий группы кишечной палочки (БГКП), суммарная дегидрогеназная активность [3; 4].

Для определения содержания общего углерода (ТС), неорганического углерода (ИС) и органического углерода (ОС) использовался анализатор Shimadzu TOC-VCSH, к которому подключен модуль SSM-5000A, позволяющий анализировать твердые образцы. Сущность метода заключается в каталитическом окислении соединений углерода, находящихся в пробе осадка, при температуре 680 °С в присутствии кислорода и катализатора до диоксида углерода и последующем определении общего углерода с использованием детектора инфракрасного излучения [5, 6]. Данный способ позволяет определить общее количественное содержание углерода, но не идентифицирует загрязняющие вещества. Определение неорганического углерода (ИС) осуществляется путем обработки пробы раствором ортофосфорной кислоты, при этом кислота реагирует с карбонатами и образуется углекислый газ. Доля органического углерода (ОС) определяется как разность между содержанием общего и неорганического углерода [7, с. 31].

При анализе полученных результатов, установлено, что время нахождения осадков сточных вод на иловых площадках городских очистных сооружений канализации оказывает влияние на концентрации неорганического и органического углерода в них (таблица 1). В свежих осадках максимальное значение органического углерода характерно для избыточного активного ила 34,96 мг/г. Уменьшение данного показателя к 1-му году хранения связано с начальной стадией развития микробсообщества, приводящего к активному протеканию на площадках аэробных (в верхних слоях) и анаэробных (в нижних слоях) процессов деструкции растворимых органических веществ, вследствие чего углерод в виде диоксида углерода и метана поступает в атмосферу. В тоже время в этих пробах концентрация неорганического углерода увеличивается. На протяжении последующих 2–4-х лет хранения осадков наблюдается увеличение в них концентрации общего и органического углерода в 1,6–1,7 раза по отношению к исходному избыточному активному илу за счет протекания в осадках сточных вод различных физико-химических и микробиологических процессов, которые приводят к концентрированию углерода и формированию трудно разлагаемых органических веществ гумусовой природы. К 8-му году хранения концентрация органического углерода практически не изменяется, что свидетельствует о стабилизации осадков сточных вод.

Таблица 1 – Содержание углерода в осадках в осадках сточных вод городских очистных сооружений

Пробы осадков	ТС, мг/г	ИС, мг/г	ОС, мг/г	ОС, %
Осадок после механической очистки	37,64	6,76	30,88	80,0
Избыточный активный ил	42,04	7,11	34,96	83,1
Осадок иловых площадок, сформировавшийся 1 год назад	38,46	7,38	31,07	80,8
Осадок иловых площадок, сформировавшийся 2 года назад	53,44	7,76	46,68	85,5
Осадок иловых площадок, сформировавшийся 4 года назад	68,42	8,13	60,29	88,1
Осадок иловых площадок, сформировавшийся 8 лет назад	0,44	,73	2,71	9,0

Проведенный корреляционный анализ между физико-химическими и микробиологическими свойствами осадков, образующихся на иловых площадках, и концентрацией углерода в них не выявил зависимости между этими показателями.

Как отмечалось выше, в результате жизнедеятельности микроорганизмов происходит разложение сложных органических соединений осадков сточных вод городских очистных сооружений канализации и образование углекислого газа и метана. Поскольку количество осадков сточных вод на иловых площадках с каждым годом возрастает эмиссия в атмосферу CO<sub>2</sub> составляет десятки тонн в год. Данное обстоятельство вызывает обеспокоенность т.к. углекислый газ относится к парниковым газам, которые воздействуют на тепловой баланс Земли.

### Список литературы

1. Воронов, Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник для вузов / Ю. В. Воронов, С. В. Яковлев. – М. : Издательство Ассоциаций строительных вузов, 2006. – 704 с.
2. Мониторинг окружающей среды: лаб. практикум по дисциплине «Мониторинг окружающей среды» для студентов специальности 1-570101 / Белорус. гос. техн. ун-т ; сост. Т. А. Жарская, А. В. Лихачева. – Минск : БГТУ, 2006. – 214 с.
3. Кузнецов, С. И. Методы изучения водных микроорганизмов / С. И. Кузнецов, Г. А. Дубинина. – М. : Наука, 1989. – 288 с.
4. Хазиев, Ф. Х. Методы почвенной энзимологии / Ф. Х. Хазиев. – М. : Наука, 1990. – 189 с.
5. EN 13137:2001. Characterization of waste – Determination of total organic carbon (TOC) in waste, sludges and sediments. – 20 p.
6. Вода. Методы определения содержания общего и растворенного органического углерода : ГОСТ 31958–2012. – Введ. 01.01.14. – М. : СТАНДАРТИНФОРМ, 2013. – 11 с.
7. Ягов, Г. В. Современные методы определения содержания общего азота и углерода в пробах / Г. В. Ягов // Вода: химия и экология. – 2009. – №10. – С. 28–30.

The article discusses the methodology and results of the determination of carbon in the sewage sludge. The relationship between the physical and chemical characteristics and the carbon content in sewage sludge.

*Кизер А. З.*, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: [alinakizer@gmail.com](mailto:alinakizer@gmail.com).

*Скайсгирене А.*, Клайпедский университет, Клайпеда, Литва, e-mail: [audra.skaisgiriene@ku.lt](mailto:audra.skaisgiriene@ku.lt).

*Юхневич Г. Г.*, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: [gukhnev@mail.ru](mailto:gukhnev@mail.ru).

УДК 628.349:[547.992.2-386:546.4/.8]

**С. И. Коврик, В. М. Дударчик, И. И. Коврик**

### **СВЯЗЫВАНИЕ КАТИОНОВ НИКЕЛЯ, МЕДИ И ХРОМА ГУМИНОВЫМИ КИСЛОТАМИ ТОРФА**

Специфическая структура и физико-химические свойства гуминовых кислот торфа (ГК) позволяют использовать их в качестве сорбционно-обменных материалов в процессах очистки металлсодержащих сточных вод. При этом образуются нерастворимые металл-гуминовые комплексы (МГК) [1, 2], из которых в отличие от гидроксидов легче выделить и рекуперировать конкретный металл [3, 4].

Целью представленной работы являлось изучение влияния условий взаимодействия на коэффициенты связывания катионов меди, никеля и хрома щелочными растворами ГК и на состав образующихся осадков.

Очистка металлсодержащих растворов осуществлялась введением щелочных растворов ГК различных концентраций и объемов в статических условиях. По достижении химического равновесия образующийся осадок отделяли центрифугированием и в исходном растворе и фугате на атомно-абсорбционном спектрометре «Сатурн-3П-1» определяли концентрацию катионов. По разности исходных и конечных значений находили количество связанного металла [5].

Для оценки влияния условий взаимодействия на связывание катионов ГК в растворах мы анализировали качественный и количественный состав образующихся осадков. Известно, что в растворах солей катионы находятся в различных гидратированных формах, поэтому получаемые в наших условиях осадки представляли смесь нерастворимых продуктов гидролиза солей и МГК. Чтобы оценить долю участия ГК и щелочи в связывании катионов и охарактеризовать состав образующихся осадков ввели коэффициент связывания (К), который равен отношению количества катионов, связанных непосредственно ГК, к количеству катионов, связанных щелочью при одинаковых условиях эксперимента:

$$K = \frac{\text{мг} - \text{экв/г ГК}}{\text{мг} - \text{экв/г NaOH}}$$

Для исследуемых катионов при увеличении доли ГК в соотношении Me:ГК массовая доля гидроксидов металлов в осадках возрастает и значения К уменьшаются, что вызвано увеличением рН среды, в результате которого процесс образования гидроксидов металлов начинает преобладать над образованием МГК (табл. 1).

Таблица 1 – Степень очистки и коэффициенты связывания металлов ГК в монокатионных растворах

Соотношение Ме:ГК	0,2 % ГК						0,4 % ГК					
	Cr <sup>3+</sup>		Cu <sup>2+</sup>		Ni <sup>2+</sup>		Cr <sup>3+</sup>		Cu <sup>2+</sup>		Ni <sup>2+</sup>	
	F	K	F	K	F	K	F	K	F	K	F	K
10:1	13	3,8	11	2,6	15	1,9	10	2,4	8	1,7	11	1,1
5:1	17	2,8	17	1,9	43	1,0	13	2,0	12	1,4	24	0,9
2:1	31	1,7	31	0,9	65	0,8	25	1,1	31	1,0	42	0,6
1:1	89	0,7	85	0,4	78	0,5	41	1,4	36	0,8	54	0,3
1:2	*	*	*	*	*	*	97	1,2	92	0,7	*	*
1:2,5							*	*	*	*		

Примечания: К– коэффициент связывания; F– степень очистки; \* – осадок не образуется

При использовании разбавленных растворов ГК (0,2 %) по сравнению с более концентрированными (0,4 %) зафиксированы более высокие значения К (таблица 1), что связано с проявлением межмолекулярных взаимодействий, приводящих к снижению числа ионизированных функциональных групп и уменьшению сорбционных свойств ГК [1]. Указанные межмолекулярные взаимодействия влияют также на то, что для более концентрированных растворов ГК образование растворимых МГК наблюдается при больших количествах органического вещества в соотношении Ме:ГК [5, 6].

В монокатионных растворах наиболее высокие значения К получены при связывании катионов хрома (табл. 1). По-видимому, они обладают большей склонностью к связыванию щелочными растворами ГК, чем катионы меди и никеля.

В поликатионных растворах значения К превышают единицу (таблица 2). Высокие значения К свидетельствуют о преобладании МГК в полученных осадках.

Таблица 2 – Степень очистки и коэффициенты связывания металлов щелочными растворами ГК в хром-медь-никель-поликатионном растворе

Соотношение (ΣМе):ГК	0,2 % ГК						0,4 % ГК					
	Cr <sup>3+</sup>		Cu <sup>2+</sup>		Ni <sup>2+</sup>		Cr <sup>3+</sup>		Cu <sup>2+</sup>		Ni <sup>2+</sup>	
	K	F	K	F	K	F	K	F	K	F	K	F
10:1	9,7	14	0	0	0	0	7,1	10	0	0	0	0
5:1	4,4	41	2,0	13	0,9	8	5,2	13	4,0	5	0	0
2:1	1,6	73	3,5	69	2,8	30	2,8	37	2,9	35	0,4	16
1:1	0,1	95	0,9	82	2,1	79	1,2	88	2,1	78	5,0	75
1:1,5	*	*	*	*	*	*	0,3	90	1,1	80	3,4	80
1:2							*	*	*	*	*	*

Примечание. Обозначения те же, что в таблице 1

Оценка состава осадков, образованных при взаимодействии исследованных катионов со щелочными растворами ГК, показала, что при определенных соотношениях Ме: ГК доля МГК в осадке может составлять 50–70 %. С повышением pH происходит уменьшение доли МГК и увеличение доли гидроксидов, последняя может достигать 80 % [5, 6].

С увеличением доли ГК в соотношении (ΣМе):ГК общее содержание МГК в осадках уменьшается, как и в случае монокатионных растворов, поскольку увеличивается pH среды. Таким образом, изменяя условия связывания металлов (pH и соотношение Ме:ГК), можно получать осадки, с количественным преобладанием одного из металлов в МГК, что является важным условием для их дальнейшей утилизации.

Полученные данные свидетельствуют о том, что коэффициенты связывания могут служить диагностической оценкой как для выделения определенного металла из поликатионных растворов, так и для определения состава осадков.

#### Список литературы

1. Жоробекова, Ш. Ж. Макролигандные свойства гуминовых кислот / Ш. Ж. Жоробекова.– Фрунзе: Илим, 1987.– 195 с.
2. Ладонин, Д. В., Марголина, С. Е. Взаимодействие гуминовых кислот с тяжелыми металлами / Д. В. Ладонин, С. Е. Марголина //Почвоведение. – 1997.– №7. – С.806-811.

3. Тимофеева, С. С. Современное состояние технологии регенерации и утилизации металлов сточных вод гальванических производств / С. С. Тимофеева // Химия и технология воды.– 1990.– Т. 12, № 3.– С. 237–245.
4. Способ получения шламов очистки содержащих металлы сточных вод: RU 2096349C1: МПК 6 C02F 11/12, 1/62 / Я. А. Гофман, В. Я. Любченко, Е. А. Гаврилов, Ю. В. Колесников, Ю. И. Батура,; дата публ.: 02.02.1996.
5. Дударчик, В.М. Связывание хрома, меди, никеля и свинца гуминовыми кислотами и торфощелочными суспензиями из монокатионных растворов/ В. М. Дударчик, С. И. Коврик, Т. П. Смычник // Природопользование. – 2003. – № 9. – С. 135–138.
6. Дударчик, В. М., Коврик, С. И., Смычник, Т. П. Очистка хромсодержащих растворов гуминовыми кислотами торфа // В. М. Дударчик, С. И. Коврик, Т. П. Смычник // Весці НАН Беларусі. Сер. хім навук. – 2002. – № 4. – С. 94– 97.

The possibility of the sewage purification by humic acid of peat from chrome, copper and nickel has been substantiated. It has been shown that depending on purification conditions it is possible to obtain residue of certain content of metal-humic complexes.

*Коврик С. И.*, Государственное научное учреждение «Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Беларусь, e-mail: [skovrik@yahoo.co.uk](mailto:skovrik@yahoo.co.uk).

*Дударчик В. М.*, Государственное научное учреждение «Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Беларусь, e-mail: [dudwm@tut.by](mailto:dudwm@tut.by).

*Коврик И. И.*, Барановичский филиал УО ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ» Барановичи, e-mail: [kovrik\\_i@mal.ru](mailto:kovrik_i@mal.ru).

УДК 579.66

**Е. В. Коробач, Г. Г. Юхневич, Н. Н. Фурик**

## **СТАБИЛИЗАЦИЯ КАРТОФЕЛЬНОГО КЛЕТОЧНОГО СОКА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИМИ ПРЕПАРАТАМИ**

Отходы пищевой промышленности в большинстве случаев, в умеренных количествах могут быть непосредственно использованы в сельском хозяйстве. Они обладают высокой энергетической и биологической активностью, безвредны, легко поддаются ферментативной и микробиологической биоконверсии, различным видам переработки. На большинстве картофелеперерабатывающих заводах, рационально используется только небольшая часть их отходов. Перспективный способ обработки отходов картофелеперерабатывающих предприятий является их переработка с использованием микробиологических препаратов [1].

Целью работы является изучение обработки жидких отходов производства картофельного крахмала с использованием микробиологических препаратов.

Для обработки картофельного клеточного сока, остающегося после извлечения из него крахмала, были использованы следующие препараты, выпускаемые для ускорения процессов компостирования органоминеральных отходов: «Биокомпостин», «Компостелло», «Биоплант-М», «Счастливый дачник», «Уборная сила», «Тамир», «Компост-25», «Компост-Gobller». Все препараты состоят из специально разработанных смесей микроорганизмов, питательных веществ и ферментов, ускоряющих растворение отходов, убирающих запах и способствующих созданию высококачественного компоста.

В данных препаратах определяли численность аммонифицирующих и молочнокислых бактерий методом глубинного посева на МПА и среду Рогоза соответственно [2].

В каждом исследуемом препарате присутствуют жизнеспособные аммонифицирующие бактерии. Наибольшее их количество выявлено в препаратах «Компост-25» и «Компост-Gobller» ( $(81,0 \pm 1,15) \cdot 10^3$  КОЕ/см<sup>3</sup> и  $(73,3 \pm 5,4) \cdot 10^3$  КОЕ/см<sup>3</sup> соответственно). Препарат «Биоплант-М» содержит только молочнокислые бактерии в концентрации  $(70,67 \pm 5,4) \cdot 10^3$  КОЕ/см<sup>3</sup>. Это подтвердило описание состава данного препарата, в котором содержатся лиофильно-высушенные штаммы мезофильных лактобацилл, *Lactobacillus casei* и *Lactobacillus lactisssp.* Развитие этих бактерий ведет к образованию молочной кислоты, ингибирующей размножение аммонифицирующих микроорганизмов, что в свою очередь улучшает процесс стабилизации органоминеральных отходов [3, 7]. Препараты «Компост-Gobller» и «Компост-25» также включают значительное количество активных молочнокислых бактерий ( $(19,7 \pm 4,3) \cdot 10^3$  КОЕ/см<sup>3</sup> и  $(11,7 \pm 6,4) \cdot 10^3$  КОЕ/см<sup>3</sup> соответственно).

Далее изучалось изменение органолептических, физико-химических и микробиологических показателей картофельного клеточного сока при внесении препаратов «Компост-25», «Компост-Gobller» и «Биоплант-М» в концентрации 5 г/дм<sup>3</sup>. Клеточный сок без препаратов служил контролем. Через 15 суток инкубации при температуре 20 °С в этих образцах определяли запах, цвет, рН и химическое потребление

кислорода (ХПК) надосадочной жидкости, а также численность амилотических, целлюлозолитических и молочнокислых, бактерий [4, 5, 6].

Наиболее кислая среда наблюдалась в картофельном клеточном соке с добавлением биопрепарата «Компост-25» (7,8 ед. рН), в следствие образования большого количества органических кислот. Наименьшее значение ХПК надосадочной жидкости наблюдалось также в картофельном клеточном соке с препаратом «Компост-25» (1785,3 мг О<sub>2</sub>/см<sup>3</sup>).

Самым неприятным запахом (запахом гнилого картофеля) характеризовалась проба с добавлением препарата «Компост-25», что связано с активным развитием амилотических бактерий ((80,0±2,5) • 10<sup>3</sup> КОЕ/см<sup>3</sup>) и подавлением роста молочнокислых бактерий ((22,7±6,6)•10<sup>3</sup>КОЕ/см<sup>3</sup>), что в свою очередь приводит к возникновению большого количества дурнопахнущих низкомолекулярных органических веществ. Также эта проба имела более темный цвет в сравнении с пробами с другими микробиологическими препаратами.

При анализе некоторых физико-химических свойств проб с добавлением препаратов «Компост-Gobller» была выявлена близость с соответствующими свойствами клеточного сока с препаратом «Биоплант-М». Так значение рН и ХПК надосадочной жидкости в пробе с «Биоплант-М» составило 8,2 ед. рН и 3273,6 мг О<sub>2</sub>/ см<sup>3</sup> соответственно, а в пробе с добавлением препарата «Компост-Gobller» – 8,3 ед. рН и 2976 мг О<sub>2</sub>/ см<sup>3</sup> соответственно. В пробе с добавлением препарата «Компост-Gobller» преобладали амилотические бактерии ((62,0±3,21)•10<sup>3</sup> КОЕ/ см<sup>3</sup>), что и способствовало появлению неприятного запаха также, как и при использовании препарата «Компост-25».

Численность целлюлозолитических бактерий была выше в контрольной пробе без добавления препаратов ((59,3±25,7) •10<sup>3</sup> КОЕ/см<sup>3</sup>), что свидетельствует о подавлении микробиологическими препаратами некоторых гидролитических процессов сложных органических веществ.

Через 15 дней инкубирования в картофельном клеточном соке с добавлением препарата «Биоплант-М» сохранялось большое количество молочнокислых бактерий ((107,0±19,1)• 10<sup>3</sup> КОЕ/см<sup>3</sup>), что и определяло самый светлый цвет и особый кислый запах этой пробы.

Для определения наиболее эффективной дозы препарата «Биоплант-М» для обработки картофельного клеточного сока использовали концентрации от 2,5 до 50 г/дм<sup>3</sup>. С увеличением концентрации препарата увеличивалось количество молочнокислых бактерий и картофельный клеточный сок подкислялся до 3,8 ед. рН, а также приобретал более светлый цвет и кислый запах. Также при увеличении концентрации препарата, наблюдалось постепенное увеличение ХПК надосадочной жидкости, что связано с накоплением растворимых органических соединений в условиях ингибирования различных нейтрофильных бактерий в кислой среде (таблица).

Таблица – Микробиологический состав картофельного клеточного сока при внесении препарата "Биоплант-М" разной концентрации

Концентрации препарата, г/дм <sup>3</sup>	Группы микроорганизмов			
	аммонифицирующие бактерии, КОЕ/см <sup>3</sup>	молочнокислые бактерии, КОЕ/см <sup>3</sup>	амилотические бактерии, КОЕ/см <sup>3</sup>	целлюлозолитические бактерии, КОЕ/см <sup>3</sup>
2,5	(4,0±0,6)•10 <sup>3</sup>	(11,3±5,9) • 10 <sup>3</sup>	(62,3±2,4) •10	(4,0±1,0) • 10 <sup>3</sup>
5	(21,7±3,5) •10 <sup>3</sup>	(14,0±4,9) • 10 <sup>3</sup>	(41,0±12,0) •10	(5,0±3,1) • 10 <sup>3</sup>
10	(22,7±2,2) •10 <sup>3</sup>	(37,7±7,3) • 10 <sup>3</sup>	(37,7±8,4) •10	(8,3±3,4) • 10 <sup>3</sup>
25	(31,0±0,6) •10 <sup>3</sup>	(73,0±2,3) • 10 <sup>3</sup>	(35,7±5,9) •10	(29,7±2,7) • 10 <sup>3</sup>
50	(32,0±0,6) • 10 <sup>3</sup>	(103,2±2,3) • 10 <sup>3</sup>	(15,7±2,2) •10	(38,3±9,7) • 10 <sup>3</sup>
Без препарата	(67,0±3,2)• 10 <sup>3</sup>	(5,7± 0,9) • 10 <sup>3</sup>	(60,3±1,2) •10	(3,3±1,2) • 10 <sup>3</sup>

Таким образом, микробиологический состав биопрепаратов определяет направленности изменения физико-химических и микробиологических свойств картофельного клеточного сока, являющегося отходом производства картофельного крахмала. При добавлении препарата «Биоплант-М», в картофельном клеточном соке наблюдалась активная деятельность молочнокислых бактерий, что способствует получению сбалансированного питательного и легкоусвояемого кормового продукта для сельскохозяйственных животных.

#### Список литературы

1. Колчин, Н. Н. Картофельный комплекс России: состояние и перспективы развития // Картофель и овощи. – 2000. – №4. – С. 2-3.
2. Пименова, М.Н. Руководство к практическим занятиям по микробиологии / М.Н. Пименова, Н.Н. Гречушкина, Л.Г. Азова, Е.В. Семенова, С.И. Мильникова. – М., 1983. – С. 145–147.
3. Патент РФ N 2163586. кл. C05F 11/08, A01K 67/033, A23K 1/12, Способ переработки растительного сырья и продуктов жизнедеятельности животных на основе биотического оборота. 27.02.2001 г.

4. Практикум по курсу «Химия окружающей среды» / Е.А.Белова, Г.Е.Минюк. - Гродно:ГрГУ, 2011.
5. Гриневич, А.С. Сборник методик выполнения измерений, допущенных к применению в деятельности лабораторий экологического контроля предприятий и организаций РБ. Часть 1 / А.С. Гриневич, В.С. Кузьмичкина, Н.М. Свиридович; / -Мн.: ООО НТЦ «АПИ» ЛВ №1019, 1996.-264 с.
6. Мониторинг окружающей среды: лаб. практикум /сост. Т.А. Жарская, А.В. Лихачева. – Минск БГТУ, 2006. – с.51.
7. Мелешеня, А.В. Биологические консерванты для силосования растительного сырья / А.В. Мелешеня, Н.Н. Фурик, С.В. Василенко, А.Л. Зиновенко // Наука, инновации, инвестиции: материалы белорусско-латвийского форума, г. Минск, Белорусский национальный технический университет, 25-27 сентября 2013 г. – С. 88–90.

Наибольшее влияние на картофельный клеточный сок, при его обработке, оказывает препарат «Биоплант-М». При увеличении его концентрации, увеличивается количество молочнокислых бактерий, которые влияют на клеточный сок, изменяя его физико-химические свойства.

*Коробач Е. В.*, Гродненский государственный университет им. Янки Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: [helen\\_hVe@mail.ru](mailto:helen_hVe@mail.ru).

*Юхневич Г. Г.*, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: [guhnev@grsu.by](mailto:guhnev@grsu.by).

*Фурик Н. Н.*, Институт мясомолочной промышленности, Минск, Беларусь, e-mail: [meat-dairy@tut.by](mailto:meat-dairy@tut.by).

УДК 628.316

**Д. Ю. Маер, Д. В. Чубрик, Е. А. Белова**

### **ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ В р. ГОРОДНИЧАНКА В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ЛИВНЕВОГО СТОКА**

Территория города – это один из факторов формирования поверхностного стока, оказывающий большое влияние на химический состав поверхностных сточных вод. Для городской системы формирование поверхностного стока – один из механизмов самоочищения, в то время как для реки – один из основных источников загрязнения. Поверхностный сток с территории города является одним из источников загрязнения городских водоемов различными примесями природного и техногенного происхождения. Сброс поверхностных стоков посредством ливневой канализации способствует поступлению в реку взвешенных частиц и грубодисперсных примесей. Эти частицы накапливают на своей поверхности другие загрязнители, поэтому оказывают существенное влияние на экологическое состояние речной экосистемы. Городские реки фактически становятся продолжением ливневой канализации города, являются природными очистными сооружениями. В них происходит осаждение взвешенных веществ, разбавление стоков и прочее. Поверхностных сток формируется в период выпадения осадков, снеготаяния и является важнейшим источником загрязнения вод.

Для оценки влияния поверхностных сточных вод на качество воды в реке отбирались: дождевая и снеговая вода (ТОП 1), вода из ливневого стока (ТОП 2), вода из реки в двух метрах перед ливневым стоком (ТОП 3) и вода из реки в двух метрах после ливневого стока (ТОП 4). Точки пробоотбора находятся г. Гродно между ул. Ожешко и ул. Буденого, в жилом секторе, в 300 м от зоопарка. По отношению к дороге точки отбора проб расположены: 50 м от ул. Ожешко, 50 м от ул. Ленина и 100 м от ул. Буденого. Пробоотбор производился в весенний, летний и осенний периоды 2014–2015 гг.

При анализе качества природных вод, использовались стандартные потенциометрические, фотометрические, титриметрические и микробиологические методы [1, 2].

Комбинаторный индекс загрязненности (КИЗ) используется для интегральной оценки качества воды по совокупности находящихся в ней загрязняющих веществ и частоты их обнаружения (Порядин и др., 1996). Показатель КИЗ учитывает одновременно показатели качества, содержание которых превышает установленные ПДК, повторяемость случаев превышения ПДК, кратность превышения ПДК. Для каждого ингредиента на основе фактических концентраций рассчитывают баллы кратности превышения ПДК, –  $K_i$  (1) и повторяемости случаев превышения  $H_i$  (2), а также общий оценочный балл –  $B_i$  (3):

$$K_i = C_i / ПДК_i \quad (1) \quad H_i = N_{ПДК_i} / ПДК_i \quad (2) \quad B_i = K_i \times H_i \quad (3)$$

где  $C_i$  – концентрация в воде  $i$ -го ингредиента;  $ПДК_i$  – предельно допустимая концентрация  $i$ -го ингредиента для поверхностных водоемов;  $N_{ПДК_i}$  – число случаев превышения ПДК по  $i$ -му ингредиенту;  $N_i$  – общее число измерений  $i$ -го ингредиента.

По величине комбинаторного индекса загрязненности устанавливается класс загрязненности воды. Ингредиенты, для которых величина общего оценочного балла больше или равна 11, выделяются как лимитирующие показатели загрязненности (ЛПЗ) [3].

Ливневой сток в значительной мере влияет на химический состав речной воды, способствуя повышению концентрации основных анионов, в особенности хлорид-ионов. С ливневым стоком в реку поступает незначительное количество нитритного и нитратного азота, а так же происходит разбавление концентрации аммонийного азота. Ливневой сток оказывает неблагоприятное влияние на качество воды в реке, так как значительно увеличивает содержание взвешенных частиц, общую минерализацию и жесткость. Вода из ливневого стока влияет на воду из реки, способствуя как снижению, так и повышению общего уровня содержания различных веществ.

Результаты подсчетов величины общего оценочного балла для исследуемых типов вод представлены в таблице.

Наименьший комбинаторный индекс загрязненности характерен для дождевой воды (ТОП 1) и воды из ливневого стока (ТОП 2). Наибольший комбинированный индекс загрязненности характерен для воды из реки, перед ливневым стоком (ТОП 3) и воды из реки, после ливневого стока (ТОП 4). Лимитирующие показатели загрязненности (ЛПЗ) не обнаружены.

Таблица – Интегральная оценка качества речной, дождевой и снеговой воды

Показатель	Общий оценочный балл $B_i$			
	ТОП 1	ТОП 2	ТОП 3	ТОП 4
pH	0	0	0	0
Сульфаты	0	0,04	0,02	0,03
Хлориды	0,12	0,61	0,75	0,86
Аммоний	1,19	0,98	7,75	6,33
Нитриты	0	0,08	0,47	0,51
Нитраты	0	0,04	0,05	0,05
Цветность	0,11	0,23	0,28	0,28
Минерализация	0	0	0	0
Комбинаторный индекс загрязненности	1,42	1,98	9,32	8,06
Класс загрязненности воды	слабо загрязненная	Слабо загрязненная	грязная	грязная

Кроме химического загрязнения р.Городничанки было установлено ее микробиологическое загрязнение в результате поступления стока ливневки. При формировании на центральной территории г. Гродно ливневого стока численность аммонифицирующих бактерий возрастает в 4,7–9,1 раза в сравнении с исходными дождевой водой и снегом в результате попадания с поверхности дорог различных микроорганизмов. При поступлении ливневого стока в р. Городничанка ОМЧ в воде увеличивается в 8,1–37,2 раза.

В поступающем ливневого стока в р. Городничанка численность бактерий группы кишечной палочки выше в 4,5–31,3 раза в сравнении с дождевой водой. После ливневого стока в р. Городничанка численность БГКП в воде увеличивается в 4,9–14,0 раз.

Таким образом, проблема «экологической реабилитации» р. Городничанка является одной из самых важных экологических задач развития Гродно. Основные природоохранные мероприятия должны быть направлены на организацию инженерных мероприятий по централизации системы дождевой канализации в центральной части города и очистке этих стоков.

#### Список литературы

1. Фёдорова, А.И. Практикум по экологии и охране окружающей среды / А.И. Фёдорова. – М.: ВЛАДОС. 2003. – 234 с.
2. Дмитриев, М.Г. Санитарно-химический анализ загрязняющих веществ в окружающей среде / М.Г. Дмитриев, Н.И. Казнина, И.А. Пинигина. – М.: Химия, 1989. – 368 с.
3. Оценка и регулирование качества окружающей природной среды: учеб. пособие для инженера-эколога /НУМЦ Минприроды России; редкол.: А.Ф. Порядин [и др.]. – М.: Прибой, 1996.–350 с.

The results of the study of the chemical composition and quality of rain and snow water, water from storm water and river taken in different seasons in 2014 - 2015. During the specified pH, the content of suspended solids, sulfate, nitrate and nitrite, chloride, hydrocarbonate, ammonium chromaticity.

Маер Д. Ю., УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», Гродно, Беларусь, e-mail: [distributor1994@mail.ru](mailto:distributor1994@mail.ru).

Чубрик Д. В., УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», Гродно, Беларусь, e-mail: [miss-you92@mail.ru](mailto:miss-you92@mail.ru).

Белова Е. А., УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», Гродно, Беларусь, e-mail: [bielova@yahoo.com](mailto:bielova@yahoo.com).

УДК 635.928; 631.67

Ю. А. Мажайский, Т. С. Лазарева, С. Ю. Лукьянова

## ВОДНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВ НА ГАЗОННЫХ ПОКРЫТИЯХ ПРИ ОРОШЕНИИ

**Аннотация.** Проведены экспериментальные исследования по водному режиму почв и режиму орошения газонных одновидовых трав и их травосмесей на дерново-подзолистых тяжелосуглинистых и супесчаных почвах в годы (2012 - 2014) с различной обеспеченностью осадков. Установлено, что водный баланс почвы является основной для установления режима увлажнения газонных травостоев. Его главной составляющей расходной части является суммарное испарение, а приходной – атмосферные осадки. В работе показан по годам исследования и в целом за трехлетний период водный баланс орошаемых газонных травостоев. Для лет с обеспеченностью осадков 50, 75 и 95% на основе полевых исследований разработаны эксплуатационные режимы орошения газонных травостоев и их элементы (поливные нормы, число и сроки поливов) для дерново – подзолистых тяжелосуглинистых и супесчаных почв Рязанской области. При этом поливные нормы, число и сроки поливов определялись по влажности почвы исходя из нижнего предела оптимальной влажности почвы для многолетних трав в пределах 65 – 85% наименьшей влагоемкости, определяемой тензиометрическим способом. В результате натурных исследований установлен режим орошения газонных травостоев для лет с различной обеспеченностью осадков для тяжелосуглинистой и супесчаного почв, который предусматривает оросительные нормы соответственно 625 – 1184 м<sup>3</sup>/га и 772 – 1247 м<sup>3</sup>/га при нормах полива 60 - 64 м<sup>3</sup>/га и 46,0 – 50,0 м<sup>3</sup>/га и число поливов 10 – 19 и 16 – 26 раз.

**Ключевые слова:** Рязанская область, дерново-подзолистые почвы, газон, травостой, водный режим, режим орошения, поливная норма, оросительная норма, режим предполивной влажности почвы.

**Введение.** В настоящее время, в связи с ростом промышленного роста наблюдаются процессы урбанизации территории, которые сопровождаются загрязнением воздуха и воды химическими веществами. Поэтому газоны вносят большой вклад в улучшение экологического состояния окружающей природной среды.

Для создания газонов необходим набор таких трав, которые образуют дернину высокого качества. Частое скашивание густого травостоя газонов значительно ускоряет прохождение процессов дернообразования в верхнем слое почвы. В настоящее время газоны занимают более 50% площади зеленых насаждений.

В условиях недостаточного и неустойчивого естественного увлажнения большое значение придается орошению и созданию оптимального водного режима почв для формирования газонных покрытий. С учетом особенностей водного режима дерновых покрытий газонов в настоящее время ведутся разработки режима орошения газонных покрытий, обладающих высокой плотностью посевов применительно к конкретным природным условиям [1-4]. Однако, для условий Рязанской области практически не изучен водный режим почв при орошении и не разработан режим орошения газонных травостоев. В связи с этим основной целью наших исследований являлось изучение водного режима почв при орошении и разработка эксплуатационного режима орошения газонных травостоев, обеспечивающих формирование прочного высококачественного дернового покрытия на дерново-подзолистых тяжелосуглинистых и супесчаных почвах Рязанской области.

**Предмет и методика исследований.** Исследования по изучению водного режима почв и разработке оптимального режима орошения и его элементов проводились на дерново-подзолистых тяжелосуглинистых и супесчаных почвах на двух опытных участках, расположенных в фермерских хозяйствах Рязанского района Рязанской области. Почва первого опытного участка тяжелосуглинистая. В слое почвы 0-20 см плотность сложения составляет 1,36 г/см<sup>3</sup>, общая пористость – 48%, наименьшая влагоемкость – 22,8%, содержание гумуса – 2,26%, солевая вытяжка близка к нейтрально (рН = 6,2 ед.), содержание подвижного фосфора – 84,4 мг/кг и обменного калия – 65 мг/кг. Почва второго опытного участка супесчаная. В пахотном слое 0-20 см плотность сложения высокая (1,60 г/см<sup>3</sup>), общая пористость – 41%, наименьшая влагоемкость – 14,9%, солевая вытяжка среднекислая (рН = 5,0 ед.), Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> – 45 мг/кг, К<sub>2</sub>О – 33 мг/кг. Таким образом, по исходным показателям свойств тяжелосуглинистая почва обладает лучшими почвенными показателями, чем супесчаная.

За период исследований наиболее теплым и засушливым вегетационным периодом (апрель-октябрь) выделялся 2014 г. Среднесуточная температура воздуха была выше среднегодовых значений на 1,7°С, а

сумма осадков – меньше нормы на 34,6%. Vegetационный период 2013 г. был наиболее влажным и относительно теплым. Температура воздуха превышала среднюю многолетнюю величину на 0,5°C, а сумма осадков за этот период превышала норму на 36,6%. Период апрель-октябрь 2012 г. по температурному режиму был близким к среднемноголетним показателям, а по количеству осадков был влажным (на 18% больше нормы).

Дефицит естественного увлажнения в вегетационный период 2014 г. составлял 476,9 мм и был больше многолетних значений на 219,6 мм или на 83%, а в 2012-2013 гг. – соответственно на 221,3 и 165,5 мм, что свидетельствуют о необходимости в теплый период проводить орошение газонных трав.

Опыты были заложены одновременно в апреле 2012 г., где изучались одновидовые газонные травы и их травосмеси. Схема опыта приведена в таблице 1. Всего изучалось 6 одновидовых трав и три травосмеси. Повторность опытов принималась трехкратной. Площадь опытной делянки 3x4=12 м<sup>2</sup> с рендомизированным их расположением. При проведении исследований использовались общепринятые и современные методики. Влажность почвы весной и осенью определяли термостатно-весовым методом [5], а в вегетационный период перед поливом при снижении влажности почвы в слое 0-10 см до 80% от наименьшей влагоёмкости по тензиометрам, установленным на глубину 10 см. Суммарный расход влаги газонным травостоем определялся водобалансовым методом [6].

На опытных участках была проведена подготовка почвы, а 16 апреля 2012 г. проведен посев газонных трав. В опытах технология обработки почвы под газоны использовалась зональная. В начале апреля 2012 г. были проведены следующие агротехнологические мероприятия: вспашка, культивация, боронование и прикатывание почвы. Перед посевом были внесены минеральные удобрения и известь. Посев семян газонных растений проводили 16 апреля 2012 г. вручную. Глубина посева составляла 1,0-1,5 см. Нормы высева газонных трав принимались оптимальные, в соответствии с принятыми рекомендациями.

Уход за посевами злаковых травостоев в 2012-2014 гг. состоял из удаления сорной растительности, систематических поливов, аэрации почвы методом прокалывания, подкормок минеральными удобрениями и регулярного скашивания.

Таблица 1 – Схема полевых опытов I и II

<b>Видовой состав</b>				
	<b>Одновидовые</b>		<b>%</b>	<b>Сорт</b>
	Овсяница красная	<i>Festuca rubra L.</i>	100	Смирна
	Овсяница красная красная	<i>Festuca rubra rubra L.</i>	100	Тамара
	Овсяница овечья	<i>Festuca ovina L.</i>	100	Риду
	Мятлик луговой	<i>Poa pratensis L.</i>	100	Балин
	Полевица столонообразующая	<i>Agrostis stolonifera L.</i>	100	Кроми
	Райграс пастбищный	<i>Lolium perenne L.</i>	100	Сакини
<b>1-я травосмесь</b>				
	Овсяница красная красная	<i>Festuca rubra rubra L.</i>	50	Тамара
	Мятлик луговой	<i>Poa pratensis L.</i>	40	Балин
	Полевица столонообразующая	<i>Agrostis stolonifera L.</i>	10	Кроми
<b>2-я травосмесь</b>				
	Овсяница красная	<i>Festuca rubra L.</i>	40	Смирна
	Овсяница овечья	<i>Festuca ovina L.</i>	30	Риду
	Райграс пастбищный	<i>Lolium perenne L.</i>	30	Сакини
<b>3-я травосмесь</b>				
	Полевица столонообразующая	<i>Agrostis stolonifera L.</i>	35	Кроми
	Овсяница красная	<i>Festuca rubra L.</i>	35	Смирна
	Мятлик луговой	<i>Poa pratensis L.</i>	20	Конни
	Овсяница красная красная	<i>Festuca rubra rubra L.</i>	10	Тамара

**Результаты и обсуждение.** Водный режим почв при формировании газонов в условиях орошения определяется режимом уровня залегания грунтовых вод, влажностью почвы, режимом орошения газонных травостоев и их суммарным расходом.

В зависимости от тепло- и влагообеспеченности вегетационного периода газонных трав изменяется и режим орошения (табл. 2). Число поливов в годы исследований в опыте 1 изменялось от 10 до 19, а оросительные нормы – от 625 до 1184 м<sup>3</sup>/га. В опыте 2 эти показатели соответственно составляли от 16 до 26 поливов и от 772 до 1247 м<sup>3</sup>/га. В вегетационный период 2012 г., который характеризовался средними температурами воздуха и относительно большим количеством осадков в опыте 1, было проведено 11 поливов газонных травостоев средними поливными нормами 62,9 м<sup>3</sup>/га при оросительной норме 692 м<sup>3</sup>/га. Поливы в сухой сезон были проведены через каждые 5-8 дней. Оросительный период при этом продолжался с 22 мая по 21 сентября и составлял 123 суток. В опыте 2 на легких почвах в 2012 г было проведено 18 поливов со средней поливной нормой 48 м<sup>3</sup>/га при оросительной норме 864 м<sup>3</sup>/га в период со 2 мая по 28 сентября. Межполивные интервалы в сухие периоды изменялись в узких пределах 4-6 дней и в среднем составляли 8 дне, а оросительный период – 150 суток. Второй год исследований (2013 г.) был относительно теплым и очень влажным. В первую половину вегетации при высоких температурах воздуха осадки практически не выпадали. В опыте 1 за вегетационный период 2013 г. было проведено 10 поливов в среднем с 9 мая по 31 августа, поливными нормами от 60,4 до 64,7 м<sup>3</sup>/га каждый полив с оросительной нормой 625 м<sup>3</sup>/га. Межполивной период при этом составлял 6-20 суток, а оросительный период – 114 суток. В опыте 2 за 2014 г. Было проведено 16 поливов со средней поливной нормой 48,3 м<sup>3</sup>/га и оросительной нормой 772 м<sup>3</sup>/га.

Таблица 2 – Режим орошения газонных травостоев

Год исследований	Опыт 1			Опыт 2		
	Число поливов	Норма полива, м <sup>3</sup> /га	Оросительная норма, м <sup>3</sup> /га	Число поливов	Норма полива, м <sup>3</sup> /га	Оросительная норма, м <sup>3</sup> /га
2012	11	60,5-64,2	692	18	46,1-50,0	864
2013	10	60,7-64,7	625	16	46,2-49,9	772
2014	19	60,0-64,8	1184	26	46,0-49,7	1247

Вегетационный период 2014 г был очень теплым и засушливым. За период вегетации газонных трав в опыте 1 было проведено 19 поливов средними поливными нормами по 62,3 м<sup>3</sup>/га при оросительной норме 1184 м<sup>3</sup>/га. В зависимости от выпадающих осадков и испаряемости межполивные интервалы измерялись от 5 до 19 дне. При этом оросительный период составил 149 суток. На лёгких почвах опыта 2 в 2014 году было проведено 26 поливов со средней поливной нормой 48 м<sup>3</sup>/га при оросительной норме 1247 м<sup>3</sup>/га. При этом межполивные интервалы составляли 4-9 суток, а оросительный период – 155 суток.

В среднем за три года на тяжелосуглинистых почвах в опыте 1 средняя оросительная норма составила 834 м<sup>3</sup>/га при средней поливной норме 62,6 м<sup>3</sup>/га. Во втором опыте на супесчаных почвах средняя оросительная норма была больше, чем в опыте 1, на 15,2% и составляла 961 м<sup>3</sup>/га при средней поливной норме 48,1 м<sup>3</sup>/га. Следовательно, в опыте 2 на легких почвах со слабой водоудерживающей способностью увеличивается оросительная норма в среднем на 15,2%, а число поливов в 1,5 раза, но при этом уменьшается поливная норма.

Влажность активного слоя почвы (0-10 см) в течение трехлетнего периода вегетации газонных трав поддерживалась поливами на достаточно высоком уровне – 80% от наименьшей влагоёмкости. При этом наиболее высокая влажность почвы фиксировалась в начальный период вегетации трав (начало отрастания), а наименьшая – осенью в конце их вегетации. Так в 2012 г после посева газонных трав в опыте 1 влажность почвы в слое 0-40 см составляла 88,8% НВ (наименьшей влагоемкости,) а влагозапасы сохранялись на уровне 110,1 мм, в том числе 57,9 мм были продуктивными. В опыте 2 в этот период влажность почвы была несколько меньше, чем в опыте 1 и составляла 86,2% НВ, а общие и продуктивные запасы влаги соответственно равнялись 82,2 и 34,2 мм. На конец вегетации 2012 г влажность почвы заметно уменьшилась и в опыте 1 составляла 75,3% НВ, а влагозапасы общие и продуктивные понизились соответственно до 93,4 мм и 43,1 мм. В опыте 2 эти показатели были еще ниже и соответственно составляли 72,9%; 69,5 мм и 21,5 мм. На начальный период вегетации трав в 2013 г влажность почвы в слое 0 – 40 см была несколько меньше, чем в 2012 г., что обусловлено более влажной погодой в начальный период отрастания злаковых газонных трав. В опытах 1 и 2 в этот период влажность почвы соответственно составляла 91,4% и 89,3% от наименьшей влагоемкости, а продуктивные запасы – 53,7 и 37,2 мм.

К концу вегетации газонных травостоев в 2013 г влажность активного слоя почвы понизилась до 78,4 и 76,2% от НВ (наименьшей влагоемкости) соответственно в первом и втором опытах, а продуктивная влага – до 46,1 и 24,7 мм. В засушливом и теплом 2014 г в начальный период отрастания трав влажность корнеобитаемого слоя почвы (0-40 см) была наименьшей из трех лет исследований и в опыте 1 она составляла 82,7% от НВ при общих и продуктивных запасах 102,6 и 48,6 мм соответственно. В опыте 2 эти показатели были несколько

меньше и соответственно составляли 81,6% НВ; 77,8 мм и 29,8 мм. В конце вегетации 2014 г влажность почвы в слое 0 – 40 см уменьшилась до 68,2 НВ в опыте 1 и до 64,5% НВ в опыте 2. При этом общие влагозапасы активного 40-сантиметрового слоя почвы в опыте 1 и 2 понизились соответственно до 84,6 и 61,5 мм, а продуктивные – до 40,1 и 12,5 мм. В целом в период вегетации газонных травостоев во все годы исследований дефицит легкодоступной влаги не отмечался.

В весенний период влажность почвы на относительно высоком уровне поддерживался за счет естественных осадков, в летний период – поливами и осенью в конце вегетации трав за счет снижения испарения при достаточном количестве осадков. Влажность почвы в летний период постепенно снижалась в связи с повышением среднесуточных температур воздуха. Однако при выпадении атмосферных осадков в определенные периоды вегетации влажность активного слоя почвы повышалась. При снижении влажности расчетного слоя почвы 0-10 см до 80% наименьшей влагоемкости проводились поливы. Атмосферные осадки, как дополнительный компенсатор потерь влаги на суммарное испарение, в отдельные периоды увеличивали общие и продуктивные запасы влаги в почве. В целом в период вегетации газонных злаковых трав оптимальная влажность в верхнем слое почвы 0-10 см поддерживалась поливами.

В течение трех лет исследований влажность активного слоя почвы перед поливами в среднем находилась в пределах 78,3-81,4% НВ. т.е. отличалась от запланированного уровня не более чем на  $\pm 1,4-1,7\%$  по НВ и почва была обеспечена продуктивными запасами влаги.

К концу исследований трав влажность почвы в слое 0 – 40 см понижалась, но оставалась достаточно высокой для этого периода, а продуктивные запасы влаги не опускались ниже 13,5 мм в засушливом 2014 г. (опыт 2). Наибольшая влажность почвы и продуктивные запасы влаги в слое 0 – 40 см в конце вегетации трав были зафиксированы в опыте 1 в более влажном 2013 г и составляли соответственно 78,8% НВ и 46,1 мм, а в опыте 2 – 76,2 % НВ и 24,7 мм соответственно. Такие показатели влажности почвы обеспечивали благоприятные условия для роста растений.

Полученные данные свидетельствуют о целесообразности поддержания оптимальной влажности почвы для возделывания газонных трав, как на тяжелых, так и на лёгких почвах Нечерноземной зоны России посредством орошения. Следует отметить, что на легких супесчаных почвах в опыте 2 потребность в орошении заметно возрастала по сравнению с тяжелосуглинистыми почвами в опыте 1. Этот процесс связан со слабой водоудерживающей способностью легких почв и более быстрым их иссушением при высоких температурах воздуха, что в целом сказывается на влагообмене. Показатели водообмена и его интенсивность определяются водно-физическими свойствами почв и глубины грунтовых вод. При неглубоком их залегании влага восходящими токами капиллярным путем поступает в активный слой почвы. В основном максимально возможное подпитывание определяется дефицитом атмосферного увлажнения.

При средней за вегетационный период глубине залегания грунтовых вод 1,3 м и 1,5 м соответственно на тяжелосуглинистых (опыт 1) и супесчаных почвах (опыт 2) поступление их в верхний слой почвы нами принималось по литературным данным 10% в опыте 1 и 8% в опыте 2 от суммарного прихода влаги в корнеобитаемый слой от осадков, из почвы и оросительной нормы. Выполненные водобалансовые расчёты суммарного расхода влаги орошаемых газонных трав за вегетационный период продолжительностью 178 суток (с 16 апреля по 10 октября) показали, что наибольший суммарный расход влаги газонными травами отмечался в относительно тёплом и очень влажном 2013 г. (табл. 3). При этом суммарный расход влаги составил 569,8 и 577,6 мм соответственно в опытах 1 и 2, а среднесуточный расход был равен 3,2 мм. Наименьшее расходование влаги газонным травостоем было зафиксировано в очень сухом и тёплом 2014 г. Здесь суммарный расход влаги газонными травами уменьшился до 394-396,4 мм, а среднесуточный – до 2,2 мм. В среднем по температурному режиму в относительно влажном 2012 г. суммарный расход влаги газонным травостоем за вегетационный период составил 482 мм в опыте 1 на тяжелосуглинистых почвах и 493,2 мм в опыте 2 на супесчаных почвах при среднесуточном расходе влаги соответственно 2,7 и 2,8 мм.

В среднем за годы исследований суммарный расход влаги газонными травами составил 482 мм в опыте 1 и 489 мм в опыте 2 при среднесуточном расходе влаги за период вегетации в обоих опытах 2,7 мм.

В обоих опытах суммарный расход влаги травостоем был примерно одинаковым. Однако отмечается незначительная тенденция большего расходования влаги в опыте 2 на лёгких супесчаных почвах, по сравнению с тяжелосуглинистыми почвами опыта 1 (в среднем на 1,5 %), что обусловлено большим прогреванием лёгких почв и их испаряемостью.

В водном балансе основной приходной статьёй являются атмосферные осадки, а оросительная норма занимает второе место. В среднем за годы исследований в опыте 1 на тяжелосуглинистых почвах удельный вес атмосферных осадков в суммарном расходе влаги составляет 70,1%, оросительная норма – 17,3%, 9,1% приходится на использование грунтовых вод, а 3,5% - на почвенные влагозапасы. Аналогичные данные по распределению влаги по приходным статьям водного баланса получены и в опыте 2 на лёгких супесчаных

почвах (69,1%; 19,6%; 8,5% и 2,8% соответственно от осадков, оросительной воды, прихода от грунтовых вод и почвенных влагозапасов).

Таблица 3 – Водный баланс влаги орошаемых газонных травостоев, мм

Год исследования	Атмосферные осадки	Приход из почвы	Оросительная норма	Приход грунтовых вод	Суммарный расход влаги	Среднесуточный расход влаги
<b>Опыт 1</b>						
2012	352,3	16,7	69,2	43,8	482	2,7
2013	439	16,5	62,5	51,8	569,8	3,2
2014	221,8	18,0	118,4	35,8	394	2,2
Среднее	337,7	17,1	83,4	43,8	482	2,7
<b>Опыт 2</b>						
2012	352,3	12,7	86,4	41,8	493,2	2,8
2013	439	12,5	77,2	48,9	557,6	3,2
2014	221,8	16,3	124,7	33,6	396,4	2,2
Среднее	337,7	13,8	96,1	41,4	489	2,7

**Выводы.** В результате экспериментальных исследований, проведенных в 2010 – 2014 гг., установлен эксплуатационный режим увлажнения одновидовых газонных многолетних трав и их травосмесей на дерново – подзолистых тяжелосуглинистых супесчаных почвах, который предусматривает оросительные нормы 625, 692 и 1184м<sup>3</sup>/га и 772, 864 и 1247м<sup>3</sup>/га для лет с обеспеченностью осадков 50, 74 и 95% соответственно.

#### *Список литературы*

1. Абрамашвили, Г.Г. Спортивные газоны. – М.: Советский спорт, 1988 – 159 с.
2. Лаптев, А.А., Гринченко, Б.Х., Чистякова, Е.В. Определение оптимальных норм высева семян газонных трав при устройстве газонов // Охрана, изучение и обогащение растительного мира. – Киев: Вища школа, 1984 – С. 47-54.
3. Латиозов, Н.Л., Кобозев Н.В., Парахин Н.В., Тюльдюков В.А., Оптимизация режимов орошения сельскохозяйственных культур. – М.: Из-во МСХА, 1999. – 95 с.
4. Тюльдюков, В.А., Кабозев, Н.В., Парахин, Н.В. Газоноведение и озеленение населённых территорий. М.: Колос, - 2002. – 263 с.
5. Роде, А.А. Основы учения о почвенной влаге. Л.: Гидрометеиздат, 1969 – 287 с.
6. Костяков, А.Н., Основы мелиорации. М.: Сельхозгис, 1960.

Experimental research on water regime of soils and irrigation mode single-species lawn grasses and their mixtures on sod – podzolic loamy and sandy soils during the years (2012 - 2014) with different security rain. It is established that the water balance of the soil is the basis for the establishment of a regime of moistening of lawn grass. Its main component of the expenditure side is evapotranspiration, and receipt – precipitation. It is shown by years of research and in General, Yes a three-year period water balance of irrigated lawn grass. For years with probability of precipitation of 50, 75 and 95% on the basis of field studies designed operating regimes of irrigation of turf grass and their elements (irrigation norms, the number and timing of irrigations) for sod – podzolic loam and sandy loam soils in Ryazan region. At the same irrigation norms, the number and timing of irrigations was determined from the soil moisture on the basis of the lower limit of optimum soil moisture for perennial fucked within the limits 65 – 85% of the smallest moisture capacity, determined by tensiometry's way. As a Result of field studies have established the mode of irrigation of lawn grass for years with different precipitation security for loam and sandy loam soils, which provides irrigation norms, respectively 625 – 1184м<sup>3</sup>/ha and 772 – 1247м<sup>3</sup>/ha with irrigation norms 60 - 64м<sup>3</sup>/ha and 46,0 – 50,0м<sup>3</sup>/ha and the number поливов 10 – 19 and 16 – 26 times.

*Мажайский Ю. А.*, Мещерский филиал ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», г.Рязань, Россия, e-mail: [mail@mntc.pro](mailto:mail@mntc.pro).

*Лазарева Т. С.*, ФГБОУ ВО «РГТУ имени П.А. Костычева», г. Рязань, Россия, e-mail: [tassel85@gmail.com](mailto:tassel85@gmail.com).

*Лукьянова С. Ю.*, Мещерский Научно – Технический Центр, г. Рязань, Россия, e-mail: [Svet1405@mail.ru](mailto:Svet1405@mail.ru).

**РАЗРАБОТКА ПЛАНА УПРАВЛЕНИЯ БАССЕЙНОМ РЕКИ ЗАПАДНЫЙ БУГ**

Республика Беларусь является одной из сторон ряда международных природоохранных конвенций, в том числе Конвенции по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер, что предполагает активное участие в международном сотрудничестве по совместному использованию и охране трансграничных водных объектов. В последние годы в Республике Беларусь начаты работы по экологическому оздоровлению бассейнов рек, в том числе и трансграничных, на основе согласованных между заинтересованными сторонами планов действий. Реализация этих планов во многом зависит от гармонизации природоохранного законодательства Республики Беларусь со странами Европейского Союза.

Водная политика Европейского Союза (далее – ЕС) согласно Водной рамочной директивы ЕС (по водным ресурсам) [1] направлена на предотвращение дальнейшего ухудшения, защиту и улучшение качественных и количественных характеристик водных экосистем и подземных вод, что достигается при помощи разработки планов управления бассейнов рек и реализации рекомендуемых в этих планах мероприятий.

За период 2008–2014 годы (до вступления в силу Водного кодекса от 30 апреля 2014 г. №149-3) РУП «ЦНИИКИВР» в соответствии с требованиями действующего Водного кодекса и действующих нормативных правовых и нормативных технических правовых актов разработал схемы комплексного использования и охраны вод бассейнов рек Неман, Западная Двина и Днепр.

Учитывая необходимость гармонизации международных экологических отношений, была подготовлена новая редакция Водного Кодекса [2], предусматривающая выполнение рекомендаций Водной рамочной директивы (далее – ВРД) и других директив ЕС.

Статьей 15 Водного кодекса от 30 апреля 2014 г. №149-3 предусмотрена разработка планов управления бассейнами рек Республики Беларусь. Основная целевая направленность плана – достижение хорошего или отличного экологического состояния (статуса) водной среды к определенному сроку. Экологический статус устанавливается на основании классов гидрохимических, гидробиологических и гидроморфологических показателей качества исследуемого водного объекта. Однако, в соответствии с вступившим в действие в октябре 2015 года техническим нормативным правовым актом [3] основными показателями для определения экологического статуса водных объектов являются гидробиологические показатели.

В 2015 году начата разработка плана управления бассейном реки Западный Буг [4].

Разработка плана управления водными ресурсами бассейна реки Западный Буг осуществляется в два этапа. Исходными данными для проведения работ являются:

- государственный водный кадастр, включая данные государственной статистической отчетности по форме 1-вода (Минприроды) «Отчет об использовании воды»;
- данные мониторинга поверхностных вод и мониторинга подземных вод НСМОС;
- картографо-геодезические фонды республики;
- данные аналитического контроля в рамках производственного (ведомственного) контроля в области охраны окружающей среды, рационального использования природных ресурсов;

Выполнение работ на первом этапе позволило решить следующие задачи:

- выполнить типизацию водных объектов бассейна реки Западный Буг;
- идентифицировать и проанализировать нагрузки/воздействия, испытываемые водными объектами бассейна реки Западный Буг;
- обследовать основные, наиболее уязвимые с точки зрения антропогенных воздействий, водные объекты бассейна реки Западный Буг, не включенные в реестр пунктов наблюдений режимного мониторинга поверхностных вод Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь (далее – НСМОС);
- выявить водные объекты, находящиеся под угрозой риска;
- подготовить анализ источников и характеристик антропогенной нагрузки на водные объекты, выделяя водные объекты, находящиеся под угрозой риска;
- оценить экологическое состояние (статус) водных объектов.

К настоящему времени в бассейне реки Западный Буг был идентифицирован и типизирован 31 участок водных объектов. Детальному анализу подвергнуты все участки рек. Для них установлены классы гидрохимических и гидроморфологических показателей состояния водных объектов. И только для 8 участков водных объектов, на которых проводятся гидробиологические наблюдения, определены классы

гидробиологических показателей. Следовательно, только для 8 участков водных объектов определён экологический статус (таблица).

К тому же периодичность гидробиологических наблюдений (1 раз в 2 года) для оценки экологического статуса недостаточна. Необходимо особое внимание уделить развитию сети и корректировке периодичности гидробиологических наблюдений.

На следующем этапе работы предполагается:

- разработать мероприятия по определению экологического состояния (статуса) поверхностных водных объектов (их частей) в случае, если такое состояние (статус) не определено;
- определить экологические проблемы речного бассейна и пути их решения;
- выполнить анализ существующей схемы размещения пунктов наблюдений государственной сети наблюдений за состоянием поверхностных и подземных вод с обоснованными предложениями по ее оптимизации;
- провести исследования о перспективном использовании водных ресурсов, в том числе для рекреационных целей;
- проанализировать водохозяйственные балансы;
- разработать мероприятия, направленные на улучшение экологического состояния (статуса) поверхностных водных объектов (их частей) с указанием сроков и ожидаемых показателей их реализации.

Таблица – Перечень обследованных объектов в бассейне р. Западный Буг

Название реки	Класс гидроморфологических показателей	Класс гидрохимических показателей	Класс гидробиологических показателей	Экологический статус
Копановка	2 / хороший	3 / <i>удовлетворительный</i>	2 / хороший	3 / <i>удовлетворительный</i>
Западный Буг	2 / хороший	2 / хороший	2 / хороший	2 / хороший
Мухавец	2 / хороший	2 / хороший	2 / хороший	2 / хороший
Западный Буг	2 / хороший	3 / <i>удовлетворительный</i>	3 / <i>удовлетворительный</i>	3 / <i>удовлетворительный</i>
Лесная	3 / <i>удовлетворительный</i>	2 / хороший	2 / хороший	2 / хороший
Лесная Правая	2 / хороший	3 / <i>удовлетворительный</i>	2 / хороший	3 / <i>удовлетворительный</i>
Западный Буг	2 / хороший	3 / <i>удовлетворительный</i>	3 / <i>удовлетворительный</i>	3 / <i>удовлетворительный</i>
Нарев	2 / хороший	2 / хороший	2 / хороший	2 / хороший

При реализации поставленных задач используются современные подходы по автоматизации данных процессов с использованием ГИС-технологий.

#### Список литературы

1. Калинин, М.Ю., Пеньковская, А.М., Самусенко, А.М. Законодательство Республики Беларусь в области водных ресурсов и Водная рамочная директива Европейского Союза. Руководство для специалистов. Под редакцией М.Ю.Калинина.- Мн.:Арт-Пресс, 2003.-136 с.
2. ВОДНЫЙ КОДЕКС РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ от 30 апреля 2014 г. №149-З.
3. ТКП 17.13-21-2015 (33140) «Охрана окружающей среды и природопользование. Аналитический (лабораторный) контроль и мониторинг. Порядок отнесения поверхностных водных объектов (их частей) к классам экологического состояния (статуса)».
4. Отчет о НИР «Разработать план управления бассейном реки Западный Буг», РУП «ЦНИИКИВР», Минск, 2015.

Results of performance of the first stage of works when developing the management plan by a river basin the Western Bug are given in article. Data on the ecological status of some water objects of the pool and the list of questions which are supposed to be solved at the following stage are provided. Further solutions questions are planned.

Пеньковская А. М., РУП "ЦНИИКИВР", г.Минск, Беларусь, e-mail: skivr@mail.ru.

**ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ВОДНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ ОЗЕР ГРОДНЕНСКОГО РАЙОНА (ОЗЕРО БЕЛОЕ И ЮБИЛЕЙНОЕ)**

Любая водная экосистема, находясь в равновесии с факторами внешней среды, имеет сложную систему подвижных биологических связей, которые нарушаются под воздействием антропогенных факторов. Оценка степени загрязнения водоема по видовому составу гидробионтов позволяет быстро установить его санитарное состояние, определить степень и характер загрязнения и пути его распространения в водоеме.

Озера оказывают активное влияние на состояние природной обстановки. Гидрологические показатели, физические и химические свойства воды определяют условия развития водных животных и растительных организмов, жизнедеятельность которых в свою очередь оказывает существенное влияние на озерный природный комплекс.

В окрестностях города Гродно располагается ряд озер. Озеро Белое находится на северо-востоке в 22 км от города Гродно (Беларусь), относится к бассейну реки Пыранка к западу от д. Белое. Озеро проточное, через реку Пыранка соединяется с озером Молочное и через реку Котра с рекой Неман. Его площадь составляет 7,1 км<sup>2</sup>, наибольшая глубина доходит до 9 м в некоторых местах, ширина – 1,15 км, длина 13 км, площадь водосбора 267 км<sup>2</sup>. Озеро со всех сторон окружено лесным массивом, на юге склоны распаханные, берег образует многочисленные заливы [1, 2]. Озеро Юбилейное расположено на юго-востоке от города Гродно в 3 км и также активно используется, как и озеро Белое, в последнее время в рекреационных целях, что отражает актуальность проводимого нами исследования.

Целью работы являлось определение видового разнообразия животных-гидробионтов и оценка экологического состояния озер Юбилейное и Белое (Гродненский район, Гродненская область, Беларусь).

Объектами исследования являлись различные виды беспозвоночных животных-гидробионтов, обитающие на исследуемых водоемах. Исследования проводили летом 2014 и 2015 годов на озерах Белое и Юбилейное. На каждом водоеме было выбрано пять точек, на которых проводили отлов беспозвоночных животных и дальнейшее их определение [3]. Сбор беспозвоночных животных осуществляли при помощи водного сачка. Все взятые пробы подвергали обработке и анализу в лаборатории. Далее проводили выделение индикаторных групп гидробионтов и расчет биотических индексов.

Озеро Юбилейное – водоем искусственного происхождения, пересыхания нет, озеро постоянное, в воде имеются взвешенные частицы, грунт илистый с грязью или песчаный. Около водоема расположен детский оздоровительный лагерь «Зорька» и ряд деревень. Входит в границы г. Гродно.

Озеро Белое – водоем естественного происхождения, пересыхания нет, постоянное озеро, вода со взвешенными частицами, грунт представлен илом с грязью либо песком. Около водоема расположена деревня Озеры, а также ряд оздоровительных лагерей и баз отдыха. Расположено в пределах Республиканского ландшафтного заказника «Озеры» [4].

При проведении исследований нами были выявлены в озере Юбилейное беспозвоночные животные-гидробионты, относящиеся к 24 таксонам. Видовой состав гидробионтов представлен моллюсками (42%), кольчатыми червями (4%) и членистоногими (54%). Моллюски в основном представлены брюхоногими (31%), в гораздо меньшей степени – двустворчатыми (13%). Брюхоногие моллюски представлены одним отрядом *Bastomatophora*: *Anisus vortex* (Linnaeus, 1758), *Planorbis planorbis* (Linnaeus, 1758), *Planorbarius corneus* (Linnaeus, 1758), *Lymnaea truncatula* (Müller, 1774), *Lymnaea stagnalis* (Linnaeus, 1758), *Radix ovata* (Draparnaud, 1805) и *Physa fontinalis* (Linnaeus, 1758).

Членистоногие озера Юбилейное представлены насекомыми, ракообразными и паукообразными. Среди паукообразных выявлен только один вид *Argyroneta aquatica*. Наиболее многочисленными оказались представители класса Насекомые (39%). Они представлены следующими отрядами: Coleoptera, Diptera, Ephemeroptera, Hemiptera и Odonata.

На озере Белое выявлено 36 видов беспозвоночных-гидробионтов, которые также представлены тремя типами: моллюски (36%), членистоногие (56%) и кольчатые черви (8%), относящихся к шести классам.

Среди моллюсков преобладают брюхоногие (31%), относящиеся к двум подклассам: легочные и переднежаберные моллюски, входящие в три отряда. Из легочных – *Anisus vortex* (Linnaeus, 1758), *Planorbis planorbis* (Linnaeus, 1758), *Planorbarius corneus* (Linnaeus, 1758), *Lymnaea truncatula* (Müller, 1774), *Lymnaea stagnalis* (Linnaeus, 1758), *Radix ovata* (Draparnaud, 1805), *Lymnaea auricularia* (Linnaeus, 1758), *Lymnaea patula*. Из переднежаберных – *Viviparus viviparus* (Linnaeus, 1758), *Bithynia tentaculata* (Linnaeus, 1758), *Valvata*

*piscinalis* (Müller, 1774). Среди двусторчатых выявлено два вида: *Anodonta cygnea* (Linnaeus, 1758) и *Sphaerium corneum* (Linnaeus, 1758).

Членистоногие озера Белое представлены насекомыми, ракообразными и паукообразными. Среди паукообразных выявлен только один вид *Hydrachna geographica*. Наиболее многочисленными оказались представители класса Насекомые. Они представлены шестью отрядами: Coleoptera, Diptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Odonata и Trichoptera.

Также при проведении исследований нами были выделены индикаторные группы беспозвоночных-гидробионтов для каждого из озер и рассчитан индекс Майера [6, 7]. Озера Юбилейное и Белое имеют второй класс качества вод (олигосапробные водоемы) и средний уровень загрязнения.

Таким образом, исследуемые водоемы Гродненского района, озера Юбилейное и Белое сходны по ряду гидробиологических особенностей (характер берега, прерывистый тип зарастания, изрезанная береговая линия, прибрежные фитоценозы) и имеют среднюю степень антропогенной нагрузки. Фауна беспозвоночных животных-гидробионтов озера Белое представлена 36 таксонами, из которых 36% составляют моллюски, 8% кольчатые черви и 56% членистоногие. На озере Юбилейное выявлено 24 таксона беспозвоночных: 42% моллюски, 4% кольчатые черви и 54% членистоногие.

Оценка экологического состояния озер Юбилейное и Белое по биотическому индексу Майера показала, что данные водоемы имеют средний уровень загрязнения и второй класс качества воды (олигосапробные водоемы).

#### Список литературы

1. Гродно. Энциклопедический справочник. – Мн.: Белорус. Сов. Энцикл., 1989. – 438 с.
2. Озера – ландшафтный заказник республиканского значения [Электронный ресурс] / Сайт этнотуристических ресурсов трансграничного региона. – Гродно, 2013. – Режим доступа: <http://ethno-tour.grsu.by>. Дата доступа: 29.03.2014.
3. Кутикова, Л.А. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР / Л.А. Кутикова, Я.И. Старобогатов // Гидрометеоздат. – Ленинград, 1997.
4. Янчуревич, О.В. Биоразнообразии водных и околоводных животных озера Белое Республиканского ландшафтного заказника «Озеры» / О.В. Янчуревич, А.В. Рыжая // Перспективы сохранения и рационального использования природных комплексов особо охраняемых природных территорий: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию Березинского заповедника и 20-летию присвоения ему Европейского диплома для охраняемых территорий, 26-29 авг. 2015 г., д. Домжерицы, Республика Беларусь [и др.]; редкол.: В.С. Ивкович (отв. ред.) [и др.]. – Минск: Белорусский дом печати, 2015. – 367 с.
5. Якушко, О.Ф. Озера Белоруссии / О.Ф. Якушко, И.А. Мысливец, А.Н. Рачевский; под ред. О.Ф. Якушко. – Мн.: Ураджай, 1988. – С. 5.
6. Основы экологии и рационального природопользования [Электронный ресурс] / Институт открытого образования. Московский государственный университет печати. – Москва, 2014. – Режим доступа: <http://www.hi-edu.ru>. – Дата доступа: 07.03.2014.

The studied reservoirs of the Grodno district, lake Anniversary and White are similar on a number of hydrobiological features (character of the coast, faltering type of overgrowing, the cut-up coastline, coastal fitotsenoza) and have average degree of anthropogenous loading. The fauna of invertebrate animals hydrobionts of the lake White is presented by 36 taxons of which 36% make mollusks, 8% Annelidas and 56% arthropods. On the lake Anniversary 24 taxons of invertebrates are revealed: 42% mollusks, 4% Annelidas and 54% arthropods.

The assessment of an ecological condition of lakes Anniversary and White on a biotic index of Mayer has shown that these reservoirs have the average level of pollution and the second class of quality of water (oligosaprobny reservoirs).

*Рогацевич Т. В.*, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: [ms.rogatsevich@mail.ru](mailto:ms.rogatsevich@mail.ru)

*Ягнешко А. И.*, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь.

УДК 628.3

**Е. А. Самусик, Л. П. Лосева, С. С. Ануфрик, Т. К. Крупская, С. Н. Анучин**

#### ЭКОЛОГО-АГРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АКТИВНОГО ИЛИ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ОАО «ГРОДНО АЗОТ»

**Введение.** В связи со снижением плодородия почв необходимо совершенствовать систему удобрения, причем она должна быть рациональной, научно-обоснованной и экологически безопасной для окружающей

среды. Использование с этой целью вторичного сырья как с экономической, так и с агроэкологической точки зрения представляет особый интерес. В первую очередь это касается осадков сточных вод очистных сооружений. Отечественный и зарубежный опыт использования осадка сооружений биологической очистки сточных вод свидетельствует о перспективности способа его утилизации в качестве удобрения при отсутствии токсичных примесей, в частности, соединений тяжелых металлов.

**Цель работы** – оценка состава активного ила по агрономической эффективности, экологической безопасности для дальнейшего применения его при выращивании технического рапса.

**Объектом исследования** являлся активный ил очистных сооружений ОАО «Гродно Азот».

**Материалы и методы исследования.** На иловых площадках очистных сооружений ОАО «Гродно Азот» были отобраны пробы активного ила, хранящиеся до 1-го года.

Исходные пробы активного ила были подвергнуты агрохимическому [1], микробиологическому [2] и рентгенофлуоресцентному анализу на приборе марки РФА-СЕР-01 производства фирмы ElvaX (Украина) с использованием методики выполнения измерений МВИ.МН 4092-2011 и МВИ.МН3272-2009, утвержденной Белорусским государственным институтом метрологии [3].

**Результаты исследования.** Анализы проб активного ила, выполненные с использованием общепринятых методик агрохимии и микробиологии, показали следующие результаты (таблица 1). Нормативной базой для активного ила, используемого при выращивании технического рапса в качестве удобрения, служили ТУ «Удобрения органические на основе осадков сточных вод» [4].

Таблица 1 – Агрохимические и микробиологические показатели активного ила

Наименование показателя	Активный ил	Норма [4]
Влажность, %	60,8	Массовая доля влаги, не более 70%
Содержание минеральных веществ, %	21,63	–
Содержание органических веществ, %	78,37	Массовая доля органических веществ, не менее 20%
Реакция среды (рН вод.)	6,66	5,5–8,5
Содержание азота аммонийного (N-NO <sub>4</sub> ), мг/дм <sup>3</sup>	0,16	–
Общее микробное число, КОЕ/г осадка фактической влажности	(13,9±2,4)×10 <sup>4</sup>	–
БГКП, КОЕ/г осадка фактической влажности	(25,7±0,4)×10 <sup>1</sup>	<1000
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы, клеток/г	–	Отсутствие

*Примечание* – «–» – не нормируется

Оценивая в целом агрохимические и микробиологические показатели активного ила следует отметить, что они соответствуют нормативным требованиям к осадкам согласно ГОСТу Р 17.4.3.07-2001. Значение влажности находится в пределах нормы, т.е. не более 70%. Следует отметить, что на протяжении длительного периода хранения активного ила на иловых площадках содержание минеральных веществ остается практически стабильным.

Содержание органических веществ составляло 78,37 %. Однако следует отметить, что с увеличением срока хранения активного ила на иловых площадках концентрация органических веществ в них уменьшается в связи с процессами окисления органических веществ в верхних слоях и анаэробного разложения в нижних слоях [2].

Значения рН – показатель, чрезвычайно важный для биохимических процессов, скорость которых может значительно изменяться при изменении величины рН. Водная вытяжка активного ила – нейтральная (рН=6,66), т.е. значение рН находится в пределах нормативно допустимого предела.

Содержание N-NH<sub>4</sub> и P-PO<sub>4</sub> в активном иле очистных сооружений ОАО «Гродно Азот» характеризуется следующими значениями – 0,16 мг/л и 0,35 мг/л.

Свежий активный ил характеризуются наибольшей численностью аэробных и факультативных анаэробных аммонифицирующих микроорганизмов.

По данным исследований численность БГКП соответствует нормативу. Известно, что значительная эпидемическая опасность активного ила представляется за счёт содержания в нём патогенных микроорганизмов. Следует отметить, что патогенные микроорганизмы и яйца гельминтов в исследованных пробах активного ила не были обнаружены.

Как известно, в осадках сточных вод могут содержаться примеси токсичных органических и минеральных веществ. Активный ил очистных сооружений ОАО «Гродно Азот» был подвергнут

количественному анализу по 13 химическим элементам, представляющие наибольшую экологическую опасность: As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sn, Ti, Zn, Zr (согласно Директиве 86/278/ЕЕС от 12 июня 1986 г.).

По сравнению с нормами по токсикологическим показателям активный ил характеризуется повышенными концентрациями химических элементов (таблица 2).

Таблица 2 – Количественное содержание химических элементов в активном иле, мг/кг

Элемент	Активный ил	Норма для [4]	
		групп удобрений I*	групп удобрений II**
As	228,32±6,94	2,0	10,0
Cd	14,28±3,17	2,0	15,0
Co	85,02±8,81	–	–
Cr	1795,9±98,01	90,0	500,0
Cu	334,23±16,79	132,0	750,0
Mn	492,22±34,02	–	–
Fe	16087,90±130,17	–	–
Ni	15,09±6,28	80,0	200,0
Pb	23,32±1,91	130,0	250,0
Sn	6,44±2,02	–	–
Ti	34,62±14,59	–	–
Zn	218,63±8,31	220,0	1750,0
Zr	48,91±2,40	–	–

\*Удобрения группы I: удобрения на основе осадков сточных вод, используемые для выращивания кормовых, зерновых и сидеральных культур.

\*\*Удобрения группы II: удобрения на основе осадков сточных вод, используемые для окультуривания истощенных почв, рекультивации нарушенных земель.

**Заключение.** Полученные результаты показали реальную возможность утилизации активного ила сооружений биологической очистки сточных вод ОАО «Гродно Азот» в качестве удобрения, что обеспечивает увеличение урожая выращиваемых культур при отсутствии негативного воздействия на агрохимические показатели почвы.

#### Список литературы

1. Петербургский, А. В. Практикум по агрономической химии / А. В. Шотт. – Москва : Колос, 1968. – 439 с.
2. Егоров, Н. С. Руководство к практическим занятиям по микробиологии / Н. С. Егорова. – Москва : Издательство Моск. ун-та, 1983. – 230 с.
3. МВИ.МН 4092-2011 – Методика выполнения измерений массовой доли химических элементов бария, железа, кадмия, калия, кальция, кобальта, марганца, меди, никеля, свинца, серы, стронция, сурьмы, титана, хлора, хрома, цинка, циркония в почве и донных отложениях методом рентгенофлуоресценции с использованием спектрометра энергий рентгеновского излучения СЕР-01 / Позняк С. С., Жильцова Ю. В. – Минск : Дикта, 2011. – 10 с.
4. Государственная система стандартизации РФ. Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений : Р 17.4.3.07-2001. – Введ. 01.09.00. – Москва : Рос. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2001. – 5-10 с.

The problem of sewage sludge treatment of biological cleaning is actual for the majority of the countries in the world. In the Republic of Belarus practically all sewage sludge takes place for a drying on sludge platforms which turn into objects of long storage. The area of sludge platforms in the Republic of Belarus in 3–5 times exceeds the areas of firm household waste.

*Самусик Е. А.*, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: e.samusik@mail.ru.

*Лосева Л. П.*, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: spirulina1945@gmail.com.

*Ануфрик С. С.*, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: anufrick@grsu.by.

*Крупская Т. К.*, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: [fxmioos@mail.ru](mailto:fxmioos@mail.ru).

*Анучин С. Н.*, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: [fxmioos@mail.ru](mailto:fxmioos@mail.ru).

## ПРОБЛЕМА СТОЧНЫХ ВОД НА ОАО «РОГОЗНИЦКИЙ КРАХМАЛЬНЫЙ ЗАВОД»

Крахмальное производство в республике Беларусь необходимо для обеспечения крахмалом ряда отраслей промышленности, например пищевой, фармацевтической. Однако в процессе этого производства образуются сточные воды, которые существенным образом влияют на состояние окружающей среды. В связи с этим возникает необходимость их очистки. Однако на ОАО «Рогозницкий крахмальный завод» практически не предусмотрены очистные сооружения, в результате чего сточные воды скапливаются в соответствующих сборниках и загнивают. При этом интенсивный гнилостный, едкий запах распространяется на значительное расстояние, покрывая населенные пункты.

В связи с этим проблема очистки сточных вод на ОАО «Рогозницкий крахмальный завод» стоит чрезвычайно остро. Для ее решения нами выявлены технологические потоки завода, составляющие сточные воды. Это в основном промывные воды и главное составляющее – получаемый клеточный сок картофеля, как побочный продукт. На начальном этапе был проанализирован его химический состав.

**Материалы и методы.**

Общий белок определяли колориметрическим биуретовым методом, основанным на образовании в щелочной среде окрашенного в фиолетовый цвет комплекса пептидных связей с ионами двухвалентной меди.

Редуцирующие сахара определяли колориметрическим методом с использованием гексацианоферрата (III) калия.

pH определяли с помощью pH метра, кислотность по потенциометрическому титрованию гидроксидом калия, общий азот фотометрически с реактивом Несслера после мокрого (кислотного) сжигания пробы, фосфор с молибдатом аммония, нитраты нитриты – потенциометрически, а кальций и магний комплексонометрически.

**Результаты.**

Таблица 1 – Результаты испытаний клеточного сока из конечного сборника

	Наименование показателей	Фактическое значение показателей качества по результатам испытаний
1.	Редуцирующие вещества, (г/100 мл): после 5 мин гидролиза с 2% HCl	1,7±0,2
2.	Редуцирующие вещества, (г/100 мл): после 2 ч гидролиза с 2% HCl	1,74±0,21
3.	Непосредственно восстанавливающиеся редуцирующие вещества, (г/100 мл)	1,6±0,1
4.	Общий азот, (мг/100 мл):	149,5±5,31
5.	Аминный азот (+свободные аминокислоты, (мг/100 мл):	38,2±2,32
6.	Зола, %	0,84±0,05
7.	Общий фосфор, (мг/100 мл):	53±4
8.	Минеральный фосфор	22±3
9.	Водородный показатель (pH)	7,1±0,1
10.	Кислотность (градусы Неймана)	27,04 ± 0,26
11.	Общий белок (г/100 мл)	0,15±0,03
12.	Нитриты (ммоль/дм <sup>3</sup> )	следы
13.	Нитраты (ммоль/дм <sup>3</sup> )	7,9 ± 0,7
14.	Кальций (ммоль/дм <sup>3</sup> )	1,4 ± 0,2
15.	Магний (ммоль/дм <sup>3</sup> )	4,6 ± 0,3

Из таблицы видно, что картофельный клеточный сок содержит редуцирующие вещества, в том числе сахара, а так же азот, фосфор, нитраты, кальций, магний, аминокислоты, общий белок. Реакция среды практически нейтральная, однако, кислотность значительна, что указывает на содержание слабодиссоциирующих электролитов кислотного характера.

Таким образом, клеточный сок является прекрасной питательной средой для развития анаэробной микрофлоры в конечных технологических сборниках промышленных стоков с образованием продуктов метаболизма, в том числе и газообразных с резко выраженным, интенсивным, неприятным гнилостным запахом.

Проведенный анализ дает основание для дальнейшей работы по проектированию технологии очистки сточных вод на ОАО «Рогозницкий крахмальный завод»

*Список литературы*

1. Покровский, А.А. Химический состав пищевых продуктов. Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 228 с.
2. Вторичные материальные ресурсы пищевой промышленности: (образование и использование). Справочник. – М.: Экономика, 1984. – 328 с.

Investigated the composition of the potato cell sap on "Rogoznitsky starch factory".

*Слышенков В. С.*, ГрГУ им. Я.Купалы, факультет биологии и экологии, кафедра химии и хим. технологии, e-mail: slysz@tut.by.

*Бурдь Г. А.*, ГрГУ им. Я.Купалы, факультет биологии и экологии, кафедра химии и хим. технологии.

*Полубок В. Ч.*, ГрГУ им. Я.Купалы, факультет биологии и экологии, кафедра химии и хим. технологии.

## РАЗДЕЛ 5. РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ И РЕСУРСОВ АТМОСФЕРЫ

UDC 62-67

**K. Kurowski**

### **GROUND HEAT EXCHANGERS – A SOURCE OF ENERGY TO HEAT AND COOL A BUILDING**

#### Introduction

Heat pumps are becoming an increasingly popular heating device. They are replacing traditional solutions like boilers, contributing to a substantial energy saving and, in consequence, bringing economic and environmental benefits. A heat pump is a device that mediates heat transfer between the zone with lower temperature parameters and a zone with higher temperature parameters for example, in order to heat. In the classical sense heat pumps used to be known as the so-called ground source heat pumps (ground as a source of low-temperature heat) and they are still mainly used to heat buildings, inspiring trust among investors.

#### Ground as a lower heat source

The source of heating ground is mostly solar energy (arises by convection and conduction). A very important feature in a transport of heat centre is its ability to heat and give heat. Thermal properties of soil can be best characterized by heat capacity and thermal conductivity. They are one of the most important features when considering a heating installation and they influence the size of a lower heat source because they are responsible for collecting and reflecting heat to the ground. Soil stands for a capacious battery (a buffer). The properties of soil are: density, heat capacity, thermal conductivity, moisture content and a content of mineral capacities. These properties determine the heat-accumulation properties of the ground [GEOTRAINET 2011]. An irrigated ground, more compact, is more adequate as a source of low-temperature heat. Applied ground heat exchangers allow collecting and reflecting heat.

#### Horizontal and vertical ground heat exchangers

A ground lower heat source constitutes a heat exchanger collecting heat from the ground with the use of plastic tubing, with a medium inside that is resistant to temperatures below zero degrees. Most frequently the medium is glycol (with admixtures, for example inhibitors, stabilizers, antioxidants). An operating medium is known as brine.

For ground heat exchangers, a lower heat source is a horizontal or a vertical heat exchanger that forms a hydro-thermal system. In ground heat exchangers, high-density polyethylene (HDPE) is commonly used, sometimes also PEX. The latest trend is to use HDPE RC which is the newest technology of pipes. It can be characterized by high resistance to crack, also called a slow crack propagation.

In the simplest, historical, and commonly used solution, a spread meandering pipe size 40 mm, stands for an exchanger. The other type of an exchanger is a spiral exchanger that is made of a pipe diameter 32 mm. The depth of the horizontal exchangers depends on the depth of soil freezing zone. Horizontal ground heat exchangers are considered to be a simple, failure-free and economic solution.

There are two types of probes: a standard with a pipe type U and a pipe-in-pipe. In Poland, U-probes dominate (mostly diameter 40 mm). They may be characterized by a simple construction which causes a lower price. A pressure class depends on the depth of a probe: PN10- maximum 100 m, PN12,5 up to 125 m, PN 16 up to 160m, PN20 up to 200m. Vertical ground heat exchangers are considered an optimal solution because they do not require a large area, which is often expensive. A field of probes gives an opportunity to arrange the area in any way. Furthermore, this source of heat is more stable if it goes for temperatures and with the appliance of reversible heat pumps it provides a cooling facility. However, the solution has also got disadvantages. The most considerable disadvantage is the price of low heat source installation and exploitation problems that may occur. Vertical heat exchangers involve more materials and work. [Kurowski K., 2011; Stępień B., 2012].

A low heat source ought to ensure a failure-free operation in the time that is much longer than durability of a connected pump (it is assumed that a ground heat exchanger may function with at least two mounted heat pumps) [Rohner E., Rybacg L., 2001]. That is what both theory and practice say when it goes for conscientiously made heat exchangers. However, a low-budget exchangers mounted by the unprofessional workers are frequently the weakest link in the proper operation of a heating system [Kurowski K., 2011].

#### Design, construction and exploitation

At the beginning, it is necessary to determine a heat demand and investigate the surroundings paying attention to geological structure. A heat demand is estimated during a properly made energy calculation.

It is essential to remember about applying a low-temperature heating installations, preferably plane. The next step involves determining the length of a heat exchanger (depending on the length of heat flow) and the division into sections. Length of heat exchanger is limited by the size of hydraulic resistance.

The placement of heat exchangers is crucial from the point of view of even heat flow collection and the danger of overexploitation of the ground. Placing the exchangers too close to each other may result in the excessive cooling of the soil, an increasing exploitation costs and freezing of the ground around exchangers [ Kurowski K., 2013].

The construction of an exchanger is connected with a variety of dangers associated with a type of material that is used. An improper transport, unloading and the storage of probes and the performance of heat exchanger pose a variety of threats [PORT PC, 2013]. A special care should be taken during performing drilling.

A proper exploitation guarantees failure-free and long-lasting usage of a lower source for PC. The dominant principle is to observe the working time of a lower ground source. It is obligatory to beware of using heat pump to dry buildings and connect additional receivers which have not been originally provided. One needs to remember about a proper use of the surroundings over the ground heat exchangers. The area should be unenclosed and covered with short grass ( a regeneration of an exchanger and protection from a potential danger).

The aim of a regeneration of the ground is to rise the temperature around the probe through warming up the ground around the exchanger. Because of the high accumulation ability, the soil is a perfect storage of energy. We can gather there any amount of energy that cannot be used at the particular time. It gives an opportunity to accumulate the waste heat.

A natural regeneration takes place especially in the period of reduced use of a low-temperature heat source, summer. The regeneration is enough for a properly constructed and exploited exchangers. In case of an excessive usage of heat accumulated in the ground, an artificial regeneration may be necessary [Kurowski K., 2013].

#### Conclusion

Ground heat exchangers pose a perfect source of a low-temperature heat for ground source heat pumps. At the same time they are the most difficult element while installing ground heat pumps.

#### Reference

1. GEOTRAINET, Geotrainet Training Manual for Designers of Shallow Geothermal Systems. Brussels 2011.
2. Kurowski K., Jak nie wymrozić wymiennika w gruntowych pompach ciepła? Instalreporter wrzesień 2011 (9), s 19 – 21.
3. Kurowski K., Metody regeneracji Dolnego źródła GWC, Polski Instalator 7-8 2013, str. 38 – 40.
4. PORT PC, Wytoczne wykonania i odbioru instalacji z pompami ciepła, Część 1. Dolneźródła do pomp ciepła, 01/2013.
5. Rohner E., Rybach L., Lebensdauer von Erdwärmesonden in Bezug auf Druckverhältnisse und Hinterfüllung, Bundesamt für Energiewirtschaft 2001.
6. Stępień B., Gruntowe wymienniki ciepła jako dolne źródło ciepła, Chłodnictwo i klimatyzacja 5/2012 str. 72-75.

This research paper elaborates on the effective use of the ground heat in combination with heat pumps. It also discusses both horizontal and vertical heat exchangers, with special attention given to their design, construction and exploitation. The next topic to be brought up is durability and an ability to regenerate.

*Kurowski K.*, Cardinal Stefan Wyszyński University in Warsaw, Poland, e-mail: k.kurowski@uksw.edu.pl.

UDC 502.3

**D. Panasiuk, M. Kowalska**

### **POTENTIAL OF GREENHOUSE GAS EMISSION REDUCTION IN POLAND**

Poland significantly decreased greenhouse gases (GHG) emission in last 25 years. In year 2013 total emission of six Kyoto protocol GHG gases was smaller by 32% in comparison to base year 1988. In this period emission of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFCs, PFCs and SF<sub>6</sub> decreased from 580 to 395 mil. Mg CO<sub>2</sub> equivalent. Similar decrease happened for emission of main greenhouse gas - CO<sub>2</sub> (from 475 mil. Mg in 1988 to 323 mil. Mg in 2013) [1].

However climate changes need additional measures to decrease GHG emission in more developed countries. In 2009 McKinsey&Co. [2] prepared report with assessment of potential for GHG emission reduction in Poland. Based on 386 mil. Mg CO<sub>2</sub> eq. in year 2005, GHG emission was projected to increase to 503 mil. Mg CO<sub>2</sub> eq. in 2030 for reference scenario. Additional measure can decrease Poland's emission to 267 mil. Mg CO<sub>2</sub> eq. in alternative scenario. Thus potential of GHG emission reduction was assessed on 236 mil. Mg CO<sub>2</sub> eq, see table 1.

Main emission reduction is possible in power plants where hard and brown coal combustion is responsible for 40% of Poland's GHG emission. Next sector are building with projected large thermo-modernisation programme. However additional measures in transport will not stop increase of emission in this dynamically progressing sector.

Table 1 – Potential of GHG emission reduction in Poland according to McKinsey&Co report, in mil. Mg CO<sub>2</sub> eq. [3]

Sector	Emission in 2005	Projections of emission in 2030 for:		Potential of emission reduction
		reference scenario	alternative scenario	
Power plants	146	178	58	120
Buildings	57	74	30	44
Transport	36	72	55	17
Agriculture	33	31	22	9
Chemicals	20	25	10	15
Iron&steel production	15	23	11	12
Petroleum&gas production	10	14	8	2
Cement production	8	16	14	6
Waste management	8	8	-3	11
Other	53	63	63	0
Total	386	503	267	236

Other projections of CO<sub>2</sub> emission reduction was presented in Greenpeace report from 2013 [4]. Based on 305 mil. Mg CO<sub>2</sub> in year 2010, emission of main greenhouse gas was projected to decrease in year 2030 for both scenarios: to 260 mil. Mg CO<sub>2</sub> in reference scenario and 165 mil. Mg CO<sub>2</sub> in alternative one, see table 2. Thus it was projected maximum decrease by 140 mil. Mg CO<sub>2</sub> in comparison to base year. Reduction of half CO<sub>2</sub> emission is possible for majority of sectors, also for important energy sector. Only reduction in industry would be more difficult, by 10% in alternative scenario.

Table 2 – Potential of CO<sub>2</sub> emission reduction in Poland according to Greenpeace report, in mil. Mg CO<sub>2</sub> [3]

Sector	Emission in 2010	Projections of emission in 2030 for:	
		reference scenario	alternative scenario
Energy sector	154	125	75
Industry	50	50	45
Transport	46	50	25
Other	55	35	20
Total	305	260	165

Other report with assessment of potential for all GHG emission reduction was prepared by Bukowski [5]. Based on 402 mil. Mg CO<sub>2</sub> eq. in year 2010, GHG emission was projected to increase to 503 mil. Mg CO<sub>2</sub> eq. in 2030 for reference scenario. Additional measure can decrease Poland's emission to 351 mil. Mg CO<sub>2</sub> eq. in alternative scenario. Thus potential of GHG emission reduction was assessed on 152 mil. Mg CO<sub>2</sub> eq., see table 3. Main emission reduction is possible in energy sector with coal-fired power plants as in McKinsey&Co. report [2]. Next sector is transport with possible one-third GHG emission reduction in comparison to reference scenario. Smaller reductions are possible in agriculture and buildings.

Table 3 – Potential of GHG emission reduction in Poland according to Bukowski's report, in mil. Mg CO<sub>2</sub> eq. [3]

Sector	Emission in 2010	Projections of emission in 2030 for:		Potential of emission reduction
		reference scenario	alternative scenario	
Energy sector	190	235	145	90
Agriculture	46	43	35	10
Transport	45	65	40	25
Heavy industry	40	65	55	8
Households	33	40	30	10
Services	20	25	22	3
Fuels and mining	20	20	16	4
Other	8	10	8	2
Total	402	503	351	152

Presented reports show potential of greenhouse gases emission reduction in Poland: 236 mil. Mg CO<sub>2</sub> eq. for McKinsey&Co. report [2] and 152 mil. Mg CO<sub>2</sub> eq. for Bukowski's report [5]. Projections from Greenpeace report [4] are difficult to compare because showed only for CO<sub>2</sub> emission and prepared for both reduction scenarios. However all mentioned elaborations show possibility for significant GHG emission reduction in Poland.

#### *Reference*

1. KOBiZE, Poland's National Inventory Report 2015. Greenhouse Gas Inventory for 1988-2013 - Warsaw, 2015.
2. McKinsey&Co, Assessment of Greenhouse Gas Abatement Potential in Poland by 2030 - Warsaw, 2009.
3. Kowalska M., Rozwoj gospodarki niskoemisyjnej w Polsce, praca inzynierska pod kierunkiem D. Panasiuka, UKSW - Warszawa, 2016.
4. Greenpeace, [R]ewolucja energetyczna dla Polski. Scenariusz zaopatrzenia Polski w czyste nosniki energii w perspektywie dlugookresowej - Warszawa, 2013.
5. Bukowski M. (ed.), 2050.pl. Podroz do niskoemisyjnej przyszlosci, Warszawski Instytut Studiów Ekonomicznych & Instytut na Rzecz Ekorozwoju - Warszawa, 2013.

Reports indicate the potential for reducing greenhouse gas emissions in Poland 236 million Mg eq. CO<sub>2</sub> for McKinsey & Co. report and 152 million Mg eq. CO<sub>2</sub> for Bukovsky report . Greenpeace report forecasts are difficult to compare because they show only CO<sub>2</sub> emissions, and were prepared for the reduction scenarios. However, these research suggests the possibility of a significant reduction greenhouse gas emissions in Poland.

*Panasiuk D.*, Cardinal Stefan Wyszyński University, Faculty of Biology and Environmental Sciences, Warsaw, Poland,  
e-mail: d.panasiuk@uksw.edu.pl.

*Kowalska M.*, Cardinal Stefan Wyszyński University, Faculty of Biology and Environmental Sciences, Warsaw, Poland.

UDC 001.8:330.15:006

**M. P. Skrypchuk**

### **PREVENTIVE TOOLS OF QUALITY MANAGEMENT OF ENVIRONMENT**

Development of the theory and practice of quality management environment is in the direction of globalization as objective requirements of the international community. The most effective tools account of global innovation for competitiveness of the economy and on the other hand – the protection of national interests is standardization, certification that can be applied to modern metrological support (system monitoring of environment includes biological indication, through which it is possible to measure the systemic problems and positive trends in nature). These are also important tools with which may provide environmental protection are environmental management, auditing, marketing, which are standardized as to their conduct as separate species or group of standards. First of these trends in Ukraine, despite any institutional and legislative obstacles found their implementation in the production and logistics of food products, services, and materials, certification of management systems including integrated, ecological labeling, developing and implementing environmental standards for environmental facilities and its resources at present the environmental certification in environmental management.

Due to Skrypchuk's P.M. methodological development on the concept of environmental standardization and certification as part of the system of methodological greening the economy, forming preconditions "green" economy, development and harmonization of standards for environmental management,

The concept of environmental standardization and certification preventive approach is consistent with the provisions of the United Nations Environment Programme on Global green rate [1, 2]. The purpose of the concept - system taking into account the environmental and socio-economic basis of environmental standardization for all human activities and in the management and resolution of these problems: creating theoretical and methodological and practical foundations for the introduction of environmental management for various industries; Develop standards for integrated and bioindicative performance monitoring and management in various industries; development and standardization in the field of innovation (biotechnology, nanotechnology, information technology) that have direct and indirect impact on the environment, the man and biota; standardization of indicators of food, environmental and other kinds of safety in various industries.

This conceptual provisions of the "green" economy in Ukraine should include: develop a single of state and sectoral strategies as components of greening the economy; stimulate demand for ecological products; eco-innovation, the creation of funds; development of national standards of environmental certification in environmental management and their harmonization with EU standards and more.

Preventive advisable to consider: Directive 2004/18 / EC on public works contracts, supply and maintenance; Directive 2004/17 / EC, which covers procurement procedures of energy, water resources, transportation; 7th Framework Programme (Intelligent Energy Europe) development on biomass sustainability standards, for example, NEN - the Netherlands Standards Institute; provisions of the Codex Alimentarius Commission; Commission Regulation (EC) 889/2008 T on September 5, 2008 "The detailed rules on organic production, labeling and control for the implementation of Council Regulation (EC) 834/2007 T on organic production and labeling of organic products" and others.

It is appropriate that implementation of greening industries, economy, through the introduction of a national standard of ISO 14006: 2011 Environmental management systems - Guidelines for incorporating ecodesign.

Work on indicators and actions on prevention and not assumptions negative effect on environment: thinking categories of the life cycle; the environmental design; environmental assessment of products with environmental requirements analysis stakeholders; environmental design review and other provisions of a systematic approach.

Systemic effects for the state may be obtained from joint implementation of the national standard of ISO 14006: 2011 and the provisions of resource-efficient and cleaner production, green economy as indicators. In terms of European integration for Ukraine needed for implementation of economic mechanisms with international standards; improve the system of control in terms of emissions; increasing fines and environmental tax for pollution of the environment; creating a system of state subsidies for alternative fuels and resource-efficient technologies (Fig. 1); implementation of environmental education; forming partnerships between government and business motyvatsiyii implementation of environmental management systems by the method of cleaner production; implement a system of registration and evaluation of chemicals similar to REACH (Registration Evaluation and Authorization of Chemicals); maintenance of ecological passports; revaluation natural capital indicators and review of existing methods for determining the amounts of damages caused by violation of legislation on protection and rational use of natural resources to compensate for such damages in full; implementing environmental insurance mechanism technological dangerous facilities; a new system of environment ecological monitoring based on EU standards using the methods of remote monitoring and surveillance; investments in green infrastructure and green lines of credit; recycling of resources; methodological paradigms change and environmental feasibility study on the "natural capital» (Natural capital) instead of the category of "natural resources" (which indicates a passive role in the economy of nature); green taxation; development of environmental business; environmental management, audit, inspection and certification; strategic environmental assessment, environmental engineering and more.

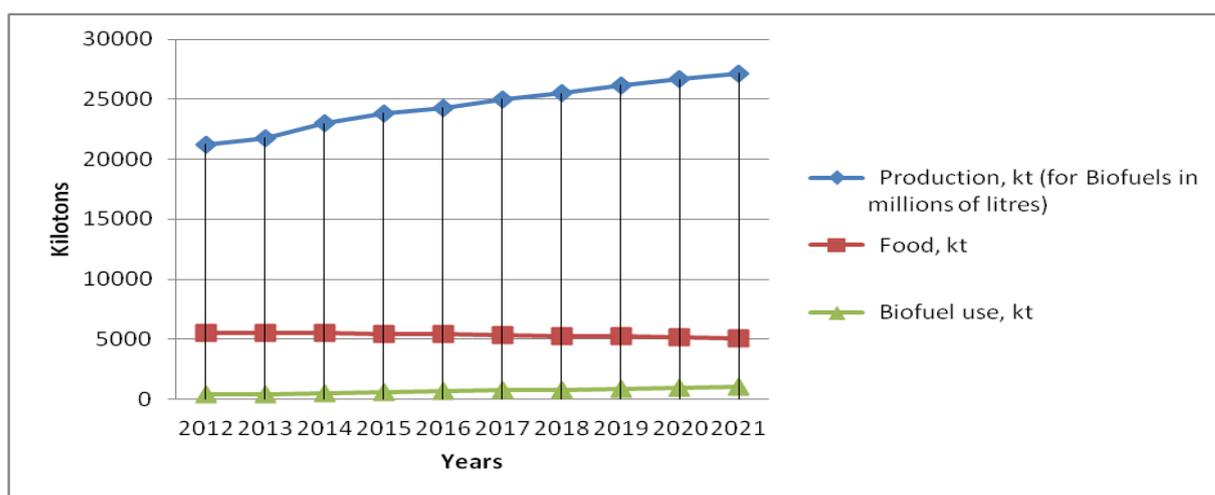


Figure – Wheat output in Ukraine for different needs

An important area of innovation management is the use of scientific research and ISO standards working on methodological scheme: Value – Partnership - Optimization. To achieve these strategic objectives ISO has connections

with more than 590 international organizations, including the UN and its specialized agencies. For innovation enterprises and the use of modern technologies, global trade, competitiveness, security products and services of international standards and activities of ISO, in particular, is a favorable factor. A large number of national bodies participating in ISO (including the Ukraine), makes it possible to organize an open and transparent process standardization and certification, to ensure coordination and participation in standardization schemes, rules and requirements for certification. The ability to meet the new requirements of the international standards ISO standards make a globally significant.

Thus, Ukraine's accession to the European Union requires compliance with relevant environmental requirements, harmonization in the legal regulation of the environment, the use of natural resources and environmental security, including through a policy of sustainable consumption and production.

#### Reference

6. The Global Green New Deal. UNEP Report. March 2009. - [www.unep.org/greeneconomy](http://www.unep.org/greeneconomy).
7. Skripchuk P.M. Theoretical and methodological guidelines for the development of environmental standardization and certification [monograph] / P.M. Skrypchuk. - Exactly: NUWMNRU, 2011. - 367 p.

*Skripchuk M. P.*, Национальный университет водного хозяйства и природопользования, Ровно, Украина, e-mail: skripchukpm@mail.ru.

УДК 638.552:703

**В. А. Голуб, С. Н. Голуб, В. В. Иванцов, О. Я. Иванцов, Г. С. Голуб**

### **АГРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ ЗАПАДНОГО ПОЛЕСЬЯ УКРАИНЫ**

Почвенный покров является одним из основных компонентов окружающей среды, который выполняет жизненно важные биосферные функции и вместе с растительностью образуют единую систему. Потеря почвой плодородия, ее деградация лишают растения материальных основ их существования. В Украине в течение последних десятилетий доминировала несбалансированная дефицитная система земледелия. Небольшие дозы внесения навоза и минеральных удобрений не обеспечивают воссоздания плодородия почв. Урожай последних лет – по большей части результат истощения исключительно естественного плодородия [1]. Потерпевшие районы Волынской области в результате Чернобыльской катастрофы имеют относительно невысокие уровни загрязнения радионуклидами сельскохозяйственных угодий, однако продукция аграрного производства часто не отвечает государственным гигиеническим нормативам «Допустимые уровни содержания радионуклидов цезий-137 и стронций-90 в продуктах питания и питьевой воде (ДР-2006)». На миграцию радионуклидов в системе почва-растение в значительной степени влияют свойства почв: содержание гумуса, кислотность, обеспеченность фосфором, калием, кальцием. В зависимости от агрохимических свойств почв содержание радионуклидов в растениях может изменяться в 10-15 раз [2, 3].

При обследовании сельскохозяйственных угодий трех административных районов Волынской области для уточнения плотности загрязнения цезием - 137 установлено, что общая площадь радиоактивного загрязнения почв составляет 181,5 тыс.га, однако на протяжении 25 лет после аварии на ЧАЭС произошло перераспределение площадей с плотностью загрязнения почвы больше 1 Ки/км<sup>2</sup> – из 12 тыс.га в начале 90-х годов до 1 326 га в 2011 году. Значительную роль в этом сыграли автореабилитационные процессы в формировании радиационной ситуации, в частности через частичный распад радионуклидов, ветровой и водный перенос радиоизотопов, биологический вынос биомассой растений, отчужденных из определенной территории [3]. Результаты агрохимического обследования технологическим центром «Облгосплодородие» земель сельскохозяйственного назначения в Волынской области показывают, что продолжаются процессы деградации почв, ухудшается их агроэкологическое состояние, агрофизические, агрохимические свойства и биопроизводительные функции.

Одним из важных показателей плодородия почв является гумус, средневзвешенное содержание которого в почвах области составляет 1,6%. В целом за 7-9 туры обследования (1995-2011 гг.) падение содержания гумуса в почвах области составило 0,24% и его ежегодный отрицательный баланс находится в пределах 3,4-3,6 ц/га. Среди радиоактивно загрязненных районов наибольшее падение содержания гумуса - на четверть процента – из 1,57 до 1,32% отмечено в Камень-Каширском районе. это обусловлено тем, что начиная с 1991 года объемы внесения органических удобрений начали резко уменьшаться, и в последние годы их

количество в зоне загрязнения представляет всего 1,0-3,0 т/га. К примеру, расчеты показывают, что в Республике Беларусь с учетом существующей системы структуры посевных площадей для обеспечения бездефицитного баланса гумуса в пахотных почвах потребность в органических удобрениях составляет 12,0 т/га [4]. Сегодня в почвах области за счет внесенных органических удобрений может образоваться не более 10-15 % потерянного в результате минерализации гумуса. Уменьшение поголовья сельскохозяйственных животных сравнительно с 1990 г. не дает возможности резко увеличить производство и внесение органических удобрений, а следовательно – и обеспечить положительный баланс гумуса. Поэтому необходимо использовать все имеющиеся возможности и местные ресурсы.

Для положительной динамики агрохимических показателей плодородия почв важное значение имеет применение минеральных удобрений и является способом снижения содержания радионуклидов в растениеводческой продукции. Рациональное применение удобрений является основным фактором, направленным на решение двух важнейших проблем земледелия в радиационно опасных зонах: обеспечение производства необходимого количества продуктов питания при соблюдении требований их экологической чистоты и радиационной безопасности, а также повышения плодородия почв. Среднегодовые объемы внесения минеральных удобрений в контролируемой зоне Волынской области за 1986-2011 гг. резко снизились. Если в 1985-1990 гг. среднегодовой показатель внесения минеральных удобрений на гектар посевной площади зоны загрязнения составлял 237 кг действующего вещества, то в 2005-2011 гг. в 11,8 раза меньше – всего 20 кг. Соотношение макроэлементов следующее:  $N_{13}P_4K_{2,6}$ . Такое несбалансированное соотношение между НРК негативно влияет на уровень урожайности и радиологическое качество сельскохозяйственной продукции [2,5].

Анализ динамики площадей почв относительно содержания подвижного фосфора, калия и кислотности показывает, что за период 1990-2011 гг. произошли значительные изменения основных показателей плодородия почв. Если в начале 90-х гг. в результате применения повышенных норм органических и минеральных удобрений средневзвешенный показатель содержания подвижного фосфора вырос до 162 мг/кг почвы, обменного калия – до 118 мг/кг, то за последний тур (2007-2011 гг.) эти показатели снизились соответственно до 116 и 83 мг/кг почве, или на 28-30 % при оптимальных 150-200 мг/кг. Результаты исследований подтверждают вывод о том, что срок агрохимической деградации по фосфору для дерново-подзолистой супесчаной почвы составляет 10-11 лет (В.В.Лапа, 2010). В радиоактивно загрязненной зоне показатели содержания подвижного фосфора в Маневицком и Любешовском районах снизились до 89-96 мг/кг почве, в Камень-Каширском районе до критических 64 мг/кг почве, что вдвое меньше среднеобластного показателя. В почве значительно быстрее (за два года последствия) используется калий, накопленный за счет внесения органических и калийных удобрений [4]. Крайне негативная ситуация относительно содержания обменного калия как химического аналога радиоактивного цезия сложилась в контролируемой зоне области. За последние 10 лет часть площадей почв с очень низким и низким содержанием этого элемента в Камень-Каширскому районе выросла до 86,7% (рост 2,85 раз), в Маневицком – 72,4 %, в Любешовском – до 47,1%.

Как известно, при повышении кислотности почвенного раствора фиксация радиоизотопов в почве уменьшается и, как следствие, растет их транслокация в растения. Согласно результатам последнего тура обследования радиоактивно загрязненной зоны области средневзвешенный показатель рН представляет 5,4 при среднеобластом – 6,3, а площади кислых почв выросли до 56,2-65,5 %. Из обследованных земель 36,7% сельскохозяйственных угодий имеют среднюю и сильнокислую реакцию почвенного раствора. Именно такие почвы в первую очередь нуждаются в известковании. Для нейтрализации кислого рН до 1990 года работы по известкованию кислых почв проводились ежегодно на 45-60 тыс.га, в отдаленный поставарийный период в контролируемой зоне Волынской области почти не проводятся контрмеры.

**Выводы.** Резкое уменьшение внесения органических удобрений до 1-3 т/га привело к снижению содержания гумуса и его отрицательного ежегодного баланса – 3,4 ц/га. Мизерные объемы внесения минеральных удобрений (20кг/га) привели к увеличению площадей почв в контролируемой зоне Волынской области с очень низким и низким содержанием подвижных форм фосфора и калия. Кислые почвы составляют 57-66 %. Начиная с 2007 г. известкование в зоне загрязнения не проводилось вообще. Следовательно, в ближайшие 10-15 годы не следует ожидать значительного улучшения радиационной обстановки без применения контрмер, потому что возможности естественных автореабилитационных процессов уже исчерпали себя. Таким образом состояние использования и охраны почвенных ресурсов Полесья Волынской области характеризуется как неудовлетворительный и имеет тенденцию к ухудшению.

#### *Список литературы*

1. Зубець М.В. Сучасний стан ґрунтового покриву України і невідкладні заходи з його охорони / М.В. Зубець, С.А. Балюк, В.В. Медведєв, В.О. Греков // Аґрохімія і ґрунтознавство : міжвідомч. темат. наук. зб. Кн. 1. Спецвип. до VIII з'їзду УТґА (Житомир, 5–9 липня 2010 р.). – Х., 2010. – С. 7–17.

2. Склянчук В. М. Науково обґрунтована система ведення агропромислового виробництва у Волинській області / В. М. Склянчук, В. Д. Пахольчук, В. М. Заремба та ін. – Луцьк : ПП Іванюк В. П., 2008. – 544 с.
3. Пристер Б. С. Радиоэкологические закономерности динамики радиационной обстановки в сельском хозяйстве Украины после аварии на ЧАЭС / Б. С. Пристер // Агроекол. журн. – 2005. – № 3. – С. 13–21.
4. Лапа В.В, Фактор удобрений в повышении плодородия почв и продуктивность сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / В.В.Лапа //Агрохимия и почвоведение:межведом. темат. сборник .Кн.1.Спецвып. к VIII съезду УТПА (Житомир,5-9 июля 2010 г). – Х.,2010. – С.–61–70.

The dynamics of changes of indexes of agricultural chemistries is studied ґрунту Volinskoj area in a pislyaavariyniy period, the inspection of agricultural lands is conducted with the purpose of clarification of closeness of contamination of <sup>137</sup>Cs and measures are recommended which are directed on the decline of coefficients of transition of radionuklidiv from soil in plants.

*Голуб В. А., Голуб С. Н., Иванцив О. Я., Голуб Г. С.,* Восточноевропейский национальный университет имени Леси Украинки, г. Луцк, Украина, e-mail: [golub\\_2006@ukr.net](mailto:golub_2006@ukr.net).

*Иванцив В. В.,* Луцкий национальный технический университет, г. Луцк, Украина, e-mail: [ivv@email.ua](mailto:ivv@email.ua).

УДК 504.062

**М. Н. Короткова, Г. Г. Юхневич**

### **ПРОЕКТИРОВАНИЕ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ ТОРФОБРИКЕТНОГО ПРОИЗВОДСТВА «ВЕРТЕЛИШКИ»**

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) – специальная территория с особым режимом использования, которая устанавливается вокруг объектов и производств, являющихся источниками воздействия на среду обитания и здоровье человека [1]. Размер СЗЗ обеспечивает уменьшение воздействия загрязнения на атмосферный воздух (химического, биологического, физического) до значений, установленных гигиеническими нормативами. По своему функциональному назначению санитарно-защитная зона является защитным барьером, обеспечивающим уровень безопасности населения при эксплуатации объекта в штатном режиме [2].

Для действующих объектов установленный нормативными документами размер СЗЗ уменьшается при достижении уровней загрязнения и физических воздействий до величины гигиенических нормативов на границе СЗЗ, подтвержденных результатами аналитического (лабораторного) контроля, а также уменьшения мощности предприятия, реконструкции и модернизации объектов со снижением объемов выбросов загрязняющих веществ и значений приземных концентраций, создаваемых этими выбросами [3].

Цель работы: обосновать уменьшение базовой санитарно-защитной зоны (300 метров) предприятия ТП «Вертелишки» в западном, южном и юго-западном направлении, в связи с размещением в границах СЗЗ жилой застройки.

Данным проектом рассматривается производственное республиканское унитарное предприятие «Гроднооблгаз» Торфобрикетное производство «Вертелишки», производственная площадка которого расположена на расстоянии 10 км северо-восточнее г. Гродно. Предприятие работает в двух режимах: производство торфяной сушенки и производство брикета.

Всего на производственной площадке 18 действующих источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, в том числе: организованных – 15; неорганизованных – 3; оснащённых газоочистными установками (ГОУ) – 9.

Источники предприятия выбрасывают загрязняющие вещества 21-го наименования. Суммарный валовый выброс загрязняющих веществ на существующее положение составляет: 59,83 т/год.

Согласно постановлению Министерства Здравоохранения РБ от 15 мая 2014 года №35 [3] базовый размер санитарно-защитной зоны предприятия ТП «Вертелишки» составит 300 метров (предприятия по производству брикета из мелкого торфа и угля).

В сложившейся застройке территории, минимальное расстояние от организованных стационарных источников выбросов (ист. №007) загрязняющих веществ ТП «Вертелишки» до границы жилой зоны (здание клуба/многоквартирный дом) составляет 98 м. Расстояние от здания проходной до границы жилой зоны составляет не менее 7,5 м (дорога 5 м, газон 2,5 м) в юго-западном направлении и находится в границах базовой СЗЗ. Однако, согласно главе 3 пункту 22 вышеуказанного постановления от 15 мая 2014 года № 35 [3] в СЗЗ запрещается размещать жилую застройку.

Возможность сократить СЗЗ со стороны жилой застройки имеется. В качестве обоснования такой возможности представлены расчёты рассеивания загрязняющих веществ в приземном слое атмосферного воздуха с учетом фоновых уровней загрязнения и акустический расчет источников шума.

Для определения размера санитарно-защитной зоны по фактору шума был использован программный продукт «Эколог – Шум», разработанный фирмой «Интеграл», в соответствии с СанПиН «Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» [6] и ТКП 45-2.04-154-209 «Защита от шума. Строительные нормы проектирования» [5]. Расчет шумовых характеристик проводился отдельно для каждого технологического процесса: при работе линии по производству торфяной сушенки и работе линии по производству брикета, которые в свою очередь работают попеременно.

Результаты расчетов и измерений уровней шума показали, что на границе санитарно-защитной зоны, а также в жилой застройке акустические значения уровней шума не превышает установленных нормативов предельных уровней звука (рисунок).

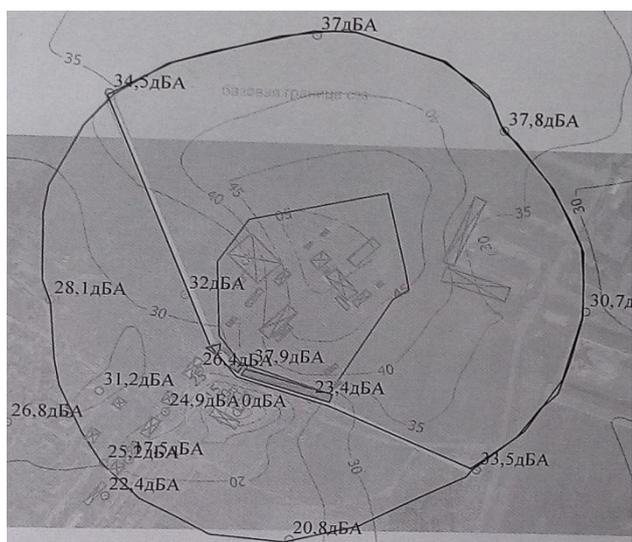


Рисунок – Результаты расчетов уровней шума при производстве сушенки

Расчет рассеивания вредных веществ в приземном слое атмосферы проведен на ПЭВМ по УПРЗА «Эколог» на теплый и холодный период года. Метеорологические характеристики и коэффициенты, определяющие условия рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере, приняты согласно письму «Республиканского центра радиационного контроля и мониторинга окружающей среды» о фоновых концентрациях и метеорологических характеристиках. Расчет рассеивания вредных веществ также, как и для расчета спектральных составляющих уровней шума, проводился отдельно для каждого технологического процесса.

Согласно результатам расчёта рассеивания выбросов в приземном слое атмосферы максимальные приземные концентрации веществ [4] с учётом и без учёта фоновых концентраций не превышают установленных ПДК на границе СЗЗ и за её пределами, а также в воздухе жилой зоны.

С целью подтверждения расчетных уровней физических и химических факторов на границе расчетной СЗЗ и в жилой застройке необходимо проведение производственного (лабораторного) контроля [3], график проведения которого с контролируруемыми расчетными точками разработан проектом.

Исходя из выше перечисленного, размеры предполагаемой расчетной санитарно-защитной зоны предприятия ТП «Вертелишки», следующие: в юго-западном направлении – 87 м, в южном – 80 м, в западном – 135 м. В юго-восточном, восточном, северо-восточном, северном, северо-западном направлениях размер СЗЗ не изменится и составит 300 м.

#### Список литературы

1. Крупина, Н.Н. Санитарно-защитная зона предприятия как часть урбанизированной среды/ Н.Н. Крупинина. – М.: Инфра-М, 2016. – 271 с.
2. Закон Республики Беларусь от 7 января 2012 года «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (статья 13). – Мн. 2012.
3. Постановление Министерства Здравоохранения РБ от 15 мая 2014 года №35 об утверждении санитарных норм и правил «Требования к организации санитарно-защитных зон предприятий, сооружений и иных объектов, являющихся объектами воздействия на здоровье человека и окружающую среду». – Мн., 2014. – 40 с.

4. Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных пунктов и мест отдыха населения». Утверждены Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 30.06.2009 № 77. – Мн., 2009. – 7 с.
5. ТКП 45-2.04-154-209 «Защита от шума. Строительные нормы проектирования» – Мн., 2010. – 38 с.
6. СанПиН «Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки», утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 16.11.2011 г. № 115. – Мн., 2011. – 8 с.

The article is considering the possibility of reducing the basic sanitary protection zone of peat briquette enterprise "Vertelishki" in the west, south and south-west direction, in connection with the placement in its borders of residential development.

*Короткова М. Н.* Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: [kamile788915@mail.ru](mailto:kamile788915@mail.ru).

*Юхневич Г. Г.* Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: [gukhnev@mail.ru](mailto:gukhnev@mail.ru).

УДК 622.363.2'17:622.361

**Е. В. Лаевская, Е. В. Воробьева, Ю. В. Матрунчик**

### **ПЕРЕРАБОТКА И УТИЛИЗАЦИЯ ГЛИНОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ КАЛИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Глиносодержащие отходы калийного производства, образующиеся в процессе обогащения сильвинитовой руды в виде суспензии глины в солевом растворе, в настоящее время не находят применения и складываются в шламохранилищах, что требует безвозвратного отчуждения значительных площадей сельскохозяйственных земель, приводит к солевому загрязнению поверхностных и подземных вод. Кроме того, с отходами теряется ценный природный ресурс – калия хлорид. В связи с тем, что использование глиносодержащих отходов в полужидкой форме суспензии с высокой концентрацией солей в жидкой фазе практически невозможно, необходима их переработка с получением целевых продуктов. Известны способы переработки, основанные на сушке, что требует значительных энергозатрат. Кроме того, после удаления влаги водорастворимые соли (KCl и NaCl) остаются в высушенном остатке и высокое солесодержание препятствует использованию высушенных продуктов.

В Институте общей и неорганической химии НАН Беларуси разработан технологический способ комплексной переработки глиносодержащих отходов калийного производства, основой которого является процесс отделения жидкой солевой фазы, которая далее используется в процессе обогащения руды, что обеспечивает значительную экономию калия. Твердая фаза после отделения солевого раствора (глинистый минерализованный продукт, ПГМ) представляет собой однородную пластичную массу с влажностью 28–30 % и содержит (масс. % по сухому веществу) глину – 75–80, хлорид калия (KCl) 8–10, хлорид натрия (NaCl) 12–14, полимер 0,1–0,2, микроэлементы (бор, марганец, цинк, медь). Учитывая наличие в ПГМ полезных для питания растений элементов, отсутствие тяжелых металлов и токсичных веществ, природное происхождение и минералогический состав, целесообразно использование ПГМ для получения удобрений в гранулированной форме, удобной для транспортировки, хранения и внесения в почву.

Известно, что для гранулирования пластично-вязких материалов, к каким относятся исследуемые глинистые дисперсии, наиболее пригодны способы агломерации, окатывания. Установлено, что в процессе гранулирования ПГМ хорошо совмещается как с минеральными солями (калийные, азотные, фосфорные), так и органическими веществами (торф, сапрпель, гуматы), благодаря чему на одной технологической линии могут быть получены гранулированные удобрения широкого состава. Это позволяет не только использовать ценный состав ПГМ (калий, натрий, микроэлементы), но и усилить его компонентами, необходимыми для питания растений. Питательные элементы из удобрений на основе ПГМ (калий, натрий и другие) выделяются медленнее по сравнению со стандартными удобрениями, что объясняется присутствием глинистых минералов, которые связывают катионы металлов в обменные комплексы. Благодаря более низкой скорости вымывания питательных элементов, при внесении такого типа удобрений растения своевременно получают необходимые для роста и развития компоненты. Согласно результатам агрохимических испытаний, гранулированные удобрения на основе глиносодержащих отходов способствуют приросту урожайности картофеля на 10,0–13,1%, столовой свеклы – 23,1–26,0 % по сравнению со стандартным KCl.

Использование удобрений на основе глиносодержащих отходов калийного производства в аспекте ресурсосбережения обеспечивает экономию ценного природного ресурса – калия, в природоохранной области

позволяет уменьшить объемы отходов калийного производства, сократить площади, выводимые под шламохранилища из сельскохозяйственного оборота, исключить загрязнение поверхностных и грунтовых вод, улучшить экологическую ситуацию в регионе.

A method of processing of clay-containing wastes of potash production is suggested. Aim of the method is to produce a granular potash fertilizer of prolonged action.

*Лаевская Е. В.*, Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: laeuskaya@gmail.com.

*Воробьева Е. В.*, Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: evorobieva@igic.bas-net.by.

*Матрунчик Ю. В.*, Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: Yuliya.M@tut.by.

УДК 502/504

**Ю. Ю. Матусевич, Т.П. Марчик**

### **ВОЗДЕЙСТВИЕ ОАО «ЩУЧИНСКИЙ МАСЛОСЫРЗАВОД» (г. ЩУЧИН, БЕЛАРУСЬ) НА КАЧЕСТВО АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА**

Оценка воздействия на окружающую среду предназначена для выявления характера, интенсивности и степени опасности влияния любого вида планируемой или осуществляемой хозяйственной деятельности на состояние окружающей среды и здоровье населения [1]. Пищевая и перерабатывающая промышленность, как и многие другие отрасли народного хозяйства, является источником негативного воздействия на окружающую среду. Загрязнение атмосферы на предприятиях по переработки молока происходит в основном от трех видов источников: выбросы от основного производства, выбросы от вспомогательного производства и автотранспорта.

Открытое акционерное общество «Щучинский маслосырзавод» является предприятием системы Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, введен в эксплуатацию в декабре 1969 года. В настоящее время входит в состав ОАО «Управляющая компания холдинга «Гродномясомолпром» и является одним из передовых предприятий Гродненской области с занимаемой площадью 6,6542 га и производственной мощностью переработки более 450 тонн молока в сутки. Предприятие выпускает сыры и масло сливочное, а также сыворотку молочную сухую, концентрат сывороточный белковый, молоко, кефир, сметану, творог, сыворотку молочную.

К производственной площадке предприятия в границах зоны воздействия источников выбросов примыкает с севера жилая зона г. Щучина, с востока – промышленная территория, с юга и запада – земли сельскохозяйственного назначения. В зоне влияния ОАО «Щучинский маслосырзавод» отсутствуют дома отдыха, охранные зоны и заповедники, памятники культуры и архитектуры. Состояние атмосферного воздуха в г. Щучин характеризуется следующими значениями фоновых концентраций загрязняющих веществ (на 01.01.2013):

твердые частицы (недифференцированная по составу пыль /аэрозоли) – 187 мкг/м<sup>3</sup>,  
диоксид серы – 9 мкг/м<sup>3</sup>,  
оксид углерода – 2010 мкг/м<sup>3</sup>,  
диоксид азота – 50 мкг/м<sup>3</sup>.

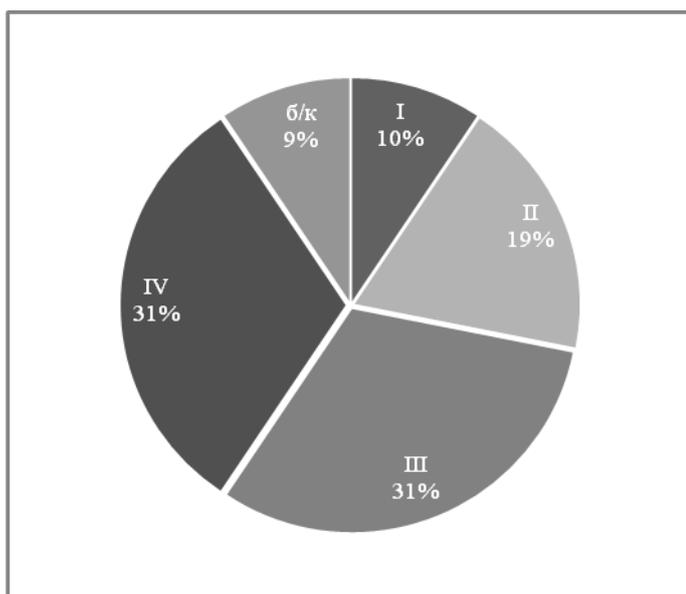
В соответствии с законодательством Республики Беларусь в области охраны атмосферного воздуха природопользователи, осуществляющие хозяйственную и иную деятельность, связанную с выбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников выбросов обязаны проводить инвентаризацию выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. В 2012 г. на ОАО «Щучинский маслосырзавод» была проведена инвентаризация выбросов загрязняющих веществ, выявлены источники их выделения и выбросов, определен количественный и качественный состав.

На предприятии находится 71 действующий стационарный источник выбросов загрязняющих веществ, из них организованных – 55, неорганизованных – 16, оборудованных газоочистными установками – 1. Основными источниками выделения в производственных цехах являются вакуум-выпарные установки, холодильные агрегаты, резервуары с моечными растворами и др., от вспомогательных производств – котельные установки, металлообрабатывающие станки, посты газовой резки и сварки, вытяжные шкафы лабораторий и др. Предприятие располагает 22 мобильными источниками выбросов загрязняющих веществ.

В выбросах ОАО «Щучинский маслосырзавод» присутствует 33 загрязняющих вещества. Суммарный выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух существующим производством составляет около 25 тонн в год. Основными загрязняющими веществами являются: диоксид азота (код 0301) – 10,9 тонн в год, углерод оксид (код 0337) – 5,5 тонн в год и твердые частицы (код 2902) – 4,9 тонн в год. В выбросах присутствуют также тяжелые металлы (ртуть, хром (IV) и др.), бенз(а)пирен, фтористые соединения, углеводороды предельные и непредельные, соединения серы.

В качественной структуре выбросов преобладают вещества III–IV классов опасности (рисунок 1): вещества I класса опасности – 10%, II – 19%, III – 31%, IV – 31%, без класса опасности – 9%.

По данным инвентаризации выбросов загрязняющих веществ была определена категория воздействия ОАО «Щучинский маслосырзавод» на атмосферный воздух и класс опасности. В соответствии с Инструкцией [2] предприятие относится к III категории объектов воздействия на атмосферный воздух (с суммой условных баллов 11), в соответствии с чем, инвентаризация выбросов загрязняющих веществ должна проводиться 1 раз в пять лет.



**Рисунок 1 – Структура выбросов загрязняющих веществ ОАО «Щучинский маслосырзавод» по классам опасности (в %)**

Также по данным инвентаризации ОАО "Щучинскому маслосырзаводу" присвоен IV класс опасности с относительным показателем опасности 0,3–0,6, что характеризует предприятие как умеренно-опасное с размерами санитарно-защитной зоны от 101 – 150 метров.

Расчет рассеивания загрязняющих веществ не выявил превышений предельно-допустимых концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на границе санитарно-защитной зоны и за ее пределами, что позволяет сделать вывод о соответствии качества атмосферного воздуха нормативным показателям в районе размещения предприятия ОАО «Щучинский маслосырзавод».

#### *Список литературы*

1. Правила проведения оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) и подготовка отчета. Основные положения = Правілы выканання ацэнкі удзеяння на навакольнае асяроддзе (АУНА) і падрыхтоўкі справаздачы. Асноўныя палажэнні: ТКП 17.02.08–2012. – Введ. 05.01.12. – Минск: Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды, 2012. – 20 с.
2. Об утверждении Инструкции о порядке отнесения объектов воздействия на атмосферный воздух к определенным категориям: постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь, 29 мая 2009 г., № 30 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2009. – № 162. – 8/21120.

The work of the Shchuchinskiy creamery (Belarus) has been checked on the influence on the quality of the atmospheric air. The basic sources of pollutant emissions have been found, quality and quantity of the composition of pollutants have been checked, defined impact category of the enterprise on the air and the size of the sanitary protection zone.

*Матусевич Ю.Ю.*, студентка 3 курса факультета биологии и экологии, Гродненский государственный университет имени Я. Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: yulia.matusevich@mail.ru.

*Марчик Т.П.*, доцент кафедры экологии, кандидат биологических наук, Гродненский государственный университет имени Я. Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: tmel05@yandex.by.

УДК 631.44.001.53:631.47

**Д. В. Матыченок, Л. И. Шибут, О. В. Матыченкова, Т. Н. Азаренок, С. В. Шульгина**

## **ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ ОТДЕЛЬНЫХ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЙ**

Разработка, применение и внедрение в практику информационных технологий и систем поддержки принятия решений (СППР) в управлении сельскохозяйственным производством, оптимизации размещения сельскохозяйственных культур, севооборотов, расчета доз удобрений, регулирования пищевого и водного режимов растений, обеспечения контроля качества выращиваемой продукции и экологического состояния почв, оценки экономической эффективности производства в современных условиях являются приоритетными задачами.

Первым звеном эффективного ведения сельского хозяйства отдельным землепользованием (организацией) является рациональное использование почв каждого обрабатываемого участка (поля). Для этого необходима информация о компонентном составе его почвенного покрова, агроэкологическом состоянии почв, информация о их пригодности для возделывания конкретных сельскохозяйственных культур и их требовательности к отдельным характеристикам агроэкологического состояния почв. Это необходимое условие для реализации растениями своего потенциала продуктивности, а вместе с ним и потенциала эффективного плодородия самих почв. В условиях Беларуси решение этих задач затруднено из-за значительной неоднородности почвенного покрова полей.

Основой созданного программно-информационного комплекса (ПИК) по оптимизации использования почвенных ресурсов в сельскохозяйственном производстве на уровне отдельного сельскохозяйственного предприятия на примере СПК «Большевик-агро» Солигорского района Минской области служит банк данных, который является числовым отражением как качественных характеристик, так и количественных показателей свойств компонентов почвенного покрова данного хозяйства [1, 2]. Банк данных состоит из баз компонентов: Базы данных и Базы знаний [3].

База данных предназначена для хранения исходных и промежуточных данных решаемой задачи: определения пригодности почв для возделывания сельскохозяйственных культур. Этот термин совпадает по названию, но не по смыслу с термином, используемым в информационно-поисковых системах и системах управления базами данных (СУБД) для обозначения всех данных, хранимых в системе.

База знаний программно-информационного комплекса по оптимизации использования почвенных ресурсов Республики Беларусь включает в себя:

1) Справочники определения степени пригодности почв для выращивания отдельных сельскохозяйственных культур на основе частной агрогруппировки почв с учетом показателей требовательности отдельных культур к уровню агрохимического плодородия почв и их агроэкологическому состоянию (созданы для следующих культур: озимая пшеница, озимое тритикале, яровая пшеница, ячмень, лен, сахарная свекла, озимый рапс) [4];

2) Набор правил определения пригодности компонентов почвенного покрова полигонов почвенных карт Почвенной Информационной Системы Беларуси для выращивания сельскохозяйственных культур на основе частной агропроизводственной группировки;

3) Алгоритмы матричного сравнения атрибутивной информации почвенного полигона и «Справочника определения пригодности почв для выращивания отдельных сельскохозяйственных культур на основе частной агропроизводственной группировки почв с учетом показателей требовательности отдельных культур к уровню агрохимического плодородия почв и их агроэкологическому состоянию».

Для определения пригодности почвы полигона почвенной карты на основе частной агропроизводственной группировки производится матричное сравнение атрибутивной информации полигона и «Справочника определения пригодности почв для выращивания отдельных сельскохозяйственных культур на основе частной агропроизводственной группировки почв». При полном совпадении соответствующих полей как в атрибутивной таблице почвенного полигона, так и в Справочнике определения пригодности, данному полигону присваивается степень пригодности для возделывания конкретной сельскохозяйственной культуры.

Далее используется геостатистический метод объединения контуров на основе идентичности заданного параметра. В программном пакете ГИС задается параметр (в данном случае степень пригодности для возделывания конкретной сельскохозяйственной культуры) атрибутивной информации, по которому объединяются полигоны электронной карты. Следует также отметить, что объединяются почвенные контура только в пределах полигона рабочего участка. Данная процедура проводится для всех контуров полей. В итоге образуется картосхема, где почвенные контура с одинаковой степенью пригодности для возделывания люцерны в пределах одного рабочего участка объединяются.

Затем присваивается степень пригодности почвенного покрова в целом конкретного рабочего участка. Для этого используются методы статистической обработки нечисловых данных. Так как нарезка рабочих участков зависит от большого количества как объективных, так и субъективных факторов, то будет логичным предполагать, что во многих случаях распределение земель с различной пригодностью в пределах поля не будет подчиняться различным статистическим закономерностям.

Одним из методов описательной статистики является возможность присвоения нечисловому классу наблюдения степени или градации. Предлагается каждой степени пригодности для возделывания сельскохозяйственной культуры присвоить определенную градацию: 0 – непригодные; 1 – малопригодные; 2 – пригодные; 4 – наиболее пригодные.

В качестве параметра, описывающего пригодность рабочего участка в целом будет использоваться показатель выборочного среднего. Его можно вычислить, предполагая, что все значения внутри каждого класса сосредоточены в средней точке класса. Данный показатель вычисляется для каждого рабочего участка (поля).

Таким образом, нами разработаны алгоритмы обработки исходной информации по установлению пригодности рабочего участка для возделывания конкретных сельскохозяйственных культур, которые в общем виде сводятся к следующему:

- преобразование данных слоев: разбивка почвенного покрова на полигоны методом пересечения полигональных слоев почвенной карты и карты рабочих участков, соответствующие конкретным полям. Создается дополнительный слой в системе ГИС, содержащий контуры элементарных участков с принадлежащими ему контурами почвенной карты;

- присвоение соответствующих атрибутов принадлежности конкретному рабочему участку для каждого полигона или его части методом пресечения со слоем карты полей и соответствующей проверки геоданных полигонов;

- установление пригодности каждого полигона созданной карты для возделывания сельскохозяйственных культур согласно методике ПИК. Использован геостатистический метод объединения контуров на основе идентичности заданного параметра. В качестве параметра, описывающего пригодность рабочего участка в целом используется показатель выборочного среднего.

Разработанная система информационного обеспечения рационального использования почвенных ресурсов отдельных землепользований, учитывающая специфику и современное состояние почвенного покрова каждого рабочего участка (поля), позволяет определить степень пригодности для выращивания конкретных сельскохозяйственных культур как для отдельного поля, так и для сельскохозяйственной организации в целом.

#### *Список литературы*

1. Матыченков Д.В. Программно-информационный комплекс по оптимизации использования почвенных ресурсов отдельного землепользования / Д.В. Матыченков, Г.С. Цытрон, В.В. Северцов // Вести Национальной академии наук. Серия аграрных наук. – 2015. – №4. – С. 51-60.
2. Цытрон Г.С., Матыченков Д.В., Северцов В.В. Методические указания по созданию Почвенной Информационной Системы Беларуси. Минск, 2011. – 48 с.
3. Цытрон, Г.С. Система информационного обеспечения рационального использования почвенных ресурсов отдельного землепользования / Г.С. Цытрон, Д.В. Матыченков // Почвенные и земельные ресурсы: состояние, оценка, использование: материалы Первой всероссийской открытой конференции, 8-10 октября 2014 г. – М., 2015. – С. 35-40.
4. Лапа В.В., Цытрон Г.С., Шибут Л.И. Пригодность почв Республики Беларусь для возделывания отдельных сельскохозяйственных культур: рекомендации. Минск, 2011 – 65 с.

This article describes the baseline information algorithms of processing to establish the suitability of the work area for the cultivation of specific crops. We describe the use of geostatistical method of contours combining on the basis of the identity of a given parameter. The parameter describing the suitability of the working area as a whole used component of the sample mean.

*Матыченков Д. В.*, Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: soil@tut.by.

*Шибут Л. И.*, Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: soil@tut.by.

*Матыченкова О. В.*, Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: soil@tut.by.

УДК 553.97

**В. А. Ракович, О. В. Созинов, Н. В. Лещинская, Ч. А. Романовский, В. Вихтман**

## **ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ БИОМАССЫ ВЫРАБОТАННОГО ТОРФЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДОКУДОВСКОЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ**

Все современные технологии разработки торфяных месторождений предполагают сведение растительного покрова на разрабатываемой части и извлечение торфяной залежи, в результате чего уничтожаются местообитания многих видов растений и животных, что снижает биоразнообразие болотных экосистем. На выработанных торфяных месторождениях ежегодно происходит ускоренное разложение остаточного слоя торфа в связи с процессами минерализации органического вещества, ветровой и водной эрозиями, что вызывает ряд негативных процессов и явлений на прилегающих к мелиорированным болотам землях: снижению уровней грунтовых вод, пересыханию малых рек, выпадению ценных растительных ассоциаций, ухудшению микроклимата, увеличению евтрофикации вод в прилегающих к торфяному месторождению реках и озерах. С осушенных болот в окружающую среду поступают продукты разложения торфа в виде нитратов, аммония, соединений кальция, магния, железа и других элементов. Добыча торфа фрезерным способом многократно увеличивает вероятность возникновения пожаров.

Поэтому весьма актуальным с точки зрения биосферно-совместимого природопользования является использование болотных фитоценозов для ежегодного воспроизводства энергетического и органического сырья в виде биомассы болотных растений, которая может перерабатываться в твердое, жидкое или газообразное топливо, компосты, картон, бумагу, упаковочные материалы и др. При таком использовании растительной биомассы болота не уничтожаются, однако интенсивность их функционирования снижается. Использование полудиккультуры сохраняет саму болотную экосистему в естественном состоянии.

Следует отметить, что процесс превращения отмерших болотных растений в торф энергетически невыгоден, так как при этом теряется около 85-95 % биомассы и энергии, ежегодно улавливаемой растительным покровом болот из космоса. Параллельно с экстенсивным, затратным и биосферно-несовместимым процессом использованием ресурсов болот в виде добычи торфа рационально приступить к организации интенсивного и биосферно-совместимого их использования, суть которого состоит в потреблении наземной части растительности, выращиваемой на болотах, вместо добываемого торфа.

Для решения данных задач в 2013-2015 гг. реализовался проект международной технической помощи «Реализация новой концепции управления повторно заболоченными торфяниками для устойчивого производства энергии из биомассы (энергии болот)». Партнерами проекта от ЕС выступал Фонд Михаэля Зуккова (г. Грайфсвальд, Германия), от Беларуси – Институт природопользования НАН Беларуси, Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова БГУ, Лидский торфобрикетный завод (ТБЗ).

Выбранное для реализации проекта торфяное месторождение Докудовское (кадастровый номер 189) расположено в Лидском районе Гродненской области, в непосредственной близости от ТБЗ Лидский, производящего минибрикеты из торфа и биомассы, которая является частичной альтернативой торфу. В настоящее время на торфобрикетном заводе преимущественно получают брикеты в смеси торфа с соломой рапса или кострики из льняного производства, а также древесной щепы. В результате реализации проекта «Энергия болот» на заводе введены в производство брикеты из торфа и болотной растительной биомассы, что является весьма перспективным направлением для данного предприятия.

Для оценки и мониторинга влияния извлечения биомассы на состояние болотной экосистемы в рамках реализации проекта были выбраны репрезентативные площадки на выработанных повторно заболоченных (площадки № 1, 2, 3) и осушенных и разрабатываемых (площадки № 4, 5) участках болота, расположенных в юго-западной части торфяного массива Докудовское.

Для организации долгосрочного мониторинга гидрологического режима болота Докудовское были заложены три скважины (две скважины на площадках № 1, 3 и одна на площадке № 4). Измерения уровня болотных вод (УБВ) осуществлялась с помощью автоматических датчиков измерения УБВ (Mini-Diver). Для каждого объекта выбирался режим работы измерений уровня грунтовых вод, атмосферного давления, температуры воды и воздуха.

Как показали результаты наблюдений, УБВ на повторно заболоченной площадке №1 максимально опускались в июле 2014 г. до 20 см ниже поверхности болота, в 2015 г. – до 55 см. УБВ на осушенной площадке

№ 4 максимально опускались в июле 2014 г. до 110 см ниже поверхности болота, в 2015 г. – до 130 см. Это свидетельствует о засушливости и меньшем количестве осадков в 2015 г. по сравнению с 2014 г.

Кроме этого, полученные данные показали, что УБВ на повторно заболоченных площадках № 1, 3 имели меньшую амплитуду колебаний, по сравнению с осушенным участком № 4, что напрямую влияет на процесс биохимического круговорота. Чем больше амплитуда колебаний и ниже УБВ, тем в большей зоне идут процессы биохимической минерализации торфа с выделением в атмосферу углекислого газа.

Оценка агрохимических показателей торфяного слоя проектной территории юго-западной части торфяного массива Докудовское показала, что содержание общего азота варьирует от 1,4 до 3,2 %, окиси фосфора ( $P_2O_5$ ) – от 0,25 до 1,51 %; окиси кальция ( $CaO$ ) – от 3,51 до 44,57 %; окиси железа ( $Fe_2O_3$ ) – от 0,42 до 7,65 %, серы ( $SO_3$ ) – от 0,15 до 1,25%, кислотность (рН солевая вытяжка) – от 6,5 до 7,1, гидролитическая кислотность – от 6,4 до 66,2.

Геологические исследования территории свидетельствуют о том, что подстилающие дно торфяной залежи породы на большей части территории представлены песком. В юго-западной, юго-восточной и южной части болота под слоем торфа встречаются карбонатные, органические и кремнеземистые сапропели различной мощности. Отмечается сильно волнистая рельефность дна торфяного массива.

Пробы воды отобранной с выработанной низинной части торфяного месторождения Докудовское имеют в основном гидрокарбонатно-кальциевый состав, на площадке № 2 – гидрокарбонатно-магниевый. На площадке наблюдений № 5 торфяная залежь осушена, в связи с чем (по данным 2015 г.) здесь проявлялась повышенная минерализация болотных вод – 551,5 мг/л за счет повышенного содержания ионов сульфатов  $SO_4^{2-}$  и кальция  $Ca^{+}$ . На повторно заболоченных участках минерализация варьировала в пределах 100,0–460,5 мг/л, что характерно в целом для низинных болот. На площадке мониторинга № 1 наблюдалось превышение предельно допустимого содержания химических веществ (для ведения водного хозяйства) по общему азоту, фосфатам, общему железу, площадке № 2 – по магнию, общему азоту и общему железу, площадке № 3 – по общему азоту, общему железу, площадке мониторинга № 4 – по ионам аммония, общему азоту и общему железу.

Результаты проведенных трехлетних исследований также показали, что на трех повторно заболоченных участках продуктивность растительной биомассы значительно выше, чем на выработанных не затопленных участках. На трех выработанных повторно заболоченных участках максимальная биомасса образовалась к концу вегетативного периода 2013 г. и составила 10,4–14,2 т/га сухого вещества, тогда как в 2014 г. данный показатель равен 10,1–11,8 т/га, в 2015 г. – 9,7–11,1 т/га. На скашиваемой части повторно заболоченных участков в 2014 г. биомасса составила 10,3–11,1 т/га сухого вещества, в 2015 г. – 9,7–10,9 т/га. Существенной разницы в воспроизводстве биомассы в 2014 и 2015 гг. на участках без скашивания и со скашиванием не наблюдалось. На двух выработанных осушенных участках (площадки № 4, 5) в 2013 г. растительная биомасса воспроизводилась крайне низко – от 0,1 до 7,0 т/га сухого вещества, в 2014 г. – 0,1–7,2 т/га, в 2015 – 0,1–7,4 т/га.

Общее уменьшение биомассы на повторно заболоченных площадках в 2014 и 2015 гг. связано с уменьшением выпадения осадков в период вегетации растительной биомассы. В 2013 г. выпавшие осадки за май–август составили 334,2 мм, тогда как в 2014 г. – 283,4 мм, в 2015 – 206,6 мм.

Состав растительной биомассы на повторно заболоченных участках (площадки № 1, 2, 3) представлен в основном тростником и осоками. На осушенных участках (площадки № 4, 5) – двудольными травами.

В целом, полученные данные показали, что по агрономическим характеристикам торфяного слоя, показателю рН, изменению уровня грунтовых вод повторно заболоченная часть выработанного торфяного месторождения Докудовское подходит для выращивания растительной биомассы (полудиккультуры). Урожайность этой биомассы относительно стабильна, в связи с чем полудиккультура может быть использована в качестве сырьевой базы для дальнейшего устойчивого производства пеллет, минибрикетов на ТБЗ «Лидский», что позволит заменить торф (невозобновимый источник энергии) на возобновляемую растительную биомассу.

On the peatland "Dokudovskoye" (Lida district, Grodno region of Belarus), agrochemical characteristic of a peat layer chemical contents of water probes, acidity (pH), paludiculture biomass and level of mire water on the monitoring sites were estimated. The received data shows that iteratively boggy cutover peatland Dokudovsky is suitable for cultivation of a vegetative biomass in the power purposes.

*Ракович В. А.*, Институт природопользования НАН Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: mire4@tut.by.

*Созинов О. В.*, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: ledum@list.ru.

*Лецинская Н. В.*, Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: nadzeya.liashchynskaya@gmail.com.

*Романовский Ч. А.*, Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова Белорусского государственного университета, Минск, Беларусь.

*Вихтман В.*, Фонд Михаеля Зуккова, г. Грайфсфальд, Германия, e-mail: [wendelin.wichtmann@succow-stiftung.de](mailto:wendelin.wichtmann@succow-stiftung.de).

## ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ И ВОДЫ НА ВОЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ. МЕТОДЫ УСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Главными задачами в охране окружающей природной среды являются предотвращение загрязнения ее вредными продуктами человеческой деятельности и очистка средообразующих природных компонентов от выбросов и сбросов, если загрязнение уже состоялось.

Первенство, безусловно, должно отдаваться выполнению первой задачи: следует не загрязнять среду собственного обитания.

Вооруженные Силы не могут стоять в стороне от решения такой сложной и чрезвычайно важной задачи, тем более, что именно они обладают колоссальным природоразрушающим потенциалом, способным уничтожить сложившиеся экосистемы Земли в случае возникновения вооруженных конфликтов.

Загрязнение окружающей среды может происходить как в результате аварийных ситуаций на военных объектах, так и при их функционировании в штатном режиме, когда по тем или иным причинам происходит превышение установленных предельно допустимых выбросов, предельно допустимых сбросов и лимитов размещения отходов.

Предупреждение загрязнения окружающей среды вследствие деятельности военных объектов может осуществляться мерами как организационного, так и технического характера.

*Организационные меры включают в себя:*

- планирование мероприятий по уменьшению воздействия на окружающую среду при осуществлении военной деятельности;
- планирование поддержания технических средств в исправном состоянии;
- соблюдение режимов функционирования технических средств;
- соблюдение правил работы с потенциальными загрязнителями в соответствии с действующими инструкциями;
- исключение проливов и утечек нефтепродуктов;
- сбор и утилизация масел, кислот, щелочей и других технических жидкостей;
- сбор, сортировка и удаление производственных и бытовых отходов;
- исключение нарушения растительно-почвенного покрова и загрязнения водоисточников при передвижениях и действиях на местности;
- сведение к минимуму времени работы на холостом ходу двигателей боевых, специальных и транспортных машин;
- установление режимов и направлений излучения радиотехнических систем;
- прекращение работы источников электромагнитного, лазерного, радиационного излучения и исключение выбросов опасных химических веществ, превышающих установленные пределы.

К мерам технического характера относятся инженерные методы и способы очистки выбросов и сбросов от работающих энергетических, производственных, коммунально-бытовых объектов и систем до поступления их в окружающую среду.

Наиболее опасными в экологическом отношении являются *потенциально опасные военные объекты*.

К таким объектам относятся:

- радиационно опасные – энергетические ядерные установки; склады и базы с элементами ядерного оружия; ядерные исследовательские реакторы; хранилища жидких радиоактивных отходов; хранилища твердых радиоактивных отходов; хранилища отработанного ядерного топлива; места захоронения радиоактивных отходов;
- химически опасные – хранилища и склады химических веществ, в том числе химических боеприпасов (кассет) с боевыми химическими веществами; хранилища и склады боевых химических веществ; места уничтожения и захоронения боевых химических веществ; хранилища и склады компонентов ракетного топлива;
- взрыво- и пожароопасные – базы, арсеналы, хранилища и склады различного рода боеприпасов, вооружения и военной техники; хранилища, склады и базы горюче-смазочных материалов, агрессивных жидкостей, объемов сжатого воздуха [2].

Что касается таких объектов, как склады и базы ГСМ и других специальных жидкостей, то при годовом обороте материалов и веществ, превышающем 50 тыс. т, утечка составляет 5–6%, т. е. не менее 2,5–3,0 тыс. т. Это приводит к значительному загрязнению грунтов и подземных вод.

Вопрос восстановления природной среды приобретает особое значение в условиях, когда на объекте возникает аварийная ситуация, связанная с нарушением техногенных процессов или выходом их из-под контроля.

В комплекс *общих мероприятий* по восстановлению природной среды при авариях на химически опасных военных объектах входят:

- оценка типа и характера источника аварии;
- определение масштабов аварии и ущерба, нанесенного природной среде;
- определение комплекса мероприятий по ликвидации последствий аварии и восстановлению природной среды.

Основными методами восстановления акваторий при загрязнении нефтепродуктами являются:

- устройство плавучих боновых заграждений (пленочного или панельного типа);
- сжигание нефтепродуктов на воде;
- использование абсорбирующего (впитывающего) материала (сена, соломы, древесных опилок и др.);
- сбор нефтепродуктов с воды с помощью эжекторов, мотопомп и т. п.

Локализация проливов и утечек нефтепродуктов на почве осуществляется путем снижения испарения нефтепродукта, снижения проникновения его в грунт и ограничения места разлива насыпями и рвами.

Для снижения испарения нефтепродукта используют пенообразователи, пенозатвердители, а для снижения проникновения в грунт – сруктурообразователи, полимерные пленки или применяют метод замораживания грунта.

Сбор основной массы нефтепродукта с поверхности почвы может проводиться с использованием различных поглощающих материалов (опилок, торфа, керамзита и др.). Так, например, 1 кг опилок поглощает более 2 кг, а 1 кг торфа – около 1,2 кг нефти [1].

В целях очистки грунта, загрязненного нефтепродуктами, применяются следующие методы:

- удаление загрязненного грунта и захоронение нефтесодержащих шламов;
- удаление основной массы загрязнителя с помощью насосных установок и вакуумных фильтров;
- продувка почвы воздухом;
- термическое воздействие на загрязненный грунт.

На военных территориях размещены объекты, требующие проведения долговременных и дорогостоящих очистных работ.

В этих ситуациях применяются методы очистки почвы и подземных вод, которые можно разделить на две группы:

методы очистки *In situ*, осуществляется непосредственно на месте загрязнения почвы или воды;

методы очистки *Ex situ*, осуществляется специально оборудованными мобильными установками, которые выкапывают или выкачивают загрязненную почву или воду.

К сожалению, удовлетворение материальных потребностей общества, по крайней мере в настоящее время, не может осуществляться без нанесения ущерба окружающей среде. Однако этот ущерб должен быть по возможности минимальным, так как от сохранения окружающей природной среды зависит существование человека как биологического вида. Каждый из нас должен стараться находить такие возможности удовлетворения своих потребностей, которые не причиняли бы вреда природе, а поддерживали, помогали бы ее устойчивому развитию.

#### *Список литературы*

1. Глазунов А.Т., Кнорре Е.Б. Экология, техника и производство. – М. – 2010. – С 45.
2. Довгуша В.В., Кудрин И.Д., Тихонов М.Н. Введение в военную экологию. М. – 2014. – С 51.

The main tasks in the protection of the environment are the prevention of pollution by harmful products of human activity and purification of natural environmental components from the emissions, if contamination has already taken place. The championship, of course, should be given the first task: it is necessary not to pollute the environment of their own habitat.

Unfortunately, the satisfaction of material needs of society, at least at present, cannot be carried out without causing damage to the environment. However, the damage must be as minimal as possible, as the preservation of the environment depends on the existence of the human species. Each of us should try to discover opportunities to meet their needs, which could have caused harm to nature, and supported, would help its sustainable development.

*Самуль Н. Н.*, УО "Военная академия Республики Беларусь", Минск, Республика Беларусь, e-mail: 2694295@tut.by

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОБИОГЕОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ЛАНДШАФТОВ ВОДООХРАННЫХ ЗОН**

Современные экобиогеохимические методы исследований компонентов ландшафтов водоохраных зон водоемов в XXI играют важную роль в решении актуальных проблем многофункциональных ландшафтов, охране окружающей среды обитания людей и являются наиболее перспективными. Они выявляют и определяют особенности экобиогеохимических проблем и намечают пути их решения. Взаимодействие человека с окружающей его природной средой способствуют устойчивому развитию, экологической безопасности, улучшению жизни людей в период бурного развития научно-технического прогресса.

Для привлечения населения к вопросам экологического развития России, сохранения биологического разнообразия и обеспечения экологической безопасности Президент страны В. В. Путин подписал Указ об объявлении 2017 года Годом экологии. Исследования по актуальным проблемам биогеохимии проводили в Московском регионе, расположенном в подзоне хвойно-широколиственных лесов с зональными дерново-подзолистыми почвами различной степени оподзоливания и оглеения. Обособление ландшафтов обусловлено развитием литогенной основы, которая подвергалась активному влиянию плейстоценового оледенения. Современные свойства литогенной основы начали формироваться в днепровское, а окончательно оформились в московское время. Рельеф ландшафтов взаимосвязан с топографией поверхности коренных пород. Днепровское и московское оледенения оказали сильное влияние на характер рельефа. Отметим, что рельеф поверхности коренных пород Смоленско-Московской возвышенности имеет тенденцию к снижению в направлении от 200-210 м (район Клина-Дмитрова) до 168-142 м (у Волоколамска-Шаховской). Рельеф изученных ландшафтов плоский, волнистый, холмистый, грядово-холмистый с высотами 200-240 м. Эти ландшафты расположены в центральной части Московского артезианского бассейна на отложениях среднего и нижнего карбона, где сосредоточены ресурсы подземных пресных вод. По химическому составу эти воды гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-магниевые, с величинами рН 7,2-7,6 (до глубины 240 м) и минерализацией 0,2-1,0 мг/л).

Возникновение, развитие, функционирование компонентов ландшафтов обусловлено воздействием природных и антропогенных факторов. Но следует отметить, что роль последних очень велика и они в корне могут изменить направленность потока вещества и энергии, их латеральные и радиальные связи, осуществляющиеся через поверхностный сток, биогенную миграцию химических элементов, происходящую между химическим составом почв и растительности. Функционирование компонентов ландшафтов осуществляется в результате перемещения, обмена, трансформации вещества и энергии с учетом местоположения, совокупности взаимосвязи внутренних и внешних факторов, обуславливающих временные смены состояний и всех процессов, происходящих между компонентами в ландшафтах. Изучение биогеохимических особенностей миграции элементов в компонентах ландшафтов, их содержание, вариабельность, аккумуляция являются одним из перспективных научных направлений.

Для выявления и решения современных актуальных биогеохимических и водоохраных проблем водоемов изучали функционирование, устойчивость компонентов ландшафта к внешним и внутренним воздействиям и их свойства путем отбора, а затем химического анализа проб компонентов ландшафта [1] для выявления пространственно-временных связей, путей миграции и аккумуляции элементов, определения количественной оценки под влиянием природных и антропогенных факторов. Для определения и решения актуальных проблем применялся современный ландшафтно-геохимический метод, когда профили закладывались по катенам — в направлении потока вещества, от автономных позиций к подчиненным, в шести видах современных ландшафтов: лесных, луговых, антропогенных, гидроморфных, трансаквальных и аквальных. [2]. Для химического анализа отбирали в ландшафтах пробы атмосферных (жидких и твердых) осадков, вод весеннего половодья и летне-осенних дождевых паводков, поверхностных, грунтовых и подземных; растительности, фракций древесных и кустарниковых пород, опада; весенних наилок, почв, почвообразующих пород, донных (рек, водохранилищ) отложений.[2].

Учение о биогеохимии было создано В. И. Вернадским (12.03.1863-5.01.1945), 150-летие со дня рождения которого отмечало все прогрессивное человечество в 2015 г. В 1934 г. вышел его труд: Проблемы биогеохимии в котором соединено учение по биосфере и геологической деятельности живых веществ в совокупности животных и растительных организмов. Значит, биогеохимия объединяет сразу три научных направления: биологию, геологию и химию. [3]. В ландшафтах осуществляется тесное содружество компонентов и, особенно, взаимосвязь растений с почвами через биологический круговорот. Важная роль в

биологическом круговороте принадлежит продукционным (создание органического вещества) и деструкционным (разложение его) процессам. Продукционные процессы в антропогенных ландшафтах происходят в период вегетации основной культуры, а в луговых — непрерывно в течение всего вегетационного периода. Именно продукционные и деструкционные процессы способствуют одновременному развитию растений в антропогенных ландшафтах и разновременному — в луговых. Продуктивность укосов антропогенных ландшафтов высока (до 50 ц\га в воздушно-сухом весе). [2, 4]. Сухой вес травостоев луговых ландшафтов, занятых посевами многолетних трав, превосходят в 1,5–2,0 раза таковой естественных, а однолетних трав в пересчете на зеленую массу — в 1,2–2,6 раза. Запасы зольных элементов в надземной биомассе культурных растений в 1,1–1,5 раза меньше по сравнению с продукцией луговых. Это происходит за счет уменьшения массы корней культурных растений в противоположность таковым луговых травостоев. Для антропогенных ландшафтов характерен искусственный отбор культурных растений, направленный на повышение урожайности и устойчивости, в противоположность естественному отбору в луговых.

Запасы элементов по сезонам колебались от 23 кг\га (антропогенные ландшафты) до 244 (луговые). Зольность луговых растений в 3–4 раза превышала таковую в злаках антропогенных ландшафтов. Различия в зольности укосов пшеницы и ячменя составляли 1,0–1,5, а пшеницы и ржи — 1,6–1,9 раза.

Особенность биологического круговорота в антропогенных ландшафтах заключается в том, что значительная часть (N, P, K) элементов выносятся с урожаем и это количественно превышает их возврат от разложения пожнивно-корневых остатков. Частичное возмещение отчужденных элементов может компенсировать внесение на поля удобрений, а также правильное применение севооборотов. Вынос химических элементов в луговых ландшафтах происходит в результате сенокосения, пастбы скота. Значительная часть вовлеченных в биологический круговорот элементов возвращается в почву. Биологический круговорот предотвращает коренные изменения при смене естественных растений на культурные. Необходимо усилить охрану ландшафтов водоохраных зон.

Итак, в результате проведенных полевых и экспериментальных исследований выявлена максимальная аккумуляция химических элементов в растения осенью. А для повышения урожайности сельскохозяйственных культур в антропогенных ландшафтах необходимы мониторинговые исследования.

#### *Список литературы*

1. Хрусталева М. А. Аналитические методы исследований в ландшафтоведении. — М.: Техполиграф, 2003. 66 с.
2. Хрусталева М. А. Экобиогеохимия ландшафтов. LAP LAMBERT Academic Publishing Saarbrücken Deutschland \Германия, 2015. 352 с. ISBN: 978-3-659-75441-8.
3. Вернадский В. И. Проблемы биогеохимии. I-II. Значение биогеохимии для познания биосферы. — Л.: Изд-во АН СССР, 1934. Вып. 1.. 47 с.
4. Хрусталева М. А. Экобиогеохимические исследования моренных ландшафтов [\ Матер. XV Междун. науч.-практ. конф.:23-26.05.2016 г., Барнаул. - Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии.](#) — Барнаул, Алтайский госуниверситет, 2016. С. 494–500.

Modern landscape-geochemical methods of landscape research revealed accumulation elements fall in plants. To improve their ecology is necessary to establish the regime ekobiomonitoringa.

*Хрусталева М. А.*, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва, РФ, e-mail: [mrnhr@rambler.ru](mailto:mrnhr@rambler.ru).

## РАЗДЕЛ 6. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ПРОСВЕЩЕНИЕ В ИНТЕРЕСАХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

УДК 372.857

Т. А. Бонина, Е. В. Цытрон

### ВОПРОСЫ БИОБЕЗОПАСНОСТИ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ВОСПИТАНИИ И ОБРАЗОВАНИИ СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВУЗА

Современная экология как наука занимается изучением взаимоотношений живых организмов, в том числе и человека, с окружающей средой с целью обеспечения выживания человечества и выхода из экологического кризиса, который в последние десятилетия приобрел глобальные общепланетарные масштабы. Экологическая и национальная безопасность Республики Беларусь невозможны без решения экологических проблем, основой и необходимым условием которой является экологическое образование населения.

В связи с широкомасштабным использованием и внедрением научных достижений биотехнологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности проблемы биобезопасности становятся важным направлением в экологическом образовании и воспитании населения. Республика Беларусь присоединилась к Картахенскому протоколу по биобезопасности в 2002 году. Эффективное выполнение обязательств, взятых на себя Республикой Беларусь, по выполнению данного протокола по биобезопасности на 2011–2020 гг., предполагает подготовку квалифицированных специалистов, а также грамотных учителей, владеющих знаниями по вопросам биобезопасности и способных выполнить просветительскую миссию в экологическом воспитании подрастающего поколения.

Биологическая безопасность – это состояние сохранения и защищенности окружающей среды, качественной жизни и здоровья человека от возможного вредного воздействия биологических агентов различного происхождения [1]. Основной целью нашего государства в области биобезопасности является обеспечение безопасности здоровья человека и сохранение биологического разнообразия при внедрении новых биотехнологий в различных областях деятельности человека и потреблении их продуктов [2].

Отсутствие экологического воспитания и образования приводит ко многим непоправимым ошибкам и отрицательным последствиям, как в сфере хозяйственной деятельности страны, так и в сфере охраны здоровья населения. Более того, дефицит экологической грамотности в области биобезопасности порождает мифы и домыслы в представлениях о вреде и пользе таких продуктов. Поэтому экологическая образованность должна стать неотъемлемым компонентом в становлении и профессиональной деятельности будущего учителя любого профиля.

В Белорусском государственном педагогическом университете имени Максима Танка экологическое образование и воспитание будущих учителей в настоящее время реализуется в рамках дисциплины «Безопасность жизнедеятельности человека», одним из разделов которой является «Основы экологии и энергосбережения». В учебную программу данного раздела включены, в том числе и вопросы биобезопасности населения.

Целью дисциплины является ознакомление студентов с концепцией экологической безопасности в целом, а также с актуальными проблемами защиты окружающей среды от отрицательного воздействия хозяйственной деятельности человека и здоровья населения. У будущих учителей, студентов педагогического вуза, в ходе изучения дисциплины должны формироваться знания, необходимые для осознанной профессиональной и практической деятельности, а также умения применять и использовать полученные знания в повседневной жизни. В дальнейшей профессиональной деятельности такой специалист будет способен сформировать экологическое мировоззрение у своих воспитанников. Экологическое воспитание школьников призвано способствовать изменению самого человека, его мировоззрения, стиля жизни, становлению здорового образа жизни как основы здоровья нации в целом.

Авторами статьи разработаны и внедрены в учебный процесс учебные программы и учебно-методический комплекс по данной дисциплине. При рассмотрении вопросов биобезопасности студенты знакомятся с такими понятиями как биотехнология, генная инженерия, пищевые добавки, экология питания и

т.д. Содержание учебного материала по основам экологии и биобезопасности данного курса направлено на полноценное формирование личности безопасного типа поведения с развитой экологической культурой.

При изучении темы «Современное состояние биосферы» уделяется большое внимание видам загрязняющих окружающую среду веществ и их влиянию на здоровье человека. В теме «Окружающая среда и здоровье человека» подробно и всесторонне рассматриваются такие вопросы, как физическое здоровье и его связь с факторами среды; экология жилища; загрязнение воздуха в жилище; роль человека и других живых существ как биогенных источников загрязнения жилища; экологические проблемы питания; трансгенные продукты питания; основные источники и последствия загрязнения питьевой воды.

Данные вопросы рассматриваются на лекционных и семинарских занятиях, а для более глубокого осмысления поставленных проблем студенты самостоятельно готовят сообщения и презентации. Опыт показывает, что наибольший интерес у студентов вызывают такие темы, как «Экологические проблемы Беларуси и пути их решения», «Экологические проблемы мегаполиса (на примере г. Минска)», «Роль воды и проблема ее чистоты», «Загрязнение воздуха в жилище», «Медицина, фармакология и биобезопасность» и др. При этом необходимо не только создание условий для освоения вопросов, запланированных государственным стандартом по данной дисциплине, но и выявление стартового уровня экологической подготовки студентов с учетом специфики их специализации и его коррекции. Все это позволяет осуществлять личностно-ориентированный подход в образовании.

Изучение вопросов биобезопасности позволит будущим учителям в рассмотрении экологических проблем в рамках преподавания ими дисциплин различных профилей в школе, а также в организации и осуществлении воспитательной и культурно-просветительской работы в сфере экологического образования, воспитания и просвещения во внеурочное и внеклассное время. Также полученные знания можно использовать при формировании у учащихся навыков здорового образа жизни, профессиональной ориентации и основ экологической культуры как фактора дальнейшего устойчивого развития общества.

Выпускник педагогического вуза должен уметь самостоятельно работать с нормативной и справочной литературой по вопросам биобезопасности, осознавать положительные стороны научных достижений в области биотехнологий и учитывать риски, связанные с внедрением такого рода технологий в области сельского хозяйства, пищевой промышленности и других сферах хозяйственной деятельности человека для сохранения здоровья человека и нации в целом.

#### *Список литературы*

1. Белорусская юридическая энциклопедия : в 4 т. / редкол. : С. А. Балашенко [ и др.]. – Минск : ГИУСТ БГУ, 2007. – Т. 1. – 600 с.
2. Стратегия устойчивого развития Беларуси : преемственность и обновление : аналитический отчет / А. В. Неверов [и др.]. – Минск : Юнипак, 2003. – 207 с.

The article deals with issues in the field of biosafety in environmental education in pedagogical universities of the Republic of Belarus.

*Бонина Т. А.*, Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка, e-mail: [tatbonina@gmail.com](mailto:tatbonina@gmail.com).

*Цытрон Е. В.*, Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка, e-mail: [tsytron@tut.by](mailto:tsytron@tut.by).

УДК 614.876

**Н. Я. Борисевич**

### **РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОСВЕЩЕНИЕ В ИНТЕРЕСАХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПОСТРАДАВШИХ ОТ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ КАТАСТРОФЫ РАЙОНОВ**

Создание системы непрерывного радиоэкологического просвещения, разработка эффективных механизмов повышения радиоэкологической грамотности населения, специалистов и руководителей,

работающих на всех уровнях управления, являются важными государственными задачами в условиях восстановления и устойчивого социально-экономического развития районов, пострадавших от чернобыльской катастрофы. Республика Беларусь выступила с инициативой о запуске в 2017 году новой международной чернобыльской стратегии на период до 2030 года «Достижение целей устойчивого развития в регионах, пострадавших от Чернобыля, через партнерство, инновации и инвестиции».

Филиалом «Белорусское отделение Российско-белорусского информационного центра по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС» РНИУП «Институт радиологии» (БОРБИЦ), начиная с 2007 года, проводится разработка и внедрение современных информационных технологий для повышения эффективности мероприятий по преодолению последствий чернобыльской катастрофы; разработка концептуальных основ системы научно-информационного обеспечения по чернобыльским проблемам. Среди прочих решаются следующие задачи:

- реализация просветительской и социально-реабилитационной политики Союзного государства по проблемам радиационной безопасности, реабилитации и устойчивого развития территорий;
- повышение радиоэкологической грамотности населения, формирование безопасного образа жизни в условиях проживания на загрязненных территориях, адекватного отношения к существующему радиационному риску;
- формирование радиоэкологической культуры школьников в общей системе привития здорового образа жизни, развития инициативы для участия в решении экологических и социально-экономических проблем по месту жительства.

Как показала практика, интерактивные формы информационной работы являются наиболее эффективными. В этом плане проводятся информационно-просветительские акции (в форматах «равный обучает равного», деловой игры) по передаче опыта и навыков управления ситуацией, обусловленной последствиями чернобыльской катастрофы в Республике Беларусь, будущим поколениям со студентами Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины, Могилевского государственного университета им. А.А. Кулешова. На базе последнего, на постоянной основе сопровождается работа пилотного информационного радиоэкологического объединения.

Организуются интеллектуальные игры по чернобыльской тематике для молодежи. Большой интерес вызвало мероприятие по формированию радиоэкологической культуры в формате интеллектуальных состязаний и соревнований по рыбалке «На волне возрождения» с привлечением молодежи из пострадавших районов Гомельской и Брянской областей (проведено на базе детского реабилитационно-оздоровительного центра «Пралеска» в 2015 году).

На развитие инициативы молодежи направлены республиканские конкурсы информационных проектов о перспективах социально-экономического и культурного развития пострадавших в результате чернобыльской катастрофы районов «Пострадавшие районы. Мой взгляд в будущее...», конкурсы по созданию социальной рекламы в рамках чернобыльской тематики «Молодежь – возрождению, развитию, будущему!», сувенирной продукции с позитивным имиджем пострадавших районов «Молодое поколение: учимся, творим, возрождаем».

Проводится системное информирование о ходе возрождения и социально-экономического развития пострадавших районов, популяризация местных новостей на национальном уровне. Для этого в сотрудничестве с редакциями газет 21 пострадавшего района налажен регулярный выпуск и распространение журнала «Возрождаем родную землю» (от 4 до 6 выпусков в год). За период 2011–2016 годы выпущен 41 номер.

Созданы и тиражированы следующие оригинальные информационные издания:

- альбом «Оттиски забытой земли» об историко-культурных ценностях пострадавших районов (на II Международном форуме «Имидж Республики Беларусь: стратегия развития» получил диплом финалиста);
- альбом «Экскурсия в возрождение» о брендах экономики возрождающихся после чернобыльской катастрофы районов Республики Беларусь;
- научно-популярная брошюра «Нереальный мир. Чернобыльские мифы»;
- брошюра для молодежи «Чернобыль: за и против (pro et contra)»;
- сборник студенческих эссе по итогам конкурса информационных проектов о перспективах социально-экономического и культурного развития пострадавших районов «Пострадавшие районы: мой взгляд в будущее...»;

- каталог картин белорусских художников «Боль, нарисованная кистью»;
- каталог детских рисунков «Мы так чувствуем» и др.

Одной из задач является преодоление сложившихся «чернобыльских» стереотипов. Это позволяет устранить разобщенность национального сознания: деление на «них» (пострадавшие районы, у которых «чернобыльские» проблемы) и «нас» (чистые районы, которых эти проблемы не касаются), сформировать адекватное отношение жителей «чистых районов» к загрязненным территориям.

На основании социологического опроса студентов ВУЗов, учителей учреждений образования, медработников центральных районных больниц 21 наиболее пострадавшего района с целью определения степени их информированности по различным аспектам чернобыльской проблематики и специфике восприятия опасности радиационного воздействия разработаны три тематические памятки: для студентов ВУЗов, медицинских работников, учителей («Студенту (учителю, врачу) на заметку: ответы на «чернобыльские» вопросы»). Памятки позволяют сформировать адекватное отношение молодежи и специалистов к условиям жизни и работы в пострадавших районах, перспективах их возрождения.

Ведется работа по совершенствованию учебно-методического обеспечения радиоэкологического образования учащихся, созданию доступных и интересных пособий для детей и родителей. Разработано 5 информационных выпусков по основам радиационной безопасности для младшего школьного «Капелька» с целью развития познавательной активности в области радиоэкологии, радиационной безопасности.

Разработаны «Рекомендации по проведению информационной работы по чернобыльской тематике на базе местных информационных структур».

Проведен анализ учебных и учебно-методических пособий, используемых средними общеобразовательными учреждениями для освещения вопросов, связанных с чернобыльской тематикой, проблемами радиоэкологии. Разработано пособие «Безопасность после Чернобыля» для учителей общеобразовательных учреждений. Разработаны также учебные программы по организации системы дистанционного консультирования и информирования населения радиоактивно загрязненных территорий: «Катастрофа на ЧАЭС и ее последствия. Пути и проблемы их преодоления», «Система дистанционного консультирования населения проживающего на радиоактивно загрязненных территориях» и др.

Осуществляется информационно-методическое сопровождение деятельности местных «чернобыльских» информационных структур: информационно-методических кабинетов «Радиационная безопасность и основы безопасной жизнедеятельности», центров доступа к информационно-коммуникационным технологиям и др. Распространяется комплексный электронный информационный ресурс (Инфоресурс). Проведен ряд интернет-акций: «Зажги свечу памяти» (к 25-летию чернобыльской катастрофы, участие приняли более 50 тыс. пользователей), «Облако утвердительных мыслей», «Чернобыль 30 лет спустя. Посети музей катастрофы» и др.

Выполненные разработки имеют социальный эффект и обеспечивают:

- совершенствование механизмов информационной деятельности государства как составляющей части мер по социально-экономическому развитию регионов, пострадавших от чернобыльской катастрофы;
- формирование адекватного восприятия обществом современной постчернобыльской ситуации;
- повышение уровня просвещенности населения, особенно школьников и молодежи, в области радиационной безопасности и радиоэкологии.

Preparation of methods aimed at radioecological awareness rise is considered to be an important goal of the State in conditions reviving and sustainable development of social and economic development of districts affected after the Chernobyl catastrophe.

The Belarusian Branch of Russian-Belarusian Information Center on Problems of the Consequences of the Catastrophe at Chernobyl NPP has presented some work fields on ways of radioecological awareness rise among population, formation of safe living principles in the contaminated territories.

Examples of interactive forms of information work (like intellectual games, competitions, etc.) have been provided. These forms of work are supposed to educate pupils and youth for the sake of sustainable development of districts affected after the Chernobyl catastrophe.

*Борисевич Н. Я.*, Филиал «Белорусское отделение Российско-белорусского информационного центра по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС» РНИУП «Институт радиологии», Минск, Беларусь, e-mail: Nikola@rbic.by.

**«ЗЕЛЕНое» МИРОВОЗЗРЕНИЕ КАК ФЕНОМЕН СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА**

В настоящее время концепция «зеленой» экономики становится новой глобальной экономической моделью устойчивого развития, и решение экологических проблем невозможно без формирования «зеленого» мировоззрения современного общества. Так, апологетом «зеленой» экономики, по мнению В.В. Комарова [2], становится новое поколение людей с новым мышлением, этикой и психологией создателей без разрушения, которые должны быть воспитаны системой образования, всецело направленной на сохранение экологии и оптимальное использование полезных ископаемых и материальных ресурсов Земли.

Так, по мнению многих экспертов, переход на принципы «зеленой» экономики должен рассматриваться в увязке с развитием инновационного образования. Бесспорно, в странах постсоветского пространства проблема инновационного образования приобретает особый смысл не только из-за сложной экологической ситуации, ограниченности и исчерпания природных ресурсов, но и в связи с традиционно низким уровнем ресурсосбережения, характерного для наших технологий.

В связи с этим, сегодня необходима практическая реализация триады «экологическое воспитание – экологическое просвещение – экологическое образование». Все части этой триады должны быть тесно связаны и составлять основу формирования экологического мировоззрения, базирующегося на осознании необходимости сохранения оптимальной для жизни человечества среды [2].

Так, «зеленое» (экологическое) мировоззрение характеризуется уровнем отношений между обществом, человеком и природой в процессе создания и освоения материальных и духовных ценностей, степенью ответственности общества и человека за сохранение природных богатств и биосферы, определяет меру и способ включенности человека в деятельность по преобразованию природы [1].

В структуру экологического мировоззрения здесь входят познавательный, ценностно-нормативный, морально-нравственный и чувственно-волевой компоненты [3], составляющие основу развития экологической культуры населения.

Так, формировать «зеленое» мировоззрение необходимо на основе ее структуры, и закладывать основы этого процесса необходимо уже сегодня системой развития современного фундаментального образования. Ведь очевидно, что без новой культуры выживания, без современного и системного обучения в формате «зеленой» экономики человечество обречено на катастрофу, где главным вызовом современности стоит считать нерациональные модели производства и потребления. В этой связи, многие авторы отмечают, что большие возможности для формирования экологической культуры создаются на всех этапах образования.

При этом необходимость развития и совершенствования системы экологического образования и воспитания во многом обуславливаются задачами организации и реализации экологической деятельности, обеспечивающей формирование «зеленого» мировоззрения.

В этой связи, для развития экологического образования как основы формирования «зеленого» мировоззрения общества необходимо [4]:

- ✓ Формирование системы непрерывного экологического образования путем внедрения вопросов экологии и устойчивого развития в учебные планы всех уровней образования;
- ✓ Подготовка специалистов, переподготовка и повышение квалификации кадров в области экологии для всех уровней системы обязательного и дополнительного образования;
- ✓ Государственная поддержка экологического образования.

Обобщая многие идеи, ученые выделяют также методологические особенности, характеризующие психолого-педагогические аспекты формирования экологического мировоззрения. Среди таких особенностей [4]:

- ✓ Изучение взаимодействия человека и природы, при этом формируя экологическое сознание.
- ✓ Сущность личности выражается в единой системе отношений «человек – природа – общество».
- ✓ Отношение к природе имеет системное строение, которое включает экологическое знание и деятельность.

Стоит отметить, что одной из задач нового образования должно являться преодоление исторически возникшего разобщения двух компонентов культуры: естественнонаучного и гуманитарного [2]. Их

целостность должна быть восстановлена на новом этапе развития цивилизации с целью подготовки кадров, способных осуществить «зеленую» революцию в мировом хозяйстве. Очевидно, что все обучаемые специалисты, независимо от специализации, должны быть включены в процесс создания «зеленой» экономики, а подготовка на всех уровнях и специальностях в образовательных учреждениях должна содержать полноценные курсы дисциплин, связанных с ресурсосбережением и сохранением экологии при осуществлении технологических процессов производства [2].

Соответственно, в профессиональной деятельности человека компоненты экологической культуры должны проявляться в знании путей и средств природоохранной деятельности, в навыках культуры индивидуального и коллективного поведения в природе, в умении выполнять практическую деятельность по охране и улучшению окружающей среды и принимать компетентные решения, что должно способствовать устойчивому развитию страны [4].

Так, анализ отечественного и зарубежного опыта эколого-ориентированного образования показывает, что образование в интересах устойчивого развития должно базироваться на непрерывности, открытости, автономности и равном доступе к образовательному процессу. Его основной целью должно являться формирование «зеленого» мировоззрения общества и создание условий для подготовки образованной и социально активной личности, способной участвовать в формировании устойчивого экономического развития на принципах «зеленой» экономики.

Однако пока анализ взглядов на проблему формирования экологического мировоззрения и способов ее решения показывает, что эта категория недостаточно разработана в современной науке и практике. Актуальными остаются вопросы отбора мировоззренческих знаний, соответствующих составу и структуре общественно значимого мировоззрения, и обоснования подходов к построению содержания образования, способствующего успешности процесса его формирования.

В заключении хотелось бы ещё раз отметить, что актуальность «зеленого» мировоззрения обусловлена не только предпочтительностью экологического пути развития, но и необходимостью обеспечить выживание людей. Ведь даже при достаточно благоприятных сценариях изменения климата на планете многие регионы в ближайшие 10-35 лет станут не пригодны для жизни.

#### *Список литературы*

1. Быканова, Н. А. Формирование экологической культуры городского населения в современных условиях: региональный аспект : автореф. дис. ... канд. социол. наук : 22.00.06 / Н. А. Быканова ; Кур. гос. техн. ун-т. – Курск, 2005. – 23 с.
2. Комаров, В. В. Образование и «зеленая» экономика / В. В. Комаров, Н. И. Литвина, Л. В. Пронченко // *Alma mater*. – 2012. – № 3. – С. 69–72.
3. Мелентьева, А. А. Реализация идей синергетики в содержании биологического образования как условие успешности формирования экологического мировоззрения старшеклассников : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 / А. А. Мелентьева ; Тюм. гос. ун-т. – Тюмень, 2000. – 18 с.
4. Рахимжанова, М. М. Формирование экологической культуры государственных служащих : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 / М. М. Рахимжанова ; Евраз. гуманитар. ин-т. – Астана, 2004. – 29 с.

The article is devoted to the formation of ecological outlook of modern society. The article deals with the essence of "green" philosophy and the role of education in shaping public environmental outlook. The paper presents the problem of environmental education, methodological features characterizing the psychological and pedagogical aspects of formation of a "green" philosophy and components of ecological culture, which should hold the person in professional work. There were also unresolved questions in the field of selection of educational content for the purpose of formation of ecological outlook of society.

*Гриб А. Д.*, РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов», Минск, Беларусь, e-mail: hannahryb@mail.ru.

*Рыбак В. А.*, РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов», Минск, Беларусь, e-mail: 6774338@tut.by.

## ОРГАНИЗАЦИЯ ВНЕАУДИТОРНОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭУМК

В условиях модернизации высшего образования, перехода на образовательные стандарты нового поколения, одной из наиболее актуальных проблем является проблема повышения качества образования, подготовка специалистов способных к компетентной, ответственной и эффективной деятельности. Успешное решение обозначенной проблемы предполагает повышение роли самостоятельной работы студентов в процессе обучения, стимулирование их профессионального роста, воспитание творческой активности. Самостоятельная учебная работа студентов направлена на получение практико-ориентированных знаний, развитие умений рационально организовывать и осуществлять как учебную, так и профессиональную деятельность.

Широкое развитие и применение информационно-коммуникационных технологий обусловило появление новой формы образования - электронное образование, основой которого являются электронные образовательные ресурсы. Основой электронного образовательного ресурса является образовательный контент: структурированное предметное содержание используемое в образовательном процессе и представленное в электронно-цифровой форме. Контент электронного образовательного ресурса может быть представлен в форме учебника, учебно-методического пособия, учебно-методического комплекса и т.п. [1].

Разработка, внедрение и применение электронных учебно-методических комплексов (ЭУМК) направлено на формирование компетентности самостоятельного овладения знанием при опосредованной помощи преподавателя.

ЭУМК включает, как правило, 5 разделов: пояснительная записка, в которой отражаются цели и особенности изучаемого курса; теоретический раздел содержит ссылки на учебники, тексты лекций, наглядный материал в виде презентаций, кино-, видео-, аудиоматериалы; практический раздел включает материал для проведения лабораторных, практических, семинарских занятий, сборники задач и упражнений; раздел контроля знаний включает материалы по итоговой и текущей аттестации, задания для организации самостоятельной работы студентов и рекомендации по их выполнению, тестовые задания для организации самоконтроля и самодиагностики; вспомогательный раздел содержит элементы учебно-программной и учебно-методической документации.

В рамках организации внеаудиторной самостоятельной работы студентов остановимся более подробно на разделе контроля знаний и заданиях, направленных на управление самостоятельной учебной деятельностью в системе «информация - знание - информация».

Организация самостоятельной учебной работы студентов базируется на следующих принципах: готовности к самостоятельной деятельности, комплексного подхода, творческой направленности, целевого планирования, личностно-ориентированного подхода.

Готовность к самостоятельной деятельности заключается в сформированности у студента умения организовывать свое время, работать с литературой, планировать, принимать профессиональные решения при решении проблемных ситуаций. Принцип комплексного подхода состоит в том, что в процессе работы развивается как репродуктивная, так и творческая деятельность. Принцип творческой направленности предполагает развитие готовности студента к разрешению нестандартных ситуаций, выполнению творческих проектов. Целевое планирование заключается в разработке как учебных, так и профессиональных заданий. Личностно-ориентированный подход направлен на учет индивидуальных особенностей, развитие личности студента через выполнение учебных и профессиональных задач.

Проведенные исследования показали, что у студентов основной целью самостоятельной учебной работы является формирование индивидуальных знаний, получение необходимых сведений из готовых источников, т.е. активно развивается познавательная деятельность в звене «информация – знание» и достаточно редко ставится задача создания на основе полученных знаний новой информации. Переориентация деятельности студента на звено «знание – информация» изменяет характер познания: от репродуктивного и частично-поискового к творческому. Соответственно изменяется и роль преподавателя с контролирующей на управляющую: подбор заданий и определение характера информационной среды, выбор методов работы в соответствии с поставленными целями. У студентов необходимо формировать убеждение в том, что их профессиональную успешность и социальную востребованность будут определять такие профессиональные компетенции, как готовность к самообразованию и поиску нового актуального знания, умение создавать и распространять новую информацию и др.

При разработке заданий для организации внеаудиторной самостоятельной работы по учебной дисциплине «Ботаника», раздел «Систематика высших растений», мы взяли за основу виды самостоятельных

работ по П.И. Пидкасистому: воспроизводящие, реконструктивно-вариативные, эвристические и творческие [2]. Исходя из типологии самостоятельных учебных работ, были сформулированы задания четырех типов.

Задания первого типа направлены на формирование знаний и умений на основе заданного алгоритма с четким указанием по их выполнению. Например: 1) Составьте глоссарий по изучаемой теме; 2) Выпишите основные диагностические признаки семейства и т.п. Задания обязательны для выполнения всеми студентами и способствуют накоплению фактических знаний.

Задания второго типа так же обязательны для выполнения всеми студентами и направлены на развитие навыков работы с литературой, формирование умений «сворачивать» текст, преобразуя его в таблицы, схемы, составлять опорные конспекты. Например: Используя материал теоретического раздела ЭУМК, дополнительный материал представьте информацию об отделе *Lycopodiophyta* в виде опорно-графического конспекта, включающего следующие блоки: происхождение и распространение, особенности морфолого-анатомического строения, особенности жизненного цикла равно- и разноспоровых растений, представители и значение.

Эвристические задания предполагают применение ранее полученных знаний для решения проблемных ситуаций, формируют умения анализа, синтеза, сравнения, обобщения. Например: 1) Докажите, что сурепка (*Barbarea vulgaris*) относится к семейству *Brassicaceae*; 2) Сорные растения семейства *Brassicaceae* являются трудноискоренимыми сорняками, обоснуйте это утверждение.

Творческие задания выполняются по желанию и направлены на выработку способов исследовательской деятельности через решение творческих задач, составление тезисов, докладов, рефератов по изучаемым вопросам. Составление тезисов помогает глубже понять идеи автора и выделить самое главное, приучает кратко и сжато выражать свои мысли, повышает культуру речи и письма. В тезисной записи приводятся аргументы, доказательства, которыми студент подкрепляет свои рассуждения. При подготовке доклада студент, работая с литературой, приобретает умения аргументировано излагать материал, отвечать на вопросы и т.д.

Подготовка реферата заключается в анализе ряда литературных источников по исследуемому вопросу. Студенты учатся сопоставлять точки зрения различных авторов по изучаемой проблеме, вырабатывать собственную позицию. Реферирование научной литературы – ступень к выполнению курсовых научных исследований, а впоследствии и дипломных работ.

Например: 1) подготовьте доклад на тему «Происхождение и эволюция мохообразных: современное состояние проблемы»; 2) При разборе образцов гербария семейства Гвоздичные (*Caryophyllaceae*) среди сборов оказалось растение со следующими признаками: прикорневые листья образуют розетку, стеблевые листья расположены очередно, соцветие - длинная кисть, цветки желтого цвета, стебель опушен. К какому семейству относится указанное растение. Дайте обоснованный ответ.

Следовательно, для организации самостоятельной работы, исходя из степени готовности каждого студента, необходимо разработать систему заданий, чтобы формировалось самоуправление познавательной деятельностью в системе «информация – знание – информация». При выполнении самостоятельных работ различного уровня у студентов формируется познавательный интерес, создается положительная мотивация к обучению, развивается интеллектуальная сфера личности, формируются умения и навыки самообразования.

Систематическая и методически правильно организованная самостоятельная учебная работа позволяет сформировать навыки в изучении, усвоении и систематизации знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в течение всего обучения, прививает навыки самостоятельного труда.

#### Список литературы

1. Кречетов, И.А. Требования к разработке образовательного контента в современных условиях [Электронный ресурс] / И.А. Кречетов // Дистанционное и виртуальное обучение. - 2013. - № 3. - С. 89-92. - Режим доступа: [http://library.ksu.kz/download/PBD/St/Kreschetov\\_I\\_A.pdf](http://library.ksu.kz/download/PBD/St/Kreschetov_I_A.pdf). - Дата доступа: 16.02.2016.
2. Пидкасистый, П.И. Самостоятельная деятельность учащихся / П.И. Пидкасистый. - М., 1972. - 121с.

The article considers the organization of the self-study of students as the component of the electronic studying and methodological complex. The author gives the typology of the tasks, specifies the features of multi-level tasks and of organization of outdoor self-study of students taking into account the level of their preparation to the self-study.

Ковалевская Л. В., УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», Гродно, Беларусь, e-mail: [lkovalev@tut.by](mailto:lkovalev@tut.by).

### ЗНАЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭВОЛЮЦИОННОЕ УЧЕНИЕ» В СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ УЧИТЕЛЕЙ БИОЛОГИИ

В длинном ряду разнообразных биологических дисциплин, составляющих основу подготовки современного учителя биологии, особое место принадлежит эволюционному учению (аналогичные курсы также носят названия «теория эволюции», «эволюционная биология», «эволюционистика» и др.; ранее употреблялся термин «дарвинизм»). Это связано со многими обстоятельствами. Во-первых, на основе эволюционных подходов объясняются сложнейшие вопросы, обеспечивающие формирование целостной картины исторического развития жизни на Земле. В этой связи уместно вспомнить знаменитую фразу Ф. Добжанского, часто цитируемую в работах по эволюции: «*Nothing in biology makes sense except in the light of evolution*» (ничто в биологии не имеет смысла вне эволюционного подхода). Иногда эту фразу переводят более образно: «в биологии все наполняется смыслом, когда истолковывается с эволюционной точки зрения». Во-вторых, достижения эволюционной биологии прямо или косвенно влияют на различные сферы человеческой деятельности: охрану и рациональное использование природы, медицину, селекцию, философию, литературу и др. Кроме того, теория эволюции играет важную роль в формировании материалистического мировоззрения, поскольку на научной основе объясняет происхождение видов, в том числе человека, сходство человека и обезьян; отвечает и на некоторые другие вопросы, возникшие перед человечеством еще в глубокой древности. Для подтверждения данного тезиса в 2015/2016 учебном году было проведено анонимное анкетирование студентов 5 курса УО МГПУ им. И.П. Шамякина, обучающихся по специальности 1-02 04 04-03 Биология. Охрана природы (квалификация преподаватель). В анкетировании приняли участие 28 студентов дневной формы получения образования. Задавалось всего несколько вопросов, приведенных в книге всемирно известного эволюциониста Ричарда Докинза [1]. Первый этап анкетирования проводился перед изучением материала по эволюционному учению (сентябрь 2015), второй этап по тем же вопросам – после изучения всего учебного материала (апрель 2016). Следует отметить, что преподавание данной дисциплины проводилось в соответствии с типовой учебной программой «Эволюционное учение» (регистрационный № ТД-А 431 от 29.12.2012). Для повышения качества подготовки студентов все лекционные занятия проходили с использованием мультимедийных презентаций; в ходе занятий студентам демонстрировались фрагменты видеолекций известных российских ученых по проблемам эволюции (вопросы, связанные с происхождением человека, объяснением механизмов действия полового отбора, эволюцией животного и растительного мира).

До начала изучения дисциплины на вопрос «Которое из следующих утверждений наилучшим образом отражает ваши взгляды на происхождение и развитие человека» 17 респондентов (61%) выбрали ответ, что человек за миллионы лет развился из менее развитых форм жизни, однако этот процесс направлял Бог. Еще 2 респондента (7%) считали, что Бог сотворил человека практически в его нынешнем виде не больше десяти тысяч лет назад. Только 9 респондентов (32%) при ответе на данный вопрос выбрали утверждение, что человек за миллионы лет развился из менее развитых форм жизни и Бог никак не участвовал в этом процессе. Таким образом, до начала изучения дисциплины 68% студентов придерживались различных вариантов креационистского объяснения происхождения человека. После изучения дисциплины при ответе на тот же вопрос лишь только 10 респондентов (36%) считали, что человек за миллионы лет развился из менее развитых форм жизни, однако этот процесс направлял Бог. То есть число сторонников креационистской трактовки происхождения человека уменьшилось почти в два раза. Соответственно 18 респондентов (64%) ответили, что человек за миллионы лет развился из менее развитых форм жизни и Бог никак не участвовал в этом процессе. Другими словами после изучения дисциплины 64% респондентов придерживались материалистического объяснения происхождения и развития человека. Достаточно сходные результаты были получены на похожий вопрос: «Правда ли то, что современные люди произошли от животных других видов?». До начала изучения дисциплины 13 респондентов (46%) ответили, что «да, это так»; 10 человек (36%) дали ответ «нет, это не так»; еще 5 человек (18%) ответили, что не знают. После изучения дисциплины на тот же вопрос 23 человека (82%) ответили утвердительно (то есть считают, что современные люди произошли от животных других видов); 4 человека (14%) дали ответ «нет, это не так»; и только 1 респондент ответил, что не знает. На фоне результатов предыдущих вопросов достаточно неожиданным на первый взгляд оказался ответ на вопрос о существовании и развитии жизни на Земле. Так еще до начала изучения дисциплины 25 (89%) респондентов дали ответ, что жизнь на Земле эволюционировала путем естественного отбора; после окончания изучения дисциплины 27 респондентов (96%) указали на такой же ответ. По сути дела этот вопрос сходен с предыдущими двумя, хотя и задается в несколько иной форме. Тогда почему же ответы на данный вопрос до начала изучения курса и после его окончания отличались незначительно, и на обоих этапах анкетирования давалось преимущественно

материалистическое объяснение поставленному вопросу? По-видимому, к 5 курсу у студентов в ходе преподавания биологических дисциплин уже сформированы представления о происхождении видов путем естественного отбора, но в тоже время значительной части из них, несмотря на очевидные факты, очень трудно принять материалистическую идею «обезьяньего» происхождения человека.

Полученные данные свидетельствуют о важной роли дисциплины «Эволюционное учение» в формировании материалистических взглядов на происхождение и эволюцию человека (следует отметить, что на тему, связанную с происхождением и эволюцией человека учебной программой курса отводится всего 4 часа лекционных и два часа семинарских занятий).

Эволюционная теория играет ключевую роль и в осмыслении фактического материала, накопленного за столетия специальными биологическими дисциплинами. Эволюционные подходы внесли фундаментальный вклад в биологию, медицину, сельское хозяйство, антропологию и др. Например, на основе учения Ч. Дарвина немецкий биолог Э. Геккель предсказал существование промежуточного звена между человеком и обезьяной, дав ему гипотетическое название питекантроп. Увлечшись идеями Геккеля, голландский врач Эжен Дюбуа, не имея ни достаточных финансовых средств, ни опыта проведения раскопок, в 1891 году на острове Ява находит останки предсказанного Геккелем питекантропа. В этом контексте (о вкладе эволюционной теории в другие науки) уместно вспомнить и слова известного русского эволюциониста Шмальгаузена И.И., 1969: «экология как наука... фактически создана трудами Ч. Дарвина (хотя наименование «экология» предложено Геккелем)». В настоящее время научное объяснение многих фактов в биологии вне эволюционного подхода оказывается невозможным или антинаучным.

Помимо мировоззренческого и методологического значения теория эволюции важна и для объяснения различных природных процессов, как теоретическая основа селекции [2]. В последнее столетие резкое усиление хозяйственной деятельности человека привело к исчезновению или снижению численности многих аборигенных и инвазии чужеродных для естественной флоры и фауны видов организмов. Так, с территории Беларуси, вероятнее всего, за последние 100–150 лет исчезли такие представители флоры, как шпажник болотный, тис ягодный; фауны – лесной кот, россомаха, дрофа, вырезуб и некоторые другие виды. В свою очередь, на территорию республики проникли американский полосатый рак, дрейссена, ротан-головешка, борщевик Сосновского, элодея канадская и другие виды. Правильное понимание причин вымирания одних видов и быстрого распространения других возможно только на эволюционной основе. Эволюционные подходы сыграли решающую роль в определении механизмов появления и распространения инфекционных заболеваний, анализе роста устойчивости патогенных микроорганизмов к лекарственным средствам, разработке новых медицинских препаратов. При разработке эволюционного учения Ч. Дарвин широко использовал опыт английских селекционеров. В настоящее время с помощью искусственного отбора, с одной стороны, можно выяснять закономерности и моделировать процессы, присущие естественному отбору; с другой стороны, проводить эффективную селекционную работу по совершенствованию существующих и выведению новых сортов растений, пород животных, штаммов микроорганизмов.

Таким образом, значение дисциплины «Эволюционное учение» в системе подготовки учителей биологии выходит далеко за пределы классических биологических дисциплин, поскольку обеспечивает формирование у обучающихся целостной картины исторического развития жизни на Земле и дает правильное объяснение широкому кругу биологических явлений от клеточного до биосферного уровня.

#### *Список литературы*

1. Докинз, Р. Самое грандиозное шоу на Земле: доказательства эволюции / Р. Докинз ; пер. с англ. Д. Кузьмин. – М. : Астрель ; CORPUS, 2012. – 496 с.
2. Лебедев, Н.А. Теория эволюции: пособие / Н.А. Лебедев. – Мозырь : МГПУ им. И.П. Шамякина, 2015. – 176 с.

An ambiguous role of “Evolutionism” discipline in the system of Biology teachers training is described in the article. Questionnaire survey on descent and evolution of a man before and after “Evolutionism” studies was conducted and analyzed; 5<sup>th</sup> year students majoring in 1-02 04 04-03 “Biology. Environmental protection” participated in the survey. The acquired data shows that studying of “Evolutionism” is of great importance and helps to form students’ materialistic views on the descent and evolution of a man.

*Лебедев Н. А.*, УО Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина, Мозырь, Беларусь, e-mail: Lebedevna@inbox.ru

### **ОБУЧЕНИЕ ДЕЙСТВИЕМ В ИНТЕРЕСАХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ: СОВМЕСТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВСЕХ УЧАСТНИКОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА КАК УСЛОВИЕ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ ЭКОМАСТЕРСКОЙ В ШКОЛЕ И СООБЩЕСТВЕ**

В ГУО «Средняя школа № 3 г. Пинска» образование в интересах устойчивого развития осуществляется не только как экологическое образование, которое в основном направлено на передачу определенного объема знаний по основам экономии природных ресурсов, но и на формирование ценностей и привычек экологически дружелюбного образа жизни.

Для того, чтобы такая активная деятельность подрастающего человека стала возможна, дети должны не только ощущать постоянную поддержку своих проектов и инициатив, но и видеть заинтересованность взрослых в организации повседневного быта согласно принципам устойчивого развития. Именно поэтому практики ОУР должны осуществляться на площадках неформального образования, где возможна организация совместной работы детей и взрослых, а также их равное участие в предлагаемых курсах, конкурсах и программах по ОУР.

В учреждении создана креативная образовательная среда для продвижения методов ОУР, где каждый участник образовательного процесса может осознать актуальность экологических проблем, понять связь своих действий с этими проблемами и увидеть, как можно самому менять окружающий мир путем изменения повседневных привычек. Это одно из условий организации работы эко мастерской, основная цель которой – это предоставить детям и взрослым возможность совместно узнать, обсудить элементы экодружелюбного образа жизни и найти механизмы его организации в своей жизни. Совместная деятельность детей и взрослых организуется по принципу «LearningbyDoing»(обучение действием).

Одним из основных мероприятий в рамках проекта «Образовательные практики скандинавских стран в области энергоэффективности», активным реализатором которого стали представители ГУО «Средняя школа № 3 г. Пинска», стал конкурс «Зеленые блоги», направленный как на поддержку практик организации энергоэффективного быта, так и на развитие коммуникативных и медиа-компетенций участников школьных сообществ. Проект был направлен на интеграцию скандинавских практик обеспечения энергоэффективного образа жизни в систему уклада жизни местных сообществ через создание и организацию деятельности детско-взрослых «эко-команд» на базе учреждений образования.

«Зеленый блог» нашей школы, под названием «Эко-дети Полесья за будущее вместе!» ([http://vk.com/eco\\_children\\_of\\_polesye](http://vk.com/eco_children_of_polesye)), начал свою работу в начале февраля 2016 года. На данный момент в группу во ВКонтакте вступил 151 участник, что показывает высокую заинтересованность вопросами энергоэффективности среди учащихся нашей школы и представителей местного сообщества.

Направлением деятельности эко-мастерской стало энерго- и ресурсосбережение. Средняя школа №3 одной из первых в городе Пинске внедрила в систему работы энергоэффективный менеджмент в образовательный процесс. Многие вопросы по данной теме обсуждаются в рамках работы ресурсного центра воспитательной направленности по энерго- и ресурсосбережению, который функционирует в учреждении. Эко-дети Полесья решили провести эксперимент и узнать, как энергосбережение может повлиять на повседневную жизнь, а также рассмотреть перспективы на будущее.

Целью эко-команды было научиться основам эффективного энергосбережения в быту. Для этого ребята проанализировали организацию ведения домашних хозяйств, чтобы понять, как можно начать потреблять энергию рационально, а затем применить на практике принципы энергосбережения, сравнить показатели до и после. И в итоге сформулировать советы, которыми сможет воспользоваться любой желающий. Актуальность данного вопроса состояла в том, что таким образом можно было сэкономить не только природные ресурсы, но и финансовые средства своих семей.

После изучения основных теоретических понятий, ребята перешли к практической деятельности. В процессе своей работы они заполняли таблицы, записывали показания счетчиков электричества и воды, принимали участия в онлайн викторинах, изучали электроприборы, голосовали в опросах и сразу же применяли на практике все, что узнавали. Кроме изучения вопросов энергоэффективности, педагоги, обучающиеся и их законные представители успели также поучаствовать в конкурсах, отметить экологические праздники, определить, какой экологический след они оставляют на планете Земля, насладиться природой во время совместных пробежек в городе Пинске.

Одному из представителей эко-команды – Михаилу Фетисову – удалось в нелегкой борьбе одержать победу в республиканской интернет-олимпиаде, которую проходила в рамках проекта ЕС/ПРООН «Энергоэффективность в школах».

Результатом работы эко-команды стало изменение собственного образа жизни и жизни семей с вовлечением представителей местного сообщества в деятельность в русле стратегии устойчивого развития. Была выпущена фирменная брошюра от эко-детей Полесья с советами по энергосбережению во всех сферах домашнего хозяйства, сделанная на основе информации из анкет самооценки. В ней отражены все самые важные вопросы энергосбережения и даны точные советы по экономии финансов и оказанию помощи природе.

На фестивале школьных эко-мастерских в дворцовом ансамбле «Несвиж» 11 мая 2016 года эко-команда выступила с презентацией опыта своей работы, по результатам которой «Эко-дети Полесья за будущее вместе!» были награждены сертификатом победителя конкурса «Зеленые блоги» в номинации «Самая эко-креативная команда» и ценными призами.

Несмотря на то, что конкурс проектов «Зеленые блоги» завершился, блог «Эко-дети Полесья за будущее вместе!» не прекращает свою деятельность. В ходе работы по программе «экологических мастерских» в школе во взаимодействии с представителями местного сообщества была предложена идея об установлении в одной из аптечных сетей города Пинска специальных контейнеров для сбора непригодных к использованию лекарственных препаратов у населения и разработке механизмов дальнейшей утилизации фармацевтических средств. 20-22 мая 2016 г. детско-взрослая команда учреждения приняла участие в семинаре-тренинге при поддержке товарищества "Зелёная сеть" и платформы Talaka.by для команд-представителей учреждений образования, НГО, принимавших участие в республиканском конкурсе экологических проектов "Зелёнка", отобранных для дальнейшего сопровождения к реализации. Проект команды ГУО «Средняя школа № 3 г. Пинска» отмечен как один из лучших. Тесное сотрудничество с МОО «Экопартнерство», Центром экологических решений, товариществом «Зелёная сеть» позволяет осуществлять комплексное экологическое образование и воспитание всех участников образовательного процесса через приобретение практических навыков.

В школе работает ресурсный центр воспитательной направленности «Воспитание культуры энерго- и ресурсосбережения». Учреждение – сертифицированная школа SPARE. Проект SPARE – комплексная образовательная модель, успешно интегрирующая в образовательную среду знания и компетенции в области охраны окружающей среды, ресурсо- и энергосбережения, сохранения климата. Кроме того, учреждение входит в партнерскую сеть школ Устойчивого Развития и является членом Ассоциации «Образование для устойчивого развития», что предусматривает активизацию и расширение области действий обучающихся, вовлечение как можно более широкого круга их сверстников и взрослых в социальные экологические акции, кампании по энерго- и ресурсосбережению.

Всеми участниками образовательно процесса учреждения были проведены: акция «Чистый дом – чистая планета», день без пластика, конкурс «вторая жизнь отходов», презентация работы агитбригады «В поход за покупками с экосумкой – правильная привычка». В школе осуществляется сбор отработанных элементов питания и ламп, стекла, пластика, иных ТБО. Учреждение является активным участником ежегодного молодежного АУУ медиа-фестиваля "Голоса молодых за устойчивое развитие". В рамках деятельности экомастерской школы созданы видеоролики, которые призваны обратить внимание прежде всего детей школьного и дошкольного возраста на вопросы энергоэффективного строительства, экологодружественного образа жизни.

Таким образом, вовлечение обучающихся в практики ОУР, организуемые с детьми и родителями по методу эко-мастерских, позволяет с одной стороны, им самим попробовать свои силы и получить опыт молодежного лидерства, а с другой стороны, укрепить контакты между семьей и школой в области реализации энергоэффективных и природоохранных проектов. Работа в данном направлении видится особенно актуальной с точки зрения задач разработки и реализации стратегий устойчивого развития региона [1].

#### *Список литературы*

1. Способ, Е. В., Детские экологические мастерские – метод успешной организации практики ОУР для детей дошкольного возраста и их родителей / Е. В. Способ, М.В. Гулина // Образование в интересах устойчивого развития в Беларуси: теория и практика: коллективная монография / УО «Белорусский Государственный педагогический университет имени М. Танка», Ассоциация «Образование для устойчивого развития»; редкол.: А. И. Жук, Н.Н. Кошель, С.Б. Савелова. – Минск, 2015. – С. 852-855.

The article describes the introduction of eco-workshop technology into school working practice. Different methods of sustainable development, which propose equal cooperation of children and adult members, as well as their involvement into courses, contests and programs, are reflected in the paper. Our work introduces the experience of creative educational environment formation, favorable for sustainable development methods promotion, where every member realizes the actuality of ecological problems understands the connection between the problems and taken measures and sees the capability of changing the world to the better by changing our everyday habits.

УДК 338.1 (476)

**Е. Г. Лопатко, В. С. Бирг**

## **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ДРУЖИНА, КАК ПРИМЕР ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНЧЕСКОГО АКТИВА**

Ключевая роль в системе школьного образования, отвечающей идеям устойчивого развития страны, отводится экологическому образованию и формированию экологической культуры учащихся, ориентированных на непрерывное саморазвитие, прогресс общества и приоритет общечеловеческих ценностей. Таким образом, экологическое образование в свете Концепции устойчивого развития становится систематизирующим фактором образования в целом, определяющим его стратегические цели и ведущие направления, закладывая интеллектуальную основу школы будущего. А в период экологического кризиса, когда в биосфере происходят необратимые изменения, ограничивающие жизненные возможности человека, экологическое образование приобретает еще и особый смысл [1].

Основными задачами экологического образования являются: знакомство учащихся с основными законами и принципами фундаментальной экологии; формирование субъективного отношения к природе; знакомство с основными способами познания мира с включением когнитивного и перцептивного каналов восприятия; способность развития системного мышления; создания условий для рефлексивной культуры [2].

Для успешной подготовки учителей естественнонаучного профиля в УО «Белорусский государственный педагогический университет» реализуется эколого-образовательный проект «Экологическая дружина БГПУ». Студенческая экологическая дружина (далее СЭД) была создана весной 2005 года на факультете естествознания. СЭД – орган студенческого самоуправления в рамках Координационного совета студенческих структур БГПУ. Целью ее деятельности является развитие и пропаганда экологического движения. Деятельность СЭД базируется на принципах самоуправления, доступности, добровольности, опоры на студенческую инициативу, сочетание индивидуальной, групповой и массовой работы; и осуществляется во взаимодействии с другими структурными подразделениями БГПУ. Ее основные цели: улучшение экологической ситуации в республике путем осуществления экологической пропаганды, просветительской и практической деятельности, сохранение живой природы и повышение экологической грамотности населения, организация и осуществление деятельности объединяющей усилия студентов, аспирантов и преподавателей для охраны окружающей природы, формирование у студентов интереса к научным исследованиям с целью разработки рекомендаций для скорейшего решения конкретных проблем охраны природы, формирование у молодежи экологического мировоззрения, пропаганда знаний о состоянии природной среды, развитие экологической гласности. В план студенческой экологической дружины входят множество различных экологических мероприятий, акций, рейдов, конференций, круглых столов.

Одним из наиболее актуальных проектов СЭД является эколого-образовательный проект «Экологический мониторинг агробиостанции «Зелёное»». Это связано с возможностью рационального использования площадей агробиостанции в учебном, научном, досуговом и спортивно-туристическом направлении не причиняя вреда природному равновесию и ресурсам. В рамках проекта планируется решить следующие задачи:

- сохранение эталонных и уникальных природных комплексов;
- сохранение и совершенствование традиционных систем природопользования; для регулируемого туризма и отдыха в природных условиях и на территории агробиостанции;
- разработка и внедрение научных методов сохранения природных и культурных комплексов в условиях рекреационного использования;
- содействие научным организациям в исследованиях;
- сохранение и восстановление нарушенных природных комплексов и объектов;
- осуществление мероприятий по сохранению и рациональному использованию объектов животного мира.
- осуществление работ по охране, защите и рациональному использованию лесного фонда и воспроизводству древесной растительности;
- охрана и воспроизводство объектов животного и растительного мира, проведение необходимых биотехнических мероприятий;
- организация экологического просвещения.

При реализации проекта планируется сотрудничество с Республиканским экологический центр детства и юношества г. Минск, СШ № 113 (школа с экологическим уклоном) г. Минск, Координационным советом студенческих структур; Первичной организацией БРСМ.

Таким образом, экологическое воспитание способствует социально-экологической компетенции будущего учителя, которая в свою очередь включает компетенцию в области взаимодействия с природой и социальной средой и компетенцию в области социально-экологического воспитания школьников [3]. Так современное педагогическое сообщество реализует идеи глобальной экологической этики, принципы устойчивого развития, культивируя у людей навыки критического мышления и содействуя развитию ими способности решать проблемно ориентированные экологические задачи.

#### *Список литературы*

1. Яницкий, О.Н. Экологическое движение в России: Критический анализ / О.Н. Яницкий - М. Институт социологии, 1996. - 216 с.
3. Аргунова, М.В. На пути к устойчивому будущему: проблемы экологического образования и просвещения. Экологическое образование: эколого-культурные традиции и инновации : сборник материалов научно-практической конференции./ М.В. Аргунова. - М.: МИОО. - 2006. - 76с.
4. Веселов, А.К. Экологическое движение и контекст: становление гражданского общества в посттоталитарной среде / А.К. Веселов. - Уфа: Даурия, 2003. - 216 с.

For the successful preparation of teachers of natural science in the educational establishment «Belarusian State Pedagogical University» implemented eco - educational project «Environmental BSPU squad». The aim of its activities is the development and promotion of the environmental movement.

*Бирг В. С.*, Учреждение образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», Минск, Беларусь, e-mail: [vlad\\_b39@mail.ru](mailto:vlad_b39@mail.ru).

*Лопатко Е. Г.*, Учреждение образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», Минск, Беларусь, e-mail: [lopatko\\_e@mail.ru](mailto:lopatko_e@mail.ru).

УДК 371.39

### **Л. Г. Моргачева**

#### **РЕСУРСНЫЙ ЦЕНТР ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ В УЧРЕЖДЕНИИ ОБЩЕГО СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ КАК УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ПЛОЩАДКА ДЛЯ ПРОСВЕЩЕНИЯ И ОБУЧЕНИЯ СУБЪЕКТОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ИНТЕРЕСАХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ**

Основа развития любого государства – его энергетическая безопасность. Соответственно, повышение энергоэффективности, реализация мероприятий в области энергосбережения – одна из гарантий такой безопасности и, как следствие, важнейший ресурс ускорения экономического роста страны [2].

Энергосбережение – не только технологический процесс, это образ жизни общества и каждого человека, вырабатывающий определенный алгоритм поведения. Каким будет будущее нашей страны, во многом зависит от ценностных основ поведения, которые закладываются в сознание детей. Ведущая роль в этом процессе принадлежит системе образования. Сегодня всё более очевидно, что никакие технические средства сами по себе не улучшат состояние окружающей среды, если люди не будут готовы к использованию энергосберегающих технологий, сознательному соблюдению требования экологических ограничений и принимать активное участие в решении проблем окружающей среды [1].

В государственном учреждении образования «Средняя школа № 3 г. Пинска» с целью активизации деятельности по энергосбережению и для систематизации накопленных материалов функционирует ресурсный центр воспитательной направленности по энерго-ресурсосбережению. Он является учебно-методической площадкой для просвещения, обучения учащихся, родителей, педагогов учреждений образования города.

Деятельность центра направлена на распространение опыта работы по рациональному использованию тепло- и электроэнергии, повышению профессионального уровня педагогов, просвещение, обучение и воспитание подрастающего поколения в вопросах энергосбережения.

Работа реализуется по следующим направлениям:

- работа с педагогами;
- работа с учащимися;
- работа с законными представителями обучающихся;

- работа с сотрудниками школы;
- работа с внешними партнёрами, представителями местного сообщества.

За время работы центра создан банк методических разработок энергосберегающей и экологической направленности, собраны материалы творческой деятельности учащихся, родителей и учителей: плакаты, рисунки, кроссворды, загадки, видеоролики, мультфильмы, стихи, настольные игры, методические разработки учебных и внеклассных занятий соответствующей тематики.

Сформирована видеотека: видео уроки «Школа энергосбережения», презентации к урокам и тематическим беседам, энергокалькуляторы, информационно-методические материалы по энергосбережению по результатам деятельности в проекте ШПИРЭ, информационные материалы по теме «Энергосбережение и возобновляемые источники энергии».

Формы воспитательных мероприятий учреждения по работе в данном направлении достаточно разнообразны: конкурсы, акции, турниры, тематические вечера, круглые столы, ярмарка идей, информминутки.

Примером могут служить такие формы организации деятельности в русле стратегии устойчивого развития, проводимые в учреждении, как: информационные кампании к Международному дню энергосбережения; консультации по возможностям использования в практике организации воспитательного пространства УО методик, формирующих экологодружественное поведение; обучающий семинар «Интернет-ресурсы в работе педагогов, ведущих факультативные занятия экологической направленности»; экологические сборы: «Школа - тренинг» в рамках функционирования школьного оздоровительного лагеря «Солнышко»; семинар-презентация на базе школы мультимедийного комплекта «Шаг за шагом» с приглашением специалистов ЦЭР; семинары для педагогов «Проблемы и условия безопасного проживания населения на загрязнённой радионуклидами территории» совместно с Брестским филиалом ГНУ НИИ Радиологии МЧС Республики Беларусь.

Ведение научно-исследовательской (темы исследований 2-х последних лет «Использование медицинских препаратов в быту: экологический выбор»; «Эколого-экономическая целесообразность извлечения золота из технически отработанных деталей»; «Использование щелочных и солевых источников питания: проблемы рациональности и эффективности», проектной деятельности в рамках работы центра позволяет говорить об эффективности деятельности ресурсного центра, о целесообразности функционирования такого типа формирования в структуре учебного заведения и о возможности мультиплицирования подобного опыта в образовательную практику учреждений общего среднего образования.

По состоянию на текущий момент констатируем тот факт, что в школе работают педагоги со сформированными компетенциями в области воспитания культуры энерго- и ресурсосбережения; обучаются учащиеся со сформированным экологотверственным поведением и чувством ответственности за состояние окружающей среды и будущее планеты; родительская общественность вовлечена в решение проблем отходов, бережного и заботливого отношения к природе, к ее ресурсам.

#### *Список литературы*

1. Ануфриева В.Н.; под общ. ред. М.В. Гершман. Энергия и окружающая среда: пособие для учителей общеобразоват. и внешк. учреждений. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2009
2. Образование в интересах устойчивого развития в Беларуси: теория и практика / Учреждение образования "Белорусский государственный педагогический университет им. М. Танка", Ассоциация "Образование для устойчивого развития"; [редколлегия: А. И. Жук (главный редактор) и др.]. — Минск: В.И.З.А. Групп, 2015. — 143 с.

The resource center working experience of educational orientation is described in the article. This experience is an academic platform for instruction and teaching for sustainable development benefit. Applicability of the abovementioned organization within an educational establishment is reflected.

*Моргачева Л. Г.*, Государственное учреждение образования «Средняя школа № 3 г. Пинска», Пинск, Беларусь, e-mail: lara\_pinsk@mail.ru.

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ ДАГЕСТАНСКИХ ШКОЛЬНИКОВ В ПРОЦЕССЕ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ: РЕГИОНАЛЬНЫЙ АСПЕКТ

Глобальный экологический кризис на планете в XXI веке продолжает интенсивно развиваться, проявляясь, прежде всего в ухудшение качества жизни, и привел человечество к признанию приоритетности экологического образования. *Современный экологический кризис* – это глобальные, часто необратимые изменения окружающей среды (изменения климата, суши, океана, потеря биоразнообразия и др.), происходящие вследствие бесконтрольного прагматического (пользовательского) отношения человека к природе» (Гагарин А.В.).

Одной из эффективных форм решения экологических проблем, рационализации взаимодействия между обществом и природой является система экологического образования и воспитания, которые в последнее время сформировались в самостоятельную отрасль педагогической теории и практики с соответствующими принципами, методами и задачами.

На рубеже XX-XXI вв. признано, что одним из эффективных способов решения проблем глобального экологического кризиса является достижение *главной цели* экологического образования - формирование *экологической культуры личности*, соответствующей требованиям постиндустриального общества, которые стали предъявляться к различным видам человеческой деятельности в современную эпоху. Мы рассматриваем *экологическую культуру*, как исторически сложившийся определённый тип организации жизни и деятельности людей, характеризующий создаваемыми материальными и духовными ценностями, в контексте отношения человека с окружающей средой (Недюрмагомедов Г.Г.) [1].

В XXI веке экологическое образование, по-прежнему, определяется в основном как процесс приобретения системы экологических знаний о проблемах биосферы, вследствие этого у школьников слабо развита потребность в *экологической деятельности* (т.е. практическом решении экологических проблем). Но одними лишь усвоенными экологическими знаниями (т.е. сформированностью *когнитивного компонента* экологической культуры) предотвращение глобальной экологической катастрофы не возможно.

Значение экологического образования сегодня - очевидно и актуально для всех видов деятельности, как на уровне государства, так и на уровне его регионов, в том числе и наиболее важного региона России – Северного Кавказа. В свете проблем «экологизации» функционирования общества, актуальными становятся задачи «охраны» личности от различных «видов кризиса», функционирующего некачественного (кризисного) школьного образования; поиска новых моделей системы школьного образования, в том числе – регионального, которое было бы направлено на решение проблем, вызванных глобальным экологическим кризисом.

В работах ученых (Дорошко О.М., Недюрмагомедов Г.Г., Несговорова Н.П., Семчук Н.М., Тодорина Д.Л., Янакиева Е.К. и др.) [2-4] неоднократно подчеркивалось, что экологическое образование в РФ имеет серьезные недостатки: состояние экологического образования и уровень сформированности экологической культуры, в том числе и у школьников, не соответствует международным требованиям, содержание среднего образования не было ориентировано на системное формирование преемственного уровня экологической культуры, не была реализована «Концепция общего среднего экологического образования» и т.д.

Однако сегодня, в условиях системного кризиса, роста социальной напряженности выявилась *тенденция* переноса тяжести в формировании экологической культуры школьников на регионы, на систему среднего образования (в частности, на предметы регионального компонента) [5-6].

В учебных планах школ разных профилей значительное место отводится - региональному компоненту образования. Регионализация - стратегическое направление развития образования в РФ. Впервые региональный компонент образования появился в 1989 году, и включал в себя содержание образования, связанное с региональными социально-культурными факторами. В число региональных дисциплин входит и «региональная экология», в Дагестане – это «экология Дагестана». В общеобразовательной дагестанской школе в 1990-е годы были реализованы три модели экологического образования (однопредметная, многопредметная, комплексная):

*однопредметная модель* – в школе изучалась отдельная дисциплина – «экология» (интегративного характера), предполагающая систематическое изложение экологического материала, однако воспитательный эффект был очень слабый (неформировались экологические ценности, поведение). Такой подход рекомендован «Всемирной хартией охраны природы», в которой отмечено, что «курсы охраны окружающей среды» должны стать составной частью общей системы образования. Перемещение «экологии» в 1998 г. в региональный компонент привело к тому, что сегодня ее изучают только в нескольких дагестанских школах – в профильных биологических, химико-биологических классах, или как курс по выбору;

*многопредметная модель* – предполагает включение экологических знаний в учебное содержание всех школьных дисциплин (с 1 по 11 класс), и особенно естественнонаучных (биология, химия, физика, география). Эта модель начала формироваться еще в начале XX века, и до 1980-х годов существовала в рамках «природоохранной парадигмы». Считалось, что охват всех школьных дисциплин процессом экологизации повышает эффективность экологического воспитания, однако научного доказательства это утверждение не получило (на практике невозможно координировать экологический компонент в разных дисциплинах), нарушается – целостность, преемственность и системность экологического образования. Экологизация подчинена частно-предметным задачам (Захлебный А.Н.);

*смешанная (комплексная) модель* (считается наиболее перспективной) – предполагает совмещение многопредметной и однопредметной моделей (из многопредметной модели заимствована - экологизация содержания школьного образования в логике традиционных учебных дисциплин, а из однопредметной модели – самостоятельная интегративная дисциплина «экология»). Смешанная модель ставит экологическое образование в центр учебного процесса школы.

В настоящее время экологическое образование в общеобразовательной дагестанской школе осуществляется бессистемно, эпизодически и крайне неэффективно [7]. Нерешенным остается и вопрос о целях современного школьного экологического образования. В свете понимания образования как специфической формы социализации учащихся, цели можно конкретизировать в *трех группах задач*, выделяемых с учетом структуры и содержания понятия «экологическая культура»: познавательные (усвоение основных научных экологических понятий, фактов, законов и теорий, на базе которых осуществляется воздействие общества на природу сообразно ее законам; развитие понимания ценности природы как источника материальных и духовных сил общества и каждой личности); мотивационные (развитие потребности общения с природой; обеспечение сознательного соблюдения норм эколого-ориентированного поведения); и деятельностные (активизация экологической деятельности на основе прикладных экологических знаний, развитие умений принимать правильные решения по охране природы, не допускать негативных воздействий на природу в процессе различных видов деятельности) задачи.

Основными ориентирами реализации этих моделей в условиях крайне низкого качества школьного образования, являются методологические положения:

- ориентация на формирование системы современных экологических знаний, включая и региональные;
- на развитие субъективного отношения к объектам «Природы»;
- на обучение практическим навыкам взаимодействия с данными объектами (осознанной экологоориентированной деятельности).

Особую значимость в данном случае имеет работа с учебниками по экологии, как с книгой «Основы экологии 10-11 класс» (Чернова Н.М.), так и с региональным учебником – «Экология Дагестана (Западный Прикаспий)» (Недюрмагомедов Г.Г., Багирова И.А.) [8].

В содержании «Экологии Дагестана (Западный Прикаспий)» (2014) выделяются три аспекта:

- аксиологический (нацелен на развитие экологически личностно-значимых ценностей и отношений);
- когнитивный (ориентирован на формирование системы экологических знаний теоретического и эмпирического характера);
- праксиологический (предполагает формирование практико-ориентированных приемов и умений);
- личностный (предполагает развитие экологически значимых компонентов личности, т.е. предполагает формирование основ экологической культуры).

Содержание и структура школьного учебника задаются логическими связями научного знания в соответствующей предметной области. Поэтому содержательное пространство учебника, как правило, ограничивается заданными образцами научного знания с четкими описаниями фактов, определениями понятий, формулировками выводов в рамках данной предметной области. Кроме того, в учебнике представлен некоторый обязательный к исполнению состав действий, задан ракурс рассмотрения поставленной учебной проблемы. Учебные знания, представленные в региональном учебнике по экологии, рассматриваются как проекция научного знания, адаптированного с учетом возможностей его усвоения школьниками соответствующего возраста.

В качестве основной цели региональной дисциплины «Экология Дагестана (Западный Прикаспий)», было принято формирование целостной картины структуры биомов, свойственных территории Западного Прикаспия. При этом частными задачами, направленными на достижение данной цели, являются следующие:

- сформировать представление о Западном Прикаспии как регионе, на территории которого представлены различные природные зоны;
- сформировать представление о свойствах и особенностях организации различных биомов Западного Прикаспия;

- расширить общебиологический кругозор, познакомить с биоразнообразием организмов, обитающих на территории Дагестана;
- развить представление о региональных экосистемах как о целостных системах, в которых тесно взаимосвязаны живые и неживые компоненты;
- познакомить с основными проблемами, связанными с антропогенным воздействием на биомы Западного Прикаспия;
- сформировать представление об особенностях хозяйственной и природоохранной деятельности человека на территории различных природных зон Дагестана.

В ходе освоения дисциплины, у школьников формируются общенаучные (информационные) компетенции в области наук о природе, находящиеся на стыке биологических и других естественнонаучных курсов.

Программа курса региональной экологии нами разработана по линейному принципу. Вводная часть курса знакомит учащихся с рядом общих биогеоценологических и физико-географических понятий, необходимых для понимания и усвоения следующих тем, которые распределены по географическому («широтному») принципу: по мере последовательного изучения материала школьники знакомятся с разными природными зонами, начиная с бассейна р.Кума (на границе с Калмыкией) и заканчивая южными рубежами (бассейн р.Самур); а также с природными зонами – начинающимися от Каспия – до Большого Кавказского хребта (на западе). Учебное пособие «Экология Дагестана (Западный Прикаспий)» (2014) предназначено для учащихся 9-х (10-х) классов средних общеобразовательных школ Дагестана, и направлено на получение базовых знаний в области экологии Западного Прикаспия.

#### *Список литературы*

1. Недюрмагомедов, Г.Г. Проблемы экологического образования старшеклассников в дагестанской общеобразовательной школе // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. - 2007. - № 3(139). - С.130-133.
2. Тодорина, Д.Л., Недюрмагомедов, Г.Г. Модель формирования экологической культуры школьников в современных условиях // Десятилетие образования для устойчивого развития (2005-2014): итоги и перспективы эколого-географического образования, науки и практики в формировании культуры безопасности. Кластерный подход: сборник материалов Всероссийской научно-практической очно-заочной конференции с международным участием 13-14 ноября 2014 года / отв. ред. Н.П.Несговорова. – Курган, 2014. – С. 26-28.
3. Nedyurmagomedov, G.G., Bagirova, I.A. Conditions of environmental culture secondary school students / Proceedings of the Third student scientific conference «Ecology and environment» (April 24, 2015. - Shumen). – Shumen: Konstantin Preslavsky University Press, 2015. Vol.2. P. 143-152.
4. Янакиева, Е.К. Теоретико-методически модел за экологическо възпитание на децата от предучилищна възраст: Автореферат дис. ... доктора педагогических наук. – София, 2006. – 84 с.
5. Недюрмагомедов, Г.Г., Багирова, И.А. Современное экологическое образование учащихся старших классов в процессе изучения естественнонаучных дисциплин в поликультурной среде. / Педагогический ежегодник: Педагогическая наука, теория и практика. Книга 1. – 2013. – Благоевград: Изд-во «Неофит Рилски», 2013. - С. 256-264.
6. Недюрмагомедов, Г.Г., Джаруллаев, Д.Г. Развитие экологической культуры учащихся общеобразовательных учреждений Северного Кавказа // Proceedings of the Third student scientific conference «Ecology and environment» (April 22-23, 2016. - Shumen). – Shumen: Konstantin Preslavsky University Press, 2016. -Vol.3. -P.146-155.
7. Недюрмагомедов, Г.Г., Багирова, И.А. Учебное пособие «Экология Дагестана» как средство реализации регионального компонента экологического образования / Гуманитарные и естественнонаучные факторы решения экологических проблем и устойчивого развития: материалы двенадцатой международной научно-практической конференции (Новомосковск, 25-26 сентября 2015 г.) / Университет Российской академии образования, Новомосковский филиал. – Новомосковск, 2015. –Ч.2. -С.9-14.
8. Недюрмагомедов, Г.Г., Багирова, И.А. Экология Дагестана (Западный Прикаспий) [Текст]: 9 класс: Учебное пособие для 9-х (10-х) классов общеобразовательных учреждений. -Махачкала: АЛЕФ (ИП Овчинников М.А.), 2014. –266 с.

В статье обосновывается, что глобальный экологический кризис возможно нейтрализовать путем достижения главной цели экологического образования – формирования экологической культуры личности. Формирование экологической культуры школьников возложено на региональное образование, в русле реализации основных моделей экологического образования. Наиболее эффективной в дагестанских школах является комплексная модель экологического образования, опирающаяся на региональную экологическую дисциплину, обеспеченную учебным пособием «Экология Дагестана (Западный Прикаспий)», разработанного в 2014 г., на основе соответствующей программы «Экология Дагестана» направленной на получение системы базовых знаний в области экологии Западного Прикаспия.

The article explains that the global environmental crisis is possible to neutralize the way to achieve the main goal of environmental education - formation of ecological culture of the person. Formation of ecological culture of pupils assigned to the regional education, in line with the implementation of the basic models of environmental education. The most effective schools in Dagestan is a comprehensive model of environmental education, based on regional environmental discipline provided by textbook "Ecology of Dagestan (West Caspian Sea)", developed in 2014, on the basis of the relevant program "Ecology of Dagestan" aimed at obtaining basic knowledge in system Western Caspian ecology.

*Недюрмагомедов Г.Г.*, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный педагогический университет», Россия, Республика Дагестан, Махачкала, e-mail: mgeorg@mail.ru.

*Темирханов Р.М.*, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный педагогический университет», Россия, Республика Дагестан, Махачкала, e-mail: mgeorg@mail.ru.

УДК 371.39

**А. Н. Петрукович**

### **ТРЕНИНГ «ХИМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»**

В настоящее время производство и использование синтетических веществ растет. Важно знать, что эти процессы должны сопровождаться постоянным вниманием и ответственностью за возможные негативные последствия для окружающей среды и здоровья человека [2].

Основное направление работы нашей школы – проектная деятельность по экологической тематике. В данном русле на базе кабинетов химии создан ресурсный центр по химической безопасности. Организация его деятельности тесно связана с участием в международном Школьном проекте использования ресурсов и энергии (ШПИРЭ), инициированном еще в 1996 г. Норвежским обществом охраны природы [1]. В рамках данного проекта школа получила помощь в виде информационных материалов: стенды по химической безопасности, практические пособия для учителей «Покупай осознанно. Выбирай товары, в которых меньше опасных веществ», семейные путеводители по вопросам химической безопасности, обучающие брошюры, экогиды потребителей.

С целью повышения экологической культуры всех участников образовательного процесса проведены следующие мероприятия: тренинг для учителей города Пинска «Химическая безопасность в быту», ряд лекций для учащихся по химической безопасности, международный экоурок «Хранители воды», ряд практических занятий экологической направленности в школьном оздоровительном лагере.

Очень интересным и полезным оказался тренинг «Химическая безопасность в быту». Значение подобных мероприятий трудно переоценить. Повышается осведомленность учителей о том, как можно подвергаться воздействию опасных веществ в повседневной жизни, используя товары бытовой химии, косметические средства, строительные материалы, даже употребляя продукты питания[3]. А также о том, как наш выбор влияет на здоровье и окружающую среду, в которой живем. Всеми этими знаниями педагогиделятся со своими учащимися, что изменяет покупательские привычки обучающихся, улучшает общее экологическое поведение.

Практика показывает, что многие из нас не задумываются о том, что содержится в товарах ежедневного применения, а сегодня в мире существует сотни тысяч веществ, которые используются. Поэтому важно, чтобы у потребителей было достаточное количество доступной информации о влиянии веществ на здоровье человека. В информационном центре, открытом на базе школьных кабинетов химии, можно получить конкретные рекомендации, которыми можно руководствоваться при выборе товаров; узнать о предлагаемых безопасных альтернативах потенциально токсичным веществам.

С целью формирования у школьников ответственного отношения к водным ресурсам нашей планеты проведен международный экологический урок «Хранители воды». Учащиеся, работая в командах, придумали и представили в творческой форме те повседневные шаги, которые помогают сберечь воду, и те, которые напротив, приводят к напрасной трате воды. Во время занятия ребята проявили глубокий интерес к проблеме сбережения воды дома, в школе и на природе, увлеченность, высокие творческие способности. Интерактивные, творческие форматы работы позволили эффективно донести до учащихся важную информацию по теме «Вода. Важность сохранения воды».

Выполняя данную работу в нашей школе, мы помогаем реализовать следующие общемировые цели устойчивого развития: здоровый образ жизни, качественное образование, доступ к чистой воде и канализации, борьба с изменением климата.

### Список литературы

1. Сборник методических разработок ШПИРЭ Центр экологических решений; сост. Т. Котик– Минск: ФУАинформ, 2014. – 140 с.
2. Покупай осознанно. Выбирай товары, в которых меньше опасных веществ: практическое пособие для учителей / Хели Ныммсалу [и др.]. – Балтийский экологический форум, Эстония: Таллинский ун-т; МОО «Экопартнерство», 2015 –129 с.
3. Семейный путеводитель по вопросам химической безопасности /Дарья Чумакова [и др.]. – Минск: учреждение «Центр экологических решений», 2014 – 113 с.

The article describes the experience of implementing awareness-raising work on chemical safety into human life and activities. Events focused on ecological education for teachers and students from the schools of the town are presented in the article. It covers the experience of giving international eco-lesson “Water guardians”.

*Петрукович А. Н.*, Государственное учреждение образования «Средняя школа № 3 г. Пинска», Пинск, Беларусь, e-mail: alla.pyatyorko@mail.ru.

УДК 378.147.227

**Н. В. Пуп, Т. А. Верболь**

### ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Подготовка самостоятельно мыслящего специалиста, умеющего быстро адаптироваться в современном изменяющемся мире, владеющего академическими и профессиональными компетенциями является основной задачей учреждений высшего образования. Выполнение указанной задачи невозможно без планомерной, целенаправленной организации самостоятельной работы студентов, которая является неотъемлемой частью образовательного процесса и главным элементом обучения в высшей школе. Увеличение доли самостоятельной работы в образовательном процессе предполагает повышение ответственности, как студентов, так и преподавателей за результаты своей деятельности и учебного процесса в целом, что способствует повышению качества обучения [1].

Современная педагогика рассматривает самостоятельную работу студентов на двух уровнях: на уровне организации образовательного процесса в учреждении высшего образования и личностном уровне. На первом она выступает как составляющая образовательного процесса и как фактор повышения качества профессиональной подготовки, что включает разнообразные виды индивидуальной и коллективной учебной деятельности студентов, на основе аудиторных и внеаудиторных занятий под непосредственным или опосредованным методическим руководством преподавателя. На втором она может быть определена как мотивированная, структурированная самим студентом деятельность. Ее выполнение предполагает достаточный уровень самодисциплины, личной ответственности, креативности обучающегося, что позволяет рассматривать его деятельность как процесс самосовершенствования и средство формирования академических, социально-личностных и профессиональных компетенций [2].

В практике высшей школы самостоятельная работа студентов осуществляется в трех основных формах, отличающихся, в первую очередь, характером управления:

1) контролируемая самостоятельная работа (КСР), организуемая в аудитории в соответствии с расписанием и под контролем преподавателя;

2) управляемая самостоятельная работа (УСР) - опосредованное управлением со стороны преподавателя выполнение студентом учебного или исследовательского задания (КСР рассматривается как начальный этап УСР);

3) собственно самостоятельная работа, организуемая самим студентом в подходящее с его точки зрения время, мотивируемая собственными профессиональными потребностями, контролируемая им самим [3].

Указанные формы самостоятельной работы отличаются степенью познавательной деятельности студентов, способами контроля и управления. УСР имеет больше возможностей, чем КСР, для расширения самостоятельной деятельности студентов, повышения их познавательной и исследовательской активности, перевода их на уровень самообразования. Она включает все виды аудиторной и внеаудиторной самостоятельной учебной и исследовательской деятельности студента, и осуществляется при помощи соответствующего учебно-методического и информационного обеспечения. Следует помнить, что при организации самостоятельной работы студентов необходимо целесообразно сочетать формы и содержание КСР и УСР, поэтапно переходить от первой ко второй и далее к самообразованию.

Управление самостоятельной работой студентов осуществляется преподавателем и включает в себя следующие этапы: планирование, организация, координация и контроль.

Планирование самостоятельной работы включает целеполагание, определение уровня готовности студентов к самостоятельной деятельности. Организационный этап состоит в составлении заданий для самостоятельной учебной деятельности в соответствии с уровнем подготовки. Как аудиторная так и внеаудиторная работы студентов координируется, управляется преподавателем через систему разноуровневых заданий. Контроль - заключительный этап, на котором часто используется рейтинговая система оценки, определяющая вклад разного вида заданий в итоговый результат. Так, например, при изучении в курсе ботаники раздела «Систематика высших растений» мы использовали при организации самостоятельной работы студентов рейтинговую систему. Студентам предлагались задания трех уровней: репродуктивно-продуктивного, продуктивного и творческого. За правильное выполнение заданий разного уровня студент может получить 10, 20 и 30 баллов соответственно. Применение рейтинга позволяет активизировать работу студентов, оценить эффективность и систематичность учебной деятельности в течение семестра или учебного года. Поскольку каждый вид работы имеет «цену» в виде рейтингового балла, подготовка становится систематической, а знания более глубокими и прочными.

С активным внедрением информационных технологий в образовательный процесс, для организации самостоятельной работы мы использовали электронные информационно-образовательные ресурсы. Информационно-образовательный ресурс — это структурированное предметное содержание какого-либо раздела, дополненное заданиями для самодиагностики и самоконтроля, оформленное в виде презентации. Презентация представляет собой сочетание компьютерной анимации, графики, видео, музыки и звукового ряда, которые организованы в единую среду.

В процессе самостоятельной работы данный ресурс может быть использован при подготовке к занятиям, так как полностью отражает содержание основного материала, предусматривает наличие вопросов для самоконтроля, проработав которые, студент может оценить уровень готовности к занятию и выявить трудности при изучении темы. Так же эффективно использовать тестовые задания, которые позволяют систематизировать и структурировать знания по предмету.

Нами разработан информационно-образовательный ресурс модуля «Отдел Голосеменные», включающий не только учебную информацию, но и интересные познавательные факты, направленные на формирование интереса к предмету. Четко выделенные диагностические признаки отдела и классов, хорошо подобранный иллюстративный материал, способствуют осознанному усвоению учебной информации, а задания для самопроверки позволяют оценить уровень готовности к предстоящему занятию. Гиперссылки и приведенный в конце презентации глоссарий позволяют не только лучше понять учебный материал, но способствуют формированию предметной речи.

Эффективным способом организации самоконтроля изученного материала является выполнение тестовых заданий. Разработанные нами тестовые задания направлены на проверку знаний общей характеристики отдела, особенностей размножения, представителей и практического применения растений изучаемого отдела. Мы использовали задания закрытой формы с выбором одного верного ответа, открытой формы, задания на установление соответствия и правильной последовательности.

Тестовые задания при организации самостоятельной работы студентов используются как для выявления уровня обученности, так и для организации самопроверки и самодиагностики. Так же работа с тестами способствует активизации усвоения определенного учебного материала, помогает выявить недостающие знания и устранить ошибки.

Таким образом, целенаправленное применение самостоятельной работы, использование рейтинговой системы и информационно-коммуникативных технологий при ее организации, стимулирует систематическую работу студентов в течение семестра, способствует более рациональному распределению времени, снижает роль случайных факторов при итоговой аттестации, повышает объективность оценки компетенций студентов. В процессе систематической самостоятельной работы формируются более глубокие и прочные знания, навыки работы с литературой по схематизации и систематизации учебного материала студенты переносят на другие дисциплины, что способствует повышению качества обучения.

#### *Список литературы*

1. Педагогические основы самостоятельной работы студентов: пособие для преподавателей и студентов / О. Л. Жук [и др.]; под общ. ред. О. Л. Жук. – Минск: РИВШ, 2005. – 112 с.
2. Педагогические основы самостоятельной работы студентов в вузе / Е.И. Белкин [и др.]; под ред. Е.И. Белкина. – Орел, 1989. – 65 с.

3. Лобанов, А.П. Управляемая самостоятельная работа студентов в контексте инновационных технологий / А.П. Лобанов, Н.В. Дроздова. – Минск: РИВШ, 2005. – 107 с.

The article is devoted to the problem of organization of the self-dependent work of students. The article considers the issues of application of the informational and educational resources and rating system in the process of organization of the self-dependent work of students, introduces the typology and characteristics of the levels and types of the self-dependent work in the Universities and colleges.

*Пун Н. В.*, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: natasha.artemina@mail.ru.

*Верболь Т. А.*, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: tatkaverbol777@mail.ru.

УДК 796.51

**А. А. Реут, Л. Н. Миронова**

### **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОСВЕЩЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ ГОРОДА УФЫ**

Ботанические сады – уникальные структуры, в которых успешно сочетаются как научные, так и образовательные цели [1, 2]. В далеком прошлом растения культивировались в приусадебных плодово-ягодных и декоративных садах, позже аптекарских огородах при монастырях. Современные ботанические сады – широко распространенные в мире научно-исследовательские учреждения. Непрерывно совершенствуясь в своем развитии, они становятся центрами ботанической науки и ландшафтного искусства. В настоящее время в мире насчитывается свыше 3,5 тыс. ботанических садов и дендрологических парков. Многие государства и крупные города стремятся иметь ботанические сады как природоохранные и рекреационные учреждения. В России функционирует свыше 80 ботанических садов и дендрариев, большинство из них создано во второй половине XX столетия [3].

Уфимский ботанический сад был организован в 1932 г. на базе Миловского ботанического питомника, который в свою очередь был создан весной 1928 г., как учебно-вспомогательное учреждение при Миловском сельхозтехникуме. В настоящее время официальное название звучит следующим образом: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический сад-институт Уфимского научного центра Российской Академии наук. Основными научными направлениями научной деятельности Ботанического сада-института являются фундаментальные и прикладные научно-исследовательские работы в области интродукции, генетики, селекции, экологии с целью сохранения биологического разнообразия растений. Одной из главных задач Ботанического сада-института является также научно-просветительская и образовательная деятельность.

На крупнейших ботанических форумах отмечалось, что ботанические сады обязаны проводить более активную образовательную политику, обращенную ко всему обществу, выделять работу по экологическому образованию населения в качестве приоритетного направления деятельности [4, 5, 6]. Содействие просвещению и повышению осведомленности общественности в вопросах разнообразия растений является одной из 16 целевых задач «Глобальной стратегии сохранения растений» [7]. БСИ УНЦ РАН всегда был центром подобной деятельности.

За всю историю Ботанического сада можно выделить два периода наибольшего расцвета интродукционных и селекционных исследований декоративных травянистых растений. Первый – это 50-е–60-е гг. прошлого столетия. основополагающий вклад в создание, формирование и исследование большинства коллекций в этот период внесли О.А. Кравченко, курирующая коллекции цветочно-декоративных многолетников, а также Р.И. Рогова, работавшая с коллекциями летников. За это время было интродуцировано и изучено более 1000 таксонов декоративных травянистых растений, впервые в Башкирии начата селекционная работа с цветочными культурами, увенчавшаяся районированием 6 сортов пиона китайского. Сведения об интродукции и коллекциях цветочно-декоративных растений за этот период представлены в ряде сводных публикаций [8]. Ботанический сад был зачинателем по внедрению в зеленое строительство Республики почвопокровных, вьющихся и декоративно-листных культур; являлся интродукционным центром по изучению пионов, георгин, тюльпанов, флоксов, лилий и многих других цветочных растений.

В этот период активно проводилась не только научная, но и просветительская работа. В результате в 1950-1960-х гг. Ботанический сад стал ведущим научным учреждением по цветоводству в Башкирии.

Второй период начался в конце 90-х гг., когда директором Ботанического сада был избран З.Х. Шигапов. В Саду значительно интенсифицировался научно-исследовательский процесс по интродукции растений, развернулись активные работы по пополнению, поддержанию и созданию новых коллекций. За

период с 1998 по 2005 гг. более чем в 3,5 раза увеличен коллекционный фонд декоративных травянистых растений, изучено более 2500 таксонов. Созданы, либо пополнены, коллекции видов и сортов лилейника, тюльпана, лилии, колокольчика, гвоздики, пенстемона, хосты, георгины, дендрантемы. Разработан зональный ассортимент декоративных травянистых растений, перспективных для использования в озеленении на территории РБ, в который вошли около 1500 видов и сортов. В ассортимент включены красивоцветущие растения, вьющиеся, почвопокровные, декоративно-лиственные, сухоцветы и злаки, родиной которых являются Средиземноморская область (25% от общего числа видов - зимующие многолетники, 22% - летники), Северная Америка (10 и 23% соответственно), тропическая зона Южной Америки (1 и 13%), Южная Африка (1 и 7%), Центральная Америка (0 и 5%), тропики Азии (1 и 6%), северная и умеренная зоны Европы и Азии (36 и 8%), Восточная Азия (14 и 4%), субтропическая Южная Америка (0 и 1%), тропическая зона Африки (0 и 2%), Центральная Азия (11 и 5%), Австралия (1 и 3%), Канарские острова (0 и 1%). Анализ многолетних данных показал, что высокой пластичностью и приспособляемостью к экологическим факторам Башкирии отличаются растения умеренной зоны Европы и Азии, Средиземноморья, Северной Америки и Восточной Азии. Эти зоны являются богатейшими источниками новых декоративных травянистых растений для пополнения регионального ассортимента.

Большое внимание в институте уделяется образовательной деятельности. Расширяются связи с высшими и средними профессиональными учебными заведениями столицы. В Ботаническом саду-институте в совместных научных исследованиях участвуют студенты Башгосуниверситета, аграрного, педагогического, медицинского университетов. Они под руководством сотрудников института выполняют курсовые и дипломные работы, проходят учебную практику в его лабораториях и на коллекциях растений. Практические занятия проводятся также и для учащихся ряда колледжей и лицеев. Ботанический сад оказывает поддержку Республиканскому детскому эколого-биологическому центру, городским и районным центрам и станциям юных натуралистов. Специалисты института проводят занятия для учителей дополнительного образования по цветоводству, фитодизайну и флористике.

Развивается научно-просветительская деятельность Ботанического сада: ежедневно на экскурсии в Сад приезжают сотни детей и взрослых со всех концов Башкортостана. Ботанический сад постоянно проводит благотворительные акции и организует бесплатные экскурсии для инвалидов и ветеранов труда, пожилых людей, сирот, детей из малообеспеченных, многодетных семей, воспитанников детских домов, интернатов, подростковых и молодежных клубов, различных лечебно-профилактических учреждений.

Ботанический сад активно и очень успешно участвует в различных выставках по цветоводству, садоводству и ландшафтной архитектуре. Сотрудники Сада были неоднократными победителями и призёрами конкурсов, награждались дипломами и ценными подарками. Учёные Института постоянно пропагандируют ботанические и экологические знания на страницах газет и журналов, по радио и телевидению.

Результаты работ по интродукции и селекции декоративных травянистых растений опубликованы в монографиях, сборниках, брошюрах, методических пособиях и статьях (в рецензируемых журналах, материалах международных и региональных конференций).

#### *Список литературы*

1. Наше общее будущее: Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию (МКОСР) / Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1989. – С. 50–59.
2. Образование для устойчивого развития: Руководство для ботанических садов. – М.: Полтекс, 2005. – 20 с.
3. Банаева, Ю.А. Роль Центрального сибирского ботанического сада СО РАН в сохранении биоразнообразия и экологическом образовании населения / Ю.А. Банаева, В.М. Доронькин // Охрана природы и образование: на пути к устойчивому развитию. – Новосибирск: ГЦРО, 2009. - С. 61-63.
4. Джексон, П.В. Анализ коллекций и научно-технической базы ботанических садов / П.В. Джексон // Информационный бюллетень СБСР и ОМСБСОР. – М., 2001. – Вып. 12. – С. 59–65.
5. Роль ботанических садов в сохранении биоразнообразия растительного мира Азиатской России: настоящее и будущее // Материалы Всероссийской конференции, посвященной 60-летию Центрального сибирского ботанического сада – Новосибирск: Сибтехнорезерв, 2006. – 348 с.
6. Сайберт, Р. Просветительная деятельность ботанических садов США / Р. Сайберт // Бюллетень Главного ботанического сада. – 1976. – Вып. 100. – С. 20–24.
7. Глобальная стратегия сохранения растений. – М, 2002. – 16 с.
8. Миронова, Л.Н. Итоги интродукции и селекции декоративных травянистых растений в Республике Башкортостан / Л.Н. Миронова, А.А. Воронцова, Г.В. Шипаева. - М.: Наука, 2006. - Ч. 1. - 211 с.

The main objectives of the botanical gardens, arboretums and parks are the development of scientific bases and techniques for the conservation and protection of the gene pool of plants natural and cultural flora, introduction and acclimatization of plants; creation and maintenance of in vitro collections of living plants (especially rare and endangered species) and other botanical objects

of great scientific, educational, economic and cultural importance; conduct training and educational, scientific and educational work in the field of botany and nature conservation, the environment, crops and breeding, ornamental horticulture and landscape architecture.

*Реут А. А.*, ФГБУН «Ботанический сад-институт Уфимского научного центра РАН», Уфа, Республика Башкортостан, Россия, e-mail: [cvetok.79@mail.ru](mailto:cvetok.79@mail.ru).

*Миронова Л. Н.*, ФГБУН «Ботанический сад-институт Уфимского научного центра РАН», Уфа, Республика Башкортостан, Россия, e-mail: [cvetok.79@mail.ru](mailto:cvetok.79@mail.ru).

УДК 556

**В. А. Рыбак, А. Д. Гриб**

## **ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ ЛИЧНОСТИ В ПРОЦЕССЕ ЭКОЛОГО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ**

Социологические исследования последнего времени показывают, что современное состояние экологической культуры людей характеризуется преобладанием в ней утилитарно-потребительских элементов, что готовность населения к экологической деятельности на вербальном уровне значительно выше, чем частота аналогичных реальных действий и поступков. В связи с этим, возникает необходимость целенаправленного формирования экологической культуры личности по всем ее направлениям в процессе учения.

Так, экологическая культура является динамичным феноменом. С одной стороны, она обеспечивает эффективность учебно-исследовательской деятельности по решению экологических проблем, особенно регионально-значимых, с другой стороны, сам процесс учебно-исследовательской деятельности развивает и совершенствует экологическую культуру обучающихся. Исходя из этого, экологическая культура рассматривается как многомерный целостный компонент интеллектуальной и духовной культуры человека, как субъектный, системный, многомерный опыт личности, обеспечивающий ее творческую самореализацию в осмыслении и разрешении экологических проблем [2].

В самом общем виде можно сказать, что «экологическая культура – это система знаний, умений, ценностей и чувство ответственности за принимаемые решения в отношении с природой» [5, с. 13].

Состояние экологической культуры в современных условиях предполагает выделение следующих аспектов её рассмотрения [1]:

1. Состояние озабоченности, тревоги, неудовлетворённости передовой части населения проблемой экологического воспитания;
2. Современное состояние экологической культуры находится в стадии становления, что характеризует её как сложный, противоречивый процесс;
3. Экологическая культура современного общества неотделима от современного экологического кризиса;
4. Истоки экологического кризиса и современного состояния экологической культуры находятся в технико-технологических основах человеческой цивилизации.

Для осуществления работы по вышеописанным аспектам необходимо, в том числе, создание экогуманистической модели экологической культуры обучающихся, которая включает содержательно-процессуальную основу, приоритетные педагогические принципы, комплекс педагогических условий и гуманитарную среду учреждения образования [4].

Основными компонентами экологической культуры здесь должны стать экологическое знание, экологическое мышление, экологически оправданное поведение и чувство любви к природе [5].

Так, экологически культурная личность должна иметь экологические знания по основным разделам общей экологии и экологии родного края (краеведению), а именно [5]:

- ✓ Иметь правильное определение и характеристику ста терминов и понятий, широко используемых в современной экологии: экология, биосфера, ноосфера, природопользование, естественные (природные) ресурсы и т.д.
- ✓ Знать о жизнедеятельности и трудах учёных и общественных деятелей, внесших наибольший вклад в становление и развитие экологии, как Вернадский В.И., Кэнон У., Моисеев Н.Н., Зюсс Э., Одум Ю. и др.
- ✓ Знать организации, движения и общества, которые занимаются природоохранной деятельностью: Всемирный фонд дикой природы, Международный союз охраны природы и природных ресурсов и др.

✓ Знать природу своего родного края, а именно: местные природные условия, природные особенности, реки и водоёмы, ландшафты, типичные растения, климат и т.п.; местные, охраняемые природные объекты; животных местной фауны; местных птиц; виды рыб местных водоёмов; лекарственные растения местной флоры; памятники культуры и искусства местного и республиканского значения.

Кроме того, экологически культурная личность должна обладать экологическим мышлением, то есть уметь правильно анализировать и устанавливать причинно-следственные связи экологических проблем и прогнозировать экологические последствия человеческой деятельности [5].

Экологическое поведение в быту, в процессе производственной деятельности, на отдыхе и т.д. должно быть экологически оправданным и целесообразным [5].

Что касается чувства любви к природе, то его формирование включает эстетический уровень восприятия природы, отзывчивость на жизненные проявления природных объектов, познание мира природы с обработкой получаемой информации, а также практическое взаимодействие с миром природы и др. [5].

Очевидно, что все компоненты экологической культуры тесно взаимосвязаны и их формирование и существование друг без друга невозможно.

Бесспорно и то, что осуществлять работу в сфере эколого-ориентированного образования необходимо на основе педагогических принципов. Среди них [3]: междисциплинарный подход в формировании экологической культуры; систематичность и непрерывность изучения экологического материала; единство интеллектуального и эмоционально-волевого начал в деятельности обучающихся и улучшению окружающей природной среды; взаимосвязь глобального, национального и краеведческого раскрытия экологических проблем в учебном процессе.

Кроме того, учеными выявлены и систематизированы педагогические условия, обеспечивающие эффективность развития экологической культуры обучающихся. Основные из них [2]: систематическое включение обучающихся в личностно- и ценностно-ориентированную учебно-исследовательскую деятельность по решению регионально-значимых экологических проблем; системное осознание, личностно-значимое овладение обучающимися основными компонентами экологической культуры в учебно-исследовательской деятельности; развитие устойчивой потребности обучающихся в учебно-исследовательской деятельности; организация разнообразных форм учебно-исследовательской деятельности по решению регионально-значимых экологических проблем.

По результатам работы по вышеуказанным направлениям необходимо проводить мониторинг развития экологической культуры обучающихся. Метрологический инструментарий данного мониторинга должен включать критерии и уровни сформированности экогуманистического мировоззрения, систему диагностических дифференцированных экологических заданий и задач, а также комплекс экологически значимых ситуаций [4].

Здесь существует ряд критериев развития экологической культуры обучающихся. Среди них [2]: личностная значимость экологической культуры как важнейшего компонента интеллектуальной и духовной культуры; глубина и осознанность овладения обучающимися основными компонентами экологической культуры; устойчивая потребность обучающихся в творческой самореализации в учебно-исследовательской деятельности по решению экологических проблем.

Так, процесс формирования экологической культуры и экологизации сознания связан, в первую очередь, с повышением общекультурного уровня современного человека. Здесь необходимо становление индивидуального самосознания каждой отдельной личности, что становится особенно возможным в процессе эколого-ориентированного обучения.

Таким образом, обозначенная тема является весьма актуальной и требует внимания как учёных, так и общественности.

#### *Список литературы*

1. Быканова, Н. А. Формирование экологической культуры городского населения в современных условиях: региональный аспект : автореф. дис. ... канд. социол. наук : 22.00.06 / Н. А. Быканова ; Кур. гос. техн. ун-т. – Курск, 2005. – 23 с.
2. Нуриязнов, Р. М. Развитие экологической культуры учащихся в учебно-исследовательской деятельности : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 / Р. М. Нуриязнов ; Казан. гос. ун-т. – Казань, 2000. – 27 с.
3. Стратегия устойчивого развития Беларуси: экологический аспект / Е. А. Антипова [и др.]. – Минск : ФУАинформ, 2014. – 336 с.
4. Тавстуха, О. Г. Педагогические основы развития экологической культуры учащихся в процессе дополнительного образования : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.01 / О. Г. Тавстуха ; Оренб. гос. пед. ун-т. – Оренбург, 2001. – 37 с.
5. Экологическое воспитание / сост. Н. С. Криволап. – Минск : Красико-Принт, 2005. – 125 с.

The article is devoted to the formation of ecological culture of the person in the process of ecological-based learning. The article describes the state of ecological culture of the person in modern conditions are considered components and eco-humanist model of ecological culture of students, as well as disclosed metrology tools for monitoring ecological culture of personality development.

*Гриб А. Д.*, РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов», Минск, Беларусь, e-mail: hannahryb@mail.ru.

*Рыбак В. А.*, РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов», Минск, Беларусь, e-mail: 6774338@tut.by.

УДК 378:574:(470.44)

**И. В. Сергеева, А. Л. Пономарева, Е. Н. Шевченко, Е. С. Сергеева, Г. В. Воробьева, О. А. Берко**

## **ПУТИ РЕАЛИЗАЦИИ ВУЗАМИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ В РАМКАХ КОНЦЕПЦИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ**

Современная цивилизация сталкивается с глобальной экологической угрозой. Особое значение приобретает вопрос понимания человечеством законов взаимодействия с природой. В современном обществе становится необходимым формирование и развитие экологического мышления как одной из основ устойчивого развития. Образование, как и все сферы деятельности людей, должно измениться кардинальным образом, ориентироваться на будущее и быть основополагающей частью устойчивого развития как новой социоприродной формы развития [5]. Экологическое образование приобретает все более актуальный характер и призвано сыграть определяющую роль в обеспечении экологической безопасности, служить гарантом устойчивого развития общества («О Концепции непрерывного экологического образования...»). Именно поэтому Правительство Российской Федерации отводит экологическому образованию и формированию экологической культуры населения приоритетное место как важнейшему условию решения экологических проблем.

В 2009 году Правительством Саратовской области была утверждена Концепция непрерывного экологического образования населения Саратовской области на 2009-2019 годы [3]. Экологическое образование охватывает сферу знаний, умений, навыков, необходимых для охраны окружающей среды. Оно является неотъемлемой частью общей системы экологического просвещения и подготовки специалистов в самых разных отраслях деятельности. Обязанность преподавания экологических знаний в учебных заведениях относится к числу важнейших принципов государственной экологической политики России.

Структура системы экологического образования должна строиться из взаимосвязанных уровней, переходящих непрерывно один в другой: дошкольное экологическое воспитание в детских садах; школьное экологическое воспитание и образование; экологическое образование в вузах; послевузовское образование (получение второго высшего образования); повышение квалификации в области экологии управленцев, специалистов и других профессиональных категорий; экологическое воспитание и образование широких слоев населения через средства массовой информации, библиотеки, музеи и т.п.

Экологическое образование, воспитание и просвещение должно строиться с учетом психологических возрастных особенностей. Так, например, в младшем школьном возрасте обучение и воспитание следует строить на эмоционально-образном подходе, в 5 – 9 классах целесообразен уровень природоохранных и системных экологических знаний, а в 10-11 классах – уровень формирования экологического мышления (мировоззренческий уровень).

С 2012 года на базе кафедр «Ботаника, химия и экология» ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова и «Общая гигиена и экология» ГБОУ ВПО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России совместно с муниципальными образовательными учреждениями города Саратова и Саратовской области в рамках концепции устойчивого развития разработаны комплексные программы экологического образования и воспитания обучающихся.

При подготовке комплексных программ учитывались три основных подхода: представленийский (связан с формированием системы знаний об объектах и явлениях природы, о взаимодействии природы и общества, о правилах поведения в природной среде); отношенческий (акцентирует внимание на формировании отношения к природе, как к ценности, достойной уважения и восхищения); технологический (связан с формированием знаний о технических и технологических способах минимизации отрицательного воздействия человека и его хозяйственной деятельности на экосистему и приобретении необходимых навыков экологически обусловленной деятельности в природе) [2].



*Шевченко Е. Н.*, ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова, Саратов, Россия, e-mail: en-shevchenko@mail.ru.

*Сергеева Е. С.*, ГБОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздрава России, Саратов, Россия, e-mail: jenysergeeva@mail.ru.

*Воробьева Г. В.*, МОУ «СОШ с. Октябрьский Городок» Татищевского района, Саратовская область, Россия, e-mail: vorobevalg@mail.ru.

*Берко О. А.*, Саратов, Россия, e-mail: МОУ Лицей № 15 Заводского района, Саратов, Россия, e-mail: olufa.ru@yandex.ru.

УДК 372.857

**Р. В. Шайкин**

## **ТВОРЧЕСКИЙ ПОДХОД В ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТАРШЕКЛАССНИКОВ**

Старшеклассники проявляют большую самостоятельность и независимость в поступках и суждениях. У них активно развиваются творческие способности, углубляются, дифференцируются, становятся более устойчивыми интересы, происходит систематизация взглядов на окружающий мир. Старшеклассники осознают свой гражданский долг и готовность исполнить его, в частности, по отношению к природе. Они осознанно считают отношение к природе нравственной категорией, понимают важность гуманных взаимоотношений человека и природы, критичны в суждениях по поводу собственного негативного воздействия на природу, а также поступков товарищей и взрослых, придают большое значение общественно полезным делам по улучшению окружающей среды, принимают в них активное участие.

Творческий подход в природоохранной деятельности старшеклассников определяется как подход, способствующий созданию качественно новых материальных и духовных ценностей в достижении природоохранных целей или итог создания объективно нового содержательного компонента в процессе охраны природы. Он способствует поиску эффективных путей в решении экологических проблем и мотивации к природоохранной деятельности.

Учитывая уникальность природных условий, в которых реализуется конкретная экологическая инициатива, многофакторность возникновения локальных экологических проблем, сложно получить одинаковый результат деятельности, даже при наличии одинаковой исходной ситуации. Таким образом, в результате творческого подхода группа учащихся, равно, как и каждый из них, вкладывают в уникальный природоохранный продукт кроме физического труда, свои эмоции и душу. Результат творческой природоохранной активности формируется на основе глубоких знаний не только особенностей потенциальных объектов охраны, но и знания региональных аспектов природной и историко-культурной среды. Именно эти факты придают локальной природоохранной деятельности дополнительную ценность в сравнении с общепринятыми подходами массовой практики.

Творческий подход в природоохранной деятельности старшеклассников способствует созданию, апробации и внедрению в практику охраны природы новых методик и технологий или совершенствование (обновление отдельных компонентов) уже имеющихся исходя из местных условий и прогрессии заявленных проблем. Таким образом, в зависимости от масштабности действий, достигаются цели частичной или полной оптимизации и стабилизации состояния объектов природоохранной деятельности или среды их существования.

Развитие конкретной природной территории, на которую распространяется природоохранная активность учащихся, проходит под влиянием собственных внутренних факторов и внешних осуществляемых хозяйственной деятельностью факторов. Деятельность человека, как правило, не имеет целей уничтожения природы и создания экологических проблем, но опосредованно в процессе извлечения материальных благ, оказывает негативное влияние на окружающую среду. Снижение воздействия или устранение отдельных проявлений влияния на природу или компенсаторная деятельность в виде биотехнических мероприятий, являются главной целью природоохранной деятельности. Объект и субъект природоохранной деятельности в результате воздействия субъекта претерпевают изменения. Процесс природоохранного воздействия приводит не только к закреплению экологически улучшенного состояния объекта, но и к качественному развитию субъекта, которое проявляется в формировании опыта природоохранной деятельности, являющегося важнейшей составляющей экологической компетенции в системе экологического воспитания старшеклассников.

Свойства объектов природоохранной деятельности определяют их состояние, что формирует порядок экологических действий для достижения гомеостаза. В результате природоохранного воздействия, объект претерпевает изменения, новая структура объекта закрепляется и развитие продолжается.

Творческая природоохранная деятельность способствует экологическому воспитанию личности, которое проявляется в переходе от сопереживания и сочувствия к мотивированному действию. Для достижения природоохранных целей, старшеклассник использует и развивает коммуникативные навыки взаимодействия со сверстниками, педагогами, местными жителями, представителями внешних организаций. Значительная часть работы производится в природных условиях, что оказывает положительное эмоциональное воздействие, способствует оздоровлению организма и снятию стрессовых состояний. Это особый фактор, обуславливающий специфику природоохранной деятельности. Он заключается в организации целенаправленного общения с природой как неперемного условия всей природоохранной деятельности в системе экологического воспитания.

Реализация творческого подхода в природоохранной деятельности старшеклассников способствовала осознанию природы как высшей ценности, росту экологической активности воспитанников клуба «Биоразнообразие» Центра туризма и краеведения детей и молодежи «Ветразь» Минского района. В рамках проекта «Соколиная родина», учащиеся приняли участие в сохранении от вырубк и последующей трансформации под жилой комплекс небольшой сосновый массив на территории г.п.Мачулищи Минского района. Именно учениками совместно с педагогами было обнаружено колониальное поселение древесногнездящихся пустельг обыкновенных, редких соколов, которые занесены в Красную книгу Республики Беларусь. В 2011 году природоохранная деятельность старшеклассников, к которой присоединились местные жители, ученые, общественные деятели, привела к тому, что подшефная территория получила статус биологического заказника «Соколиный». Сегодня это единственный в стране специализированный резерват для сохранения и воспроизведения сокращающейся популяции древесногнездящихся пустельг. Активисты проекта «Соколиная родина» стали победителями республиканских и международных конференций и конкурсов исследовательских работ учащихся. Заказник «Соколиный» стал местом экологических экскурсий для учащихся не только местной школы, но и учеников многих школ г. Минска.

В 2015 году учащиеся приняли участие в проекте «Соколиной тропой», где применена совершенно новая методика организации экологического маршрута. В результате исследовательской работы выявлены гнездовые участки пения певчих птиц, пустельги и коростеля. В местах активного пения установлены специальные информационные таблички с фотографией и кратким текстом о птице. Таким образом, любой посетитель маршрута, оказавшись возле таблички, может услышать голос соответствующей птицы, которые, много поют и не покидают свой гнездовой участок. Таблички установлены на дорожке массового движения людей, таким образом, прослушивание птичьих голосов никак не мешает гнездованию птиц. Проект «Соколиной тропой» отмечен дипломом Министерства образования Республики Беларусь в рамках республиканского конкурса зеленых маршрутов.

Исследование проблем летучих мышей в лесных насаждениях привело к организации ученической районной акции «Bat-box». Старшеклассники из Прилуцкой, Мачулищанской, Бровковской, Боровлянской средних школ, а также Боровлянской гимназии изготовили искусственные убежища для летучих мышей – рыжих вечерниц. Методиками изготовления поделились сотрудники организации «Bat Conservation Trust» (Великобритания). Домики для летучих мышей развешены в заказниках: Соколиный, Прилуцкий, Прилепский. Активно ведется работа по выявлению и картированию деревьев с естественными жильными дуплами, т.к. именно такие дуплистые деревья в первую очередь подвергаются опасности вырубк.

Ежегодно проводится биотехническая работа по изготовлению искусственных гнездовий для птиц. Это позволило увеличить разнообразие птиц на территории школы и поддержать пернатых заказника «Соколиный». В искусственных гнездовьях различного типа успешно гнездятся большие синицы, лазоревки, мухоловки-пеструшки, белые трясогузки, серые мухоловки, обыкновенные горихвостки, скворцы, ушастые совы, обыкновенные пустельги, вертишейки и др. Устанавливаются убежища для земноводных, кормушки для зимующих птиц, осуществляется посадка деревьев, уборка территории и другие традиционные мероприятия.

Участвуя в природоохранных мероприятиях, старшеклассники проявляют активность, стремление расширять сферу своей деятельности и обладают устойчивой доминирующей системой мотивов. Природоохранные действия учащихся, выходящие за границы требований образовательного процесса и ситуации, являются творческими по определению. Производя изменения в окружающей природе, направленные на созидание и оптимизацию, старшеклассники изменяются сами в своей эколого-мировоззренческой позиции, эмоционально-нравственном отношении к природе, расширяют личный опыт природоохранной деятельности.

Учитывая прогрессирование местных экологических проблем, творческое отношение старшеклассников к мероприятиям в природе, является необходимым условием для актуальной, оперативной и по возможности опережающей природоохранной деятельности.

Described creative approach to environmental activities of senior pupils, effective solutions to environmental problems. Author describes some of the results of environmental activities of senior pupils.

*Шайкин Р. В.*, Центр экологического воспитания и развития, г. Минск, Беларусь, e-mail: shaikin.r@mail.ru.

УДК 581.5+620.3

**В. М. Юрин**

## **КСЕНОНАНОЭКОЛОГИЯ – СОВРЕМЕННОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА**

В настоящее время в связи с развитием наноиндустрии все большее внимание уделяется вопросам влияния наноматериалов (НМ) на биосферу. Оказалось, что мы живем в окружении огромного количества наночастиц. Существуют как естественные (пылевые бури, вулканическая пыль, лесные пожары), так и антропогенные (сжигание топлива, мусора, сварка, промышленное производство) источники поступления НМ в окружающую среду [1].

Весьма негативным моментом является появление НЧ в атмосфере в результате внешних выбросов радиоактивного материала при ядерных катастрофах. В Республике Беларусь в результате Чернобыльской катастрофы суммарная активность выброса составила 50 МКи, его высота была 2 км, а радиоактивные осадки в виде НЧ зарегистрированы на расстоянии более 2 тыс. км (на территории 20 государств). И такие опасные для нас радиоактивные осадки находятся в виде НЧ [2].

Ранее, рассматривая типы глобального химического загрязнения биосферы, выделяли газообразные вещества, тяжелые металлы, удобрения, различные органические соединения [3]. В этом контексте не упоминались наночастицы (НЧ) или наноматериалы (НМ), что, вероятно, не связывалось с их размерным отличием от входящих в перечисленные категории макро веществ. Однако, как выяснилось, НМ, к которым относятся изолированный твердофазный объект, имеющий хотя бы по одному измерению размер не более 100 нм, обладают комплексом физических, химических свойств и биологическим действием, которые часто радикально отличаются от свойств этого же вещества в форме сплошных фаз или макроскопических дисперсий [4].

Оказавшись в окружающей среде (почва, водная среда, воздух) НМ тем или иным образом могут влиять на экосистемы и входящие в них организмы. Выявление происходящих изменений в экосистемах и входящих в них живых организмах под действием экзогенных НМ, учитывая их чужеродность определяет развитие одного из направлений современной биологии - ксенонанозкологии.

Рассмотрение влияния наночастиц на живые системы, уделяя особое внимание растениям как первичному звену в трофической цепи, проведено автором статьи в работах [5, 6].

С ростом массового производства НМ, возрастает вероятность того, что они будут взаимодействовать с водой, почвой и воздухом, и, следовательно, попадут в пищевую цепь. Из-за малого размера ряд НМ могут не распознаваться защитными системами организма, не подвергаться трансформации и не выводиться из организма. Это может приводить к их накоплению в живых организмах и экосистемах. В этой связи оценка воздействия НМ на окружающую среду и здоровье человека требует разработки новых приемов и подходов для понимания поведения в биосфере в настоящем и предсказания их отдаленных эффектов.

Особое значение при анализе влияния НМ на биосферу имеет оценка рисков, которая предполагает изучение аккумуляции наночастиц в микробных, растительных и животных организмах и последующего переноса на более высокие трофические уровни, вплоть до попадания в организм человека.

Трудность количественного определения содержания, отсутствие разработанных уровней предельно-допустимых концентраций (ПДК) для отдельных НМ, явления синергизма и антагонизма затрудняют оценку рисков.

По современным представлениям наиболее оправданным приемом в этих условиях является использование биотестов различного уровня организации (биотестирование), позволяющим получить интегральную оценку воздействия НМ на значимые компоненты природных экосистем [7, 8].

Биотестирование – это использование объектов, выращенных в контролируемых условиях и применяемых в качестве чувствительных элементов прибора, контролирующего состояние среды (биодатчик).

Методологически биотестирование открывает подходы к пониманию механизмов «отрицательного» действия определенных классов НМ и ведет к тому, чтобы сформулировать на этой основе задания на разработку защитных мероприятий.

Биотестирование дает возможность получить наиболее полную информацию о загрязнении окружающей среды при минимальных затратах, не привлекая современное дорогостоящее оборудование, учитывая и действие неизвестных новых токсичных НМ. Примеры использования биотестирования для характеристики эффектов НМ приведены в работе [9]. Сами НМ позволяют разрабатывать нанодатчики, с помощью которых, например, выявляется присутствие ионов тяжелых металлов в воде, проводится мониторинг газового состава воздуха, распознаются сульфонамиды и др. [10].

В развитых странах одним из важнейших условий быстрого и успешного развития нанотехнологии считается разработка учебных курсов и программ, которые позволяют профессионально подготовить новое поколение исследователей, инженеров и т.д. [11]. Важным аспектом развития ксенонанозекологии является подготовка профессиональных кадров-экологов, способных эффективно работать в этой новой междисциплинарной области.

Экологам, специализирующимся в рамках образовательного процесса по ксенонанозекологии, необходимо освоить следующие приемы и подходы:

- сбор данных о существующих типах и марках наноматериалов и наносистем, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников;

- сбор научно-технической информации по тематике для составления обзоров, отчетов и научных публикаций;

- контроль за соблюдением технологической дисциплины и экологической безопасности в производственном подразделении по обработке, модификации, переработке наноматериалов и наносистем, а также изделий на их основе, контроль качества выпускаемой продукции;

- участие в работе по стандартизации, подготовке и проведению сертификации процессов, оборудования и наноматериалов, наносистем, а также изделий на их основе, подготовка документов при создании системы менеджмента качества на предприятии или в организации;

- обеспечение экологической безопасности производства на участке своей профессиональной деятельности и др.;

- освоение способов биологического тестирования, позволяющих устанавливать закономерности взаимодействия наноматериалов с живыми системами, оценить их токсичность и возможные риски.

Согласно мнению многих авторитетных экспертов высокотехнологичный сектор экономики, в частности нанозекономики, может успешно развиваться только в условиях прогресса в трех связанных и взаимозависимых сферах :

- образование и просвещение;
- фундаментальная наука;
- инновационные разработки и бизнес.

#### Список литературы

1. Анциферова, И.В. Источники поступления наночастиц в окружающую среду / И.В. Анциферова // Vestnik.pstu.ru. - 2012. - С.55-56.
2. Чернобыльская катастрофа, 1986 – 1991: документы и материалы / Департамент по архивам и делопроизводству Министерства юстиции Республики Беларусь [и др.]; сост.: В. И. Адамушко [и др.]; редкол.: В. И. Адамушко [и др.]. Минск: Институт радиологии. 2011. 336 с.
3. Юрин, В.М. Основы ксенобиологии / В.М. Юрин - Минск: БГУ. - 2001. - 234 с.
4. Шайтан, К.В. Основы нано- и биобезопасности: курс лекций / К.В. Шайтан - НОУДПО «Институт «АйТи». - 2009. - 102 с.
6. Юрин, В.М. Наноматериалы и растения: взгляд на проблемку / В.М Юрин, О.В. Молчан // Труды Белорусского государственного университета. Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем. – 2015 г. – Т. 10, ч. 1. - С. 9-21.
1. Юрин, В.М. Нанофитофизиология - одно из перспективных направлений современной биологии / В.М. Юрин, О.В. Молчан // Известия НАН Беларуси. Серия биологических наук. 2015. №4. С. 122-128
7. Toxicity of nanosized and bulk ZnO, CuO and TiO<sub>2</sub> to bacteria *Vibrio fischeri* and crustaceans *Daphnia magna* and *Thamnocephalus platyurus* / M Heinlaan [et al.] // Chemosphere. – 2008. - Vol. 71, № 7. – P. 1308-1316.
8. Дерябина, Т.Д. Токсичность ионов, нано- и микрочастиц меди в биотестах различного уровня организации / Т.Д. Дерябина // Микроэлементы в медицине. – 2013. - Т. 14, № 2. – С. 47-49.
9. Моргалев, Ю.Н. Биотестирование наноматериалов: о возможности транслокации наночастиц в пищевые цепи / Ю.Н. Моргалев [и др.] // Российские нанотехнологии. - 2010. - Т. 5. № 11-12. - С. 131 – 135.
10. Kahru A. Biotests and Biosensors for Ecotoxicology of Metal Oxide Nanoparticles: A Minireview / A. Kahru [et.al.] // Sensors. – 2008. - V.8. - P. 5153-5170.

11. Балоян, Б.М. Наноматериалы. Классификация, особенности свойств, применение и технологии получения учебное пособие / Б.М. Балоян [и др.] - М.: Международный университет природы, общества и человека «Дубна» Филиал «Угреша». - 2007. - 124 с.

Due to the presence in the biosphere of natural and anthropogenic nanomaterials, which are foreign to living systems and their communities, it seems appropriate to conduct scientific research and learning of ecologists in a new scientific direction in ecology – xenonanoecology.

*Юрин В. М.*, Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь, e-mail: [yurin@bsu.by](mailto:yurin@bsu.by).

## СОДЕРЖАНИЕ

### РАЗДЕЛ 1. РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА

<i>Matwiejuk A.</i>	3
THE LICHEN BIOTA OF „LAS ANTONIUK” NATURE RESERVE IN BIAŁYSTOK – CURRENT STATE AND CHANGES IN SPECIES COMPOSITION OVER THE PAST 15 YEARS	
<i>Айдарханова Г. С., Кожина Ж. М., Хусаинов М. Б.</i>	5
МОНИТОРИНГ РАДИОНУКЛИДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОБОЧНОЙ ЛЕСНОЙ ПРОДУКЦИИ	
<i>Амбурцева Н. И., Зелепукина Е. С., Гаврилкина С. А., Крылова А. А.</i>	6
ИЗМЕНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ЗАПАДНОГО САЯНА В РЕЗУЛЬТАТЕ АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ	
<i>Бондарь Ю. В., Рапейко О. В.</i>	8
АЛЬГОФЛОРА ОЗЕРА ЖЛОБИНСКОЕ ГОРОДА БАРАНОВИЧИ	
<i>Бояровская А. А.</i>	10
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИТОПЛАНКТОНА ОЗЕР СВИТЯЗЬ И РАДОН	
<i>Боярчук Е. В.</i>	12
РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРВИЧНОГО АНАЛИЗА ФЛОРЫ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ПРУДОВ В ОКРЕСТНОСТЯХ УЛ. ТКАЦКОЙ г. ГРОДНО	
<i>Бут-Гусаим Д.В., Абрамова И. В.</i>	14
ДУБОВЫЕ ЛЕСА ВЫСОКОЙ ПРИРОДООХРАННОЙ ЦЕННОСТИ МАЛОРИТСКОГО ЛЕСХОЗА	
<i>Валовень Н. В., Клинецвич В. Н., Шкредова К. В., Флюрик Е. А.</i>	16
БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА ГОЛУБИКИ УЗКОЛИСТНОЙ	
<i>Волчек А. А., Санелина Е. А., Рой Ю. Ф.</i>	18
ДИНАМИКА РОСТА МАЛИНЫ РЕМОНТАНТНОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ В ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ	
<i>Голубков В. В.</i>	20
ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ И ПРИРОДООХРАННЫЙ АНАЛИЗ ПАРМЕЛИОИДНЫХ ЛИШАЙНИКОВ БЕЛАРУСИ	
<i>Горбач П. А., Мазец Ж. Э., Литвиновская Р. П.</i>	21
ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ПРЕДПОСЕВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ БРАССИНОСТЕРОИДАМИ	
<i>Дитченко Т. И., Филиппова С. Н., Юрин В. М.</i>	23
ДЕПОНИРОВАНИЕ КЛЕТОЧНЫХ КУЛЬТУР IN VITRO – ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ СОХРАНЕНИЯ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ И ЭНДЕМИЧНЫХ В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ РАСТЕНИЙ-ПРОДУЦЕНТОВ ЦЕННЫХ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ	
<i>Жукова М. И., Середа Г. М., Халаева В. И.</i>	25
РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БОЛЕЗНЕУСТОЙЧИВОСТИ КАРТОФЕЛЯ	
<i>Занина М. А.</i>	27
РАЗВИТИЕ СЕТИ ООПТ КАК ФАКТОР СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ СРЕДНЕГО ПРИХОПЕРЬЯ	
<i>Ивкович Е. Н., Автушко С. А.</i>	28
АДВЕНТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ФЛОРЫ БЕРЕЗИНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА: БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ДИНАМИКА	
<i>Игнатовец О. С., Ахрамович Т. И., Феськова Е. В., Леонтьев В. Н.</i>	30
ПОВЫШЕНИЕ АКТИВНОСТИ МИКРООРГАНИЗМОВ-ДЕСТРУКТОРОВ ПЕСТИЦИДОВ РЯДА СУЛЬФОНИЛМОЧЕВИНЫ С ЦЕЛЬЮ ИНТЕНСИФИКАЦИИ РЕМЕДИАЦИИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПРИРОДНЫХ СРЕД	
<i>Квач Ю. З.</i>	32
НАХОДКИ ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ В ЛИДСКОМ РАЙОНЕ (БЕЛАРУСЬ)	
<i>Клинецвич В. Н., Матюк А. А., Флюрик Е. А.</i>	34
РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ГРЕЧКИ:	
<i>Кныш Н. В., Ермохин М. В.</i>	36
ВЛИЯНИЕ КЛИМАТА И ПАСТБИЩНОГО РЕЖИМА НА РАДИАЛЬНЫЙ ПРИРОСТ ДУБА ( <i>QUERQUS ROBUR L.</i> )	

<b>Косач Е. В., Рой Ю. Ф., Санелина Е. А.</b>	38
ВИДОВОЙ СОСТАВ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ИСКУССТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ МИКРОРАЙОНА ЗАРИЦА г. ГРОДНО	
<b>Крохмальчик А. А., Жебрак И. С.</b>	40
ЭНДОФИТНЫЕ КОРНЕВЫЕ ГРИБЫ ТОМАТОВ	
<b>Кулеш В. Ф.</b>	42
ОСОБЕННОСТИ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ГИГАНТСОЙ ПРЭСНОВОДНОЙ КРЕВЕТКИ ( <i>MACROBRACHIUM ROSENBERGII (DE MAN)</i> ) НА СБРОСНОЙ ПОДОГРЕТОЙ ВОДЕ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ	
<b>Куликова Е. Я.</b>	44
НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РУДЕРАЛЬНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ГОРОДА МИНСКА	
<b>Левковская М. В., Сарнацкий В. В.</b>	45
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА СОСНЯКОВ МШИСТЫХ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ	
<b>Матусевич Н. М., Демянчук Е. В.</b>	47
АЛЬГОФЛОРА СВЕТИЛОВСКОГО ОЗЕРА ГОРОДА БАРАНОВИЧИ	
<b>Митропольская И. В.</b>	49
ФИТОПЛАНКТОН РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В УСЛОВИЯХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ	
<b>Мялик А. Н., Галуц О. А.</b>	50
СОЗОЛОГИЧЕСКАЯ РЕПРЕЗЕНТАТИВНОСТЬ И ЛАНДШАФТНАЯ ПРИУРОЧЕННОСТЬ ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ ФЛОРЫ ПРИПЯТСКОГО ПОЛЕСЬЯ	
<b>Попечиц В. И.</b>	52
ПРОВЕДЕНИЕ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА С ПОМОЩЬЮ МОДИФИЦИРОВАННЫХ РАСТВОРОВ КРАСИТЕЛЕЙ	
<b>Приходько А. С.</b>	54
ДИНАМИКА ДРОЖЖЕВОЙ МИКРОФЛОРЫ В ЗАКВАСКАХ ЯГОД ЕСТЕСТВЕННОГО БРОЖЕНИЯ	
<b>Проскурова М. И., Зеркаль С. В.</b>	56
ОСНОВНЫЕ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА «СОРНЫХ» ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ БИОСФЕРНОГО РЕЗЕРВАТА «ПРИБУЖСКОЕ ПОЛЕСЬЕ»	
<b>Рожко А. Г.</b>	57
ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ФИТОПЛАНКТОНА РЕКИ ВИЛИЯ	
<b>Рой Ю. Ф., Санелина Е. А.</b>	58
РЕАКЦИЯ АТОМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ СТЕБЛЯ ЛИПЫ МЕЛКОЛИСТНОЙ ( <i>TILIA CORDATA MILL.</i> ) НА ЗАГАЗОВАННОСТЬ УЛИЦ ГОРОДА БРЕСТА	
<b>Сакович А. А.</b>	61
ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ БРИОКОМПЛЕКСА ФОРТИФИКАЦИЙ В ПРЕДЕЛАХ БЕЛАРУСИ НА ГРАДИЕНТЕ КАРБОНАТНОСТИ СУБСТРАТА	
<b>Селевич Т. А.</b>	63
ФИТОРАЗНООБРАЗИЕ МАССИВА ЛИСТВЕННОГО ЛЕСА В МИКРОРАЙОНЕ ДЕВЯТОВКА г. ГРОДНО	
<b>Смирнова Е. Б., Милова В. А.</b>	65
РАСПРОСТРАНЕНИЕ РЕДКИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ В ЛУГОВО-СТЕПНЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ СРЕДНЕГО ПРИХОПЁРЬЯ	
<b>Созинов О. В.</b>	67
ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОПУЛЯЦИЙ ОРХИДЕЙ <i>CYPRIPEDIUM CALCEOLUS L.</i> И <i>ORCHIS MILITARIS L.</i> (ГРОДНЕНСКИЙ РАЙОН БЕЛАРУСИ)	
<b>Созинов О. В., Носкова М. Г.</b>	69
ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТИТЕЛЬНОГО СООБЩЕСТВА НИЗИННОГО БОЛОТА БОГАТОГО МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ (ЛАНДШАФТНЫЙ ЗАКАЗНИК «ОЗЕРЫ»)	
<b>Таранова Е. А.</b>	71
ВИДОВОЙ СОСТАВ ФИТОПЛАНКТОНА РЕКИ ЛОСОСНА (г. ГРОДНО, БЕЛАРУСЬ)	

<b>Тишук Г. С., Прибыловская Н. С.</b>	72
ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕТНЕГО ФИТОПЛАНКТОНА ОЗЕРА ЗАЦКОВО (РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ЛАНДШАФТНЫЙ ЗАКАЗНИК «ОЗЕРЫ», БЕЛАРУСЬ)	
<b>Федосова А. Г.</b>	74
РАСПРОСТРАНЕНИЕ, ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ГРИБОВ РОДА <i>TRICHOGLOSSUM</i> В РОССИИ	
<b>Чернецкая Я. А., Жебрак И. С.</b>	76
МИКОРИЗНЫЕ ГРИБЫ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА <i>LILIACEAE</i>	
<b>Чумаков Л. С., Невердасова М. А.</b>	78
ЗОЛОТАРНИК КАНАДСКИЙ ( <i>SOLIDAGO CANADENSIS</i> L.) ПОД ПОЛОГОМ ГОРОДСКИХ ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ	
<b>Чумаков Л. С., Масловский О. М., Левкович А. В., Сысой И. П., Шиманович Р. В.</b>	80
ОЦЕНКА РАСПРОСТРАНЕНИЯ РОБИНИИ ЛЖЕАКАЦИИ ( <i>ROBINIA PSEUDOACACIA</i> L.) НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ	

## РАЗДЕЛ 2. РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ЖИВОТНОГО МИРА

<b>Ќзау С., Маммадов Р.</b>	82
HOW DOES THE CRISPR/CAS SYSTEM AFFECTS ECOLOGY AS THE GENETIC MIRACLE OF 21 <sup>st</sup> CENTURY?	
<b>Więcek J., Polak M., Kucharczyk M., Bohatkiewicz J.</b>	82
CZY HAŁAS KOMUNIKACYJNY WPŁYWA NA ROZMIESZCZENIE PTAKÓW W LESIE?	
<b>Абрамова И. В., Гайдук В. Е.</b>	83
РЕДКИЕ ИСЧЕЗАЮЩИЕ ПТИЦЫ ЮГО-ЗАПАДА БЕЛАРУСИ – СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ	
<b>Блинова С. В.</b>	85
МИРМЕКОКОМПЛЕКСЫ ПАРКОВЫХ ЗОН ГОРОДОВ КАК ИСТОЧНИК БИОРАЗНООБРАЗИЯ	
<b>Бубенько А. Н.</b>	87
ЖЕСТКОКРЫЛЫЕ ( <i>INSECTA, COLEOPTERA</i> ) НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «БЕЛОВЕЖСКАЯ ПУЩА» ВКЛЮЧЁННЫЕ В КРАСНУЮ КНИГУ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	
<b>Вежновец В. В., Майсак Н. Н.</b>	89
ВЛИЯНИЕ ВЫСШЕЙ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА РАЗВИТИЕ ЗООПЛАНКТОНА В ПРИБРЕЖЬЕ ОЗЕР	
<b>Вінчэўскі Дз. Я., Лукашэнка Ю. А.</b>	91
ПЛЯМІСТЫ АЛЕНЬ ( <i>CERVUS NIPPON</i> ) – НОВЫ ВІД-ІНТРАДУЦЭНТ У ФАУНЕ БЕЛАРУСІ	
<b>Гомель К. В.</b>	92
ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ВОДНО-БОЛОТНЫХ ПТИЦ г. МИНСКА	
<b>Дякова В. С., Янчуревич О. В.</b>	94
ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ РУКОКРЫЛЫХ РЕСПУБЛИКАНСКОГО ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА «ОЗЕРЫ» (ГРОДНЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ, БЕЛАРУСЬ)	
<b>Ивановский В. В.</b>	96
ГНЕЗДОВАЯ ЭКОЛОГИЯ ВОРОНА ( <i>CORVUS CORAX</i> ) НА СЕВЕРЕ БЕЛАРУСИ	
<b>Козорез А. И.</b>	97
СОСТОЯНИЕ НАЛИБОКСКОЙ СУБПОПУЛЯЦИИ ЗУБРОВ	
<b>Козулько Н. Г.</b>	100
ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП ЖУЖЕЛИЦ ( <i>COLEOPTERA: CARABIDAE</i> ) В МОЗАИКЕ ЛЕСНЫХ БИОЦЕНОЗОВ	
<b>Колесник В. Г., Круглова О. Ю.</b>	102
ФЕНОТИПИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ В ПОПУЛЯЦИЯХ СЕРАЕА NEMORALIS, LINNAEUS, 1758 ( <i>GASTROPODA, PULMONATA, HELICIDAE</i> ) ИЗ г. МИНСКА И МИНСКОГО РАЙОНА	
<b>Короткова А. А., Дубинин М. С.</b>	104
НАСЕКОМЫЕ В РАЙОНАХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ В ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ	
<b>Коротя С. А.</b>	105
ГЕОГРАФИЯ ЗУБРА В БЕЛАРУСИ	

<b>Кришук И. А., Гайдученко Е. С., Соловей И. А.</b>	<b>107</b>
ОБИЛИЕ И БИОТОПИЧЕСКАЯ ПРИУРОЧЕННОСТЬ ОБЫКНОВЕННОЙ БУРОЗУБКИ ( <i>SOREX ARANEUS L.</i> ) В ДОЛИНАХ КРУПНЫХ РЕК ДНЕПРА И ПРИПЯТИ НА ПРОТЯЖЕНИИ РЕПРОДУКТИВНОГО ПЕРИОДА	
<b>Кузьмицкий А. Н.</b>	<b>109</b>
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСКУССТВЕННЫХ ГНЕЗДОВИЙ ДЛЯ ПТИЦ-ДУПЛОГНЁЗДНИКОВ В УСЛОВИЯХ БЕЛОВЕЖСКОЙ ПУЩИ	
<b>Ларченко А. И.</b>	<b>111</b>
ВИДОВОЙ СОСТАВ ЗИМУЮЩИХ РУКОКРЫЛЫХ ГОРОДА МИНСКА	
<b>Лесничий Д. Ю.</b>	<b>113</b>
МАТЕРИАЛЫ ПО СПЕКТРУ ПИТАНИЯ БОЛОТНОЙ ЧЕРЕПАХИ ( <i>EMYS ORBICULARIS LINNAEUS</i> , 1758) В ЮЖНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ	
<b>Литвинова А. Г., Вежновец В. В.</b>	<b>115</b>
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЛИКТОВОГО И ЧУЖЕРОДНОГО ВИДОВ РОДА EURYTEMORA ( <i>CRUSTACEA, COPEPODA</i> ) ИЗ ФАУНЫ БЕЛАРУСИ	
<b>Лузянин С. Л., Еремеева Н. И.</b>	<b>117</b>
К ИЗУЧЕНИЮ НАСЕЛЕНИЯ ЖУЖЕЛИЦ ( <i>COLEOPTERA, CARABIDAE</i> ) ТЕРРИКОНОВ УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА	
<b>Лукашук А. О.</b>	<b>119</b>
ОХРАНЯЕМЫЕ ВИДЫ НАСЕКОМЫХ БЕЛАРУСИ В ФАУНЕ БЕРЕЗИНСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА	
<b>Лысенков С. Н.</b>	<b>121</b>
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУХ-ЖУРЧАЛОК ( <i>DIPTERA: SYRPHIDAE</i> ) КАК ИНДИКАТОРОВ НАРУШЕННОСТИ БИОЦЕНОЗОВ	
<b>Лях Ю. Г., Востоков Е. К., Морозов А. В.</b>	<b>122</b>
ОЛЕНЬ БЛАГОРОДНЫЙ В БЕЛАРУСИ: СТАНОВЛЕНИЕ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСУРСОВ	
<b>Островский А. М.</b>	<b>125</b>
ОСНОВНЫЕ ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ НАСЕКОМЫХ ЮГО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ (ЩЕТИНОХВОСТКИ, ДРЕВНЕКРЫЛЫЕ И НОВОКРЫЛЫЕ С НЕПОЛНЫМ ПРЕВРАЩЕНИЕМ)	
<b>Рыжая А. В., Гляковская Е. И.</b>	<b>127</b>
ЧЛЕНИСТОНОГИЕ-ФИТОФАГИ В ЗЕЛЕНых НАСАЖДЕНИЯХ г. СКИДЕЛЯ (ГРОДНЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ, БЕЛАРУСЬ)	
<b>Суходольская Р. А., Савельев А. А.</b>	<b>129</b>
ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОЛОВОГО ДИМОРФИЗМА ЖУКОВ-ЖУЖЕЛИЦ ( <i>COLEOPTERA, CARABIDAE</i> )	
<b>Трепашко Л. И., Немкевич М. Г., Бойко С. В., Максимович Я. В.</b>	<b>131</b>
ЭНТОМОФАУНА ОДНОЛЕТНИХ БОБОВЫХ КУЛЬТУР БЕЛАРУСИ	

### РАЗДЕЛ 3. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БИОХИМИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ И МЕДИЦИНА

<b>Ciereszko I.</b>	<b>134</b>
SUGARS IN PLANT RESPONSE TO STRESSFUL ENVIRONMENTAL CONDITIONS	
<b>Oleńska E., Malek W.</b>	<b>135</b>
THE <i>NIFH</i> GENE DIVERSITY OF <i>TRIFOLIUM REPENS</i> SYMBIONTS FROM METALLIFEROUS AND NONMETALLIFEROUS AREAS IN SOUTHERN POLAND	
<b>Pytlak A., Kuźniar A., Goraj W., Stepniewska Z.</b>	<b>136</b>
PRODUCTION OF POLYESTERS BY THE METHANOTROPHIC BACTERIA – “GREEN” ALTERNATIVE FOR PETROCHEMICAL PLASTICS	
<b>Stepniewska Z., Goraj W., Wolińska A., Szafranek-Nakonieczna A., Banach A., Górski A.</b>	<b>138</b>
METHANOTROPHIC ACTIVITY OF ROCKS SURROUNDINGS SALT DEPOSITS IN WIELICZKA SALT MINE	
<b>Stepniewska Z., Kuźniar A., Szafranek-Nakonieczna A., Pytlak A.</b>	<b>139</b>
THE COMPOSITION OF THE PEAT METHANOGENIC CONSORTIUM INVOLVED IN THE TRANSFORMATION OF A COALS	

<i>Wołyniec E., Nalewajko-Sieliwoniuk E., Kojło A., Rudak I.</i>	140
ZASTOSOWANIE WYSOSKOSPRAWNEJ CHROMATOGRAFII CIECZOWEJ Z POKOLUMNOWĄ DETEKCJĄ CHEMILUMINESCENCYJNĄ DO OZNACZANIA KWASÓW FENOLOWYCH	
<i>Вейлкин И. В., Надыров Э. А., Чайкова Ю. В., Никонович С. Н., Боровская И. П.</i>	141
ОНКОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ У НАСЕЛЕНИЯ ПОСТРАДАВШЕГО ОТ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС	
<i>Гаврилова С. О., Сушко Л. И.</i>	143
ОСОБЕННОСТИ ОБМЕНА ЛИПИДОВ У МУЖЧИН И ЖЕНЩИН ПО ДАННЫМ ПОЛИКЛИНИКИ № 10 г. МОГИЛЕВА	
<i>Дерябина Н. А.</i>	145
СОДЕРЖАНИЕ НЕКОТОРЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ОТДЕЛЬНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЯХ ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ, ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	
<i>Домаш В. И., Канделинская О. Л., Иванов О. А., Шарпио Т. П., Забрейко С. А., Грищенко Е. Р., Рипинская К. Ю.</i>	147
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ БЕЛКИ РАСТЕНИЙ: УЧАСТИЕ В МЕХАНИЗМАХ АДАПТАЦИИ К ТЕХНОГЕННЫМ ЭМИССИЯМ АВТОМАГИСТРАЛЕЙ	
<i>Емельяничик С. В.</i>	149
УЛЬТРАСТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ГЕМАТОЭНЦЕФАЛИЧЕСКОГО БАРЬЕРА ПРИ АХОЛИИ У КРЫС	
<i>Жабин И. С., Каревский А. Е., Мандрик К. А.</i>	151
БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МОЛЛЮСКОВ В БИОИНДИКАЦИИ НАЗЕМНЫХ И ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ	
<i>Жук Т. П.</i>	153
НЕЙРОТРАНСМИТТЕРНЫЕ АМИНОКИСЛОТЫ В ОТДЕЛАХ МОЗГА КРЫС КАК МАРКЕРЫ СУБХРОНИЧЕСКОЙ И ХРОНИЧЕСКОЙ АЛКОГОЛЬНОЙ ИНТОКСИКАЦИИ	
<i>Журун О. Р., Лыщик В. Т., Индушко Г. И.</i>	155
БОЛЕЗНИ ТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ В СОВРЕМЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ	
<i>Зайцева Д. С.</i>	156
СОДЕРЖАНИЕ НЕКОТОРЫХ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В НАЗЕМНЫХ ОРГАНАХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ЛЕКАРСТВЕННОГО СЫРЬЯ, ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ	
<i>Зубок Н. М. Пономарева А. В.</i>	158
ВОЗБУДИТЕЛИ ГЕЛЬМИНТОЗНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ В ГОРОДЕ ВОЛКОВЫСКЕ	
<i>Иванов О. А., Донец Р. А., Домаш В. И.</i>	159
МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ БЕЛКИ ИЗ ГРУППЫ ИНГИБИТОРОВ ПРОТЕАЗ КАК ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ ИНВАЗИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА <i>SOLIDAGO CANADENSIS</i> L.	
<i>Карелин С. И., Каревский А. Е., Мандрик К. А.</i>	161
ОКИСЛИТЕЛЬНАЯ МОДИФИКАЦИЯ БЕЛКОВ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА НА СТАДИЯХ РАЗВИТИЯ	
<i>Кириллова О. М., Кириллова В. Р.</i>	164
ПРИМЕНЕНИЕ САПРОПЕЛЕЙ ОЗЕРА ДИКООЕ (САНАТОРИЙ «РАДОН») ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА	
<i>Коваленко Н. А., Супиченко Г. Н., Шутова А. Г., Леонтьев В. Н.</i>	165
КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ЭФИРНОГО МАСЛА <i>AGASTACHE MEXICANA</i> L.	
<i>Коваленя Т. А.</i>	166
ГЕПАТОПРОТЕКТОРНЫЙ ЭФФЕКТ ФЛАВОНОИДОВ КЛЮКВЫ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ПОРАЖЕНИЯ ПЕЧЕНИ	
<i>Козырева Е. В., Крытынская Е. Н.</i>	168
ФОТОИНДУЦИРОВАННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ РАЗНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕНЦИАЛОВ ПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ МЕМБРАНЫ КЛЕТОК <i>NITELLA FLEXILIS</i> ПОД ВЛИЯНИЕМ САЛИЦИЛОВОЙ И ЯНТАРНОЙ КИСЛОТ В УСЛОВИЯХ ТЕРМОСТРЕССА	
<i>Кондратьева В. В., Савченко Г. Е., Кабашишникова Л. Ф.</i>	170
ВЛИЯНИЕ $\beta$ -АМИНОМАСЛЯНОЙ КИСЛОТЫ НА ГЕНЕРАЦИЮ АКТИВНЫХ ФОРМ КИСЛОРОДА В ЗДОРОВЫХ И ИНФИЦИРОВАННЫХ ГРИБОМ <i>BIPOLARIS SOROKINIANA</i> (SAAC.) ШНОЕМ. ПРОРОСТКАХ ЯЧМЕНЯ	

<b>Мазец Ж. Э., Суша О. А., Литвиновская Р. П.</b>	<b>172</b>
ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА СТЕРОИДНОЙ ПРИРОДЫ И НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА ПРОСА ОБЫКНОВЕННОГО ( <i>PANICUM MILIACEUM</i> L.)	
<b>Позняк Л. В.</b>	<b>174</b>
ВЫДЕЛЕНИЕ ШТАММОВ МИКРООРГАНИЗМОВ, УСТОЙЧИВЫХ К АНТИМИКРОБНЫМ ПРЕПАРАТАМ, У НАСЕЛЕНИЯ г. БЕЛООЗЕРСКА БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ	
<b>Почебыт М. С., Пашенко Е. Н., Индушко Г. И.</b>	<b>175</b>
СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ НОВОРОЖДЕННЫХ И ИХ МАТЕРЕЙ	
<b>Севец А. В.</b>	<b>177</b>
БИОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ РЕЗЕРВОВ ОРГАНИЗМА	
<b>Семенович Д. С., Бородин Т. А., Лукиенко Е. П., Канунникова Н. П., Гуринович В. А.</b>	<b>179</b>
ПОКАЗАТЕЛИ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА В ПЛАЗМЕ И СИСТЕМА ГЛУТАТИОНА ЭРИТРОЦИТОВ КРОВИ КРЫС НА ФОНЕ СИСТЕМНОГО ВОСПАЛЕНИЯ И НАСЫЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗОМ	
<b>Синдирева А. В., Конвай В. Д., Александровская Е. А., Зайко О. А.</b>	<b>181</b>
ЭКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЯ СЕЛЕНА В СИСТЕМЕ ПОЧВА-РАСТЕНИЕ-ЖИВОТНОЕ	
<b>Цыганов А. Р., Панасюгин А. С., Ломоносов В. А., Павловский Н. Д., Гуца В. К.</b>	<b>183</b>
ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОФИЛЬТРАЦИИ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ИЗ ВОДЫ ДРОЖЖЕЙ <i>SACCHAROMYCES CEREVISIAE</i>	
<b>Чернышева А. Р.</b>	<b>185</b>
ИЗУЧЕНИЕ АДАПТАЦИИ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ В МЕДИЦИНСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ, НА ОСНОВЕ СРАВНЕНИЯ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛИПИДНОГО ОБМЕНА	

#### РАЗДЕЛ 4. РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ И ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД

<b>Karpinska J.; Sokół A.</b>	<b>187</b>
WYKORZYSTANIE PROCESÓW FOTOCHEMICZNYCH DO USUWANIA POZOSTAŁOŚCI FARMACEUTYKÓW Z WÓD POWIERZCHNIOWYCH	
<b>Opalińska M., Antonowicz J.</b>	<b>188</b>
PORÓWNANIE ROZMIESZCZENIA SUBSTANCJI BIOGENICZNYCH W PROFILU PIONOWYM WODY JEZIOR POLSKI W OKRESIE LETNIM NA PODSTAWIE DANYCH LITERATUROWYCH	
<b>Адиканко И. И., Дубенок С. А.</b>	<b>192</b>
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ И НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ВОДОПОДГОТОВКИ НА ОБЪЕКТАХ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ	
<b>Асмаловский Н. А.</b>	<b>194</b>
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ РЕКИ ВИЛИЯ	
<b>Воробьев П. Д., Чередниченко Д. В., Воробьев А. Д.</b>	<b>196</b>
ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ДИСКОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ВОДОБОРОТНЫХ ОХЛАЖДАЮЩИХ СИСТЕМ И СОКРАЩЕНИЯ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	
<b>Гельмер Е. В., Колесник И. М.</b>	<b>198</b>
ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РОДНИКОВОЙ ВОДЫ В г. ГРОДНО	
<b>Гуцева Г. З.</b>	<b>200</b>
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УТИЛИЗАЦИИ ОБЕЗВОЖЕННЫХ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД	
<b>Дубенок С. А., Захарко П. Н., Голод Ю. В.</b>	<b>202</b>
МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РАСЧЕТУ ПОТЕРЬ И НЕУЧТЕННЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ В СИСТЕМЕ КОММУНАЛЬНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И УКРАИНЫ	
<b>Дубенок С. А., Сушко С. В.</b>	<b>204</b>
ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ МАЛЫХ ВОДОТОКОВ В ЧЕРТЕ КРУПНЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	

<i>Дубовик О. С., Глушенкова А. А., Маркевич Р. М.</i>	206
ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА УДАЛЕНИЕ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД АЗОТА И ФОСФОРА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА КАСКАДНОЙ ДЕНИТРИФИКАЦИИ	
<i>Захарко П. Н., Поздняков А. А.</i>	208
НОРМИРОВАНИЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	
<i>Кизер А. З., Скайсгирене А., Юхневич Г. Г.</i>	210
ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ УГЛЕРОДА В ОСАДКАХ СТОЧНЫХ ВОД ПРИ ИХ ХРАНЕНИИ НА ИЛОВЫХ ПЛОЩАДКАХ	
<i>Коврик С. И., Дударчик В. М., Коврик И. И.</i>	212
СВЯЗЫВАНИЕ КАТИОНОВ НИКЕЛЯ, МЕДИ И ХРОМА ГУМИНОВЫМИ КИСЛОТАМИ ТОРФА	
<i>Коробач Е. В., Юхневич Г. Г., Фурик Н. Н.</i>	214
СТАБИЛИЗАЦИЯ КАРТОФЕЛЬНОГО КЛЕТОЧНОГО СОКА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИМИ ПРЕПАРАТАМИ	
<i>Маер Д. Ю., Чубрик Д. В., Белова Е. А.</i>	216
ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ В р. ГОРОДНИЧАНКА В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ЛИВНЕВОГО СТОКА	
<i>Мажайский Ю. А., Лазарева Т. С., Лукьянова С. Ю.</i>	218
ВОДНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВ НА ГАЗОННЫХ ПОКРЫТИЯХ ПРИ ОРОШЕНИИ	
<i>Пеньковская А. М., Попова Е. Н.</i>	223
РАЗРАБОТКА ПЛАНА УПРАВЛЕНИЯ БАССЕЙНОМ РЕКИ ЗАПАДНЫЙ БУГ	
<i>Рогацевич Т. В., Ягнешко А. И.</i>	225
ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ВОДНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ ОЗЕР ГРОДНЕНСКОГО РАЙОНА (ОЗЕРО БЕЛОЕ И ЮБИЛЕЙНОЕ)	
<i>Самусик Е. А., Лосева Л. П., Ануфрик С. С., Крупская Т. К., Анучин С. Н.</i>	226
ЭКОЛОГО-АГРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АКТИВНОГО ИЛА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ОАО «ГРОДНО АЗОТ»	
<i>Слышенков В. С., Бурдь Г. А., Полубок В. Ч.</i>	229
ПРОБЛЕМА СТОЧНЫХ ВОД НА ОАО «РОГОЗНИЦКИЙ КРАХМАЛЬНЫЙ ЗАВОД»	

## РАЗДЕЛ 5. РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ И РЕСУРСОВ АТМОСФЕРЫ

<i>Kurowski K.</i>	231
GROUND HEAT EXCHANGERS – A SOURCE OF ENERGY TO HEAT AND COOL A BUILDING	
<i>Panasiuk D., Kowalska M.</i>	232
POTENTIAL OF GREENHOUSE GAS EMISSION REDUCTION IN POLAND	
<i>Skrypchuk M. P.</i>	234
ПРЕВЕНТИВНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ	
<i>Голуб В. А., Голуб С. Н., Иванцив В. В., Иванцив О. Я., Голуб Г. С.</i>	236
АГРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ ЗАПАДНОГО ПОЛЕСЬЯ УКРАИНЫ	
<i>Короткова М. Н., Юхневич Г. Г.</i>	238
ПРОЕКТИРОВАНИЕ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ ТОРФОБРИКЕТНОГО ПРОИЗВОДСТВА «ВЕРТЕЛИШКИ»	
<i>Лаевская Е. В., Воробьева Е. В., Матрунчик Ю. В.</i>	240
ПЕРЕРАБОТКА И УТИЛИЗАЦИЯ ГЛИНОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ КАЛИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА	
<i>Матусевич Ю. Ю., Марчик Т. П.</i>	241
ВОЗДЕЙСТВИЕ ОАО «ЩУЧИНСКИЙ МАСЛОСЫРЗАВОД» (г. ЩУЧИН, БЕЛАРУСЬ) НА КАЧЕСТВО АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА	
<i>Матыченков Д. В., Шибут Л. И., Матыченкова О. В., Азаренок Т. Н., Шульгина С. В.</i>	243
ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ ОТДЕЛЬНЫХ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЙ	

<i>Ракович В. А., Созинов О. В., Лецинская Н. В., Романовский Ч. А., Вихтман В.</i>	245
ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ БИОМАССЫ ВЫРАБОТАННОГО ТОРФЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДОКУДОВСКОЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ	
<i>Самуль Н. Н.</i>	247
ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ И ВОДЫ НА ВОЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ. МЕТОДЫ УСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ	
<i>Хрусталева М. А., Груздева Л. П., Суслов С. В.</i>	249
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОБИОГЕОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЙ ЛАНДШАФТОВ ВОДООХРАННЫХ ЗОН	

## РАЗДЕЛ 6. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ПРОСВЕЩЕНИЕ В ИНТЕРЕСАХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

<i>Бонина Т. А., Цытрон Е. В.</i>	251
ВОПРОСЫ БИОБЕЗОПАСНОСТИ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ВОСПИТАНИИ И ОБРАЗОВАНИИ СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВУЗА	
<i>Борисевич Н. Я.</i>	252
РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОСВЕЩЕНИЕ В ИНТЕРЕСАХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПОСТРАДАВШИХ ОТ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ КАТАСТРОФЫ РАЙОНОВ	
<i>Гриб А. Д., Рыбак В. А.</i>	255
"ЗЕЛЕНЕ" МИРОВОЗЗРЕНИЕ КАК ФЕНОМЕН СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА	
<i>Ковалевская Л. В.</i>	257
ОРГАНИЗАЦИЯ ВНЕАУДИТОРНОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭУМК	
<i>Лебедев Н. А.</i>	259
ЗНАЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭВОЛЮЦИОННОЕ УЧЕНИЕ» В СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ УЧИТЕЛЕЙ БИОЛОГИИ	
<i>Лобачевская Е. Н.</i>	261
ОБУЧЕНИЕ ДЕЙСТВИЕМ В ИНТЕРЕСАХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ: СОВМЕСТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВСЕХ УЧАСТНИКОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА КАК УСЛОВИЕ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ ЭКОМАСТЕРСКОЙ В ШКОЛЕ И СООБЩЕСТВЕ	
<i>Лопатко Е. Г., Бирз В. С.</i>	263
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ДРУЖИНА, КАК ПРИМЕР ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНЧЕСКОГО АКТИВА	
<i>Моргачева Л. Г.</i>	264
РЕСУРСНЫЙ ЦЕНТР ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ В УЧРЕЖДЕНИИ ОБЩЕГО СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ КАК УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ПЛОЩАДКА ДЛЯ ПРОСВЕЩЕНИЯ И ОБУЧЕНИЯ СУБЪЕКТОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ИНТЕРЕСАХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ	
<i>Недюрмагомедов Г. Г., Темирханов Р. М.</i>	266
ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ ДАГЕСТАНСКИХ ШКОЛЬНИКОВ В ПРОЦЕССЕ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ: РЕГИОНАЛЬНЫЙ АСПЕКТ	
<i>Петрукович А. Н.</i>	269
ТРЕНИНГ «ХИМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»	
<i>Пуп Н. В., Верболь Т. А.</i>	270
ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ	
<i>Реут А. А., Миронова Л. Н.</i>	272
ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОСВЕЩЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ ГОРОДА УФЫ	
<i>Рыбак В. А., Гриб А. Д.</i>	274
ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ ЛИЧНОСТИ В ПРОЦЕССЕ ЭКОЛОГО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ	
<i>Сергеева И. В., Пономарева А. Л., Шевченко Е. Н., Сергеева Е. С., Воробьева Г. В., Берко О. А.</i>	276
ПУТИ РЕАЛИЗАЦИИ ВУЗАМИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ В РАМКАХ КОНЦЕПЦИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ	

<b>Шайкин Р. В.</b>	<b>278</b>
ТВОРЧЕСКИЙ ПОДХОД В ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТАРШЕКЛАССНИКОВ	
<b>Юрин В. М.</b>	<b>280</b>
КСЕНОНАНОЭКОЛОГИЯ – СОВРЕМЕННОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА	