

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ГРОДНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ЯНКИ КУПАЛЫ»
ГРОДНЕНСКИЙ ОБЛАСТНОЙ КОМИТЕТ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ
И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ

Сборник научных статей,
посвящённый 60-летию
факультета биологии и экологии



Гродно
ГрГУ им. Янки Купалы
2024

УДК 504(08)
ББК 20.1
А43

Рекомендовано Редакционно-издательским советом ГрГУ им. Янки Купалы

Редакционная коллегия:

О. В. Янчуревич (гл. ред.), *И. Б. Заводник*, *И. М. Колесник*, *Т. В. Ильич*

Рецензенты:

Нефёдов Л. И., доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры биохимии учреждения образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»;

Сутько И. П., кандидат биологических наук, доцент,
старший научный сотрудник отраслевой лаборатории биологически активных веществ
Республиканского научно-исследовательского унитарного предприятия
«Институт биохимии биологически активных соединений Национальной академии наук Беларуси»

Для подготовки издания авторские фотографии предоставили
О. В. Созинов, А. А. Сакович

Актуальные проблемы экологии : сб. науч. ст., посвящ. 60-летию
А43 факультета биологии и экологии / М-во образования Респ. Беларусь,
Гродн. гос. ун-т им. Янки Купалы, Гродн. обл. ком. природных
ресурсов и охраны окружающей среды ; редкол.: О. В. Янчуревич (гл.
ред.), И. Б. Заводник, И. М. Колесник, Т. В. Ильич. – Гродно : ГрГУ,
2024. – 234 с.

ISBN 978-985-582-635-5

В издании, подготовленном по итогам XIX международной научно-практической конференции (Гродно, 1–4 октября 2024 г.), представлены статьи исследователей из Беларуси, России, Казахстана, посвящённые теоретическим и практическим аспектам использования и повышения устойчивости водных и почвенных ресурсов, ресурсов атмосферы в условиях изменения климата. Рассматривается широкий спектр вопросов сохранения биоразнообразия, влияния факторов окружающей среды на биологическую активность организмов, совершенствования методов экологического мониторинга. Значительное внимание уделяется вопросам развития пищевых технологий, направленного на достижение Целей устойчивого развития. 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.

УДК 504(08)
ББК 20.1

ISBN 978-985-582-635-5

© Учреждение образования
«Гродненский государственный университет
имени Янки Купалы», 2024

РАЗДЕЛ 1.
**РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ
И ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ,
МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ**

УДК 645.47

Т. Н. Азаренок, О. В. Матыченкова, С. В. Дыдышко, М. В. Воробей
Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси

**О СОЗДАНИИ СПРАВОЧНО-ИНФОРМАЦИОННОГО РЕСУРСА
«ФОТОКОЛЛЕКЦИЯ ПОЧВ БЕЛАРУСИ»**

Представлены аспекты создания фотоколлекции почв Беларуси как справочно-информационного ресурса открытого доступа, основу которого составляет визуальная база профилей почв. Тематические фотоколлекции, создаваемые в соответствии со специальными задачами, отражают важнейшие особенности генезиса, эволюции почв их агроэкологического состояния и могут служить для обеспечения научно-исследовательских работ и образовательного процесса в области агропочвоведения, агрохимии, экологии и географии почв.

Ключевые слова: почвенно-информационная система, почвенный профиль, почвенная разновидность, визуальная база данных, справочно-информационный ресурс.

Почвы – важнейший природный ресурс, национальное достояние страны, рациональное и безопасное использование которых, зависит от полноты знаний о них. В Институте почвоведения и агрохимии накоплена уникальная информация о почвах, которая объединена в разноуровневую Почвенную информационную систему (ПИСБ), пространственную основу которой составляют цифровые разномасштабные почвенные карты (М 1:2 500 000–1:2000), а атрибутивную – базы данных почвенных репрезентативных профилей, позволяющих информативно охарактеризовать почвенный покров республики различного уровня исследования и характеризующиеся наиболее полным набором аналитических показателей состава и свойств почв [1]. Весь этот значительный накопленный объем информации, отражающий совместное применение в почвенных исследованиях цифровой фотографии и ГИС технологий, может служить исходным источником для формирования специализированной «визуальной» базы данных – фотоколлекции разнообразия почв Беларуси на различных пространственных уровнях (почвенной провинции, почвенно-экологического района и т. п.) организации как справочно-информационного ресурса открытого доступа.

Основой исследований служит профильно-генетический метод диагностики почв, предполагающий их разделение на основе морфологического строения профиля как почвенного индивидуума с системой соподчиненных генетических горизонтов, взаимосвязанных и взаимообусловленных в своем генезисе, эволюции под влиянием природно-антропогенных факторов и процессов почвообразования.

Фотоколлекция предполагает наличие сведений о таксономическом (разнообразии индивидуальных почв или групп почв как лесных, так и сельскохозяйственных земель определенной территории) и функциональном (связанное с неоднородностью почвенных свойств) разнообразии почв в виде почвенных профилей, получивших распространение в южно-таежной зоне (в пределах Беларуси). Согласно «Примерному номенклатурному списку...», представлен 443 наименованиями [2].

Для создания фотоколлекции почв определяются цели и задачи, устанавливается уровень организации представления фотоколлекции, ведется разработка тематического содержания и необходимого набора географических и атрибутивных характеристик и показателей для заданной группы профилей: по типу строения, наличию генетических и специфических горизонтов, обусловленных процессами почвообразования, мощности и степени дифференциации почвенного профиля, по генезису, строению и гранулометрическому составу почвообразующих пород (с учетом стандартов цветовых характеристик), наличию включений и новообразований, степени увлажнения, окультуренности, пригодности под сельскохозяй-

ственные культуры (рисунок) степени антропогенной трансформации почвенных горизонтов и профиля в целом. Проводится выборка репрезентативных фотографий почвенных профилей в соответствии с необходимыми техническими характеристиками для объективного их отображения в соответствии заданной теме.

		
Почва: дерново-карбонатная выщелоченная оглеенная внизу суглинистая, развивающаяся на древнеаллювиальных омергелеванных отложениях.	Почва: дерново-подзолистая суглинистая, развивающаяся на мощных лессовидных легких суглинках.	Почва: дерново-подзолистая суглинистая, развивающаяся на мощных моренных легких суглинках.
Наибольшее распространение почвы получили в Житковичском районе Гомельской области, Столинском районе Брестской области. Самые плодородные почвы республики. Пригодны для возделывания всех зерновых культур	Наибольшее распространение почвы получили в Мстиславском, Круглянском, Горецком районах Могилевской области, Оршанском, Дубровенском районах Витебской области, Минском, Держинском районах Минской области, Кореличском районе Гродненской области. Наиболее пригодны для возделывания озимой и яровой пшеницы, озимой тритикале, ячменя.	Наибольшее распространение получили в Городокском, Шумилинском, Ушачском, Лиозненском, Лепельском, Поставском, Бешенковичском районах Витебской области, Опшмянском, Сморгонском районах Гродненской области, Крупском, Мядельском районах Минской области. Пригодны для возделывания озимой и яровой пшеницы, озимой тритикале, ячменя, озимой ржи и овса.
Балл бонитета: 83-100	Балл бонитета: 71-75	Балл бонитета: 71-75

Рисунок – Репрезентативные профили почв по степени пригодности для возделывания зерновых культур

Создаются таблицы свойств почв с целевыми количественными и статистическими данными, осуществляется инвентаризация и систематизация текстовых научных сведений. На заключительном этапе определяются возможные форматы (например, печатный, электронный) представления фотоколлекции и передача тематической коллекции потребителю.

Создание справочно-информационного ресурса «Фотоколлекция почв Беларуси» будет содействовать расширению представлений и популяризации знаний о многообразии почв, обеспечению научно-исследовательской, производственной и учебной деятельности в области агропочвоведения, агрохимии, экологии, географии, землеустройства.

Список использованных источников

1. Почвенно-информационные системы в агропочвоведении / В. В. Лапа [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2018. – Приложение к журналу № 2 (117). – С. 9–12.
2. Примерный номенклатурный список почв Республики Беларусь (для целей крупномасштабного картографирования и кадастровой оценки сельскохозяйственных земель) / Ин-т почвоведения и агрохимии; Проектный ин-т Белгипрозем. – Минск, 2013. – 64 с.

T. N. Azaronak, O. V. Matychenkova, S. V. Dydyshko, M. V. Vorobey
Institute of Agrochemistry and Soil Science of National Academy of Sciences of Belarus

ABOUT THE CREATION OF THE REFERENCE AND INFORMATION RESOURCE «PHOTO COLLECTION OF SOILS OF BELARUS»

The aspects of creating a photo collection of soils of Belarus as an open access reference and information resource based on a visual database of soil profiles are presented. Thematic photo collections created in accordance with special tasks reflect the most important features of the genesis, evolution of soils and their agroecological state and can serve to provide research and educational process in the field of agro-soil science, agrochemistry, ecology and geography of soils.

Keywords: soil information system, soil profile, soil variety, visual database, reference information resource.

Ю. К. Верес, Б. В. Адамович
Белорусский государственный университет

ЭЛЕМЕНТЫ УГЛЕРОДНОГО БАЛАНСА ЭВТРОФНОГО ОЗЕРА БАТОРИНО (НАРОЧАНСКИЕ ОЗЁРА, БЕЛАРУСЬ)

По результатам многолетних гидробиологических наблюдений, а также специально выполненных исследований был составлен углеродный баланс эвтрофного озера Баторино (Нарочанская группа, Беларусь). Определен количественный вклад элементов баланса в общий бюджет углерода водоема. В годовом цикле озеро Баторино аккумулирует углерод из внешней среды, объем накопления составляет 258,97 т/год, или 41,1 г С/м²/год, что занимает 52,6 % от внешнего поступления.

Ключевые слова: Нарочанские озера, трофический статус, парниковые газы, макрофиты, органический углерод, цикл углерода, притоки.

На современном этапе развития гидробиологических исследований особую актуальность приобрела проблема изучения углеродного цикла, в связи с анализом многочисленных данных о существенных изменениях в атмосфере Земли и влиянии на эти процессы парниковых газов. Роль пресноводных экосистем в распределении углерода в окружающей среде все еще неясна, в силу отсутствия достаточной информации, а также высокой гетерогенности изучаемых объектов. Для определения роли озерной экосистемы в углеродном цикле и направленности происходящих в них процессов трансформации и потоков углерода наиболее эффективным, но при этом крайне трудозатратным, является подход, предполагающий составление общего баланса углерода в экосистеме озера, т. е. учет всего попадающего в озеро углерода и выходящего из него. Несмотря на достаточно хорошую изученность отдельных звеньев углеродного цикла, углеродный баланс в лимнических системах разного геоморфологического и трофического типа является одним из главных вопросов на современном этапе развития лимнологии и гидроэкологии. Комплексные исследования углеродного баланса в конкретно взятых водоемах являются существенным вкладом в развитие современной теории функционирования водных экосистем.

В этом вопросе изучение углеродного цикла эвтрофных озер представляет особый интерес в связи с выявлением других аспектов влияния эвтрофирования водоемов в экосистемном масштабе. Озеро Баторино – эвтрофный водоем, относящийся к Нарочанской группе и располагающийся на северо-западе Беларуси на территории Национального парка «Нарочанский». В ходе комплексной работы коллектива гидробиологов биологического факультета БГУ за период 2016–2020 гг. были установлены и рассчитаны количественные значения основных элементов углеродного баланса оз. Баторино (рисунок).

Внешняя нагрузка органическим веществом на оз. Баторино состоит из атмосферных осадков и ручьевого стока с частного водосбора. С ручьевой приточностью в оз. Баторино попадает 160,4 т углерода в год, т. е. 25,5 г С/м²/год. С атмосферными осадками в озеро Баторино поступает в год 22,7 т углерода, или 1,7 г С/м²/год. В год в озеро поступает 711,78 т отмирающих побегов макрофитов в расчете на воздушно-сухую массу. Учитывая, что воздушно-сухая масса составляет по нашим данным 90 % от абсолютно сухого веса, а среднее содержание углерода в абсолютно сухом весе составляет 50 % [1], в оз. Баторино в год поступает 320,3 т углерода с продукцией воздушно-водных макрофитов или 50,8 г С/м²/год.

Обмен с атмосферой оз. Баторино в течение вегетационного сезона показал сдвиг в сторону эмиссии углерода с разницей в 47,28 т, или 3,6 г С/м²/год. Основной вынос углерода приходится на единственный вытекающий из озера водоток – реку Дробня. С речной водой выносятся 185,7 т углерода или 14,2 г С/м²/год.

Если принимать во внимание антропогенное вмешательство, то в балансе следует еще учесть изъятие углерода из экосистемы озера с выловом рыбы. По данным за 2017 г. [2] промысловый вылов рыбы из оз. Баторино составил 36,94 ц. Любительский вылов рыбы, оцененный в 2011 г. [3], составляет ежегодно еще 26,5 ц. Учитывая, что содержание органического веще-

ства в пресноводной рыбе составляет около 20 %, и 2,15 мг органических веществ соответствует 1 мг углерода [4], из озера с выловом рыбы выносятся 0,6 т С/год или 0,1 г С/м²/год.

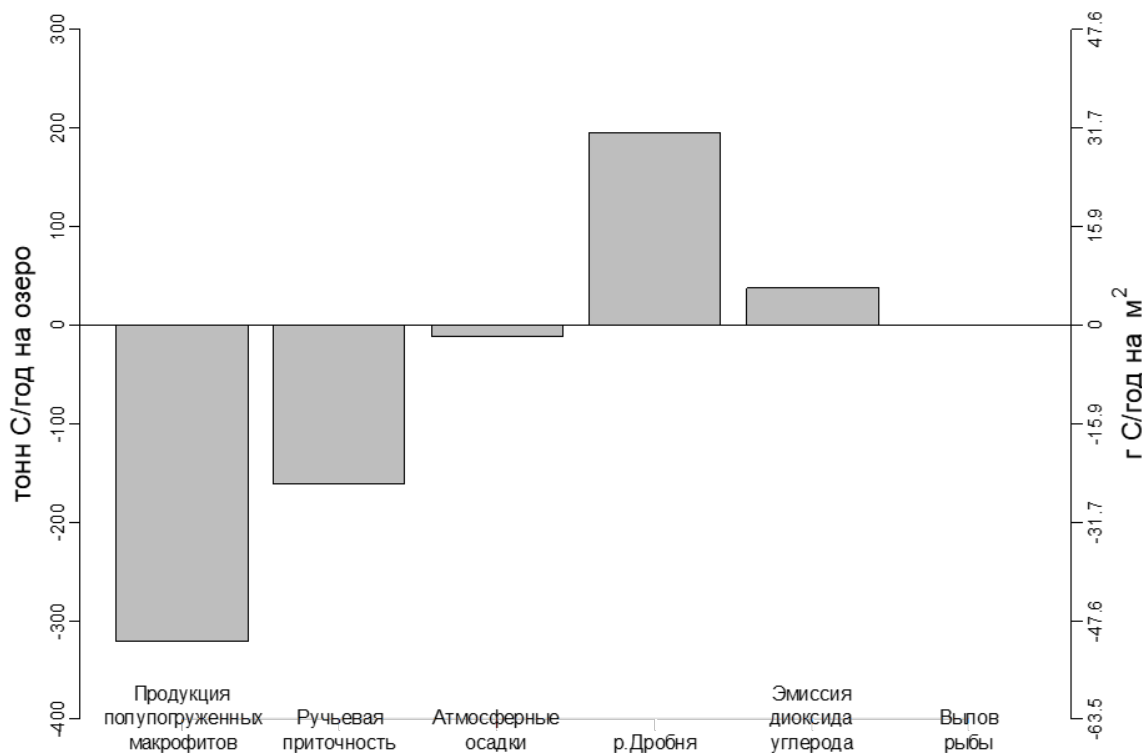


Рисунок – Элементы баланса углерода в оз. Баторино

Таким образом, в озере Баторино приходная часть баланса составляет 492,20 т, или 78,1 г С/м²/год, расходная часть – 233,24 т, или 37,0 г С/м²/год. Объем аккумулированного за год углерода составляет 258,97 т, или 41,1 г С/м²/год.

Список использованных источников

1. Распопов, И. М. Фитомасса и продукция макрофитов Онежского озера / И. М. Распопов // Микробиология и первичная продукция Онежского озера / под. ред. И. И. Николаева. – Л., 1973. – Гл. 10. – С. 123–142.
2. Бюллетень экологического состояния озер Нарочь, Мясстро, Баторино (2017 год) / Т. В. Жукова [и др.] ; под общ. ред. Т. М. Михеевой. – Минск : БГУ, 2018. – 119 с.
3. Бюллетень экологического состояния озер Нарочь, Мясстро, Баторино (2011 год) / А. П. Остапеня [и др.] ; под общ. ред. А. П. Остапени. – Минск : БГУ, 2012. – 103 с.
4. Биохимический состав тела сеголетков форели / М. В. Книга [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. – Минск, 2007. – Вып. 23. – С. 69–74.

Y. K. Veres, B. V. Adamovich
Belarusian State University

**THE CARBON BALANCE ELEMENTS OF EUTROPHIC LAKE BATORINO
(NAROCH LAKES, BELARUS)**

The results of long-termed limnological observations and special investigations formed the basis for compiling the carbon balance of the eutrophic Batorino lake's ecosystem (Naroch lakes, Belarus). The quantitative contribution of each element of the balance to the total carbon budget of the waterbody was established. In the annual cycle, Lake Batorino accumulates carbon from the environment, the accumulation volume is 258,97 t C or 41,1 g C/m²/year. It evaluates 52,6 % of carbon input into the ecosystem of the lake Miasstro.

Keywords: Naroch lakes, trophic status, greenhouse gases, macrophytes, organic carbon, carbon cycle, tributaries.

ПРОГНОЗНЫЕ ОЦЕНКИ СТОКА РЕК БАСЕЙНА НЕМАНА

Приведены прогнозные оценки стока рек бассейна Немана на период до 2035 г. с учётом различных сценариев изменения климата.

Ключевые слова: сток, прогноз, баланс, модель, сценарий.

На сегодняшний день гидрология рек бассейна Немана достаточно изучена, однако вопросы колебания стока во времени требуют детального исследования с целью прогнозирования изменений стока рек в будущем. Для бассейна Немана в силу его климатических особенностей наиболее актуальными являются засушливые явления, а также весенние половодья и летне-осенние дождевые паводки, приводящие к наводнениям.

На первом этапе проведен анализ колебаний стока на реках бассейна Немана за период с 1961 по 2010 гг., что позволило выявить следующие тенденции изменения стока:

- незначительное увеличение среднегодового стока – в среднем по бассейну на 4,2 %;
- снижение стока весеннего половодья с более ранним наступлением его пика;
- увеличение стока в зимний период;
- не очень значительное уменьшение стока в летний период.

Прогноз изменения стока поверхностных водных объектов в бассейне р. Неман на период с 2016 по 2035 гг. выполнялся с использованием двух методологически схожих гидрологических моделей:

- модели WatBal с расчетами суммарного испарения и водного баланса (расчеты по модели WatBal выполнены экспертами из Литвы) [1];
- модели гидролого-климатических расчетов на основании совместного решения уравнений водного и теплоэнергетического баланса [2].

Для прогнозных оценок изменения стока рек использована гидролого-климатическая гипотеза. На основе данной гипотезы В. С. Мезенцев разработал метод гидролого-климатических расчетов, основанный на совместном решении уравнений водного и теплоэнергетического балансов, который адаптирован нами для водно-балансовых расчетов рек Беларуси [3]. Разработанная многофакторная модель включает стандартное уравнение водного баланса участка суши с независимой оценкой основных элементов баланса (атмосферные осадки, суммарное испарение и климатический сток) в годовом разрезе. Модель реализована нами в виде компьютерной программы «Баланс» и использована для оценки возможных изменений водных ресурсов рек бассейна Немана в зависимости от принятых гипотез климатических колебаний и антропогенных воздействий на характеристики водосборов.

Уравнение водного баланса речного водосбора имеет вид:

$$Y_k(I) = H(I) - E(I) \pm \Delta W(I), \quad (1)$$

где $Y_k(I)$ – суммарный климатический сток, мм;

$H(I)$ – суммарные ресурсы увлажнения, мм;

$E(I)$ – суммарное испарение, мм;

$\Delta W(I)$ – изменение влагозапасов деятельного слоя почвогрунтов, мм;

I – интервал осреднения.

В таблице приведен обобщенный прогноз изменения стока рек бассейна Немана.

По прогнозам, изменения стока, сохраняются выявленные за период с 1961 по 2010 г. тенденции незначительного увеличения среднегодового стока в среднем по бассейну реки Неман.

Максимальное увеличение стока может произойти в зимний период (до 24 %), в основном в январе и феврале, за счет увеличения количества осадков и оттепелей.

Прогнозируемый сток в летний период может измениться не очень значительно как с его увеличением, так и уменьшением. Более значительное уменьшение стока прогнозируется в осенний период, особенно в его начале.

Таблица – Прогноз изменения стока рек до 2035 года бассейна Неман, в % от современного состояния

Река – створ	Зима	Весна	Лето	Осень	Среднегодовой
Неман – Столбцы	16,8	3,8	-2,3	-10,2	1,4
Неман – Мосты	17,9	9,1	11,3	-7,2	6,9
Неман – Гродно	22,1	8,1	9,8	-1,9	8,7
Ислочь – Боровиковщина	23,1	7,6	1,8	-3,7	6,5
Гавья – Лубинята	20,4	3,4	1,9	-3,5	5,4
Щара – Слоним	15,1	5,6	-7,7	-10,9	0,9
Свислочь – Сухая Долина	21,7	11,3	5,5	-4,8	8,7
Виляя – Стешицы	23,6	8,8	5,5	-12,0	5,8
Виляя – Михалишки	15,7	2,7	-12,6	-13,2	-2,0
Нарочь – Нарочь	20,1	3,7	2,2	-11,6	2,8
Ошмянка – Большие Яцьны	21,1	10,5	0,6	-2,4	7,2
Среднее по бассейну	19,8	6,8	1,5	-7,4	4,8

Усиление неравномерности внутригодового распределения стока и увеличение рисков наводнений, обусловленных резкими оттепелями в зимний период, более ранним наступлением весеннего половодья и увеличением интенсивности дождевых паводков может привести к увеличению рисков экстремальных явлений. Проблема возникновения маловодных периодов также актуальна для рек бассейна Немана. Хотя в настоящее и будущее время нет явных предпосылок для возникновения дефицита водных ресурсов, тем не менее, повышается вероятность наступления длительных маловодных периодов. Во время маловодных периодов может произойти ухудшение экологического состояния и рекреационного потенциала водных объектов и прилегающих территорий и т. п. Кроме того, за счет возможного увеличения частоты и продолжительности засушливых периодов повышаются риски существенного уменьшения стока малых рек со снижением в них уровня воды, ухудшением ее качества и уменьшением рекреационного потенциала.

Следует отметить, что прогнозные оценки изменения стока рек в условиях изменяющегося климата следует рассматривать как вероятностные, связанные с допущением ряда неопределенностей исходя из различных факторов, основные из которых, это:

- погрешность выявленных тенденций изменения метеорологических и гидрологических характеристик с учетом оценки статистической значимости этих тенденций;
- неопределенность и неоднозначность сценариев изменения климата;
- неопределенность результатов расчетов с использованием гидрологических моделей для прогнозирования стока, обусловленную как погрешностями самих моделей и их верификации, так и с неопределенностями используемых в них данных и коэффициентов;
- неопределенность прогнозов влияния факторов антропогенной нагрузки на водные ресурсы с учетом изменения климата.

Список использованных источников

1. Yates, D. N. WatBal: An Integrated Water Balance Model for Climate Impact Assessment of River Basin Runoff / D. N. Yates // Int. J. of Water Resources Development. – 1996. – № 12 (2). – P. 121–140.
2. Водные ресурсы Беларуси и их прогноз с учетом изменения климата / под общ. ред. А. А. Волчек, В. Н. Корнеева. – Брест : Альтернатива, 2017. – 228 с.

3. Волчек, А. А. Методика определения максимально возможного испарения по массовым метеоданным (на примере Белоруссии) / А. А. Волчек // Научно-техническая информация по мелиорации и водному хозяйству (Минводхоз БССР). – 1986. – № 12. – С. 17–21.

A. A. Volchak, L. V. Abratzsou
Brest State Technical University

FORECAST ESTIMATES OF RIVERS FLOW IN THE NEMAN BASIN

Forecast estimates of river flow in the Neman basin for the period up to 2035 are presented, taking into account various climate change scenarios.

Keywords: stock, forecast, balance, model, scenario.

УДК 556.13

Е. Ю. Дорожко, Ю. Г. Янута
Институт природопользования НАН Беларуси

ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ КАК ФАКТОР ВТОРИЧНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Донные отложения представляют собой мощный источник вторичного загрязнения водных экосистем. Этот вид загрязнения воды включает в себя отложения различных веществ на дне рек, озер и других водоемов, которые могут быть нанесены на дно как естественным путем, так и в результате антропогенной деятельности. В данной работе рассматривается влияние донных отложений на качество воды, биоразнообразие и функционирование водных экосистем, а также предлагаются методы и способы уменьшения вторичного загрязнения водных экосистем.

Ключевые слова: донные отложения, водный объект, экосистема, природные ресурсы, вторичное загрязнение.

Водные экосистемы, такие как реки, озера и моря, представляют собой сложные экологические системы, где различные факторы взаимодействуют друг с другом. Одним из ключевых компонентов этих экосистем являются донные отложения, или осадочные вещества, которые накапливаются на дне водоемов. Эти отложения могут играть как положительную, так и отрицательную роль в экосистемах, но в условиях антропогенного воздействия они зачастую становятся источником вторичного загрязнения [1].

Донные отложения состоят из множества компонентов, включая органические и неорганические вещества, а также микроорганизмы. Они формируются в результате процессов седиментации, в ходе которых частицы из воды оседают на дно. Основные источники донных отложений включают:

1. Природные факторы [2]: эрозия почвы, внесение осадков, разложение органической составляющей отложений.

2. Антропогенные факторы: сброс недостаточно очищенных сточных вод, промышленные выбросы, внесение удобрений, деятельность транспорта.

Донные отложения могут служить «хранилищем» различных загрязняющих веществ, которые попадают в водоемы. В процессе накопления загрязнителей могут происходить следующие механизмы вторичного загрязнения [3]:

1. Ремобилизация загрязняющих веществ: в определенных условиях (например, при изменении окислительно-восстановительного потенциала, повышения температуры или изменения pH) загрязняющие вещества могут вновь высвободиться в воду. Это приводит к увеличению концентрации токсичных веществ в водной среде.

2. Биомагнификация: Определенные углеводородные и токсичные вещества могут аккумулироваться в организмах водных животных, что приводит к их усиливающейся концентрации по пищевой цепи.

3. Изменение свойств экосистемы: Донные отложения могут влиять на биогеохимические процессы, изменяя условия обитания для рыб, беспозвоночных и других организмов.

Вторичное загрязнение, вызванное донными отложениями, способно иметь серьезные последствия для экосистем [4].

Загрязнение может приводить к уменьшению видов, чувствительных к токсичным веществам, что в свою очередь влияет на всю экосистему. Заболевания, вызванные потреблением загрязненной рыбы или воды, могут ухудшаться из-за накопления токсинов в пищевых цепях. Понижение качества водоемов может негативно сказаться на рыболовстве, рекреации и туризме.

Донные отложения представляют собой важный, но часто игнорируемый аспект экосистем, который может служить источником вторичного загрязнения. Для защиты водных ресурсов необходимы мониторинг состояния донных отложений, а также разработка эффективных методов их очистки и восстановления. Это позволит сохранить экологическое равновесие и предотвратить негативные последствия для всех компонентов водной экосистемы [5].

Рекомендации по снижению нагрузки на водный объект [6]:

– Установление систем мониторинга для отслеживания изменений в составах донных отложений и уровнях загрязнителей.

– Проведение исследований, направленных на понимание взаимодействия между донными отложениями и обитающими в водоемах организмами.

– Разработка и внедрение технологий очистки водоемов и управления донными отложениями.

Донные отложения являются значимым элементом водных экосистем и одновременно источником вторичного загрязнения. Для защиты и сохранения водных ресурсов необходимо принять комплексный подход, включающий мониторинг, очистку и предотвращение источников загрязнения. Только таким образом можно обеспечить устойчивость водных экосистем и качество жизни для будущих поколений [7].

Список использованных источников

1. Республиканское унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cricuwr.by>. – Дата доступа: 01.07.2024.
2. Akcil, A. A review of approaches and techniques used in aquatic contaminated sediments: metal removal and stabilization by chemical and biotechnological processes / A. Akcil // J. Cleaner Prod. – 2015. – Vol. 86. – P. 24–36.
3. World Bank. Greenhouse Gases from Reservoirs Caused by Biogeochemical Processes [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/29151>. – Дата доступа: 25.07.2023.
4. Федоров, Ю. А. Метан в водных экосистемах / Ю. А. Федоров, Н. С. Тамбиев, Д. Н. Гарькуша. – Ростов : Ростов. гос. ун-т, 2005. – 329 с.
5. Алекин, О. А. Основы гидрохимии / О. А. Алекин. – Л. : Гидрометеиздат. – 40 с.
6. Gulati, R. D. Lake restoration studies: failures, bottlenecks and prospects of new ecotechnological measures / R. D. Gulati, L. M. D. Pires, E. Van Donk // Limnologica. – 2008. – Vol. 38. – P. 233–247.
7. Jansen J. B. Global increase in methane production under future warming of lake bottom waters / J. B. Jansen // Global change biology. – 2022. – Vol. 28, № 18. – P. 5427–5440.

E. Y. Dorozhko, Y. G. Yanuta

The Institute for Nature Management of the National academy of sciences of Belarus

SEDIMENT DEPOSITION AS A FACTOR IN SECONDARY POLLUTION OF AQUATIC ECOSYSTEMS

Sediment is a major source of secondary pollution of aquatic ecosystems. This type of water pollution includes the deposition of various substances on the bottom of rivers, lakes and other bodies of water that can be laid down as a natural way. This article examines the influence of sediment on water quality, biodiversity and aquatic ecosystem functioning. Methods and techniques for reducing secondary pollution of aquatic ecosystems are also proposed.

Keywords: bottom sediments, water object, ecosystem, natural resources, secondary pollution.

А. А. Еременко, Е. И. Верех-Белоусова

Луганский государственный университет имени Владимира Даля

ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ г. ЛУГАНСКА)

Установлены закономерности поликомпонентного состава атмосферных осадков в условиях промышленного города, его динамика по годам, сезонам года, отдельным территориям и зависимости от метеорологических условий. Доказано, что на протяжении всего года с атмосферными осадками на территорию города поступает почти 7 т/км² химических компонентов.

Ключевые слова: город, атмосферные осадки, промышленные предприятия, загрязнение, химический элемент, миграция.

В г. Луганске и на прилегающих к нему территориях расположено значительное количество предприятий угольной, химической, металлургической, машиностроительной и нефтехимической промышленности, которые являются источниками загрязнения атмосферного воздуха [1]. Известно, что степень загрязнения атмосферного воздуха крупных городов зависит от количества выбросов загрязняющих веществ, их химического состава, неравномерным их размещением на территории города, интенсивностью работы автотранспорта и энергоустановок, видом и количеством используемого топлива и т. п. Периоды наиболее высокого загрязнения атмосферы города связаны в большей степени с неблагоприятными для рассеивания примесей метеорологическими условиями. Поэтому вопрос изучения состава атмосферных осадков, его динамики по сезонами года, отдельными территориями и зависимости от метеорологических условий будет всегда актуальным для обеспечения экологической безопасности урбанизированных ландшафтов.

Цель исследования – изучение закономерностей миграции загрязняющих веществ с атмосферными осадками в урбанизированных ландшафтах на примере г. Луганска.

Объектом исследования выступила территория ведущего промышленного предприятия города Луганска – Луганский машиностроительный завод имени А. Я. Пархоменко, на которой протяжении трех лет по сезонам года отбирались пробы всех атмосферных осадков. В качестве контроля выступили пробы осадков в селе Станица Луганская.

Поэлементное распределение состава атмосферных осадков, выпавших на территории Машиностроительного завода им. А. Я. Пархоменко, представлено на рисунке 1.

Полученные данные свидетельствуют о том, что на исследуемой территории наибольшее количество солей наблюдается в атмосферных осадках, выпавших осенью и летом. В таблице 1 и на рисунке 2 представлена средняя масса химических элементов и их содержание в жидких и твердых атмосферных осадках, выпавших в течение года.

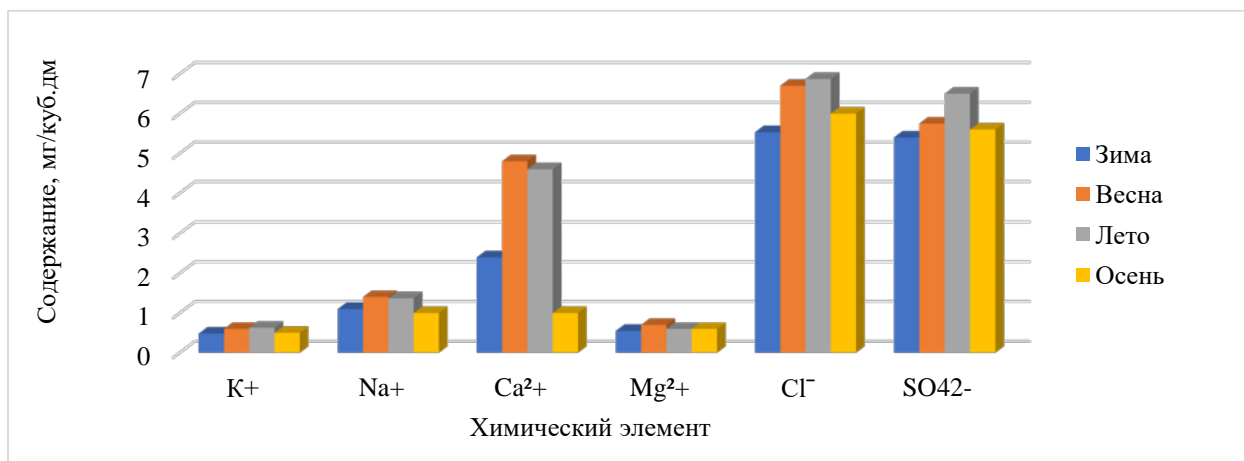


Рисунок 1 – Химический состав атмосферных осадков

Таблица 1 – Масса химических элементов, которые ежегодно выпадают на территорию города Луганска с твёрдыми и жидкими атмосферными осадками

Вид осадков	Осадки, мм	Химические элементы, кг/км ²					
		K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
Жидкие	340,4	60,4	380,4	1391,4	176,2	1605,0	1765,8
Твёрдые	206,0	49,5	122,3	371,7	76,7	504,4	494,3
Всего	546,4	109,9	502,7	1763,1	252,9	2109,4	2260,1

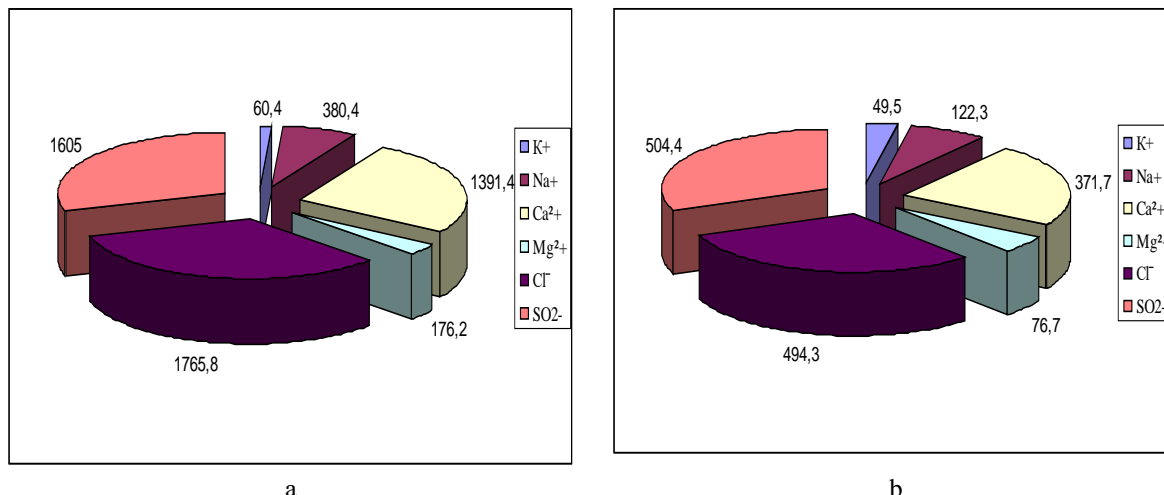


Рисунок 2 – Химический состав атмосферных осадков, выпадающих на территорию города Луганска в тёплый (а) и холодный (б) периоды года (кг/км²)

Был изучен микрокомпонентный состав атмосферных осадков, выпавших на территории Машиностроительного завода им. А. Я. Пархоменко за три исследуемых года в течение теплого и холодного времен года (таблица 2).

Таблица 2 – Объёмы поступления химических элементов с атмосферными осадками на территорию города Луганска в течение трёх лет

Год	Осадки, мм	Микрокомпоненты, кг/км ² /год								
		Ti	V	Cr	Mn	Ni	Cu	Zn	Mo	Pb
Первый	671,4	2,107	0,207	1,927	3,649	1,314	0,865	2,303	0,031	0,198
Второй	546,4	2,300	0,255	2,052	4,691	1,343	0,987	2,587	0,030	0,217
Третий	476,3	1,983	0,200	1,243	2,912	0,629	0,533	1,723	0,030	0,188
В среднем	564,7	5,390	0,662	5,222	11,25	3,286	2,385	6,613	0,091	0,603

Исследования показали, что в зимний период приземный слой воздуха загрязнен больше, чем в летний. Установлено, что на протяжении всего года с атмосферными осадками на территорию города поступает почти 7 т/км² химических компонентов. Все эти факторы оказывают негативное воздействие на экологическое состояние природных объектов и, в особенности, на почвы и водные объекты.

Список использованных источников

1. Луганщина – край нашей любви и надежды (по материалам годового отчета состояния окружающей среды в Луганской области в 2011 г.) / под ред. А. О. Арапова. – Луганск, 2012. – 187 с.

A. A. Eremenko, E. I. Verekh-Belousova
Lugansk State University named after Vladimir Dahl

**STUDY OF COMPOSITION OF ATMOSPHERIC PRECIPITATION
IN THE CONDITIONS OF INDUSTRIAL CITY (ON EXAMPLE LUGANSK)**

The article establishes the patterns of the multicomponent composition of atmospheric precipitation in an industrial city, its dynamics by year, seasons, individual territories and depending on meteorological conditions. It has been proven that almost 7 t/km² of chemical components enter the city territory with atmospheric precipitation throughout the year.

Keywords: city, atmospheric precipitation, industrial enterprises, contamination, chemical element, migration.

**ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЧИВОСТИ
ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МАЛЫХ РЕК**

На примере малых рек Городничанка и Юрисдика, протекающих на территории города Гродно, поднимается проблема высокого варьирования состава малых водотоков в условиях развития крупных городов. Представлены результаты статистического анализа гидрохимических показателей указанных рек и научное обоснование природоохранных мероприятий по снижению уровня антропогенной нагрузки.

Ключевые слова: малые реки, гидрохимические показатели, статистическая оценка состава вод.

Водные ресурсы – один из важнейших компонентов природно-ресурсного потенциала Республики Беларусь, который интенсивно используется населением и различными отраслями экономики. С годами интенсивность антропогенного воздействия на поверхностные воды возрастает, поэтому отслеживание динамики изменения качества вод важны для дальнейшего предотвращения ухудшения ситуации [1].

В городах малые реки являются неотъемлемой частью городского ландшафта, делают территорию привлекательной для рекреации и экологического туризма. В отличие от более крупных водотоков, малые реки являются более уязвимым звеном гидрографической цепи. Несмотря на значимость таких объектов, их изучению уделяется мало внимания по сравнению со всеми остальными типами водных объектов [2].

Цель работы – оценить пространственно-временные закономерности изменчивости гидрохимических показателей вод малых рек города Гродно.

В данной работе рассматривались экологическое состояние малых рек, протекающих в черте г. Гродно. Река Городничанка течет в пределах г. Гродно, впадает в реку Неман справа. Начинается она на северо-восточной окраине города в районе ул. Учхозовской и имеет длину 4,6 км. Река Юрисдика течет в пределах г. Гродно, впадает в р. Городничанка слева под мостом возле площади Тизенгауза.

До улицы 17 Сентября течет открыто, потом попадает в коллектор, иначе – в трубу. Ландшафтная ценность ручья Юрисдика в том, что протекает он словно в ущелье, созданном самой природой. Длина 2,3 км.

В воде исследуемых поверхностных источников определяли водородный показатель (рН), общую минерализацию (сухой остаток), общую жесткость (концентрацию ионов кальция и магния), концентрацию ионов аммония, нитратов, сульфатов, хлоридов [3].

Установлено, что физико-химические показатели вод малых рек г. Гродно варьируют в широких пределах. Из физико-химических показателей вод малых рек г. Гродно наименьшей вариативностью характеризуются значения рН (коэффициент вариации 1,43 %), наибольшей – общая минерализация (коэффициент вариации 82,57 %). Выявлено превышение общей минерализации данных вод гигиенического норматива в 2,5 раза.

Химический состав вод малых рек г. Гродно варьирует также в широких пределах со скачкообразными изменениями в разные сезоны года, что в целом характерно для малых рек. Наибольшая вариативность показателей выявлена для ионов аммония (коэффициент вариации 101,77 %), наименьшая – для нитрат-иона (коэффициент вариации 25,97 %) (таблица).

Химический состав вод реки Городничанки варьирует в более широких пределах в сравнении с рекой Юрисдикой, частично протекающей по трубам. Превышений гигиенических нормативов по содержанию сульфат-ионов, хлорид-ионов и нитратов в водах малых рек г. Гродно не наблюдается.

Таблица – Оценка варьирования химических показателей вод малых рек г. Гродно

Показатель	Концентрация ионов аммония		Концентрация нитрат-ионов	
	р. Городничанка	р. Юрисдика	р. Городничанка	р. Юрисдика
Объём выборки	48	15	48	15
Средняя арифметическая \pm стандартное отклонение, мг/л	0,18 \pm 0,02	0,20 \pm 0,09	7,41 \pm 1,73	4,25 \pm 0,49
Ошибка средней арифметической	0,02	0,09	1,74	0,49
Точность определения средней арифметической, %	11,11	45	23,48	11,53
Доверительный интервал для генеральной средней,	0,13–0,23	0,0025–0,40	3,65–11,18	3,18–5,33
Коэффициент вариации, %	93,66 %	101,77 %	49,92 %	25,97 %
Медиана, мг/дм ³	0,16	0,12	2,67	4,8
Минимальное значение, мг/дм ³	0,06	0,06	1,16	3,03
Максимальное значение, мг/дм ³	0,43	0,56	16,63	5,47
Размах варьирования, мг/дм ³	0,37	0,5	15,47	2,44
IQR, мг/дм ³	13,88	0,1	0,09	1,7
Асимметрия	1,4	1,96	0,54	-0,34
Ошибка асимметрии	0,612372	1,095445	0,612372	1,095445
Экссесс	2,69	3,95	-1,90	-2,77
Ошибка эксцесса	1,224745	2,19089	1,224745	2,19089

Таким образом, выявленные зависимости динамики гидрохимических показателей вод малых водных объектов города Гродно будут способствовать своевременному выявлению негативных процессов, предотвращения вредных последствий разнообразных антропогенных воздействий и определения эффективности мероприятий, направленных на рациональное использование и охрану поверхностных вод на территории крупных городов.

Наиболее эффективными для снижения уровня антропогенной нагрузки на реки Городничанка и Юрисдика будут снижение объемов поступления веществ в составе поверхностных сточных вод, повышение самоочищающей способности малых рек, в том числе путем аэрации посредством переливов, очистки русла от иловых отложений, создания берегоукрепления из экологически приемлемых материалов, посадки растительности, а также обеспечение мониторинга гидрологического режима и гидрохимического состава малых рек.

Список использованных источников

1. Зилов, Е. А. Гидробиология и водная экология (организация, функционирование и загрязнение водных экосистем) / Е. А. Зилов. – Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2009. – 147 с.
2. Дубенок, С. А. Восстановление малых водотоков в черте крупных населенных пунктов Республики Беларусь / С. А. Дубенок, П. Н. Захарко, Ю. В. Голод // V международный водный форум «Водные ресурсы и климат» : материалы докл., Минск, 5–6 окт. 2017 г. – Минск, 2017. – Ч. 1. – С. 106–111.
3. Белова, Е. А. Экологический контроль качества воды р. Городничанки / Е. А. Белова, Г. Г. Юхневич // Вестн. Гродн. гос. ун-та им. Янки Купалы. Сер. 5, Экономика. Социология. Биология. – 2012. – № 1. – С. 99–106.

V. Y. Zheleznyak

Yanka Kupala State University of Grodno

SPATIAL AND TEMPORAL VARIABILITIES OF HYDROCHEMICAL INDICATORS OF SMALL RIVERS

The article raises the problem of high variation in the composition of small watercourses in the conditions of development of large cities, using the example of the small rivers Gorodnichanka and Yurisdika, flowing on the territory of the city of Grodno. The results of statistical analysis of hydrochemical indicators of these rivers and scientific substantiation of environmental measures to reduce the level of anthropogenic load are presented.

Keywords: small rivers, hydrochemical indicators, statistical assessment of water composition.

О. Л. Захарова, А. И. Девятаева, И. В. Мишин
Хакасский государственный университет имени Н. Ф. Катанова

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО УТИЛИЗАЦИИ ШЛАМА СОДОВЫХ РАСТВОРОВ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Предлагается использование технологии геотуб на региональном предприятии цветной металлургии, позволяющей продлить сроки эксплуатации шламовых карт. Технология является альтернативой строительства новой карты шламового поля. Кроме того, применение геотуб обеспечит уменьшение объемов производственных отходов – шлама содовых растворов за счёт глубокого обезвоживания и минимизирует воздействие на окружающую среду.

Ключевые слова: сточные воды, карта шламового поля содовых растворов, геотуба, глубокое обезвоживание.

В отраслевой структуре Хакасии на цветную металлургию приходится 43,8 % от общего объёма производства, при этом основной вклад вносит алюминиевое производство, объёмы которого составляют 542 тыс. тонн в год [1].

Технологический процесс алюминиевого производства включает производство глинозёма, электролиз алюминия, отлив первичного алюминия, отлив алюминиевых слитков.

Дополнительным производственным процессом является производство обожженных анодов, в ходе которого образуются сточные воды – отработанные содовые растворы от системы газоочистного оборудования отделений обжига производства анодов. Они поступают на очистные (гидротехнические) сооружения предприятия, предназначенные для аккумуляции, отстоя и осветления отработанного содового раствора.

Структура гидротехнических сооружений представлена двумя последовательно соединёнными прудами-отстойниками, формирующими карту шламового поля. Первый пруд-отстойник предназначен для осаждения взвеси, содержащейся в содовом растворе. Второй – для ультрафиолетовой очистки воды, подаваемой из первого пруда с помощью магистральных безнапорных трубопроводов. Отсюда осветленный содовый раствор подается обратно в цех отделения обжига производства анодов на системы газоочистки.

По способу заполнения карта шламового поля содовых растворов – наливная, по расположению на местности – равнинная [2].

В ходе технологического процесса очистки на карте шламового поля в первом пруду-отстойнике формируется основной объём шлама содовых растворов (пульпа). Ежегодное образование данного вида отхода на региональном предприятии составляет в среднем 500 тонн. Шлам содовых растворов относится к 5 классу опасности и характеризуется как практически неопасный для окружающей природной среды.

Согласно документации предприятия шлам должен быть обезвожен, а заполненная карта шламового поля подвергнута захоронению и далее рекультивирована биологическим способом. В связи с этим для дальнейшего функционирования производства возникает необходимость в строительстве дополнительных карт для размещения данного вида отхода, что является достаточно экономически затратным. Кроме того, захоронение шлама может вызвать загрязнение почвенного покрова и подземных вод за счёт протечек в связи с изменениями конструкции гидротехнического сооружения со временем.

Для увеличения сроков эксплуатации шламовых карт нами предлагается использовать геотубы. Геотубы – это цилиндрические объёмные мешки, выполненные из специальных тканых материалов – геотекстиля, срок службы которого – не менее 50 лет. Особое плетение геотекстиля создает поры, которые пропускают воду только в одном направлении и задерживают твердые частицы внутри. Таким образом, в принципиальной схеме геотуб лежит про-

цесс глубокого обезвоживания. На первой стадии обезвоживание связано с выходом свободной воды сквозь мелкие поры геотекстиля при наполнении контейнера шламовой пульпой.

Глубокое обезвоживание – испарение влаги через поверхность контейнера становится возможным за счёт высокой светопоглощающей способности геотекстиля. В результате данного процесса объёмы отхода уменьшаются в 1,5 раза и конечным продуктом является тонкодисперсный сухой осадок [2].

Заполнение геотуб предлагается осуществлять с помощью насосов за счёт гидравлического нагнетания жидкой смеси – пульпы шлама через впускные рукава, которые располагаются на поверхности гибких контейнеров.

Целесообразным местом размещения геотуб следует считать борта прудов-отстойников карты шламового поля предприятия, где вода, прошедшая через геотубу, может стекать обратно в пруды-отстойники, причём как первого, так и второго порядка. Это обеспечивает значительные площади размещения контейнеров и способствует увеличению срока эксплуатации очистных сооружений регионального предприятия за счёт откачки шламовой пульпы в геотубы.

В настоящее время существует возможность индивидуального заказа геотуб по форме и необходимой пропускной способности. Высокая разрывная прочность геотекстиля и соединительных швов обеспечивает стабильность размеров и целостность геотубы как в процессе установки, так и в процессе эксплуатации.

Далее заполненные геотубы, можно как складировать штабелями, что позволит оптимизировать используемую на их размещение территорию, так и передавать их предприятиям, занимающимся производством строительных материалов [3].

Дополнительным преимуществом использования геотуб является то, что осадок, отложившийся внутри геотекстильного контейнера не подвержен повторному обводнению, ветровой эрозии, и полностью исключает попадание загрязняющих веществ в окружающую среду.

Таким образом, применение геотуб для утилизации шлама содовых растворов алюминиевого производства путём глубокого обезвоживания позволит увеличить срок эксплуатации карт шламового поля содовых растворов данных предприятий и обеспечит минимальное воздействие на окружающую среду.

Список использованных источников

1. Русал Саяногорский Алюминиевый завод – производитель первичного алюминия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fabricators.ru>. – Дата доступа: 11.06.2024.
2. Строительство 3-й карты Шламового поля содовых растворов [Электронный ресурс] : проектная документация : 501D002.38129.000000.02.4-ОВОС2 : разработана 17.04.2019 / АО «СибВАМИ» // Официальный сайт МО г. Саяногорск. – Режим доступа: <http://sayan-adm.ru>. – Дата доступа: 12.06.2024.
3. Применение геотуб [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vodoroy.ru>. – Дата обращения 14.06.2024.

O. L. Zakharova, A. I. Devyataeva, I. V. Mishin
Khakass State University named after N. F. Katanova

PROPOSALS FOR THE DISPOSAL OF SLUDGE FROM SODA SOLUTIONS OF ALUMINUM PRODUCTION

The article proposes the use of geotube technology at a regional non-ferrous metallurgy enterprise, which allows extending the service life of slurry cards. The technology is an alternative to building a new sludge field map. In addition, the use of geotubes will ensure a reduction in the volume of industrial waste – sludge of soda solutions due to deep dehydration and minimizes the impact on the environment.

Keywords: wastewater, map of the sludge field of soda solutions, geotube, deep dehydration.

А. Д. Калисецкая, А. З. Гриневич

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДОЁМОВ г. ГРОДНО ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Определены интегральные показатели качества воды двух прудов на территории г. Гродно. При интегральной оценке качества воды вода пруда на ул. Курчатова является условно чистой, вода в водоеме около ОАО «Гродненский мясокомбинат» условно чистая только в летний период, в весенний и осенний период – слабозагрязненная и загрязненная соответственно. Во всех водоемах индекс нитрификации выше 90 %, что указывает на высокую интенсивность нитрификационных процессов в водоемах.

Ключевые слова: качество природных вод, мониторинг водных объектов, интегральная оценка водоема, индекс нитрификации, агрегационный индекс, комбинаторный индекс загрязненности.

Природные воды являются многокомпонентными растворами в воде множества различных неорганических и органических веществ. Концентрации этих веществ влияют на качество воды, используемой как людьми, так и другими живыми организмами в процессе жизнедеятельности.

Целью данной работы являлась оценка качества воды по гидрохимическим показателям двух городских водоемов, испытывающих антропогенную нагрузку и обладающих рекреационной ценностью.

Были выбраны и охарактеризованы 2 водоема городской черты: пруд на улице Курчатова и пруд возле ОАО «Гродненский мясокомбинат».

В методе интегральной оценки качества воды для каждого ингредиента на основе фактических концентраций рассчитывают баллы кратности превышения и повторяемости случаев превышения, а также общий оценочный балл:

$$K_i = \frac{C_i}{\text{ПДК}_i}; H_i = \frac{N_{\text{ПДК}_i}}{N_i}; B_i = K_i \times H_i;$$

где C_i – концентрация в воде i -го ингредиента; ПДК_i – предельно допустимая концентрация i -го ингредиента; $N_{\text{ПДК}_i}$ – число случаев превышения ПДК по i -му ингредиенту; N_i – общее число измерений i -го ингредиента.

Ингредиенты, для которых величина общего оценочного балла больше или равна 11, выделяются как лимитирующие показатели загрязненности (ЛПЗ). Комбинаторный индекс загрязненности рассчитывается как сумма общих оценочных баллов всех учитываемых ингредиентов. По величине комбинаторного индекса загрязненности устанавливается класс загрязненности воды [1].

Самоочищающую способность воды оценивали по индексу нитрификации, который рассчитывается по соотношению в воде различных форм минерального азота по формуле:

$$I_{\text{нитр}} = \frac{N_{\text{NO}_3^-}}{N_{\text{мин}}} \times 100 \%,$$

где $N_{\text{NO}_3^-}$ – концентрация азота нитратного, мг/дм³; $N_{\text{мин}} = (N_{\text{NO}_3^-} + N_{\text{NO}_2^-} + N_{\text{NH}_4^+})$, мг/дм³; $N_{\text{NO}_2^-}$ – концентрация азота нитритов, мг/дм³; $N_{\text{NH}_4^+}$ – концентрация аммонийного азота, мг/дм³ [2].

Для оценки токсичности для гидробионтов соединений азота нами использован агрегационный индекс, рассчитываемый по соотношению концентраций различных форм азота к их ПДК в поверхностных водоёмах:

$$I_{\text{агр}} = \frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \frac{C_3}{\text{ПДК}_3},$$

где C_1, C_2, C_3 – концентрации различных форм азота, мг/дм³; $\text{ПДК}_1, \text{ПДК}_2, \text{ПДК}_3$ – их предельно допустимые концентрации в воде поверхностных водоемов [3].

При интегральной оценке качества воды, по совокупности находящихся в ней загрязняющих веществ и частоты их обнаружения вода пруда на ул. Курчатова условно чистая, вода в водоеме возле ОАО «Гродненский мясокомбинат» условно чистая только в летний период, в весенний и осенний период – слабозагрязнённая и загрязнённая соответственно (таблица 1).

Таблица 1 – Интегральная оценка качества воды по совокупности находящихся в ней загрязняющих веществ и частоты их обнаружения

Показатель	Водоемы					
	пруд возле ОАО «Гродненский мясокомбинат»			пруд на улице Курчатова		
	весна	лето	осень	весна	лето	осень
Комбинированный индекс загрязненности	1,803	0,875	2,156	0	0	0
Класс загрязненности воды [1]	Слабо-загрязненная	Условно чистая	Загрязненная	Условно чистая	Условно чистая	Условно чистая

Способность к самоочищению от соединений азота во всех водоемах очень высокая (по степени загрязнения соединениями азота водоемы является очень чистыми), только пруд возле ОАО «Гродненский мясокомбинат» весной характеризуется средней способностью к самоочищению (по степени загрязнения – умеренно загрязненный) (таблица 2).

Таблица 2 – Оценка уровня самоочищающей способности водоёмов г. Гродно от соединений азота и уровня токсичности воды для гидробионтов

Показатель	Водоемы					
	пруд возле ОАО «Гродненский мясокомбинат»			пруд на улице Курчатова		
	весна	лето	осень	весна	лето	осень
$I_{нитр}$	98,2	99,4	93,9	99,8	98,7	99,9
I_{agr}	1,5	0,5	1,2	0,3	0,7	0,2

Высокой токсичностью соединений азота для гидробионтов характеризуется вода из водоема возле ОАО «Гродненский мясокомбинат» в весенний и осенний период, вода из пруда на ул. Курчатова является нетоксичной для гидробионтов.

Список использованных источников

1. Оценка и регулирование качества окружающей природной среды : учеб. пособие / НУМЦ Минприроды России ; редкол: А. Ф. Порядин [и др.]. – М. : Прибой, 1996. – 350 с.
2. Злышко, А. С. Антропогенная трансформация и самоочищающая способность малой реки / А. С. Злышко, С. М. Чеснокова, И. А. Бородин // Теоретическая и прикладная экология. – 2012. – № 3. – С. 44–49.
3. Асхабова, Х. Н. Экологическая оценка загрязнения реки Терек на территории Чеченской Республики / Х. Н. Асхабова, М. С. Оздыханов, Х. Х. Сапаев // Юг России: экология, развитие. – 2018. – Т. 13, № 1. – С. 212–220.

A. D. Kalisetskaya, A. Z. Grinevich
Yanka Kupala State University of Grodno

COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE QUALITY OF GRODNO RESERVOIRS BY HYDROCHEMICAL INDICATORS

Integral indicators of water quality of two ponds on the territory of Grodno have been determined. With an integrated assessment of water quality, the pond water on Kurchatov Street is conditionally clean, the water in the reservoir near JSC Grodno Meat Processing Plant is conditionally clean only in summer, in spring and autumn – slightly polluted and polluted, respectively. In all reservoirs, the nitrification index is above 90 %, which indicates a high intensity of nitrification processes in reservoirs

Keywords: natural water quality, monitoring of water bodies, integrated assessment of a reservoir, nitrification index, aggregation index, combinatorial pollution index.

И. М. Колесник, Е. А. Белова, Е. О. Авраменко
Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

ДИНАМИКА КАЧЕСТВА ВОДЫ НЕКОТОРЫХ РОДНИКОВ В г. ГРОДНО

Выполнена оценка качества воды из двух подземных источников в г. Гродно. Органолептические и физико-химические показатели находились на стабильном уровне в разные сезоны года. Некоторые пробы воды не соответствовали гигиеническим нормативам по содержанию нитрат-ионов, ионов железа и колиформных бактерий.

Ключевые слова: вода, родник, органолептические показатели, физико-химические показатели, колиформные бактерии.

Основным источником питьевой воды для различных типов систем водоснабжения в Беларуси являются подземные воды [1]. Наличие актуализированных и экспериментально обоснованных оценок показателей качества воды и их публичное представление помогает сохранять на низком уровне уровень тревожности у местного населения. Формирование перспективных направлений контроля безопасности вод осуществляется в русле национальных стратегий и государственных программ, в том числе Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 г. [2].

Цель данной работы – оценка сезонной динамики органолептических, физико-химических и микробиологических показателей качества воды двух родников по ул. Солы в г. Гродно, выходящих на поверхность в начальной части оврага на территории ботанического памятника природы местного значения «Румлёво». Координаты родников: № 1 – 53.651812, 23.869058; № 2 – 53.651916, 23.868088 [3]. Отбор проб проводился один раз в сезон в течение 2022–2023 гг. Исследование показателей выполняли стандартными методами, полученные результаты сравнивали с гигиеническими нормативами качества питьевой воды нецентрализованных источников [4].

В течение периода исследования значения дебита родника № 1 колебались в пределах 392–612 л/ч, а родника № 2 – 583–986 л/ч. Коэффициент вариации свидетельствует о средней степени варьирования значений (15,41–18,50 %) и однородности обеих выборок. Тест Стьюдента показал, что между выборками по данному показателю существуют статистически значимые различия ($t = 5,06$ при $p < 0,01$), в среднем расход воды в роднике № 2 выше. Однофакторный дисперсионный анализ показал, что сезон года не влиял на дебит родников.

Температура родниковых вод находилась в пределах 6,5–11 °С, колебалась в средней степени. При оценке сезонной динамики установили, что сезон года влиял на температуру воды; она была схожа в летний и осенний, а также в зимний и весенний периоды.

Результаты оценки *органолептических* показателей показали, что в течение всего периода исследования цветность воды колебалась от 0 до 8 градусов. Вкус и привкус, запах не ощущались. Воды родников характеризовались отсутствием мутности и прозрачностью более 28 см.

Анализ качества вод по *физико-химическим* показателям позволил установить, что значения рН характеризовались слабым относительным варьированием (коэффициенты вариации составили 3,93 % и 4,09 %). На основе рассчитанных интервалов для генеральных средних можно прогнозировать с доверительной вероятностью 95 %, что рН вод вне зависимости от сезона года не выходит за пределы 7,71–7,98 ед. Источники по данному параметру не различаются, являются нейтральными или слабощелочными. Значения общей минерализации колебались в пределах 100–700 мг/дм³, не превышали гигиенический норматив. Вода в исследованных родниках является пресной и с относительно повышенной минерализацией, статистически значимые различия между родниками и сезонная зависимость не обнаружены. Степень перманганатной окисляемости вод обоих источников характеризовалась высоким варьированием (52,43 % и 76,50 %). На основе доверительных (95 %) интервалов можно прогнозировать нахождение показателя независимо от сезона года в пределах 0,80–1,70 мг О/дм³, что не выходит за пределы гигиенического норматива.

Воды обоих родников можно охарактеризовать как средней жесткости и жесткие. Значения колебались в пределах 4,80–7,80 ммоль/л (родник № 1) и 5,80–9,40 ммоль/л (родник № 2), в средней степени вне зависимости от сезона года. В некоторых пробах значения были приближены к верхней границе гигиенического норматива. Тест Стьюдента показал, что между родниками существуют статистически значимые различия. Содержание общего железа в воде исследованных источников изменялось в пределах 0,01–0,77 мг/дм³. Коэффициент вариации свидетельствует об очень высокой степени варьирования значений (82,09 % и 75,54 %); однако влияние сезона года, как и статистически значимые различия между родниками по данному показателю, не доказаны. Содержание нитрат-ионов значительно колебалось (18–62 мг/дм³), однако существенно не различалось в выборках. В летний период наблюдались случаи превышения значений гигиенического норматива, однако устойчивая зависимость показателя от сезона года отсутствовала. Содержание хлорид-ионов в течение исследуемого периода в роднике № 1 было статистически ниже (34,80–45,00 мг/дм³), чем в роднике № 2 – 38,00–55,70 мг/дм³; в обоих источниках не превышало допустимых значений. Концентрация сульфат-ионов в водах родников была схожей, колебалась от 21 до 77 мг/дм³. Сезонная динамика по хлоридам и сульфатам находилась на стабильном уровне.

Выполненный микробиологический анализ показал, что общая степень контаминации микроорганизмами (ОМЧ) в двух исследуемых источниках, не превышала гигиенический норматив ни в одном из сезонов года. В 75 % проб во втором роднике содержание микроорганизмов было более высоким, чем в первом. В единичных пробах воды обоих родников наблюдалось присутствие вегетативных форм и спор *S. perfringens*. В более чем 50 % образцов обнаруживались общие колиформные бактерии в недопустимой концентрации. Высокое общее микробное число и присутствие санитарно-показательных микроорганизмов являются индикаторами загрязнения органическими соединениями и различными формами азота, что может быть связано с наличием на склонах оврагов жилых домов с компостными ямами, огородов, сельскохозяйственных полей.

Таким образом, из показателей качества воды в наибольшей степени подвержено вариациям содержание нитрат-ионов, общего железа и микроорганизмов, поступающих в воду от источников загрязнения. Все параметры, кроме температуры, характеризовались схожими значениями в разные сезоны года.

Список использованных источников

1. Состояние природной среды Беларуси: ежегодное информационно-аналитическое издание / Р. В. Михалевич [и др.] ; под общ. ред. М. А. Ересько. – Минск : РУП «Бел НИЦ «Экология», 2020. – 101 с.
2. Итоги и актуальные направления научных исследований в области гигиены питьевого водоснабжения в Республике Беларусь / Е. В. Дроздова [и др.] // Здоровье и окружающая среда : сб. материалов Респ. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 90-лет. респ. унитар. предприятия «Научно-практический центр гигиены» (Минск, 26–28 окт. 2017 г.) : в 2 т. / гл. ред. С. И. Сычик. – Минск : РНМБ, 2017. – С. 136–139.
3. Белова, Е. А. Динамика химического состава родниковых вод городских территорий (на примере г. Гродно) / Е. А. Белова, И. М. Колесник // Весн. Гродзен. дзярж. ун-та імя Янкі Купалы. Сер. 6, Тэхніка. – 2024. – Т. 14, № 1. – С. 81–93.
4. Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы «Гигиенические требования к источникам централизованного питьевого водоснабжения населения» [Электронный ресурс] : утв. Постановлением Совета Министров Респ. Беларусь от 2 авг. 2010 г. № 105. – Режим доступа: <https://www.uzda.gov.by/uploads/documents/Projekt-podzemnye-vody.pdf>. – Дата доступа: 25.06.2024.

I. M. Kalesnik, E. A. Belova, E. O. Avramenko
Yanka Kupala State University of Grodno

DYNAMICS OF WATER QUALITY OF SOME SPRINGS IN GRODNO

Water quality from two groundwater sources in Grodno was assessed. The organoleptic and physico-chemical parameters were at a stable level in different seasons of the year. Some water samples did not meet hygienic standards for the content of nitrate ions, iron ions and coliform bacteria.

Keywords: water, spring, organoleptic parameters, physical and chemical parameters, coliform bacteria.

А. В. Курчейко, Н. С. Прибыловская

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

СТРУКТУРА ФИТОПЛАНКТОНА НЕКОТОРЫХ МАЛЫХ РЕК НОВОГРУДСКОГО РАЙОНА (НА ПРИМЕРЕ РЕК НЕГРИМОВКА И ИЗОВКА)

Изучена структура фитопланктона двух малых рек Новогрудского района Гродненской области. Характерно очень низкое видовое разнообразие. В планктоне реки Изовка выявлено 5 видов водорослей из 3 отделов. В реке Негримовка выявлено 13 видов водорослей планктона из 6 отделов. Среди доминант присутствуют диатомовые водоросли из класса *Pennatophyceae*.

Ключевые слова: фитопланктон, водоросли, малые реки, река Изовка, река Негримовка, таксономический состав, видовое разнообразие.

Малыми считаются реки, располагающиеся в одной географической зоне, имеющие длину не более 100 км и площадь бассейна в пределах 1–2 тыс. км². При интенсивном хозяйственном освоении водосборов малые реки становятся весьма уязвимы. Вследствие небольших размеров своих водосборов малые водотоки быстро реагируют на увеличение хозяйственных нагрузок [1]. Ресурсы малых рек разнообразны, их рациональное использование имеет экологическое, социальное и экономическое значение.

Исследования проводились на двух малых реках, протекающих по территории Новогрудского района Гродненской области. Изовка – левый приток Немана, длина реки – 26 км. Исток реки находится около деревни Ладенки в 8 км к северо-западу от центра города Новогрудок на западных склонах Новогрудской возвышенности [2]. В реку сбрасываются сточные воды из очистных сооружений ряда предприятий. Река Негримовка является левым притоком реки Изовка. Длина реки всего 17 км, берёт своё начало восточнее деревни Байки, устье расположено на северо-запад от деревни Каменка [3].

На каждой реке было выбрано по одной точке отбора проб. Всего исследовано 10 планктонных проб, отобранных с июня по октябрь 2023 года. Фиксация осуществлялась реактивом Уотермеля, концентрирование – осадочным методом [4]. Определение видовой принадлежности организмов фитопланктона проводили при помощи светового микроскопа (увеличение ×600) и определителей. Систематическая принадлежность водорослей определяли в соответствии с «Таксономическим каталогом» Т. М. Михеевой [5].

За время исследований в образцах планктона из двух рек выявлено всего 13 видов водорослей. Таксономический анализ систематического списка водорослей планктона реки Изовка отражен в таблице 1.

Таблица 1 – Таксономическое разнообразие фитопланктона реки Изовка

Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Род	Вид
<i>Cryptophyta</i>	<i>Cryptophyceae</i>	1	1	1	1
<i>Bacillariophyta</i>	<i>Pennatophyceae</i>	1	1	1	2
<i>Euglenophyta</i>	<i>Euglenophyceae</i>	1	1	2	2
Общее кол-во	3	3	3	4	5

В фитопланктоне реки Изовка выявлено 5 видов водорослей, которые принадлежат 3 отделам, 3 классам, 3 порядкам, 3 семействам, 4 родам. Большинство видов относится к отделам *Bacillariophyta* и *Euglenophyta* (по 40 %).

Таксономический анализ систематического списка водорослей планктона реки Негримовка отражен в таблице 2. В результате проведенных исследований в фитопланктоне было выявлено 13 видов водорослей, которые принадлежат к 6 отделам, 8 классам, 9 порядкам, 10 семействам, 11 родам.

Доминирующими по видовому разнообразию являются отделы *Bacillariophyta* (46 %) и *Euglenophyta* (18 %). Остальные отделы представлены 1 видом каждый.

Таблица 2 – Таксономическое разнообразие фитопланктона реки Негримовка

Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Род	Вид
<i>Cryptophyta</i>	<i>Cryptophyceae</i>	1	1	1	1
<i>Bacillariophyta</i>	<i>Pennatophyceae</i>	2	3	3	5
<i>Euglenophyta</i>	<i>Euglenophyceae</i>	1	1	2	2
<i>Chlorophyta</i>	<i>Protococcophyceae</i>	1	1	1	1
	<i>Conjugatophyceae</i>	1	1	1	1
<i>Суанопхита</i>	<i>Chroococcophyceae</i>	1	1	1	1
	<i>Hormogoniophyceae</i>	1	1	1	1
<i>Chrysophyta</i>	<i>Chrysophyceae</i>	1	1	1	1
Общее кол-во	8	9	10	11	13

Таким образом, видовой состав фитопланктона исследуемых рек беден: в реке Изовка выявили 5 видов из 3 отделов; в реке Негримовка – 13 видов из 6 отделов. Структура фитопланктона 2-х исследуемых водотоков достаточно однообразна, в обеих реках встречаются представители трех отделов: *Cryptophyta*, *Bacillariophyta* и *Euglenophyta*. При сравнении структуры фитопланктона исследуемых малых рек Новогрудского района и малых рек города Гродно [6] выявили некоторые общие черты: 1) очень низкое видовое разнообразие; 2) присутствие среди доминант диатомовых водорослей из класса *Pennatophyceae*, что типично для фитопланктона рек умеренной зоны; 3) присутствие эвгленовых и криптофитовых водорослей, которые являются индикаторами органического загрязнения воды.

Известно, что в средах, подверженных антропогенному влиянию, как правило, уменьшается фитопланктонное разнообразие. В данном случае имеет значение также очень малая длина рек и короткий период исследования. В малых реках часто вообще отсутствует истинный фитопланктон, а обнаруженные в планктоне водоросли попадают туда из бентоса под воздействием течения.

Список использованных источников

1. Воронин, А. В. Экологические проблемы использования малых рек / А. В. Воронин, С. П. Киселева, С. В. Рыков // Вестн. РУДН. Сер. Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2007. – № 3. – С. 74–77.
2. Изва [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://web.archive.org/web/20220724001636>. – Дата доступа: 13.02.2024.
3. Река Негримовка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://vk.com/wall-57721553_11906. – Дата доступа: 13.02.2024.
4. Садчиков, А. П. Методы изучения пресноводного фитопланктона / А. П. Садчиков. – М. : Университет и школа, 2003. – 155 с.
5. Михеева, Т. М. Альгофлора Беларуси. Таксономический каталог / Т. М. Михеева. – Минск : БГУ, 1999. – 396 с.
6. Лагун, Д. В. Структура фитопланктона городских водотоков (на примере малых рек города Гродно) / Д. В. Лагун // Актуальные проблемы экологии : сб. науч. ст. / редкол.: Н. З. Башун (гл. ред.) [и др.]. – Гродно : ГрГУ, 2023. – С. 33–35.

A. V. Kurcheyko, N. S. Pribylovskaya
Yanka Kupala State University of Grodno

THE STRUCTURE OF PHYTOPLANKTON IN SOME SMALL RIVERS NOVOGRUDOK DISTRICT (USING THE EXAMPLE OF THE NEGRIMOVKA AND IZOVKA RIVERS)

The structure of phytoplankton of two small rivers of the Novogrudok district of the Grodno region has been studied. Very low species diversity is characteristic. 5 species of algae from 3 departments have been identified in the plankton of the Izovka River. 13 species of plankton algae from 6 departments have been identified in the Negrimovka River. Diatoms from the class *Pennatophyceae* are present among the dominants.

Keywords: phytoplankton, algae, small rivers, Izovka River, Negrimovka River, taxonomic composition, species diversity.

Е. Б. Лосевич, Е. В. Турук, Т. Г. Синевич, Н. И. Зверинская
Гродненский государственный аграрный университет

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИЗБЫТОЧНОГО АКТИВНОГО ИЛА НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВ

Выявлено положительное влияние избыточного активного ила очистных сооружений цеха очистки промышленных сточных вод открытого акционерного общества «Гродно Азот», внесенного в дозах 20 и 30 кг/м², на содержание в почве органического вещества, фосфора и калия. Также под их влиянием происходил значительный сдвиг рН_{KCl} в сторону нейтральных значений.

Ключевые слова: избыточный активный ил (АИ), ТНПА, почвогрунт, рекультивация, агрохимические показатели почвы.

В связи со сложностями, возникающими при утилизации осадков сточных вод, многие предприятия складировуют и хранят их на территории очистных сооружений, что вызывает переполнение осадками объектов размещения отходов и рост площадей для складирования осадка, которые выводятся из народнохозяйственного пользования. За более чем 50-летний период функционирования ОАО «Гродно Азот» на иловых площадках предприятия накоплены тысячи тонн избыточного активного ила, который до настоящего времени не нашел применения в народном хозяйстве. В то же время перспективным вариантом дальнейшего использования избыточного активного ила представляется приготовление на его основе почвогрунтов, используемых для различных целей (при выращивании декоративных растений, рекультивации нарушенных земель и т. д.).

В связи с вышеизложенным целью наших исследований являлось изучение санитарно-гигиенических показателей (в частности, наличие тяжелых металлов) в образцах избыточного активного ила (АИ) очистных сооружений цеха ОПСВ ОАО «Гродно Азот», установление их соответствия ТНПА для почвы и определение возможности их использования как компонента почвогрунтов. Анализы были выполнены в Гродненской областной лаборатории аналитического контроля ГУ «Республиканский центр аналитического контроля в области охраны окружающей среды». Для оценки фактически полученных показателей были использованы предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве жилой зоны и ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) для различных по гранулометрическому составу почв (для меди, цинка и никеля), регламентированные соответствующими техническими нормативными правовыми актами Республики Беларусь (ТНПА). Согласно полученным результатам избыточный активный ил является по значению рН близким к нейтральному. По большинству показателей (нефтепродукты, тяжелые металлы: цинк, хром, никель, кобальт, свинец, мышьяк, ртуть и мышьяк) он не превышает ПДК (ОДК) для почвы жилой зоны. Содержание меди, составившее 57,17 мг/кг, превышает ОДК только для песчаной почвы. Также отмечается превышение ПДК нитратов – 168,9 мг/кг при значении ПДК, 144 равном 130 мг/кг. Содержание хлоридов 20 мг/кг можно оценить, как низкое, поскольку, согласно ЭкоНиП, минимальная степень загрязнения почвы соответствует содержанию в ней 189 мг/кг хлоридов. Содержание аммонийного азота составило 1,94 мг/кг, что может считаться низким показателем, т. к. оптимальные значения составляют 30–45 мг/кг почвы. Таким образом, химические санитарно-гигиенические показатели избыточного активного ила в основном соответствовали действующим ТНПА.

Исследования с внесением избыточного активного ила в почву проводились в 2023 г. на территории опытного поля на дерново-подзолистых почвах различного гранулометрического состава: участок 1 – супесь, участок 2 – суглинок, участок 3 – песок. Перед закладкой опыта нами были проведены агрохимические анализы для характеристики гумусового горизонта почв опытных участков. Согласно существующим агрохимическим градациям, по значениям рН_{KCl} супесчаная и песчаная почвы являлись среднекислыми (рН_{KCl} = 4,84 и 4,94 соответственно), суглинистая – слабощелочной (рН_{KCl} = 7,77). Содержание органического ве-

щества, которое составляло от 0,73 % в суглинистой почве до 0,97 % в песчаной, является очень низким. Показатель содержания органического вещества 1,31 %, характерный для супесчаной почвы, согласно действующей градации, является тоже низким. Содержание P_2O_5 сильно отличалось по участкам 1–3: от высокого в супесчаной почве (324 мг/кг) до среднего в песчаной (122 мг/кг) и очень низкого в суглинистой (25 мг/кг). Содержание K_2O варьировало в диапазоне 15–114 мг/кг, что свидетельствует об очень низком (15–41 мг/кг) и низком (114 мг/кг) содержании этого элемента питания в почве. Схема опыта включала следующие варианты применения избыточного активного ила (на каждом из участков): 1. Контроль (без внесения АИ); 2. Фон + АИ 10 кг/м²; 3. Фон + АИ 20 кг/м²; 4. Фон + АИ 30 кг/м². Проведенные исследования показали, что применение активного ила обусловило смещение показателя кислотности почв в сторону нейтральных значений (на 0,02–1,22 единицы) на всех вариантах опыта. Содержание в почве органического вещества повышалось при внесении АИ в дозе 30 кг/га (уч. 1 и 2) на 0,08 и 0,12 % соответственно. Содержание в почве фосфора повышалось при внесении избыточного активного ила на всех участках, однако определенной зависимости от доз его внесения установлено не было. Влияния АИ на содержание в почве подвижного калия (K_2O) отмечено не было.

Таким образом, агрохимические показатели почвы опытных участков существенно изменялись под действием избыточного активного ила. В целом можно констатировать, что наибольшее положительное влияние на содержание в почве органического вещества, фосфора и калия оказывают дозы твердого избыточного активного ила 20 и 30 кг/м². Также под их влиянием происходил значительный сдвиг рН в сторону нейтральных значений.

Список использованных источников

1. Вострова, Р. Н. Целесообразность использования компостов в зеленом строительстве / Р. Н. Вострова, Н. С. Архипенко // Материалы науч.-практ. конф. / БрГТУ. – Брест, 2012. – С.66–68.
2. Исследование возможности использования осадков сточных вод очистных сооружений города Гомеля в качестве почвоулучшающих композиций / Р. Н. Вострова [и др.] // Материалы науч.-практ. конф. / БрГТУ. – Брест, 2013. – С.36–39.
3. ГОСТ 17.4.2.01-81. Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния.
4. ГОСТ Р 17.4.3.07-2001. Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений.

E. B. Losevich, E. V. Turuk, T. G. Sinevich, N. I. Zverinskaya
Grodno State Agrarian University

ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF EXCESS ACTIVE SLUDGE ON AGROCHEMICAL INDICATORS OF SOIL

A positive effect of excess activated sludge from the treatment facilities of the industrial wastewater treatment plant of the open joint-stock company «Grodno Azot», applied in doses of 20 and 30 kg/m², on the content of organic matter, phosphorus and potassium in the soil was revealed. Also, under their influence, there was a significant shift in pH_{KCl} towards neutral values.

Keywords: excess activated sludge (AS), TNLA, soil, reclamation, agrochemical soil parameters.

УДК 628.83:697.95

Ф. Д. Марсов

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В ВОЗДУХЕ ПОМЕЩЕНИЙ ДЕТСКОГО САДА

Установлено, что в течение основного периода нахождения воспитанников в детском саду концентрация углекислого газа находится в пределах комфортных для человека значений. Рекомендуемые нормативными документами пределы содержания углекислого газа в помещениях (1000–1400 ppm) были превышены только в период активных занятий воспитанников.

Ключевые слова: дошкольное учреждение, учебное помещение, микроклимат, концентрация углекислого газа.

Проблема качества воздуха в образовательных учреждениях актуальна поскольку, обучаемые проводят значительное количество времени в помещениях, и длительное воздействие повышенных концентраций некоторых веществ может иметь кумулятивный эффект на их здоровье [1]. Определяющим вредным веществом в помещениях является углекислый газ, выдыхаемый людьми. Концентрация углекислого газа в учебных помещениях является критически важным фактором, влияющим на здоровье и самочувствие воспитателей и детей. Современные исследования указывают на то, что повышенный уровень углекислого газа в замкнутых пространствах может значительно ухудшить когнитивные функции, вызывая сонливость, головные боли, ухудшение памяти и концентрации внимания. Эти симптомы негативно сказываются на общей эффективности учебного процесса, снижая мотивацию и интерес к обучению [2; 3].

Несмотря на наличие неоспоримого влияния на самочувствие и когнитивные функции человека, сказывающегося на образовательном процессе, изучение динамики концентрации диоксида углерода в учебных помещениях не получила достаточного внимания. Исследование концентрации углекислого газа в учебных помещениях детского сада является относительно новым направлением исследования, поскольку, как правило основное внимание уделяется измерению концентрации углекислого газа на открытых территориях. Изучение зависимости концентрации углекислого газа от различных параметров может привести к новым научным выводам и улучшенному пониманию влияния среды на концентрацию углекислого газа.

Цель работы – анализ динамики углекислого газа в воздухе помещений учреждений дошкольного образования.

Концентрация углекислого газа измерялась в двух помещениях ГУО «Детский сад № 45 г. Гродно», имеющих одинаковые размеры и расположенные на первом и втором этажах, при одинаковом количественном составе групп воспитанников (20 человек). Рассчитано, что на человека в помещении приходится $7,65 \text{ м}^3$ воздуха. В каждом исследуемом помещении измерение проводилось непрерывно в течение полных суток, по два рабочих дня для каждого помещения.

Для определения содержания углекислого газа применялась установка «Стационарный комплекс анализа химического состава воздуха» (СКВ – 02.00.000 РЭ), которая предназначена для анализа химического состава воздуха (производитель – Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, лаборатория синтеза и анализа микро- и наноразмерных материалов, Республика Беларусь). Концентрация углекислого газа измерялась в ppm (*parts per million*) – количестве частиц газа в 1 млн частиц воздушной смеси.

На графиках приведены результаты значений концентрации углекислого газа по минутам, нулевая минута соответствует полуночи. Для проведения расчетов выбраны по одному значению концентрации углекислого газа через каждые 20 мин. записи,

Результаты анализа концентрации углекислого газа в воздухе учебных помещений детского сада приведены на рисунке.

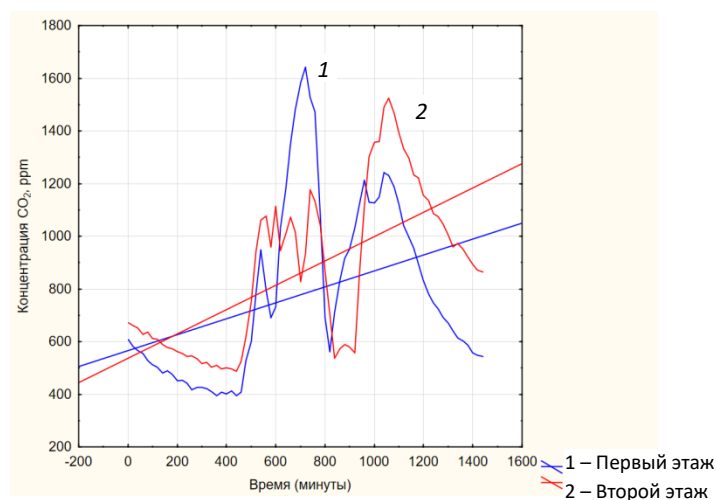


Рисунок – Динамики концентрации углекислого газа в воздухе помещений детского сада

Средние значения концентрации углекислого газа в воздухе помещений дошкольного учреждения составляют 784 и 870 ppm для первого и второго этажа соответственно. Таким образом, в течение основного периода нахождения воспитанников в детском саду концентрация углекислого газа находится в пределах комфортных для человека значений. Рекомендуемые нормативными документами СНГ пределы содержания углекислого газа в помещениях (1000–1400 ppm) были превышены только в период активных занятий воспитанников [3].

На основании расчета ранговой корреляции Спирмена установлено, что уровень содержания углекислого газа не имеет значимых различий для разных этажей ($R = 0,79$ при $p < 0,05$). Для обеих этажей концентрация углекислого газа снижается до 560 ppm к 13:30 (800-я минута записи), что является следствием проветривания во время дневного сна воспитанников в 13:00 (780-я минута). Однако, установлено, что для помещения первого этажа характерны более высокие концентрация углекислого газа в первую половину дня (до 1642 ppm), в то время как для помещений второго этажа – во вторую половину дня (до 1550 ppm).

Таким образом, понимание динамики концентрации углекислого газа в помещениях дошкольных учреждений поможет оптимизировать процессы вентиляции и проведения занятий, что, в свою очередь, может привести к повышению эффективности образовательного процесса и улучшению здоровья воспитанников.

Список использованных источников

1. Мануева, Р. С. Гигиеническая оценка микроклимата : учеб. пособие / Р. С. Мануева. – Иркутск : ИГМУ, 2020. – 68 с.
2. Daisey J. M. Indoor air quality, ventilation and health symptoms in schools: an analysis of existing information / J. M. Daisey, W. J. Angell, M. G. Apte // *Indoor Air*. – 2003. – № 13. – P. 53–64.
3. A ventilation intervention study in classrooms to improve indoor air quality: the FRESH study / J. T. Rosbach [et al.] // *Environmental Health*. – 2013. – № 12. – P. 110–121.
4. Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена : АВОК Стандарт-1-2004. – Введ. 09.06.2004. – М. : Комитет по техническому нормированию, стандартизации и сертификации: НП «АВОК», 2004. – 10 с.

F. D. Marsov

Yanka Kupala State University of Grodno

DYNAMICS OF CARBON DIOXIDE CONTENT IN THE AIR OF PRESCHOOL BUILDINGS

It was established that during the main period of the pupils' stay in the *preschool* buildings, the concentration of carbon dioxide is within the limits of values comfortable for humans. The limits of carbon dioxide content in the premises (1000–1400 ppm) recommended by regulatory documents were exceeded only during the period of active classes of pupils.

Keywords: preschool institution, educational premises, microclimate, concentration of carbon dioxide.

УДК 504.05

Т. П. Марчик, А. И. Кучинская

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ОТ АВТОТРАНСПОРТА В УСЛОВИЯХ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ЗАСТРОЙКИ ГОРОДА БОРИСОВА (МИНСКАЯ ОБЛАСТЬ, БЕЛАРУСЬ)

Приведены результаты исследования загруженности основных улиц города Борисова с различным уровнем транспортной нагрузки для трех сезонов – лето, осень и зима. Определены среднегодовая суточная интенсивность транспортного потока, общий объем и структура валовых выбросов загрязняющих веществ, что позволило выделить наиболее проблемные участки города с точки зрения загрязнения окружающей среды. Наиболее загруженными автотранспортом являются ул. Чапаева и Гагарина, наименее – ул. Заводская и Интернационала. Результаты могут быть использованы для разработки мер по снижению загрязнения и улучшению качества жизни горожан.

Ключевые слова: автотранспорт, загрязняющие вещества, выбросы, интенсивность движения.

В Беларуси на долю автотранспорта приходится около 3/4 выбросов в атмосферу загрязняющих веществ. На 1 января 2024 года в Беларуси было зарегистрировано 3 млн 152 тыс. 713

легковых автомобилей, 381 тыс. 743 грузовых, 40 053 автобусов [1]. Вредные вещества, в том числе канцерогенные, выделяемые при работе транспорта, создают достаточно опасные концентрации, влияние которых на организм человека зависит не только их содержания в атмосфере, но и от продолжительности действия.

В настоящей работе автором был проведен расчет интенсивности движения и объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от механических транспортных средств в разных частях города Борисова.

Исследования проводили в городе Борисов Минской области в 2022–2024 гг. Для целей настоящего исследования было определено 7 пробных площадок в разных частях города с различной предполагаемой интенсивностью движения автотранспорта. Пробная площадка № 1 (ПП) – ул. Госпитальная; ПП № 2 – ул. Р. Люксембург (пересечение с ул. Дымки, ул. Ю. Гагарина); ПП № 3 – ул. Заводская (пересечение с ул. Чапаева); ПП № 4 ул. Интернационала (пересечение с ул. Ю. Гагарина); ПП № 5 ул. Ю. Гагарина (пересечение с ул. Чапаева); ПП № 6 – ул. Пирогова; ПП № 7 – ул. Чапаева.

Учет и расчет интенсивности движения проводили по правилам учёта и расчёта интенсивности движения на автомобильных дорогах общего пользования: ДМД 02191.5.004–2007 [2]. Расчёт выбросов загрязняющих веществ проводили по ТКП 17.08–03–2006 (02120) [3] в течении 2022–2024 годов в летний, осенний и зимний период. Для расчетов выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов применялись следующие параметры: объем движения МТС, скорость движения транспортного средства, длина участка УДС, количество остановок транспортного потока.

Средняя суточная активность транспорта на улицах г.Борисова за период 2022–2024 годы по сезонам представлена на рисунке 1. Во всех сезонах наиболее высокая активность транспорта прослеживается на улицах Чапаева (15 768 авт/сут) и Ю.Гагарина (13 273 авт/сут), это связано с тем, что данные улицы являются центральными города Борисова. Максимальные значения отмечены для зимнего периода. В 2024 году произошло увеличение интенсивности транспортного потока на улице Ю.Гагарина, что связано с реконструкцией дорог, и на улице Интернационала, что связано с постройкой нового микрорайона в данной части города. В среднем в 2024 году наблюдалось увеличение интенсивности автотранспорта на всех улицах на 29 %. Расчёт выбросов загрязняющих веществ за период исследования также показал увеличение количества выбросов в 2023–2024 годах. Средний суммарный объем выбросов загрязняющих веществ от автомобильного транспорта за период 2022–2024 составляет на ПП1 – 1161, ПП2 – 1772,50, ПП3 – 1082,50, ПП4 – 1082,50, ПП5 – 2943,50, ПП6 – 1262, ПП7 – 3216 т/год.

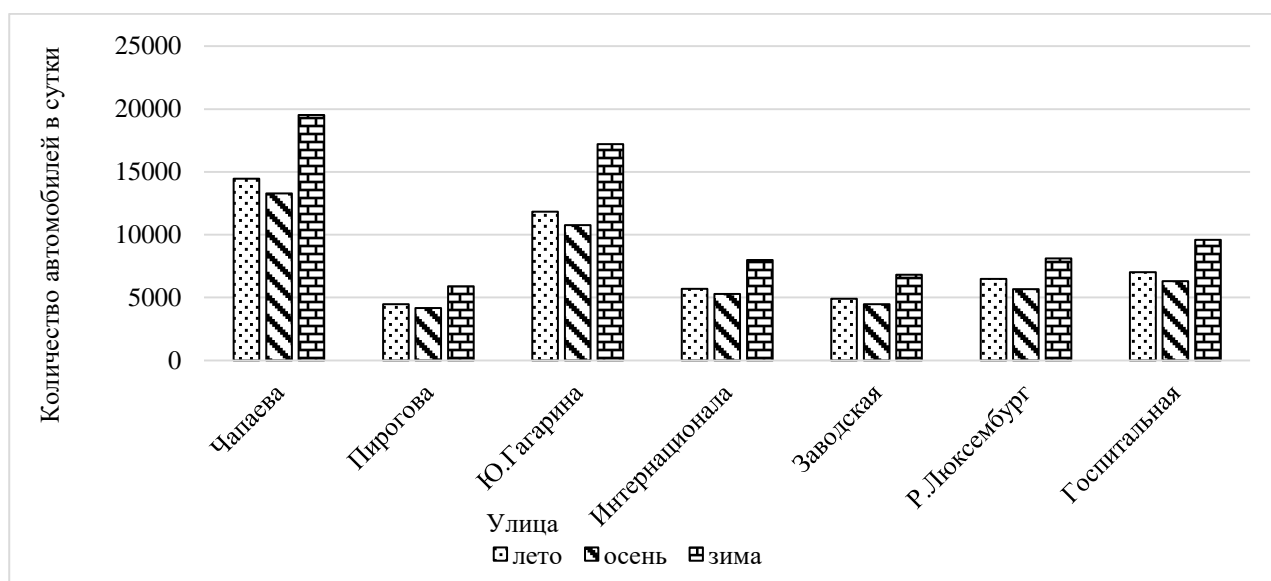


Рисунок 1 – Средняя суточная интенсивность автотранспорта за период 2022–2024 гг. по сезонам

В структуре выбросов загрязняющих веществ преобладали по объему (в %) вещества 4 класса опасности (рисунок 2).

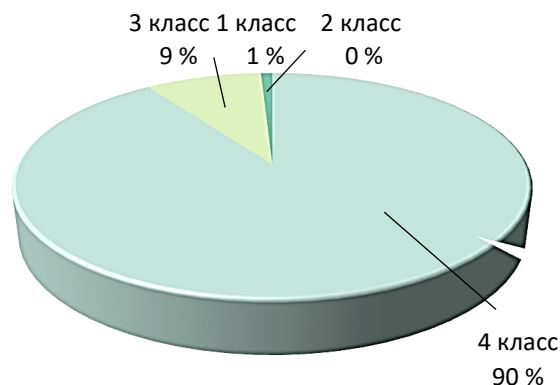


Рисунок 2 – Структура выбросов

Список использованных источников

1. Беларусь в цифрах. Статистический сборник [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет. – Минск, 2024. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika>. – Дата доступа: 29.04.2024.
2. Рекомендации по учету и расчету интенсивности движения на автомобильных дорогах общего пользования. ДМД 02191.5.004–2007 : утв. и введ. в действие Департаментом «Белавтодор» М-ва транспорта и коммуникаций Респ. Беларусь от 09.10.2007 № 215. – Минск. – 14 с.
3. Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ и парниковых газов в атмосферный воздух. Правила расчета выбросов механическими транспортными средствами в населенных пунктах : ТКП 17.08–03–2006 (02120). – Введ. 01.09.2006. – Минск : Минприроды, 2011. – 26 с.

T. Marchik, A. Kuchinskaya
Yanka Kupala State University of Grodno

ATMOSPHERE AIR POLLUTION FROM MOTOR TRANSPORT IN THE CONDITIONS OF URBAN DEVELOPMENT OF THE CITY OF BORISOV (MINSK REGION, BELARUS)

The article presents the results of a study on the traffic load of major streets in the city of Borisov with varying levels of transport load across three seasons – summer, autumn, and winter. It determines the average annual daily traffic intensity, the overall volume, and the structure of gross pollutant emissions, which allowed for identifying the most problematic areas of the city in terms of environmental pollution. The most congested streets with vehicular traffic are Чапаев and Гагарин streets, while the least congested are Zavodskaya and International streets. The results can be used to develop measures to reduce pollution and improve the quality of life for residents.

Keywords: motor vehicles, pollutants, emissions, traffic intensity.

УДК 502.3-027.21

Н. С. Метельская, А. П. Чайковский

Институт физики имени Б. И. Степанова Национальной академии наук Беларуси

ТРАНСГРАНИЧНЫЙ ПЕРЕНОС АЭРОЗОЛЯ В АТМОСФЕРЕ БЕЛАРУСИ В 2022–2023 гг.

На основе данных лидарных и радиометрических дистанционных наблюдений и локальных наблюдений на станции фонового мониторинга в Березинском заповеднике выявлены и проанализированы эпизоды трансграничного переноса аэрозоля в атмосферу Беларуси в 2022–2023 гг.

Ключевые слова: атмосферный аэрозоль, трансграничный перенос, лидар, солнечный радиометр.

На качество атмосферного воздуха в Беларуси большое влияние оказывают не только поступления загрязнителей от местных источников, как естественных, так и антропогенных,

но и дальний перенос. По данным ЕМЕР (European Monitoring and Evaluation Programme) [1] интегральный вклад трансграничного переноса в выпадение загрязняющих элементов и загрязнение атмосферного воздуха в Беларуси за пределами индустриальных зон превышает последствия собственных выбросов.

Мониторинг трансграничного переноса аэрозольных частиц осуществляется в Институте физики НАН Беларуси с использованием аппаратного комплекса, включающего многоволновый лидар и сканирующий спектральный солнечный радиометр. Рамановский поляризационный многоволновый лидар MSTL-2 обеспечивает измерение профилей показателя обратного аэрозольного рассеяния, показателя аэрозольного ослабления, лидарного отношения и степени деполяризации аэрозольных частиц в спектральном диапазоне 355–1064 нм по вертикальной трассе. Автоматический спектральный сканирующий фотометр CE-318 (CIMEL) измеряет прямую и рассеянную солнечную радиацию в спектральном диапазоне 440–1020 нм, а также угловые зависимости солнечного излучения, рассеянного аэрозольным слоем. Результатами обработки данных комплексного лидарного и радиометрического зондирования является набор оптических характеристик аэрозольного слоя атмосферы и микроструктурные характеристики аэрозольных частиц.

Для контроля параметров аэрозольных частиц на станции дистанционного зондирования Института физики НАН Беларуси проведены 51 лидарная и 172 радиометрических серий измерений в 2022 г.; 59 лидарных и 232 радиометрические серии измерений в 2023 г. Результаты исследования процессов трансграничного переноса загрязнений в атмосфере в регион Беларуси, оценка их воздействия на загрязнение атмосферного воздуха являются частью экологической информации, представляемой органам государственного управления для решения задач охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов.

Выявление событий дальнего переноса загрязнений проводится на основе анализа данных лидарных и радиометрических наблюдений на станции дистанционного зондирования Института физики НАН Беларуси и данных локальных наблюдений на станции фоновый мониторинга «Березинский заповедник» [2]. Данные наблюдений концентраций загрязняющих примесей на станции комплексного фоновый мониторинга «Березинский заповедник» за длительный период наблюдений показывают, что события трансграничного переноса загрязнений, как правило, проявляются в существенных по сравнению с ПДК_{СС} изменениях только в отношении аэрозольной компоненты атмосферных примесей.

В результате анализа совокупности данных, полученных при проведении лидарных и радиометрических наблюдений, данных локальных наблюдений в Березинском заповеднике и данных международных сетей мониторинга атмосферы, в 2022–2023 гг. выявлены восемь событий дальнего переноса загрязнений в атмосферу Беларуси.

Первое событие, апрель 2022 г.: перенос пыли из Сахары.

Второе событие, июнь 2022 г.: перенос дымов пожаров из Западной Европы и пыли из Сахары. Траектории переноса пыли из пустыни Сахара проходили на высотах около 5000 м. Перенос дымов пожаров происходил в пограничном слое атмосферы, результатом чего стало превышение содержания аэрозоля в приземном слое атмосферы по сравнению со средним значением.

Третье событие, август 2022 г.: перенос пыли из Сахары, аридных регионах Ближнего Востока и Центральной Азии (прежде всего пустыни Гоби) и дымов лесных пожаров из Европы и тропической зоны Африки. В это время зарегистрировано значительное повышение содержания аэрозоля на станции комплексного фоновый мониторинга «Березинский заповедник». Концентрации частиц PM_{10} в приземном слое приближались к ПДК_{СС}.

Четвёртое событие, октябрь 2022 г.: перенос дымов пожаров, что привело к повышению содержания мелкодисперсного аэрозоля.

Пятое событие, март 2023 г.: распространение сахарской пыли в северную часть Европы.

Шестое событие, апрель 2023 г.: перенос дымов пожаров из Украины и России.

Седьмое событие, июнь 2023 г.: перенос дымов пожаров из Украины и России.

Восьмое событие, октябрь 2023 г.: перенос пыли из Сахары.

Большая часть зарегистрированных событий дальнего переноса в тёплый сезон (с марта по октябрь) представляла перенос дымов. В результате переноса дымов лесных и торфяных пожаров повышалась концентрация мелкодисперсных аэрозольных частиц в приземном слое воздуха в Беларуси. Основными источниками трансграничного переноса дымов в атмосферу Беларуси в 2022–2023 гг. были пожары на территории Западной Европы, Украины и западных районов России. Особенностью рассматриваемого периода стало значительное увеличение плотности очагов пожаров в странах Западной Европы.

Основной причиной, вызывающей значительные повышения концентрации мелкодисперсного аэрозоля в приземном слое атмосферы в районах Беларуси, не подверженных непосредственным индустриальным выбросам, является перенос дымов пожаров. Перенос пыли является второй по значимости частью процессов дальнего переноса для Беларуси. Основным источником пыли, приходящей в атмосферу Беларуси, является пустыня Сахара, однако также имеет место перенос из Западной и Центральной Азии. Перенос пыли приводит к увеличению общего содержания аэрозоля в атмосферном слое и в меньшей степени влияет на концентрацию частиц в приземном слое. В регион Беларуси поступают атмосферные массы, содержащие в нижних слоях преимущественно дым, а выше пограничного слоя – пылевую компоненту. Однако процесс переноса воздушных масс с повышенным содержанием пыли может захватывать нижние слои атмосферы, что ведёт к увеличению содержания крупнодисперсной фракции аэрозоля в приземном воздухе.

Список использованных источников

1. Convention on Long Range Transboundary Air Pollution. EMEP [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.emep.int>.
2. Станция фонового мониторинга [Электронный ресурс] // Государственное природоохранное учреждение «Березинский биосферный заповедник». – Режим доступа: <https://berezinsky.by/ekoprosveshchenie-i-turizm/stantsiya-fonovogo-monitoringa>.

N. S. Miatselskaya, A. P. Chaikovsky

B. I. Stepanov Institute of Physics of the National Academy of Sciences of Belarus

TRANSBOUNDARY TRANSPORT OF AEROSOL TO THE ATMOSPHERE OVER BELARUS IN 2022–2023

Based on the data of lidar and radiometric remote observations and local observations at the background monitoring station in the Berezinsky Reserve, events of transboundary aerosol transport into the atmosphere over the territory of Belarus in 2022–2023 were identified and analyzed.

Keywords: atmospheric aerosol, transboundary transport, lidar, sun radiometer.

УДК 628.316;544.723

Н. А. Муравьёва, Ю. В. Куликова, О. О. Бабич

Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта

ОЦЕНКА СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ УГОЛЬНОГО ОСТАТКА, ПОЛУЧЕННОГО ИЗ СОЛОМЫ ПШЕНИЧНОЙ¹

Приведена оценка угольного остатка, полученного гидротермальным ожижением из соломы пшеничной. Изучены выход угля из анализируемого сырья и сорбционные емкости полученного угольного остатка по метиленовому синему и йоду.

Ключевые слова: солома пшеничная, сорбенты, уголь, гидротермальное ожижение, гидротермальная конверсия, отходы АПК.

¹ Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-24-00064, <https://rscf.ru/project/23-24-00064>.

Согласно Федеральному классификационному каталогу отходов, солома (Код: 1 11 110 02 23 5) относится к отходам сельского, лесного хозяйства, рыбоводства и рыболовства [1].

Несмотря на то, что солома относится к неопасным отходам (V класс опасности), ее залежи так или иначе оказывают негативное влияние на окружающую среду. Перспективным способом переработки соломы является ее пиролиз с целью получения биотоплива [2].

В работе использовался метод гидротермального ожигения. Одним из конечных продуктов этого процесса является угольный остаток. Данный метод позволяет получить угольные сорбенты, не затрачивая при этом много ресурсов.

Параметры процесса гидротермального ожигения в данной работе: температура 260 °С, давление 5МПа, время 20 минут, гидромодуль 1:10. В работе использовалась солома пшеничная, полученная с ферм Калининградской области. Содержание сухих веществ 98,1 %, содержание золы $7,4 \pm 0,1$ %.

В таблице 1 приведен выход угля из соломы пшеничной, полученный в опытных условиях. Выход угля из соломы пшеничной невысокий, но сравним с выходом угля из некоторых других видов сырья, подвергнутых гидротермальному ожигению.

Далее проводилась оценка сорбционной емкости угольного остатка из соломы пшеничной.

В таблице 2 приведены данные сорбционной емкости угольного остатка из соломы пшеничной по метиленовому синему и йоду.

Таблица 1 – Выход угольного остатка из соломы пшеничной

Образец	Выход угля, %	Ошибка, %
Солома пшеничная	32	4

Угольный остаток, полученный из соломы пшеничной показал хорошие значения сорбционной емкости по обоим веществам. Но особенно хорошие по метиленовому синему. Данное наблюдение говорит о перспективности использования соломы пшеничной.

Таблица 2 – Сорбционная ёмкость угля, полученного из соломы пшеничной

Образец	Сорбционная емкость по метиленовому синему, мг/г	Сорбционная емкость по йоду, мг/г
Солома пшеничная	$100,0 \pm 0,4$	$14,2 \pm 1,3$

Изучены сорбционные свойства угольного остатка, полученного методом гидротермальной конверсии из соломы пшеничной.

Данный образец показал себя как перспективный источник для получения угольных сорбентов (сорбционная емкость по метиленовому синему $100,0 \pm 0,4$ мг/г угля, сорбционная емкость по йоду 14,2 мг/г угля).

В дальнейшем возможно применение такого сорбента для очистки сточных вод от красителей.

Список использованных источников

1. Федеральный классификационный каталог отходов [Электронный ресурс] // Росприроднадзор. – Режим доступа: <https://rpn.gov.ru/fkko/11111002235>. – Дата доступа: 25.06.2024.
2. Попов, А. М. Микроволновой пиролиз растительных отходов перерабатывающей промышленности АПК / А. М. Попов, Д. М. Волков // Холодильная техника и биотехнологии : сб. тез. V нац. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Кемерово, 6–8 дек. 2023 г. – Кемерово : Кемеров. гос. ун-т, 2023. – С. 222–224. – EDN LNNLTI.

N. A. Muravieva, Y. V. Kulikova, O. O. Babich
Immanuel Kant Baltic Federal University

EVALUATION OF SORPTION PROPERTIES OF HYDROCHAR RESIDUE OBTAINED FROM WHEAT STRAW

The paper presents an assessment of the hydrochar residue obtained by hydrothermal liquefaction from wheat straw. The yield of hydrochar from the analysed raw material and sorption capacities of the obtained hydrochar residue for methylene blue and iodine were studied.

Keywords: wheat straw, sorbents, hydrochar, hydrothermal liquefaction, hydrothermal conversion, agro-industrial complex waste.

УДК 553.97

В. А. Ракович, О. Н. Ратникова,
Н. Е. Сосновская, Т. Д. Ярмошук

Институт природопользования НАН Беларуси

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫБЫВШИХ ИЗ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГРОДНЕНСКОГО РАЙОНА ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Разработаны мероприятия для обоснования наиболее целесообразного направления использования каждого выработанного торфяного месторождения или участка с учетом его природно-генетических особенностей, современного состояния, интересов и перспектив развития административного района, экономического и экологического эффекта использования.

Ключевые слова: выработанное торфяное месторождение, торфяные участки, осушающее воздействие на прилегающие территории, естественное лесовозобновление, повторное заболачивание.

В Гродненском районе выработанные торфяные месторождения и участки используются преимущественно в качестве сельскохозяйственных земель, и лишь часть выработанного торфяного месторождения Святое предназначена для выращивания леса.

Однако не всегда капиталовложения в сельскохозяйственную рекультивацию дают ожидавшийся экономический эффект, вследствие того, что не все торфяные месторождения по своим природным характеристикам (геоморфологическим, геологическим, гидрологическим, агрохимическим и др.) пригодны для создания на них сельскохозяйственных земель. Неэффективное использование выработанных торфяных месторождений в сельском хозяйстве приводит к их зарастанию древесно-кустарниковой растительностью, и такие территории в Гродненском районе уже появились.

Помимо экономических потерь от недобора сельскохозяйственной продукции зарастание выработанных торфяных месторождений древесно-кустарниковой растительностью усиливает степень их пожароопасности.

Вполне очевидно, что существующая многолетняя практика использования выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений не всегда соответствует современным методам хозяйствования и природопользования, поэтому для отдельных таких территорий нуждается в пересмотре с учётом новых научных знаний. Сложившаяся ситуация объясняется тем, что решения о направлении использования выработанных торфяных месторождений принимались на стадии проектирования промышленной разработки без достаточного научного обоснования.

Вырабатывался торф в основном фрезерным способом, только на отдельных участках применялся карьерный способ добычи (торфяное месторождение Урочище Остров).

В Гродненском районе часть торфяных месторождений выработана полностью. В соответствии со свойствами придонных слоёв торфа, существовавшими в 1975–1990 гг. критериями выбора направлений использования выработанных торфяных месторождений и приоритетными в то время направлениями использования большинство из них было направлено в сель-

скохозйственное освоение. С учётом этого все торфяные месторождения разрабатывались фрезерным способом с оставлением средней глубины придонного слоя торфа не менее 0,5 м.

В целом по Гродненскому району общая площадь выработанных торфяных месторождений составляет 4720 га, а осушающее действие каналов распространяется на площадь 5280 га, т. е. общая осушенная площадь почти на 12 % превышает суммарную площадь выработанной части всех торфяных месторождений района.

Для оценки воздействия выработанных торфяных месторождений на поверхностные и подземные воды были взяты минимальные величины годового стока растворённых веществ, равные 0,45 т/га органических и 0,55 т/га минеральных веществ, с учётом того, что эти территории используются для возделывания луговых трав.

При площадях выработанных торфяных месторождений, исчисляемых десятками и сотнями гектаров, суммарное поступление водорастворимых веществ в водоприёмники составляет десятки и сотни тонн в год. Например, с торфяного месторождения Урочище Остров в течение годового биоцикла каналы может поступать 54 т органических и 66 т минеральных веществ, с торфяного месторождения Вертелишки соответственно 302 т и 369 т и так далее по другим выработанным торфяным месторождениям. При поступлении в водоприёмники эти довольно значительные количества разнообразных веществ изменяют химический состав вод и повышают их евтрофикацию, что в конечном итоге негативно сказывается на функционировании экосистем водоприёмников.

Для выработанных торфяных месторождений, использующихся под посадки леса, вынос водорастворимых веществ принят такой же, поскольку процессы разложения торфа здесь также имеют место, однако воды с облесённых выработанных участков чище, чем с используемых в сельском хозяйстве, так как они не содержат минеральных удобрений и пестицидов. С учётом трёх направлений использования торфяного месторождения Святое, общий поверхностный сток с него составляет 1228 т органических и 1500 т минеральных веществ в год.

Суммарное количество диоксида углерода, выделяемого всеми выработанными торфяными месторождениями Гродненского района, ежегодно составляет 37 912 т, в том числе 35 112 т с выработанных участков и 2800 т с осушенных, но невыработанных зон торфяных месторождений, прилегающих к выработанным участкам. Кроме этого, диоксид углерода выделяется в больших количествах при торфяных пожарах, однако этот вид воздействия выработанных торфяных месторождений не учитывался ввиду случайности возникновения на них пожаров. Нынешние ландшафты с выработанными торфяными месторождениями, находящимися в осушенном состоянии, медленно, но неуклонно будут преобразовываться в лесные или лесоболотные экосистемы независимо от характера использования этих территорий. Ориентировочно период их трансформации займёт не более 50–70 лет. В настоящее время большинство выработанных торфяных месторождений Гродненского района используется не достаточно эффективно из-за особенностей их природно-генетических свойств (геоморфология, подстилающие грунты и др.).

В районе целесообразно осуществить мероприятия по оптимизации использования выработанных торфяных месторождений. На выработанных торфяных месторождениях (либо участках) Святое, Урочище Остров и Закревцизна эффективное сельскохозяйственное использование земель затруднено и невыгодно из-за их низкой продуктивности, поэтому целесообразно изменить направление использования с сельскохозяйственного на природоохранное путём естественного лесовозобновления или повторного заболачивания их территорий. В этом случае прекратятся затраты на возделывание малопродуктивных лугов, исчезнет осушающее воздействие на прилегающие территории, прекратится эмиссия диоксида углерода в атмосферу. Через 3–6 лет возобновятся процессы образования и накопления торфа, а также процессы поглощения из атмосферы диоксида углерода и выделение в неё кислорода. При повторном заболачивании вероятность пожаров снизится практически до нуля, при естественном лесовозобновлении пожароопасность сохранится в течение 15–25 лет.

На других выработанных торфяных месторождениях, используемых в сельском хозяйстве, целесообразно осуществить мероприятия по улучшению лугов, что существенно повысит эффективность их использования.

V. A. Rakovitch, O. N. Ratnikova, N. E. Sosnovskaya, T. D. Yarmoshuk
Institute of Nature Management of National Academy of Sciences of Belarus

RATIONAL USE OF PEAT DEPOSITS AFTER PEAT EXCAVATION OF THE GRODNO DISTRICT GRODNO REGION

Activities to justify the most appropriate use of each worked-out peat deposit or site, with considering its natural genetic characteristics, current status, interests and prospects of the administrative region, development economic and environmental effect of use are developed.

Keywords: worked-out peat deposit, draining effect on adjacent territories, natural reforestation, re-swamping.

УДК 502/504

Э. Х. Сакаева, Д. Р. Юдина

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

ВОЗДЕЙСТВИЕ НЕФТЯНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ

В процессе работы проводились экспериментальные исследования по оценке влияния загрязнения средних фракций нефти и нефтепродуктов на биологическую активность почв, а также выбор наиболее показательных микробиологических показателей на разных этапах биodeградации нефтяных углеводородов.

Ключевые слова: микроорганизмы, углеводороды нефти, почва, торф, сапрофиты, углеводородокисляющие микроорганизмы, актиномицеты.

В современном мире с увеличением добычи нефти и нефтепродуктов, человечество столкнулось с проблемой попадания нефтяных углеводородов в окружающую среду. Нефтяное загрязнение оказывает негативное влияние на физико-химические и микробиологические свойства почв и приводит к их деградации [1]. Однако нефтепродукты могут оказывать и стимулирующее действие на грибы, бактерии, дрожжи и углеводородокисляющие микроорганизмы [2].

Рекультивация нарушенных земель может длиться несколько десятков лет и интенсивность будет зависеть от многих факторов окружающей среды – влажность почв, погодные условия, а также микробиологическая активность почв. При попадании нефтяных углеводородов в окружающую среду начинаются окислительные процессы до углекислого газа и воды. Поэтому важным является проведение исследований для проведения оценки уровня загрязнения почвы нефтепродуктами.

Целью данной работы являлась оценка влияния нефтепродуктов на биологическую активность почв.

Для изучения влияния нефтяных углеводородов на биологическую активность почв и исключения влияния аборигенной микрофлоры разных типов почв была использована искусственная почва со следующим составом – промышленный песок, торф и каолин в соотношении 6:3:1 соответственно. В подготовленные образцы почвы вносились смесь нафталина и толуола в соотношении 1:3 в концентрациях 1; 2,5; 5; 10; 15 г/кг соответственно. Выбор данных соединений характеризует лигроиновую фракцию (среднюю) нефти.

Контрольными образцами были торф и искусственная почва без загрязнения.

Для определения влияния нефтепродуктов на микробный состав почв были выбраны следующие группы микроорганизмов: сапрофиты, углеводородокисляющие микроорганизмы (УВОМ), актиномицеты.

На рисунке представлены результаты экспериментальных исследований по изучению состава нефтезагрязненных почв.

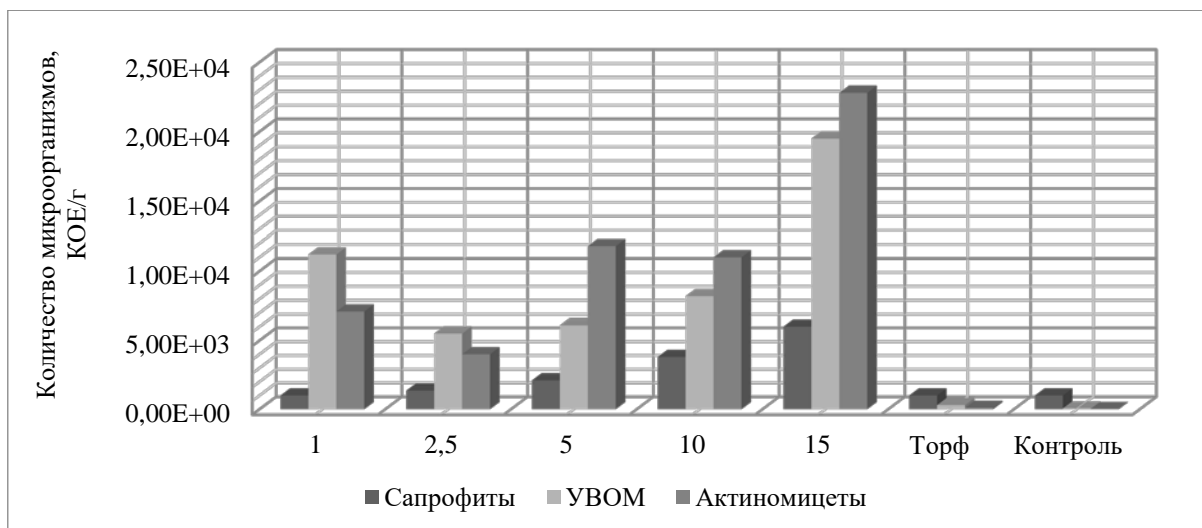


Рисунок – Микробный состав образцов почв

По результатам экспериментальных исследований получено, что ароматические углеводороды не оказывали токсического действия на рассмотренные группы микроорганизмов.

С увеличением концентрации ксенобиотика наблюдался рост сапрофитных микроорганизмов. Наибольшее значение сапрофитов отмечается при концентрации нефтяной смеси 15 г/кг. На рисунке 4.8 представлена зависимость количества сапрофитных микроорганизмов от концентрации нефтезагрязнения. Основными представителями сапрофитов были бактерии р. *Bacillus sp.*

Результаты исследований по влиянию средних фракций нефтяных углеводородов свидетельствуют о том, что данная группа микроорганизмов использует средние фракции нефтепродуктов как дополнительный источник питательных веществ.

При изучении влияния нефтепродуктов на углеводородокисляющие микроорганизмы выявлено, что с увеличением концентрации ароматических углеводородов наблюдается увеличение УВОМ. Увеличение активности УВОМ обусловлено увеличением количества углеводородов, которые служат источником питания для данной группы микроорганизмов. Наибольшее количество было обнаружено при максимальной концентрации углеводородов 15 г/кг. Основными представителями УВОМ были бактерии р. *Rhodococcus sp.* Рост численности УВОМ с повышением концентрации средних фракций углеводородов, объясняется тем, что количество доступных источников энергии для микроорганизмов увеличивается и они не оказывают токсического действия на УВОМ.

По результатам исследований влияния нефтяных углеводородов на актиномицеты выявлено, что данная группа микроорганизмов является устойчивой к средним фракциям нефтепродуктов. При увеличении ксенобиотика наблюдается рост актиномицетов, поскольку они являются микроорганизмами, которые используют органические вещества в качестве источника энергии и питательных веществ. Таким образом увеличение концентраций средних фракций нефтяных углеводородов приводит к увеличению численности данной группы микроорганизмов что объясняется поступлением питательных веществ необходимых для развития данной группы. Полученные результаты показывают, что актиномицеты являются группой микроорганизмов, которые способны разлагать сложные органические соединения и используют средние фракции нефти, также, как и легкие в качестве источника питания.

Таким образом, средние фракции нефти оказывали стимулирующее действие на сапрофитные и углеводородокисляющие микроорганизмы. Средние фракции оказывали благоприятное воздействие на рост актиномицетов, причем с наблюдалась прямая зависимость роста данной группы от концентрации ксенобиотика. С увеличением концентрации средней фракции нефти наблюдалось увеличение численности актиномицетов.

Список использованных источников

1. Бочарникова, Е. А. Влияние нефтяного загрязнения на свойства серо-бурых почв Апшерона и серых лесных почв Башкирии / Е. А. Бочарникова. – М. : Наука, 1990. – 160 с.
2. Донерьян, Л. Г. Микроскопические почвенные грибы – организмы-биоиндикаторы нефтезагрязненных почв / Л. Г. Донерьян, М. А. Водянова, Ж. Е. Тарасова // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 9. – С. 891–894.

E. H. Sakaeva, D. R. Yudina

Perm National Research Polytechnic University

THE EFFECT OF PETROLEUM HYDROCARBONS ON THE BIOLOGICAL ACTIVITY OF SOILS

In the course of the work, experimental studies were conducted to assess the effect of contamination of medium fractions of oil and petroleum products on the biological activity of soils, as well as the selection of the most indicative microbiological indicators at different stages of biodegradation of petroleum hydrocarbons.

Keywords: microorganisms, petroleum hydrocarbons, soil, peat, saprophytes, hydrocarbon-oxidizing microorganisms, actinomycetes.

УДК 579.6+606

А. А. Федоренчик, З. М. Алещенкова, И. Н. Ананьева

Институт микробиологии НАН Беларуси

РАСТИТЕЛЬНО-МИКРОБНАЯ АССОЦИАЦИЯ ДЛЯ ФИТОРЕМЕДИАЦИИ ЗАГРЯЗНЁННОЙ НЕФТЕПРОДУКТАМИ ПОЧВЫ

Интродукция азотфиксирующих и фосфатмобилизующих бактерий (*Sinorhizobium meliloti* S3 + *Serratia plymuthica* 57) в ризосферу люцерны, возделываемой на загрязненной углеводородами почве, обеспечивает стабилизацию численности микроорганизмов, усваивающих органические и минеральные формы азота, спорообразующих, олигонитрофильных, фосфатмобилизующих бактерий и свободноживущих ризобий на более высоком уровне, чем в контроле. Использование трехкомпонентной растительно-микробной ассоциации *S. meliloti* S3 + *S. plymuthica* 57 + *Medicago sativa* обеспечивает ускорение разрушения нефти (1 %) в почве за 3 месяца на 58,47 %.

Ключевые слова: фиторемедиация, люцерна, углеводороды нефти, *Sinorhizobium meliloti*, *Serratia plymuthica*.

Очистка почвы с помощью растений считается одним из наиболее перспективных методов очистки от загрязнений. Основные достоинства фиторемедиации состоят в возможности рекультивации больших территорий, относительно низкой стоимости по сравнению с другими технологиями, высокой эффективности и слабом негативном воздействии на окружающую среду [1; 2].

В лаборатории взаимоотношений микроорганизмов почвы и высших растений Института микробиологии НАН Беларуси создана растительно-микробная ассоциация *S. meliloti* S3 + *S. plymuthica* 57 + *M. sativa* для фиторемедиации почв, загрязненных нефтепродуктами. Установлено, что штаммы азотфиксирующих клубеньковых бактерий *S. meliloti* S3 устойчивы к загрязнению индустриальным маслом, дизельным топливом, керосином, нефтью и формируют активный симбиоз с растением-хозяином, а в сочетании с фосфатмобилизующими бактериями при инокуляции семян проявляют ростстимулирующий эффект и обеспечивают устойчивость к загрязнению люцерны посевной.

Установлено, что обработка семян люцерны посевной клубеньковыми *S. meliloti* S3 и фосфатмобилизующими бактериями *S. plymuthica* 57 положительно влияет на ризосферный микробиом люцерны в условиях загрязнения почвы нефтепродуктами, высоту растений, число продуктивных стеблей и число бобов в одной кисти. Повышение облиственности свидетельствует об эффективности фитоиспарения, как одной из форм фиторемедиации почв, так как увеличение площади листового аппарата обеспечивает усиление процесса испарения из растений поглощенных веществ. Уменьшение содержания сухого вещества и увеличение обводненно-

сти клеток растений в сравнении с контролем подтверждает наличие фитоиспарения токсических веществ растениями люцерны посевной, семена которой были обработаны микробной ассоциацией *S. meliloti* S3 + *S. plymuthica* 57. Интродукция азотфиксирующих и фосфатмобилизирующих бактерий (*S. meliloti* S3 + *S. plymuthica* 57) в ризосферу люцерны, возделываемой на загрязненной углеводородами почве, обеспечивает стабилизацию численности микроорганизмов, усваивающих органические и минеральные формы азота, спорообразующих, олигонитрофильных, фосфатмобилизирующих бактерий и свободноживущих ризобий на более высоком уровне, чем в контроле. Использование трехкомпонентной растительно-микробной ассоциации *S. meliloti* S3 + *S. plymuthica* 57 + *Medicago sativa* положительно влияет на микробоценоз в условиях загрязнения почвы углеводородами, ее использование ведет к увеличению биогенности почвы и эффективности разрушения нефтепродуктов в ризосфере люцерны.

Применение созданной растительно-микробной ассоциации в условиях загрязнения среды нефтью стимулирует рост растений в высоту по сравнению с моноинкуляцией фосфатмобилизирующими и клубеньковыми бактериями на 29,9 и 47,2 % соответственно. Обработка семян люцерны микроорганизмами положительно сказывается на интенсификации процесса разрушения нефти в концентрации 1 % в дерново-подзолистой почве. Обработка семян люцерны клубеньковыми бактериями *S. meliloti* S3 ускоряет процесс разрушения нефти (за три месяца) на 13,8 % по сравнению с контролем. Использование для обработки семян фосфатмобилизирующих бактерий *S. plymuthica* 57 обеспечивает интенсификацию разрушения нефти в почве на 28,4 %. Максимальная эффективность разрушения нефти отмечается при использовании растительно-микробной ассоциации, обеспечивающей ускорение разрушения нефти на 58,47 %. Применение микробной ассоциации *S. meliloti* S3 + *S. plymuthica* 57 при выращивании люцерны посевной в условиях загрязнения почвы нефтью может быть успешным только в случае загрязнения почвы нефтепродуктами, не превышающего 1 %. Учитывая, что загрязнение почвы губительно влияет на проростки люцерны посевной, посев культуры следует осуществлять при увеличении нормы высева семян на 20 %.

По показателям сохранения физиолого-биохимических свойств микробной ассоциацией (азотфиксация, фосфатмобилизация, ростстимуляция), выживаемости растительного компонента и увеличения биогенности почв созданная растительно-микробная ассоциация *S. meliloti* S3 + *S. plymuthica* 57 + *M. sativa* перспективна для использования в технологии фиторемедиации загрязненных нефтепродуктами сельскохозяйственных земель.

Список использованных источников

1. Beneficial microbiomes for bioremediation of diverse contaminated environments for environmental sustainability: present status and future challenges / D. Kour [et al.] // Environmental Science and Pollution Research. – 2021. – Vol. 28, № 20. – P. 24917–24939.
2. Nero, B. F. Phytoremediation of petroleum hydrocarbon-contaminated soils with two plant species / B. F. Nero // *Jatropha curcas* and *Vetiveria zizanioides* at Ghana Manganese Company Ltd. International Journal of Phytoremediation. – 2021. – Vol. 23 (2). – P. 171–180.

A. A. Fedorenchik, Z. M. Aleshchenkova, I. N. Ananyeva
Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Belarus

PLANT-MICROBIAL ASSOCIATION FOR PHYTOREMEDIATION OF SOIL CONTAMINATED WITH OIL PRODUCTS

The introduction of nitrogen-fixing and phosphate-mobilizing bacteria (*S. meliloti* S3 + *S. plymuthica* 57) into the rhizosphere of alfalfa cultivated on soil contaminated with hydrocarbons ensures stabilization of the number of microorganisms that assimilate organic and mineral forms of nitrogen, spore-forming, oligonitrophilic, phosphate-mobilizing bacteria and free-living rhizobia at a higher level than in the control. The use of a three-component plant-microbial association *S. meliloti* S3 + *S. plymuthica* 57 + *Medicago sativa* accelerates the destruction of oil (1 %) in the soil over 3 months by 58,47 %.

Keywords: phytoremediation, alfalfa, petroleum hydrocarbons, *Sinorhizobium meliloti*, *Serratia plymuthica*.

К. С. Шагун, Д. В. Букель, Г. Г. Юхневич
Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

ВОЗДЕЙСТВИЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ КРАСИТЕЛЕЙ НА НИТЧАТЫЕ БАКТЕРИИ АКТИВНОГО ИЛА АЭРОТЕНКОВ

Выявлено, что текстильный синтетический краситель прямой синий СВ 150 в зависимости от степени окислительной деградации оказывает дифференцированное воздействие на нитчатые бактерии активного ила аэротенков очистных сооружений, которое проявляется как в снижении, так и увеличении количества и длины отдельных филаментов.

Ключевые слова: текстильные синтетические красители, окислительная деструкция озонированием, активный ил аэротенков, нитчатые бактерии.

Красители – химические соединения, характерной особенностью которых является способность за счёт капиллярных и диффузионных процессов пропитывать окрашиваемую вещь и давать окраску по всему её объёму, фиксируясь разными способами на активных центрах [1]. Широкое использование красители получили в текстильной промышленности. С повышением спроса на текстильную продукцию и расширением производств текстильной промышленности, ее отходы стали одним из источников серьезных экологических проблем во всем мире. Присутствия даже небольшой концентрации красителя (меньше 10 мг/дм³) достаточно, чтобы сточные воды были интенсивно окрашены. Текстильные сточные воды обычно содержат красители в количестве 10–200 мг/дм³. Помимо негативного эстетического эффекта, затрудняется свето- и газопроницаемость воды, что неблагоприятно влияет на жизнедеятельность организмов, обитающих в этих условиях. Разрабатываемые красители являются химически и фотолитически устойчивыми, разрушение их природными микроорганизмами происходит крайне медленно [2]. Поэтому возникает необходимость разработки технологий биологической очистки сточных вод для предотвращения накопления красителей в окружающей среде.

Цель работы – изучить воздействие текстильного красителя и продуктов его озонирования на нитчатые бактерии активного ила аэротенков.

Для исследований был взят краситель прямой синий СВ 150, используемый для окрашивания текстильных изделий, и активный ил аэротенков очистных сооружений. Частичную деструкцию красителя проводили путем пропускания озono-воздушной смеси, генерированной озонатором Rottinger (Китай) с производительностью 1,56 мг/мин., до 50 и 100 % деградации хромофорной группы.

В плоскодонные колбы объемом 50 см³ вносили 5 см³ активного ила аэротенков-вытеснителей очистных сооружений канализации г. Гродно и 5 см³ 1 %-го раствора красителя, после чего помещали на шейкер при 80 об./мин. для обеспечения лучшего контакта красителя с активным илом. Через 1 и 7 сут. определяли численность и размеры нитчатых бактерий активного ила в фиксированных препаратах, приготовленных из 0,02 см³ иловой смеси по методу Виноградского. Измерение нитчатых бактерий проводили с помощью окулярного микрометра при увеличении микроскопа 10 × 100 [3].

Нитчатые организмы активного ила практически постоянно присутствуют в нормально функционирующем активном иле. Они чрезвычайно устойчивы к разнообразным неблагоприятным факторам (токсикантам, недостатку кислорода, дисбалансу питательных веществ в сточных водах, температуре и pH). При превышении порога стрессирующего антропогенного воздействия численность флокулообразующих бактерий сокращается до минимума, а более устойчивые к неблагоприятным факторам нитчатые организмы занимают их экологическую нишу [4]. Чрезмерное развитие нитчатых микроорганизмов приводит к нарушению седиментационных свойств активного ила и может привести к выходу активного ила в природную среду.

Установлено, что текстильный краситель прямой синий СВ 150 оказывает токсическое воздействие на микробоценоз активного ила аэротенка очистных сооружений, проявившееся

в снижении количества нитчатых бактерий через 1 сут. с последующим восстановлением до уровня контроля через 7 сут. (таблица).

Таблица – Воздействие синтетического красителя на нитчатые бактерии активного ила аэротенков очистных сооружений

Сутки	Проба	Количество филаментов в 1 см ³	Длина филаментов, мкм		
			Средняя	Максимальная	Минимальная
1-е	без красителя (контроль)	$(27,74 \pm 2,30) \times 10^6$	16,78	97,37	2,71
	краситель без озонирования	$(21,43 \pm 3,23) \times 10^6$	18,79	136,56	2,88
	краситель 50 % озонирование	$(31,72 \pm 3,88) \times 10^6$	20,79	126,17	2,92
	краситель 100 % озонирование	$(31,22 \pm 3,03) \times 10^6$	18,72	184,84	3,01
7-е	без красителя (контроль)	$(12,84 \pm 2,22) \times 10^6$	16,60	95,42	2,11
	краситель без озонирования	$(12,42 \pm 1,53) \times 10^6$	18,40	107,57	3,43
	краситель 50 % озонирование	$(12,77 \pm 1,65) \times 10^6$	20,07	111,12	2,84
	краситель 100 % озонирование	$(16,74 \pm 3,03) \times 10^6$	21,33	114,81	1,83

Краситель, подвергшийся озонированию на 50 %, в 1-е сут. стимулировал развитие нитчатых микроорганизмов с последующим снижением до контрольных значений на 7-е сут.

Продукты 100 %-го окислительного деградирования способствовали увеличению количества филаментов как через 1 сут., так и через 7 сут. контакта.

Таким образом, текстильный краситель прямой синий СВ 150, в зависимости от степени деградации путем озонирования, оказывает дифференцированное воздействие на нитчатые бактерии активного ила аэротенков очистных сооружений канализации, которое проявляется как в снижении, так и увеличении количества нитчатых микроорганизмов и длины отдельных филаментов.

Список использованных источников

1. Бородкин, В. Ф. Строение красителей и цвет / В. Ф. Бородкин // Химия красителей / В. Ф. Бородкин. – М., 1981 – С. 11–12.
2. Гладченко, М. А. Кинетические закономерности анаэробной биodeградации смеси азокрасителей / М. А. Гладченко, С. В. Калужный, А. И. Трухина // Катализ в промышленности. – 2008. – № 3. – С. 58–64.
3. Методическое руководство по гидробиологическому контролю нитчатых микроорганизмов активного ила : ПНД Ф СБ 14.1.92-96. – М., 1996. – 18 с.
4. Юхневич, Г. Г. Развитие нитчатых микроорганизмов в активном иле аэротенков городских очистных сооружений / Г. Г. Юхневич, В. А. Кирей // Междунар. молодежный науч. экологический форум «Эко-балтика» : сб. тр. / ГГАУ. – Гродно, 2017. – С. 134–141.

K. S. Shagun, D. V. Bukel, H. G. Yukhnevich
Yanka Kupala State University of Grodno

EFFECT OF TEXTILE DYES ON FILAMENTOUS BACTERIA OF AEROTEN ACTIVATED SLUDGE

It was revealed that the textile synthetic dye direct blue SV 150, depending on the degree of oxidative degradation, has a differentiated effect on filamentous bacteria of activated sludge of aeration tanks of treatment facilities, which is manifested both in a decrease and an increase in the number and length of individual filaments.

Keywords: textile synthetic dyes, oxidative destruction by ozonation, activated sludge of aeration tanks, filamentous bacteria.

РАЗДЕЛ 2. УСТОЙЧИВОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА

УДК 581.5

Д. Н. Головач, Т. А. Селевич

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

РАЗНОГОДИЧНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ВИДОВОГО СОСТАВА СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ОЗЕРА БЕЛОЕ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

Исследовали видовой состав сосудистых растений оз. Белое в Брестской области Беларуси в течение двух вегетационных сезонов 2022/2023 гг. Общее число видов увеличилось, встречаемость охраняемых видов снизилась.

Ключевые слова: Красная книга, спектры гидроморф, климадиограммы, эвтрофирование.

На территории Лунинецкого района Брестской области в пределах республиканского биологического заказника «Лунинский» находится уникальное для всего Полесского региона оз. Белое. По данным последнего издания Красной книги Республики Беларусь, это озеро является местообитанием двух редких охраняемых видов растений – лобелии Дортманна *Lobelia dortmanna* L. (I категория национального природоохранного значения) и полушника озерного *Isoëtes lacustris* L. (II категория национального природоохранного значения) [1]. Представляло интерес подтвердить это местонахождение охраняемых видов, а также изучить экологическую структуру видовой состава сосудистых растений и встречаемость охраняемых видов в оз. Белое на протяжении двух вегетационных сезонов.

Материалами для исследования послужили сосудистые растения, произраставшие в оз. Белое в полевые сезоны 2022–2023 гг., и их гербарные образцы. В 2022 г. в прибрежной полосе акватории закладывали 6 пробных площадей; в 2023 г. продолжили наблюдения на этих же площадях и добавили еще 2 пробные площади для более полного охвата литорали озера. Экологический анализ выявленных видов растений выполняли в соответствии с классификацией растений водоемов и водотоков российского гидробиолога В. Г. Папченкова, согласно которой выделяли экологические группы: гидрофиты (настоящие водные растения); гелофиты и гигрогелофиты (в сумме – прибрежно-водные растения); гигрофиты, гигромезо- и мезофиты (в сумме – околотовные растения) [2].

В 2022 г. в озере было выявлено в общей сложности 23 вида, относящихся к 19 родам, 15 семействам, 4 классам и 3 отделам (Lycopodiophyta, Equisetophyta, Magnoliophyta). В 2023 г. насчитывалось уже 43 вида, относящихся к 31 роду, 21 семейству, 4 классам и тем же 3 отделам.

В таблице 1 представлены спектры гидроморф видов сосудистых растений, выявленных в озере в 2022 и 2023 гг.

Таблица 1 – Количественное распределение видов сосудистых растений оз. Белое по группам гидроморф и степень их видовой сходства в двух вегетационных сезонах 2022/2023 гг.

Экологическая группа	2022 г.		2023 г.		Число общих видов	Коэффициент Жаккара
	n	%	n	%		
Гидрофиты	2	8,7	2	4,7	2	1,00
Гелофиты	3	13,0	3	7,0	3	1,00
Гигрогелофиты	3	13,0	4	9,3	3	0,75
Гигрофиты	12	52,2	23	53,4	10	0,40
Гигромезо- и мезофиты	3	13,0	11	25,6	2	0,17
Всего	23	100	43	100	20	0,43

В 2022 г. гидрофиты были представлены всего двумя видами – это и были ожидаемые охраняемые виды *Isoëtes lacustris* и *Lobelia dortmanna*. Только 3 вида удалось отнести к гело-

фитам – *Equisetum fluviatile* L., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Typha latifolia* L.; также 3 вида – к гигрогелофитам – *Alisma plantago-aquatica* L., *Eleocharis palustris* (L.) Roem. et Schult., *Carex rostrata* Stokes. Наибольшее число видов оказалось среди гигрофитов.

В 2023 г. число водных видов практически не изменилось (добавился 1 вид-гигрогелофит *Carex acuta* L.), зато значительно возросло число околоводных видов. Сравнение степени сходства видового состава растений разных экологических групп в двух сезонах выявило закономерное снижение коэффициента Жаккара от водных растений к околоводным.

Увеличение числа и доли околоводных видов от 2022 к 2023 гг. могло произойти в результате увеличения количества пробных площадей, а также за счет неодинаковых погодных условий двух сравниваемых вегетационных сезонов. По данным Полесской метеостанции, почти одинаковой была сумма положительных температур (101,1 °C и 109,9 °C в 2022 и 2023 гг. соответственно), но при этом значительно различались суммы осадков: 327,5 мм и 600,9 мм, причем построение климадиаграмм выявило в 2022 г. два засушливых периода – в июне и в августе; в 2023 г. была кратковременная засуха в мае и обильные неравномерные осадки в летние месяцы. Таким образом, более высокий и неустойчивый уровень воды в озере летом 2023 г. – явная причина повышенного числа видов околоводных растений.

Возможно, разница в погодных условиях двух вегетационных сезонов повлияла на частоту встречаемости двух охраняемых видов (таблица 2).

Таблица 2 – Распределение видов-гидрофитов оз. Белое по пробным площадям в двух вегетационных сезонах 2022/2023 гг. Наличие вида на пробной площади обозначено знаком «+»

Год	Название вида	Номера пробных площадей								Встречаемость, %
		1	2	3	4	5	6	7	8	
2022	<i>Isoetes lacustris</i>	+	–	+	–	–	+	не иссл.	не иссл.	50
2022	<i>Lobelia dortmanna</i>	+	+	+	+	+	+	не иссл.	не иссл.	100
2023	<i>Isoetes lacustris</i>	+	–	–	–	–	–	–	–	13
2023	<i>Lobelia dortmanna</i>	+	–	+	–	+	+	–	–	50

В 2022 г. вид *I. lacustris* встречался на 3-х пробных площадях из 6-ти, а в 2023 г. только на одной из 8-ми (встречаемость упала с 50 % до 13 %); вид *L. dortmanna* в 2022 г. присутствовал на всех 6-ти площадях, в 2023 г. – уже на 4-х из 8-ми (встречаемость снизилась со 100 % до 50 %). Таким образом, встречаемость *I. lacustris* снизилась сильнее, чем у *L. dortmanna*. Возможно, в оз. Белое идет процесс эвтрофирования из-за сильной рекреационной нагрузки, и *I. lacustris* более чувствителен к этому процессу, чем *L. Dortmanna*, который встречается не только в олиготрофных, но и в мезотрофных водоемах [1].

Список использованных источников

1. 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.
2. Папченко, В. Г. Закономерности зарастания водотоков и водоемов Среднего Поволжья : дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.16 / В. Г. Папченко. – СПб., 1999. – 578 л.

D. N. Golovach, T. A. Selevich
Yanka Kupala State University of Grodno

THE ANNUAL VARIABILITY OF THE SPECIES COMPOSITION OF VASCULAR PLANTS OF THE LAKE BELOE OF THE BREST REGION

The species composition of vascular plants of the lake Beloe in the Brest region of Belarus was studied during two growing seasons 2022/2023. The total number of species has increased, and the occurrence of protected species has decreased.

Keywords: Red book, hydromorphic spectra, climadiagrams, eutrophication.

А. С. Дятчик, О. В. Созинов

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

**ИЗМЕНЧИВОСТЬ МОРФО-ЦЕНОТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ *GALIUM VERUM* ЛУГОВОЙ КАТЕНА
ДОЛИНЫ р. НЕМАН (г. ГРОДНО)**

Изучена изменчивость морфо-ценотических характеристик ценопопуляции *Galium verum* на топографическом градиенте (катене) долины р. Неман (СВ окр. г. Гродно). Относительно максимальная высота побегов и обилие формируются ценопопуляциями *Galium verum* на II надпойменной террасе и склоне коренного берега на низкотравных ксерофитных лугах.

Ключевые слова: катена, ценопопуляция, доминант, фитоценоз, *Galium verum*, Неман, Гродно.

Река Неман в районе г. Гродно протекает по восточной окраине Гродненской возвышенности, для которой характерна высокая степень комплексности растительных сообществ, из которых ксеромезофитные аллювиальные и ксеромезофитные карбонатные луга являются редкими и подлежат охране [1].

Важную ценотическую роль в ксеромезофитных луговых сообществах долины р. Неман (склоны южной экспозиции) играет *Galium verum* L. (подмаренник настоящий), который встречается в Беларуси преимущественно на суходольных лугах, пастбищах и вдоль дорог [2].

Изучение фитоценозов проводили на луговой катене в долине р. Неман ~1 км на восток от д. Пригодичи (Республика Беларусь, Гродненская область, Гродненский р-н) во второй половине июня 2024 года. Заложено девять пробных площадей (100 м²) на топографическом градиенте южной экспозиции от склона коренного берега через II надпойменную террасу до I включительно. На каждой пробной площади заложено по 50 учетных площадок (УП = 1/4 м²) по 5 линиям, с шагом между УП 0,5 м (n = 450) на которых снимали проективное покрытие каждого вида растения, включая мхи и лишайники. Нумерация ПП произведена от I террасы до склона коренного берега. В каждом изученном фитоценозе измерена высота генеративной (побег с соцветием) (n = 105) и вегетативной (стебель) (n = 105) части побегов *G. verum*. Измерение длин побегов (вегетативной и генеративной части) проводили при помощи линейки с ценой деления 1 мм [3]. Длину метёлок рассчитывали, как разность длины вегетативной и генеративной части побега.

В результате анализа геоботанических описаний модельные фитоценозы получили наименования по доминирующим видам (среднее проективное покрытие, % /1/4м²): 1) *Carex praecox* (11,88 %) + *Calamagrostis epigejos* (10,48 %) + *Festuca sp.* (10 %), 2) *Festuca sp.* (15,9 %) + *Calamagrostis epigejos* (10,01 %), 3) *Pilosella officinarum* (12,78 %) + *Festuca sp.* (10,02 %), 4) *Pilosella officinarum* (13,82 %) + *Festuca sp.* (11,82 %), 5) *Calamagrostis epigejos* (25,64 %) + *Festuca sp.* (10 %); 6) *Festuca sp.* (14,84 %) + *Calamagrostis epigejos* (12,04 %); 7) *Carex praecox* (44,06 %), 8) *Festuca sp.* (16,6 %) + *Carex hirta* (10,28 %) + *Rumex thyrsoiflorus* (10 %), 9) *Festuca sp.* (16,16 %).

В изученных луговых сообществах проективное покрытие *G. verum* варьировало в диапазоне 0,6–4,1 % (таблица), при этом минимальное обилие характерно сообществу с доминированием *Calamagrostis epigejos*. Максимальная высота генеративной (69,90 ± 3,29 см) и вегетативной части (57,70 ± 3,14 см) побега *G. verum* отмечена на раннеосоковом луговом сообществе, произрастающем на II надпойменной террасе, что, вероятно, обусловлено низким разреженным травостоем. Минимальная высота 36,40 ± 2,01 и 30,40 ± 1,43 см генеративной и вегетативной части побега *G. verum* отмечена в овсяницево-вейниковом луговом сообществе, произрастающем на I надпойменной террасе. Минимальная длина метёлки *G. verum* 6,00 ± 0,77 см характерна ястребинко-овсяницево-вейниковому сообществу, находящемуся на склоне между I и II надпойменной террасой, а максимальная – 12,36 ± 1,29 см овсяницево-вейниковому сообществу, расположенному на склоне между II и III надпойменной террасой. Средняя изменчивость высоты побегов *G. verum* характерна для раннеосоково-вейниково-овсяницевого и раннеосокового лугового сообщества, произрастающего, на I и II надпойменных террасах и яст-

ребинко-овсяницевого фитоценоза – на склоне. Высокая изменчивость (генеративный + вегетативный побег) характерна для: вейниково-овсяницевого и овсянице-вейникового сообщества (II надпойменная терраса), а также для овсянице-раннеосоково-щавелевого и овсяничевого лугового сообщества (склон). Средняя изменчивость (12,90–18,29 %) длины метёлки выделяется в раннеосоково-вейниково-овсяницевом фитоценозе (I надпойменная терраса) и на овсянице-раннеосоково-щавелевом сообществе (склон), высокий показатель (21,23–32,52 %) характерен ястребинко-овсяницевым луговым сообществам, встречающимся на склоне, а также вейниково-овсяницевому и раннеосоковому фитоценозу. Единично, по всем изученным параметрам отмечена неоднородность в выборках (33,13–77,28 %).

Таблица – Морфометрическая и ценогическая характеристика ценопопуляций *Galium verum*

Луговое растительное сообщество, код пробной площади	ПП, %	Высота побегов, см				Длина метёлки, см	
		Генеративный		Вегетативный		М ± m С _v , %	
		М ± m	С _v , %	М ± m	С _v , %		
Раннеосоково-вейниково-овсяницевое, 1#1**	0,6	46,2 ± 2,87	19,67	36,5 ± 3,03	26,25	9,70 ± 0,40	12,90
Овсянице-вейниковое, 1#2**	1,1	41,0 ± 2,39	18,43	32,50 ± 1,78	17,30	8,50 ± 0,78	28,95
Ястребинко-овсяницевое, 2#1*	1,5	36,40 ± 2,01	17,43	30,40 ± 1,43	14,89	6,00 ± 0,77	40,82
Ястребинко-овсяницевое, 2#2*	2	43,10 ± 4,19	30,71	36,90 ± 3,87	33,13	6,20 ± 0,42	21,23
Вейниково-овсяницевое, 3#1**	1,2	51,60 ± 4,70	28,78	43,0 ± 4,30	31,62	8,60 ± 0,88	32,52
Овсянице-вейниковое, 3#2**	2,4	45,50 ± 4,38	30,44	37,50 ± 2,54	21,38	8,00 ± 1,96	77,28
Раннеосоковое, 4#1**	2,5	69,90 ± 3,29	14,89	57,70 ± 3,14	17,20	12,20 ± 1,25	32,51
Овсянице-раннеосоково-щавелевое, 4#2*	4,1	48,60 ± 5,36	34,89	41,40 ± 5,10	38,97	7,20 ± 0,42	18,29
Овсяничевое, 5#1*	3,5	53,68 ± 2,24	20,85	41,32 ± 2,01	24,38	12,36 ± 1,29	52,37

Примечания: * – склон; ** – терраса; ПП, % – проективное покрытие; полужирным выделены максимальные значения.

Таким образом, морфо-ценогические характеристики (длина побегов и обилие) *G. verum* на луговой катене склона южной экспозиции долины р. Неман закономерно возрастают (как и степень их варибельности) по топографическому градиенту от I надпойменной террасы к коренному берегу, что подтверждает его экологическую приуроченность к низкотравным ксерофитным луговым сообществам.

Список использованных источников

1. Правила выявления типичных и (или) редких биотопов, типичных и (или) редких природных ландшафтов, оформления их паспортов и охранных обязательств. Охрана окружающей среды и природопользование. Территории. Растительный мир : ТКП 17.12-06-2021(33140). – Введ. 17.12-06-2021(33140). – Минск, 2021. – 43 с.
2. Созинов, О. В. Растительные сообщества долины р. Неман на орографическом градиенте / О. В. Созинов // Гидробиотаника – 2005 : электрон. сб. материалов Всерос. шк. конф. по водным макрофитам (Борок, 11–16 окт. 2005 г.) / редкол.: В. Г. Папченко [и др]. – Рыбинск, 2005. – С. 347–349.
3. Ипатов, В. С. Описание фитоценоза : метод. рек. / В. С. Ипатов, Д. М. Мирин. – СПб., 2008. – 71 с.

A. S. Dyatchik, O. V. Sozinov
Yanka Kupala State University of Grodno

VARIABILITY OF MORPHOCENOTIC CHARACTERISTICS OF CENOPOPULATIONS OF *GALIUM VERUM* IN THE MEADOW CATENA IN THE NEMAN RIVER VALLEY (GRODNO)

The variability of the morpho-coenotic characteristics of the coenopopulation of *Galium verum* (true bedstraw) on the topographic gradient (catena) of the river valley was studied. Neman (NE suburb of Grodno). The relatively maximum height of shoots and abundance are formed by coenopopulations of *Galium verum* on the second terrace above the floodplain and the slope of the main bank, where short-grass xerophytic meadows are formed.

Keywords: catena, cenopopulation, dominant, phytocenosis, *Galium verum*, Neman, Grodno.

ФЛОРИСТИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ РЕКИ ПИНЫ И ЕЁ СТАРИЦЫ ВБЛИЗИ ЮЖНОЙ ГРАНИЦЫ ГОРОДА ПИНСКА

Изучали флористический комплекс сосудистых растений реки Пины и ее старицы вблизи южной границы города Пинска Брестской области. Выполнен сравнительный анализ числа, встречаемости и обилия видов.

Ключевые слова: сосудистые растения, река, старица, видовое богатство, встречаемость видов.

Известно, что на территории республики насчитывается около 20 900 рек и 18 000 ручьев. Интересными водными объектами являются и речные старицы. Зачастую они расположены вдали от населенных пунктов, в заболоченной и труднопроходимой для человека местности, поэтому играют значимую роль в сохранении разнообразия растительного мира [1]. Сравнительный анализ видового состава сосудистых растений реки Пины и ее старицы стал целью нашей работы.

Флористические исследования проводили в июле–августе 2022–2023 гг., для чего в прибрежной полосе русла реки закладывали 9 пробных площадей и 2 пробные площади – в приуездовой полосе акватории старицы. Глазомерно оценивали обилие растений каждого вида по 4-балльной шкале; рассчитывали встречаемость каждого вида. Согласно В. Г. Папченкову [2], выделяли 5 экологических групп растений: водные растения (гидрофиты, гелофиты, гигрогелофиты) и околотовные растения (гигрофиты, гигромезо- и мезофиты).

В таблице 1 представлены спектры гидроморф сосудистых растений реки Пины и ее старицы. Видно, что общее число видов в старице меньше, чем в реке (как и в работе [2]), при очень низкой видовой общности. Как и следовало ожидать, наибольшее сходство видового состава растений проявилось у настоящих водных растений – гидрофитов. За исключением гидрофитов, для всех остальных экологических групп абсолютное число видов в старице оказалось ниже, чем в реке, особенно для гелофитов. Число же гидрофитов даже чуть больше в старице, чем в реке. В итоге доля гидрофитов в старице получилась заметно выше, чем в реке (как и в работе [2]). В каждом спектре гидроморф минимальная доля видов приходится на гелофиты и гигрогелофиты, почти одинаковы доли видов береговых экологических групп. Сходство спектров проявляется и в соотношении долей видов водных и околотовных растений: в реке на водные виды приходится 55,1 %, на околотовные – 44,9 % от общего числа видов, в старице – 55,6 % и 44,4 % соответственно.

Таблица 1 – Количественное распределение видов сосудистых растений реки Пины и её старицы по экологическим группам. Указана степень сходства видового состава растений в каждой экологической группе

Экологическая группа	Река Пина		Старица Пины		Степень видовой общности	
	n	%	n	%	Число общих видов	Коэффициент Жаккара
I. Гидрофиты	12	24,5	13	36,1	8	0,47
II. Гелофиты	6	12,2	2	5,6	2	0,33
III. Гигрогелофиты	9	18,4	5	13,9	3	0,27
IV. Гигрофиты	12	24,5	8	22,2	5	0,33
V. Гигромезо- и мезофиты	10	20,4	8	22,2	4	0,29
Всего	49	100	36	100	22	0,35

Согласно таблице 2, в реке Пине из 12-ти видов-гидрофитов максимальную встречаемость и обилие имеют 6 видов. Все они, кроме *S. polyrhiza*, встречаются и в старице, но *S. demersum* в меньшем обилии, поэтому он не вошел в правую часть таблицы. Только

один из массовых видов старицы не обнаружен в реке – это *Stratiotes aloides* L., наличие многочисленных экземпляров которого вплоть до самого уреза воды явно подавляет развитие растений гигрогелофитов, имеющих бедный видовой состав, а также незначительную встречаемость и обилие (поэтому гигрогелофиты не включены в таблицу 2).

Таблица 2 – Виды сосудистых растений, имеющих встречаемость более 50 % и наибольшее обилие в реке Пине и в её старице в пределах отдельных экологических групп: (сверху вниз) гидрофиты, гелофиты, гигрофиты, гигромезо- и мезофиты

Река Пина	Старица Пины
<i>Lemna minor</i> L. <i>Elodea canadensis</i> Michx. <i>Lemna trisulca</i> L. <i>Ceratophyllum demersum</i> <i>Salvinia natans</i> (L.) All. <i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleid.	<i>Stratiotes aloides</i> L. <i>Elodea canadensis</i> Michx. <i>Lemna minor</i> L. <i>Salvinia natans</i> (L.) All. <i>Lemna trisulca</i> L.
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.
<i>Lycopus europaeus</i> L	<i>Salix purpurea</i> L.
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	<i>Salix caprea</i> L.

Среди 6-ти гелофитов в реке Пине по встречаемости и обилию значительно превалирует *Ph. australis*. В силу своей мощи и массовости, он, как известно, отрицательно влияет на соседние виды, то есть на виды-гелофиты в реке, а также и в старице, где из других гелофитов обнаружен только слабо представленный вид *Typha lathipholia* L. К массовым видам среди гигрофитов реки можно отнести *L. europaeus* L., в старице такую же роль играет *S. purpurea*. Среди гигромезо- и мезофитов лидирующие позиции в реке и старице также занимают разные виды: в реке – *L. nummularia*, в старице – *S. caprea*, что вполне объяснимо, поскольку околоводные виды наименее связаны с водной средой.

Таким образом, наиболее массовые виды водных растений реки Пины как правило присутствуют и в старице, часто и там занимая первые позиции по встречаемости и обилию. Сходство состава массовых видов растений реки и старицы можно объяснить наличием водного сообщения между ними в виде протоки. С этим можно связать и вышеупомянутое одинаковое соотношение доли водных и околоводных растений в реке и старице, что свидетельствует о сходном водном режиме последних. Различия видового состава растений реки и старицы касаются в основном малочисленных видов. Исключение составляет массовый вид *S. aloides*, обнаруженный только в старице.

Список использованных источников

- Петрова, Е. А. Флора и растительность озер-стариц реки Суры : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Е. А. Петрова ; Мордов. гос. ун-т им. Н. П. Огарёва. – Саранск, 2006. – 22 с.
- Папченков, В. Г. Закономерности зарастания водотоков и водоемов Среднего Поволжья : дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.16 / В. Г. Папченков. – СПб, 1999. – 578 л.

A. A. Efimova, T. A. Selevich
 Yanka Kupala State University of Grodno

FLORISTIC COMPLEXES OF VASCULAR PLANTS THE PINA RIVER AND ITS OXBOW NEAR THE SOUTHERN BORDER OF THE CITY OF PINSK

We studied the floristic complex of vascular plants of the Pina River and its oxbow near the southern border of the city of Pinsk. A comparative analysis of the number, occurrence and abundance of species was carried out.

Keywords: vascular plants, river, oxbow lake, species richness, species occurrence.

МИКОТРОФНОСТЬ *LEDUM PALUSTRE* БОЛОТНЫХ СОСНЯКОВ²

Исследовали микотрофность *Ledum palustre* в болотных сосняках республиканского ландшафтного заказника «Озёры» (Гродненский район, Беларусь). Частота встречаемости эрикоидных микоризных грибов (F) у *Ledum palustre* варьировала в пределах от 32 % до 78 %, интенсивность микоризации (С) – от 15 % до 50 %. Микоризный статус *Ledum palustre* зависел от экологических режимов его местопроизрастаний.

Ключевые слова: *Ledum palustre*, багульник болотный, эрикоидные микоризные грибы, частота встречаемости, микоризация, микотрофность.

Багульник болотный (*Ledum palustre* L. = *Rhododendron tomentosum* Harm.) – лекарственное растение, являющееся микотрофом. Микориза рододендронов относится к микоризам эрикоидного типа. Этот тип микоризы уникален тем, что его могут формировать только растения нескольких родов *Ericales*, а также представители *Bryophyta*. В настоящее время известно около 130 микобионтов [1; 2; 3]. Растения, образующие этот тип микоризы растут в основном на бедных минеральными веществами почвах. Эрикоидные микоризные грибы способствуют разложению сложных органических полимеров, ускоряя разложение подстилки, и обеспечивают доступ растений к биогенам. Развитие микоризных грибов в корнях растений зависит от типа местообитания, сезона и фенологической фазы [1]. Важной задачей является выявление экологических факторов, включая и консортивные связи, оказывающие влияние на популяции *Ledum palustre*.

Цель работы – оценить микоризный статус популяций *Ledum palustre* растительных сообществ болотных сосняков на экологических градиентах.

Исследование микотрофности *Ledum palustre* проводили в 2021–2022 гг. Место проведения исследования – болотные сосняки Республиканского ландшафтного заказника «Озёры» (Гродненский и Щучинский районы Гродненской области, Беларусь). В пяти фитоценозах вокруг дистрофного озера в пределах пробных площадей (100 м²) закладывали пять учетных площадок (1 м²), из которых выкапывали пять растений (парциальных побегов) *Ledum palustre*. Затем их фиксировали, проводили мацерацию, окрашивали анилиновым синим и готовили 125 препаратов из корней 125 растений. Методом И. А. Селиванова определяли микотрофность (частоту встречаемости эрикоидных грибов (F, %); интенсивность микоризации (С, %) в корнях) и степень микотрофности (D, баллы) багульника болотного [4]. В пяти фитоценозах ранее проводилось геоботанические описания (ГО) растительности (названия фитоценозов, расчёты сквозистости, полноты древостоя) и определяли гидрохимические показатели воды в торфе [5]. Эти результаты мы использовали в своих исследованиях для определения факторов, влияющих на микотрофность болотных растений. Фитоценозы, в которых проведены исследования: **L1**: сосняк берёзово-пушицево-клюквенно-сфагновый; **L2**: сосняк берёзово-багульниково-клюквенно-сфагновый; **L9**: сосняк берёзово багульниково-клюквенно-сфагновый; **L11**: сосняк берёзово-багульниково-пушицево-сфагновый; **L12**: сосняк берёзово-чернично-сфагновый.

Определяли метрические и аллометрические параметры парциальных побегов *Ledum palustrе* и содержания биологически активные вещества в побегах (суммарное содержание проантоцианидинов, антоцианов и флавоноидов), а также пигментов фотосинтеза в листьях спектрофотометрическим методом [6–10]. Для определения связи между микотрофностью *L. palustrе* и параметрами ценопопуляций, а также структурными параметрами фитоценозов проведен корреляционный анализ.

Во всех модельных популяциях багульника выявлены эрикоидные микоризные грибы. Они выявлены в тонких волосовидных корнях *L. palustrе* в клетках ризодермы в виде плотных клубков гиф, а также отмечали наружные гифы. В пяти изученных фитоценозах в 2021 и

² Исследования микотрофности *Ledum palustrе* проводились в рамках проекта БРФФИ (Б22-024).

2022 гг. частота встречаемости эрикоидных микоризных грибов (F) у *Ledum palustre* варьировала в пределах от 32 % до 78 %, интенсивность микоризации (C) – от 15 % до 50 %, степень микоризации – от 0,6 до 2 баллов. Микоризный статус *Ledum palustre* зависел от влажности почвы (коэффициент корреляции Спирмена $r_s = -0,46 - 0,53$; $p < 0,05$), богатства почв азотом ($r_s = -0,46 - 0,53$; $p < 0,05$), сквозистости ($r_s = -0,35 - 0,40$; $p < 0,05$), кислотности почвы ($r_s = -0,29 - 0,49$ (D); $p < 0,05$), освещенности ($r_s = -0,31 - 0,43$; $p < 0,05$). Выявлена слабая отрицательная корреляционная связь размерных показателей побегов багульника с параметрами микоризации багульника в сосняках багульниковых ($r_s = -0,18 - 0,26$; $p < 0,05$).

Таким образом, микоризный статус *Ledum palustre* несколько сильнее (умеренная корреляционная связь) завит от экологических режимов местопроизрастаний *Ledum palustre* ($r_s = -0,30 - -0,50$; $p < 0,05$) и слабее (слабая корреляционная связь) от его морфометрических показателей ($r_s = -0,18 - -0,24$; $p < 0,05$) на фоне отсутствия достоверных связей с фитохимическими и физиолого-биохимическими показателями. Достаточно стабильный характер связи симбиотрофического статуса модельного вида с его размерными показателями и факторами абиотической среды свидетельствует о стенопопности ценопопуляций *Ledum palustre* и, в целом, об устойчивом положении болотных экосистем в границах особо охраняемой природной территории. Отрицательная форма выявленных микосимбиотрофических взаимосвязей говорит о важном адаптивном значении эрикоидных симбиотических грибов в морфо-ценотической адаптации *Ledum palustre* к экстремальным условиям болотных биотопов в режиме экономии ресурсов. В тоже время независимое положение физиологических характеристик (первичного и вторичного метаболизма) от симбиотрофического статуса *Ledum palustre* характеризует уверенную адаптацию грибного симбионта к физиологии хозяина в экстремальных условиях произрастания.

Список использованных источников

1. Сезонные изменения в развитии микоризы *Rhododendron tomentosum* Harm. на территории украинского Полесья / Н. Ю. Белова [и др.] // Ботаника (исследования) : сб. науч. тр. Вып. 43 / Ин-т эксперимент. ботаники НАН Беларуси. – Минск : 2014. – С. 148–153.
2. Воронина, Е. Ю. Микоризы в наземных экосистемах: экологические, физиологические и молекулярно-генетические аспекты микоризных симбиозов / Е. Ю. Воронина // Микология сегодня / Ю. Т. Дьяков, Ю. В. Сергеев (ред.). – М. : Нац. акад. микологии, 2007. – Т. 1. – С. 142–234.
3. Смит, С. Э. Микоризный симбиоз / С. Э. Смит, Д. Дж. Рид. – М. : Тов-во науч. изд. КМК, 2012. – 776 с.
4. Бетехина, А. А. Микротехнические исследования на базе современного оборудования. Руководство к практическим занятиям / А. А. Бетехина, И. А. Уткина. – Екатеринбург : Урал. гос. ун-т им. А. М. Горького, 2008. – 110 с.
5. Созинов, О.В. Оптимизация оценки урожайности сырья *Ledum palustre* (Ericaceae) на ключевом участке / О. В. Созинов // Растительные ресурсы – 2015. – Т. 55, вып. 2. – С. 213–220.
6. Методы изучения ценопопуляций : учеб.-метод. пособ. / сост.: А. С. Кашин [и др.]. – Саратов, 2015. – 127 с.
7. Биохимические методы анализа растений / под ред. М. Н. Запрометова. – М. : Изд-во иностр. лит., 1960. – 592 с.
8. Комарова, М. Н. Фитохимический анализ лекарственного сырья : метод. указания к лаб. занятиям / М. Н. Комарова ; под ред. К. Ф. Блиновой. – СПб. : СПХФА, 1998. – 60 с.
9. Мазец, Ж. Э. Практикум по физиологии растений / Ж. Э. Мазец, И. И. Жукова, А. А. Деревинская. – Минск : БГПУ, 2017. – 176 с.
10. Гавриленко, В. Ф. Большой практикум по физиологии растений. Фотосинтез, дыхание : учеб. пособие / В. Ф. Гавриленко, М. Е. Ладыгина, Л. М. Хандобина. – М. : Высш. шк., 1975. – 392 с.

I. S. Zhebrak, O. V. Sozinov, S. L. Chiruk
Yanka Kupala State University of Grodno

MYCOTROPHY OF *LEDUM PALUSTRE* IN SWAMP PINE FORES

The mycotrophy of *Ledum palustre* was studied in swamp pine forests on the territory of the Ozyory Republican Landscape Reserve. The frequency of occurrence of ericoid mycorrhizal fungi (F) in *Ledum palustre* varied from 32 % to 78 %, the intensity of mycorrhiza (C) – from 15 % to 50 %. The mycorrhizal status of *Ledum palustre* depended on the ecological regimes of its habitat.

Keywords: *Ledum palustre*, wild rosemary, ericoid mycorrhizal fungi, frequency of occurrence, intensity of mycorrhization, degree of mycotrophy.

ОСОБЕННОСТИ ВИДОВОГО СОСТАВА СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ЛЯСКОВИЧСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

Исследовали видовой состав сосудистых растений Лясковичского водохранилища Брестской области в течение полевых сезонов 2022/2023 гг. Сравнивали число, встречаемость и обилие видов разных гидроморф.

Ключевые слова: водохранилище, сосудистые растения, встречаемость, обилие, спектры гидроморф,

Интерес к изучению растений водохранилищ связан с тем, что водохранилища наиболее богаты видами по сравнению с другими водными объектами [1], и познать фиторазнообразие Республики Беларусь невозможно без исследования растительного покрова водохранилищ разного размера. Лясковичское водохранилище расположено в Ивановском районе Брестской области в непосредственной близости к д. Лясковичи; создано на ответвлении малой реки Самаранки, входящей в мелиоративную систему; площадь водного зеркала 0,426 км².

Материалом для исследования послужили сосудистые растения, произраставшие на акватории водохранилища в вегетационные сезоны 2022–2023 гг. В прибрежной полосе водохранилища закладывали 6 пробных площадей. При экологическом анализе флористического списка использовали классификацию экологических групп растений водоемов и водотоков В. Г. Папченкова, согласно которой выделяли 5 экологических групп: водные растения (гидрофиты, гелофиты, гигрогелофиты) и околководные (гигрофиты, гигромезо- и мезофиты). Сравнивали собственные результаты с аналогичными, полученными для водохранилища Паперня [2] Брестской области и для водохранилищ Среднего Поволжья [1]. Визуально определяли обилие каждого вида на пробных площадях по 4-балльной шкале, рассчитывали встречаемость.

В таблице представлены спектры гидроморф Лясковичского водохранилища и сравниваемых с ним водохранилищ. Из таблицы видно, что общее число видов в исследованном нами водохранилище составляет 29, что заметно меньше, чем в более крупном (1,8 км²) водохранилище Паперня, и на порядок меньше, чем в водохранилищах Среднего Поволжья.

Таблица – Спектр гидроморф сосудистых растений Лясковичского водохранилища в сравнении с аналогичными спектрами для водохранилища Паперня [2] и водохранилищ Среднего Поволжья [1]

Экологическая группа	Лясковичское водохранилище		Водохранилище Паперня		Водохранилища Среднего Поволжья	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Гидрофиты	11	37,9	16	21,3	62	19,0
Гелофиты	2	7,0	8	10,7	23	7,0
Гигрогелофиты	5	17,2	16	21,3	40	12,2
Гигрофиты	10	34,5	21	28,0	155	47,4
Гигромезо- и мезофиты	1	3,4	14	18,7	47	14,4
Всего	29	100	75	100	327	100

В Лясковичском водохранилище наибольшим числом видов (11 видов) представлены гидрофиты, почти столько же гигрофитов (10 видов), заметно меньше гигрогелофитов (5 видов), самыми малочисленными оказались гелофиты (2 вида) и особенно гигромезо- и мезофиты (1 вид). Лясковичское водохранилище резко выделяется повышенной долей гидрофитов и низкой долей наиболее сухопутных растений – гигромезо- и мезофитов. Особенность Лясковичского водохранилища – самая низкая доля околководных растений в целом – 37,9 %. В. Г. Папченков объясняет наиболее высокую долю околководных растений в водохранилищах

Среднего Поволжья их крупными размерами и крайне неустойчивым водным режимом [1], что не характерно для Лясковичского водохранилища.

Приведем данные по встречаемости и обилию настоящих водных растений водохранилища. Шесть видов из 11-ти гидрофитов имеют наиболее высокую встречаемость (50–67 %), которая реально является средней или несколько выше средней. Это *Batrachium trichophyllum* (Chaix) Bosch, *Myriophyllum spicatum* L., *Elodea canadensis* Michx., *Potamogeton crispus* L., *Hydrocharis morsus-ranae* L., *Lemna minor* L. Для этих же видов характерно наиболее высокое среди прочих среднее обилие (в основном от 1,0 до 1,5 баллов), которое само по себе все же нельзя назвать высоким по 4-балльной шкале. Сочетание наибольшей встречаемости и наибольшего обилия оказалось для *E. canadensis*, несколько менее активны *M. spicatum* и *H. morsus-ranae*.

Прибрежно-водные растения в сумме представлены 7-ю видами. В группе «гелофиты» всего 2 вида. Один из них *Typha angustifolia* L. имеет среднюю встречаемость (50 %) и относительно невысокое обилие (1 балл). Зато второй вид *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. выделяется 100 %-й встречаемостью и на каждой пробной площади доминирует (его среднее обилие составляет 3,7 балла). В то же время все представители небольшой группы «гигрогелофиты» имеют встречаемость не выше 33 % и обилие, не достигающее даже 1 балла.

Почти все виды-гигрофиты имеют минимальную или низкую встречаемость (17–33 %) и очень низкое обилие (в основном 0,2–0,3 балла). Обилие мезофита – 0,5 балла. Если редкость и малочисленность околоводных растений на кромке воды водохранилища вполне ожидаемы, то для прибрежно-водных растений такая ситуация в норме не типична, поскольку они лучше приспособлены к жизни на мелководье, чем околоводные растения. Однако только гелофиты (2 вида) имели более высокую встречаемость и обилие, чем околоводные растения. Особенно выделился *Ph. australis*, заросли которого присутствовали с небольшими перерывами по всему периметру прибрежного мелководья. По-видимому, данный вид-виолент подавляет вселение и развитие не только других гелофитов, но и прежде всего гигрогелофитов и отчасти гигрофитов. Достаточно высокое видовое разнообразие, наибольшее обилие и встречаемость обнаружили в основном среди настоящих водных растений, для которых именно водная среда является оптимальной и как бы выравнивает условия жизни на разных пробных площадях.

Список использованных источников

1. Папченков, В. Г. Закономерности зарастания водотоков и водоемов Среднего Поволжья : дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.16 / В. Г. Папченков. – СПб, 1999. – 578 с.
2. Зайковская, С. А. Флора водохранилища Паперня (Брестская область, Беларусь) / С. А. Зайковская, Т. А. Селевич // Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания: сб. науч. ст. Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 23–25 апр. 2014 г. В 4 ч. Ч. 1. – Брест : 2014. – С. 76–81.

I. A. Zhushma, T. A. Selevich
Yanka Kupala State University of Grodno

FEATURES OF THE SPECIES COMPOSITION OF VASCULAR PLANTS OF THE LYASKOVICHI RESERVOIR IN THE BREST REGION

We studied the species composition of vascular plants in the Lyaskovichi reservoir in the Brest region during the 2022/2023 seasons. The number, occurrence, abundance of species of different hydromorphs were compared.

Keywords: reservoir, vascular plants, occurrence, abundance, hydromorph spectra.

СЕЗОННЫЕ РАЗЛИЧИЯ ФИТОПЛАНКТОНА ОЗЁР РАЗНОГО ТРОФИЧЕСКОГО СТАТУСА

Проведен сравнительный анализ численных показателей фитопланктона озёр разного трофического статуса. Выявлено, что степень различий между водоемами зависит от сезона. Так, в период весеннего максимума наблюдаются наиболее высокие проценты сходства сообществ фитопланктона в озерах разного трофического уровня, в то время как в августе величины сходства между водоемами снижаются.

Ключевые слова: фитопланктон, численность, таксономическое разнообразие, трофический статус.

Состав и количественные параметры фитопланктона остаются важными показателями трофического статуса озёр. Изучение сообщества водорослей в рамках одной озёрной системы позволяет лучше понять, как развиваются первичные продуценты в различных озёрных экосистемах с разной морфометрией [1]. Особое внимание уделяется исследованиям фитопланктона, которое является первичным звеном в трофической цепи. Он оказывает значительное влияние на структуру и функционирование водных биоценозов, а также обладает высокой чувствительностью к различным загрязнителям [2].

Материалом для работы послужили пробы фитопланктона, отобранные на четырех озерах разного уровня трофности, относящиеся к Ушачшской группе (оз. Вечелье, оз. Кривое и оз. Чертсвятское, оз. Отолово). Пробы отбирали в период с мая по август 2023 года. Всего отбирали по две пробы каждый сезон в мае, июле и августе. Для оценки количественного развития фитопланктона в работе использовали стандартные методы гидробиологии [3].

Кластерный анализ по численности видов фитопланктона показал, что в мае наибольшее сходство было отмечено между оз. Кривое и оз. Вечелье. Сходство составляло 44 %. Оба озера относятся к мезотрофному типу, что может объяснять сходство видового состава и приблизительно одинаковую численность видов фитопланктона. Озеро Отолово и озеро Вечелье также сходны по количественным и таксономическим показателям. Процент сходства составляет 32 %.

Наименьшее сходство в 5 % наблюдалось между мезотрофным оз. Кривое и сильно эвтрофным оз. Чертсвятским (рисунок 1).

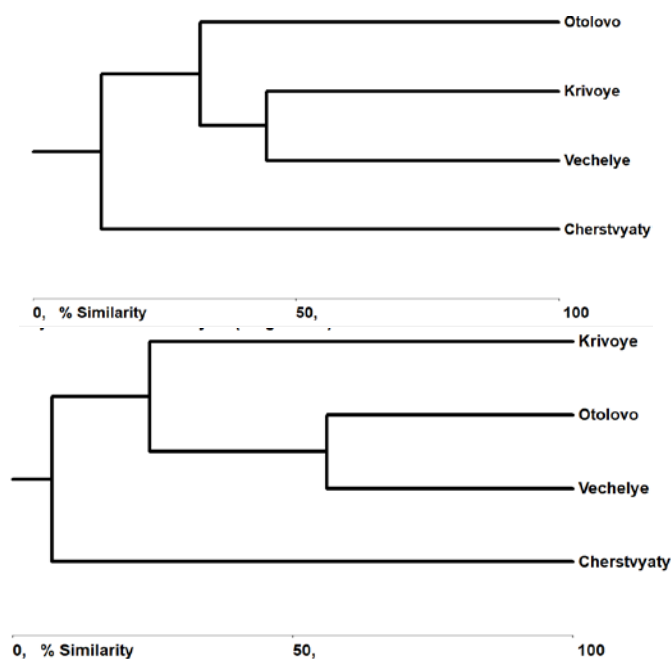


Рисунок 1 – Кластерный анализ сходства озёр Ушачской группы по численности фитопланктона в мае и июле 2023 года

При составлении кластеров за июль был отмечен возрастающий процент сходства между озерами Вечелье и Отолово (56 %). Процент сходства между оз. Кривое и оз. Вечелье снизился до 15 %. Самый низкий процент сходства 1 % оставался между сильно эвтрофным оз. Черствятским и мезотрофным оз. Кривое (рисунок 1).

В августе наблюдались наибольшие различия между озерами. По-прежнему оставался высоким процент сходства озер Кривое и Вечелье – 29 %. К концу лета, в связи с пиком вегетационного сезона и увеличением численности отдельных видов вырастал процент сходства между озерами Отолово и Черствятское – 25,5 %. Сходство между озерами Кривое и Черствятское по-прежнему самое низкое – 2,6 % (рисунок 2).

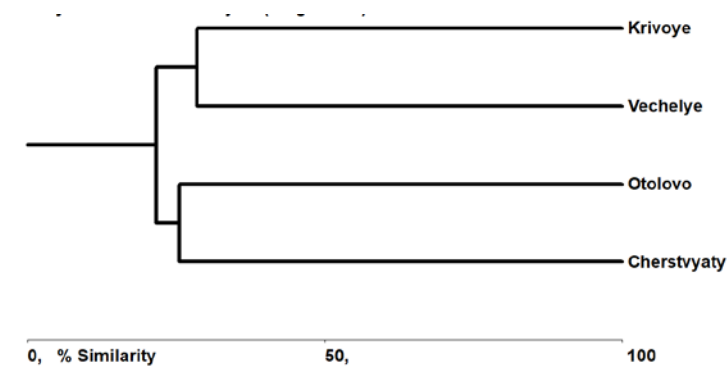


Рисунок 2 – Кластерный анализ сходства озёр Ушачской группы по численности фитопланктона в августе 2023 года

При проведении сравнительного анализа численных показателей фитопланктона озер разного трофического статуса были выявлены существенные различия. При этом степень различий между водоемами зависела от сезона. Так, в период весеннего максимума наблюдались наиболее высокие проценты сходства сообществ фитопланктона в озерах разного трофического уровня, в то же время в пик вегетационного сезона, величины сходства между водоемами снижаются. Из этого следует вывод: чем выше трофический статус озера, тем больше сходства в период летнего максимума. При этом, чем ниже трофический статус, тем лучше сходство прослеживается в весенние месяцы до основного пика цветения.

Список использованных источников

1. Дрозденко, Т. В. Видовое богатство фитопланктона и оценка качества воды озера долгое (Псковская область) / Т. В. Дрозденко, И. В. Кек // Самар. науч. вестн. – 2022. – № 11. – С. 56–60.
2. Михеева, Т. М. Таксономический состав фитопланктона Сарочанской группы озер (Беларусь), бассейн реки Вилии / Т. М. Михеева // Вопросы рыбного хозяйства. – 2020. – № 36. – С. 235–255.
3. Mikheyeva, T. M. Methods of quantitative enumeration of nanophytoplankton (review) / T. M. Mikheyeva // Hydrobiological Journal 25. – 1989. – P. 3–21.

A. U. Karpaeva

Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources

PHYTOPLANKTON SEASONAL CHANGES IN LAKES WITH DIFFERENT TROPHIC STATUS

A comparative analysis of the numerical indices of phytoplankton in lakes with different trophic status was conducted. It was found that the degree of differences between water bodies depends on the season. Thus, during the spring maximum, the highest percentages of similarity of phytoplankton communities in lakes of different trophic levels are observed, while in August, the values of similarity between water bodies decrease.

Keywords: phytoplankton, abundance, taxonomic diversity, trophic status.

М. С. Колбышевская, П. П. Жих, Д. М. Кривецкая,
А. С. Дятчик, А. А. Сакович

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИЁМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ МОХООБРАЗНЫХ

Рассматривается разработка методики стабилизации мохообразных на примере 5 видов: *Ptilium crista-castrensis* Hedw., *Polytrichum juniperinum* Hedw., *Hypnum cupressiforme* Hedw., *Rhytidiadelphus triquetrus* Hedw., *Sphagnum magellanicum* Brid. Выявлены факторы специфики стабилизации мохообразных, а также определены виды, обладающие наибольшей декоративностью.

Ключевые слова: мохообразные, стабилизация, глицерин, эксперимент, декоративность.

В современном образовании использование стабилизированных растений представляет собой важный инструмент, способствующий повышению качества образования. В отличие от гербарного материала, стабилизированные растения сохраняют свои свойства, на протяжении длительного времени, что позволяет использовать их для демонстрации различных биологических видов. Особенно это важно для мхов и лишайников, т. к. их гербарные образцы обладают значительной хрупкостью, что затрудняет их видовую идентификацию. Стабилизированные образцы мхов и лишайников сохраняют свою эластичность, естественную форму и пригодны для длительного хранения [1].

В большей степени в мире подвергаются стабилизации лишайники рода *Cladonia*. Лишайники имеют талломное строение, представляющее собой симбиоз грибов (микробионтов) и водорослей (фотобионтов) в отличие от мохообразных. Мхи – это высшие споровые растения, поэтому имеют тканевое строение побеговых систем [2]. У лишайников вода поглощается всей поверхностью слоевища и удерживается в нём капиллярными пространствами между гифами и клетками водорослей [3]. У мхов вода может адгезироваться поверхностью мха и поглощаться гиалиновыми клетками, а также проникать в межклетники [4]. Это в свою очередь влияет на скорость стабилизации и время сушки после неё.

Информации о стабилизации мохообразных не достаточно для постановки опыта. Поэтому целью работы является разработка методики стабилизации различных таксонов мохообразных.

В результате поставленного нами решались следующие задачи: 1) выбор видов мохообразных; 2) выбор вариантов стабилизирующего раствора; 3) подбор антисептика для предотвращения заражения стабилизируемого материала плесневыми грибами.

Материалом для работы послужили 5 видов мохообразных отдела Bryophyta, из которых 4 вида класса Bryopsida: *Ptilium crista-castrensis* Hedw, *Polytrichum juniperinum* Hedw, *Hypnum cupressiforme* Hedw, *Rhytidiadelphus triquetrus* Hedw, 1 вид класса Sphagnopsida: *Sphagnum magellanicum* Brid. Для стабилизации нами проведён эксперимент, включающий несколько этапов. В настоящей работе нами описан только первый этап. В качестве стабилизируемого раствора использовали водный раствор глицерина в соотношении 1:1. Для создания стерильных условий применяли изопропиловый спирт C_3H_8O в концентрациях 1 %, 5 %, 10 %. Каждый вид мха стабилизировался в пяти повторностях. В расчёте на 50 мл глицерина и воды: 1 % – 0,5 мл изопропилового спирта; 5 % – 2,5 мл изопропилового спирта; 10 % – 5 мл изопропилового спирта. Для оценки результата использовался контрольный экземпляр, который стабилизировался без добавления изопропилового спирта.

Процесс стабилизации проводили в течение 14 дней. После этого мохообразные высушивались в течение нескольких недель. Результат оценивали по следующим критериям: декоративность, устойчивость, консистенция, жирность, цвет. Каждый из критериев оценивали по 3-х балльной шкале: декоративность (1 – декоративность мха не сохраняется, изменяется его структура и цвет, 3 – декоративность мха сохраняется, не изменяется его структура и цвет), устойчивость (1 – стабилизируемый экземпляр не устойчив к сжатию, крошится и ло-

мается более, чем на 50 %, при сжатии не восстанавливает своё исходное положение, 3 – стабилизируемый экземпляр обладает высокой устойчивостью к разрушениям, при сжатии не сгибается, не ломается, не разрушается); цвет (1 – цвет изменился, 3 – цвет не изменился), консистенция (1 – упругость стабилизированного материала не сохраняется, 3 – упругость стабилизированного материала сохраняется), жирность (1 – после сушки сравнительно не жирный, не маслянистый, 3 – после сушки остаётся жирным, маслянистым).

По результатам первого опыта выявлено, что наибольшей декоративностью при всех концентрациях изопропилового спирта обладают 3 вида мха: *P. juniperinum*, *Pt. crista-castrensis*, *R. triquetrus*, тогда как *H. cupressiforme* полностью потерял свою декоративность.

При проведении теста на устойчивость образца к повреждениям (краш-тест) выявили, что наибольшей устойчивостью к нарушению целостности тела мха при 1 % концентрации изопропилового спирта характеризуется *Pt. crista-castrensis*, *H. cupressiforme*, *P. juniperinum*, в то время как при концентрации изопропилового спирта 5 % и 10 % достаточно устойчив к внешним воздействиям *Pt. crista-castrensis*, *H. cupressiforme*, *P. juniperinum*, *R. triquetrus*. Наименее устойчив *Sph. magellanicum* при всех исследуемых концентрациях, т. к. при проведении краш-теста более 30 % дерновинки разрушается.

При всех концентрациях изопропилового спирта цвет в большей степени сохраняется у *Pt. crista-castrensis*, *H. cupressiforme*, *R. triquetrus*. Хуже всего сохраняет цвет *P. juniperinum* при 10 %. Изменение цвета зависит от концентрации изопропилового спирта: чем выше концентрация спирта C₃H₈O, тем больше происходит разрушение хлорофилла.

Наименьшей жирностью при всех концентрациях спирта обладает *H. cupressiforme*, *R. triquetrus*. Удовлетворительные показатели жирности наблюдаются у *Sph. magellanicum*, *P. juniperinum*, *Pt. crista-castrensis*.

Таким образом, наилучшей стабилизации при данной концентрации стабилизируемой смеси подвергаются *P. crista-castrensis*, *P. juniperinum*, несколько хуже ведет себя *Sph. magellanicum* и *R. triquetrus*, декоративность в большей степени сохраняет *P. juniperinum*, *Pt. crista-castrensis*, *R. triquetrus*, тогда как *H. cupressiforme* полностью теряет декоративные свойства.

Список использованных источников

1. Пчёлкин, А. В. Использование стабилизированных лишайников в учебном процессе / А. В. Пчёлкин // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. – 2019. – Т. 124, № 4. – С. 48–54.
2. Мосталыгина, Л. В. Сорбционная способность мхов и лишайников Зауралья по отношению к ионам свинца / Л. В. Мосталыгина, С. Н. Елизарова, А. В. Костин // Химия растительного сырья. – 2020. – № 3. – С. 315–321.
3. Хохлова, М. С. Экологическое значение лишайников окрестностей села Лесниково Кетовского района / М. С. Хохлова // Наука в исследованиях молодёжи. – 2022. – С. 105–108.
4. Лушникова, Т. А. Некоторые показатели физиологии мхов Курганской области / Т. А. Лушникова, М. С. Александрова // XIV Зырянские чтения : материалы Всерос. науч.-практ. конф. (Курган, 8–9 дек. 2016 г.). – Курган : Изд-во Курган. гос. ун-та, 2016. – С. 198–199.

M. S. Kolbyshevskaja, P. P. Zhikh, D. M. Krivetskaia,

A. S. Diatchik, A. A. Sakovich

Yanka Kupala State University of Grodno

METHODOLOGICAL TECHNIQUES OF STABILIZATION OF BRYOPHYTES

This article discusses the development of methods for stabilizing various types of bryophytes. The material for the work was 5 species of bryophytes: *Ptilium crista-castrensis* Hedw., *Polytrichum juniperinum* Hedw., *Hypnum cupressiforme* Hedw., *Rhytidiadelphus triquetrus* Hedw., *Sphagnum magellanicum* Brid. Factors specific to the stabilization of bryophytes have been identified, and the species with the greatest decorative properties have been identified.

Keywords: bryophytes, stabilization, glycerin, experiment, decorativeness.

РОСТ, РАЗВИТИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ ПРИ РАЗНОЙ ИСХОДНОЙ НАГРУЗКЕ *GLOBODERA ROSTOCHIENSIS* (WOLL., 1923) BEHRENS

В результате проведенных исследований выявлено, что степень зараженности почвы золотистой картофельной нематодой оказывает существенное влияние на всхожесть, стеблеобразующую способность растений картофеля, а также его продуктивность. Так, с увеличением инвазивной нагрузки глободеры в почве всхожесть растений снижается на 13,2 %, количество продуктивных стеблей – на 1,6 шт./растение, урожайность на 243,2 ц/га. Выявлено, что плотность популяции глободеры не оказывает существенного влияния на высоту растений картофеля.

Ключевые слова: картофель, золотистая картофельная нематода, *Globodera rostochiensis*, всхожесть, высота, количество стеблей, продуктивность.

Золотистая картофельная нематода (ЗКН, *Globodera rostochiensis* (Woll., 1923) Behrens) является узкоспециализированным паразитом, развивается только на пасленовых культурах (картофель, томат, баклажан и др.), вызывает такое заболевание картофеля, как глободероз и относится к числу наиболее опасных карантинных вредителей.

Вследствие многообразия условий внешней среды, уровня плодородия почвы, технологических приемов возделывания, сортов картофеля и других факторов размеры недобора урожая от глободероза могут варьировать от 20,0–30,0 % до 70,0–80,0 % [1; 4]. В очагах со степенью зараженности свыше 25 цист/100 см³ почвы наблюдается изреженность посадок, что приводит к увеличиванию их засоренности. У растений, пораженных глободерозом в сильной степени снижается стеблеобразовательная способность в результате чего формируется от 1 до 3 стеблей на куст. Кроме того, в очагах глободероза растения быстрее заселяются колорадским жуком, такие посадки в первую очередь поражаются альтернариозом и фитофторозом [4].

Известно, что в почве инвазия глободеры распределена крайне неравномерно, а значит и степень вредоносности нематоды зависит прежде всего от количества живых личинок в почве, или степени зараженности почвы. В связи с этим целью наших исследований явилось оценить влияние плотности популяции ЗКН в почве на всхожесть, стеблестой растений картофеля, а также на его продуктивность.

Исследования проводили на карантинном стационаре лаборатории защиты овощных культур и картофеля РУП «Институт защиты растений» в 2018–2023 гг. на сорте картофеля Ласунак восприимчивом к ЗКН. В зависимости от года исследования опыты закладывались на 10–15 делянках с различной инвазионной нагрузкой площадью 12 м². Всего за 6 лет было проанализировано 80 делянок.

Плотность популяции нематоды на каждой учетной делянке определяли весной перед посадкой картофеля. Почвенные пробы анализировали флотационно-вороночным методом и считали общее количество цист. Далее проводили подсчет жизнеспособных личинок и яиц в цистах, путем их раздавливания и просмотром под биноклем [3]. Учет всхожести и стеблестоя проводили в фазу полных всходов картофеля, урожайности и статистическую оценку данных – с помощью общепринятых методик [3; 5].

По результатам весенней фитогельминтологической оценки опытных делянок предпосадочная плотность ЗКН на них колебалась от 4 до 150 цист/100 см³ почвы, или от 770 до 30000 яиц и личинок/100 см³. Проанализировав распределение цист за годы исследований по степени заражения почвы все опытные делянки были объединены в 4 группы: 1 группа – менее 5000 яиц и личинок/100 см³ почвы; 2 группа – от 5000 до 10 000 яиц и личинок/100 см³ почвы; 3 группа – от 10 000 до 20 000 яиц и личинок/100 см³ почвы; 4 группа – более 20 000 яиц и личинок/100 см³ почвы.

Оценка всхожести растений картофеля позволила установить, что с увеличением нематодной инвазии количество растений, взошедших через 30 дней после посадки, достоверно снижается на 13,2 % (таблица).

Таблица – Влияние плотности популяции *G. rostochiensis* на рост, развитие и продуктивность растений картофеля (карантинный стационар РУП «Институт защиты растений», сорт Ласунак, 2018–2023 гг.)

Степень заражения почвы (яиц и личинок/100 см ³)	Всхожесть, %	Высота, см	Количество стеблей, шт./растение	Урожайность, ц/га
<5000	99,1	40,4	4,4	367,0
5000–10000	93,1	41,3	3,6	264,6
10000–20000	90,4	40,3	3,3	161,6
>20000	85,9	42,8	2,8	123,8
НСР ₀₅	6,6	3,6	1,1	88,7

Известно, что заражение почвы цистами *G. rostochiensis* приводит к угнетению роста надземных частей растений картофеля [2; 4]. Тем не менее в наших исследованиях при оценке биометрических параметров роста и развития растений в период бутонизации-цветения картофеля не выявлено существенных изменений в высоте растений в зависимости от начальной инвазивной нагрузки ЗКН. Установлено, что высота стеблей во всех изучаемых вариантах находилась на одном уровне и варьировала от 40,3 до 42,8 см (таблица).

Однако, по результатам оценки количества продуктивных стеблей на куст было отмечено достоверное снижение их численности в 1,6 раз, что указывает на влияние плотности популяции ЗКН на стеблестой растений картофеля. Так, при уровне заражения почвы до 5000 яиц и личинок/100 см³ количество стеблей достигает 4,4 шт./растение, с увеличением инфекционной нагрузки число стеблей снижается и при инфицированности участка свыше 20 000 яиц и личинок/100 см³ почвы не превышает 2,8 шт./растение (таблица).

Кроме того, что зараженность почвы яйцами и личинками *G. rostochiensis* оказывает воздействие на рост и развитие растений картофеля, увеличение инвазивной нагрузки нематоды сопровождается значительным снижением продуктивности растений. Анализ многолетних данных выявил, что начальная инвазия глободеры сильно сказалась на урожайности, которая снизилась в 3 раза и при зараженности участка свыше 20 000 яиц и личинок/100 см³ почвы в результате не превысила 123,8 ц/га. В то время как при минимальной инфицированности до 5000 яиц и личинок/100 см³ почвы урожайность достигла 367,0 ц/га (таблица).

Таким образом, плотность популяции ЗКН в почве оказывает отрицательное влияние на всхожесть, биометрические показатели роста и развития растений картофеля, а также на его продуктивность.

Список использованных источников

1. Ананьева, И. Н. Видовая идентификация, патотипический состав *Globodera rostochiensis* (Woll.) Behrens и устойчивость картофеля к глободерозу : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 06.01.11 / И. Н. Ананьева ; РНДУП «Ин-т защиты растений НАН Беларуси». – п. Прилуки, Минский р-н, 2005. – 20 с.
2. Иешко, Е. П. Экспериментальное изучение популяционных аспектов взаимодействия хозяина и паразита на примере картофель – золотистая картофельная нематода *Globodera rostochiensis* / Е. П. Иешко, Е. М. Матвеева, Л. И. Груздева // Паразитология. – 1999. – № 4 (33). – С. 340–349
3. Методические указания по проведению регистрационных испытаний нематодидов для защиты картофеля от стеблевой (*Ditylenchus* spp.) и цистообразующих (*Globodera* spp.) нематод / М. В. Конопацкая [и др.]. – Минск : Ин-т защиты растений ; Колорград, 2020. – 19 с.
4. Митюшев, И. М. Золотистая картофельная нематода (литературный обзор) [Электронный ресурс] / И. М. Митюшев. – Режим доступа: <https://globodera.narod.ru>. – Дата доступа: 23.10.2023.
5. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск : Выш. шк., 1967. – 328 с.

M. V. Konopatskaya

RUE «Institute of Plant Protection»

GROWTH, DEVELOPMENT AND PRODUCTIVITY OF POTATO PLANTS AT DIFFERENT INITIAL LOAD *GLOBODERA ROSTOCHIENSIS* (WOLL., 1923) BEHRENS

As a result of the research, it was revealed that the degree of soil infestation with the golden potato nematode has a significant impact on the germination, stem-forming ability of potato plants, as well as its productivity. Thus, with an increase in the invasive load of *globodera* in the soil, plant germination decreases by 13,2 %, the number of productive stems decreases by 1,6 pcs./plant, and yield decreases by 243,2 c/ha. It was revealed that the population density of *G. rostochiensis* does not have a significant effect on the height of potato plants.

Keywords: potato, *Globodera rostochiensis*, germination, height of plant, number of stems, productivity.

В. В. Кравчук, В. Г. Кравчук
Национальный парк «Беловежская пуща»

СОВРЕМЕННОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ *HORDELYMUS EUROPAEUS* (L.) HARZ В БЕЛОВЕЖСКОЙ ПУЩЕ

Ячменеволоснец европейский – редкий реликтовый вид, произрастающий в дикой природе Беларуси только в национальном парке Беловежская пуща, преимущественно в старовозрастных малонарушенных лесах. В настоящее время достоверно подтверждено существование 13 мест произрастания, остальные местонахождения требуют целенаправленного поиска или считаются исчезнувшими.

Ключевые слова: Беловежская пуща, редкий вид, популяция, угрозы для популяций.

Hordelymus europaeus (L.) Harz – реликтовый, по происхождению пребореальный средневропейский горный вид, находящийся в Беларуси далеко за восточной границей своего ареала. В республике в естественных условиях произрастает только в Беловежской пуще. За весь период флористических исследований (с 1947 года) вид был отмечен в 27 местах произрастания (кварталы 263, 327, 350, 351, 534, 557–560, 562, 589, 589А, 590–593, 620, 657, 658, 679, 680, 682, 683, 708, 714, 715, 863), однако до настоящего времени часть из них имеет неподтвержденный статус (14 мест).

Местонахождения вида, которые не были подтверждены или предположительно исчезнувшие (по кварталам):

Кварталы 327, 562 – места произрастания, которые были отмечены как достоверно исчезнувшие еще в 1985–1996 гг.

Кварталы 534, 557, 559, 590, 591, 592, 620, 657, 658, 679 – места произрастания без указания привязок к местности. При последующих поисках (после первого обнаружения) не были найдены, однако их нельзя отнести к категории достоверно исчезнувших. Требуется дальнейший тщательный целенаправленный поиск.

Кварталы 708 и 863 – ошибочные указания.

Таким образом, к настоящему времени к достоверно существующим можно отнести 13 популяций, произрастающих в кварталах: 263, 350, 351, 558, 560, 589, 589А, 593, 680, 682, 683, 714 и 715.

Места произрастания сконцентрированы преимущественно в центральной части пущи (рисунок), что обусловлено комплексом самых разнообразных факторов, главными из которых являются температурная детерминированность и приуроченность к старовозрастным малонарушенным лесным насаждениям.

В Пуще ячменеволоснец встречается, как правило, в сложных широколиственных насаждениях на богатых достаточно увлажненных почвах: в старых (80–210 лет) грабняках кисличных и снытевых с участием клена и липы в составе древостоев, 160–200-летних кленовниках и ясенниках кисличного типа с участием в составе насаждений граба, в высоковозрастных (85–105 лет) березняках кисличном с осинкой и грабом, в старовозрастных (150–210 лет) дубравах с грабом и кленом кисличного и снытевого типов.

В настоящее время в большей части мест произрастания вид находится в относительно стабильном состоянии и не испытывает серьезных угроз для существования. Для части популяций отмечены случаи поражения спорыньей, однако больные растения единичные. Определенную угрозу для вида представляют естественные природные сукцессии, связанные с зарастанием грабовым подростом и нитрофильной растительностью открытых участков, на которых произрастает ячменеволоснец. Самым серьезным риском для популяций *H. europaeus* является низкая семенная продуктивность и, вероятно, проблемы существуют также с прорастанием семян, приживаемостью и выживанием молодых растений, что в значительной степени ограничивает возможности семенного размножения (распространения) вида.

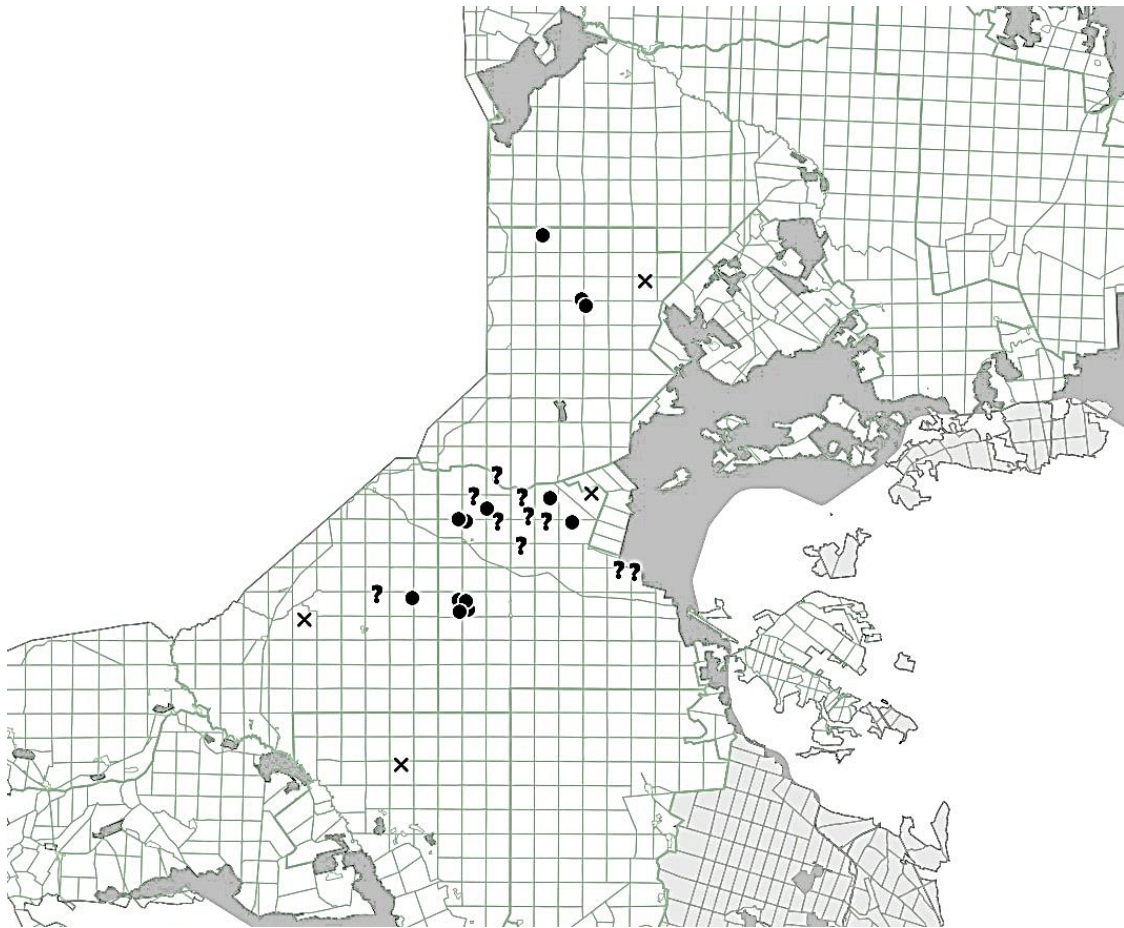


Рисунок – Распространение популяций *Hordelymus europaeus* (L.) HARZ в Беловежской пушче

Обозначения на рисунке: ● – существующие популяции, ? – не подтвержденные популяции, требующие дальнейшего целенаправленного поиска, x – достоверно исчезнувшие популяции или ошибочные данные

V. V. Kravchuk, V. G. Kravchuk
National Park «Belovezhskaya Pushcha»

**CURRENT DISTRIBUTION OF *HORDELYMUS EUROPAEUS* (L.)
HARZ IN THE BELOVEZHSKAYA PUSHCHA**

Wood Barley a rare relict species growing in the wild nature of Belarus only in the Belovezhskaya Pushcha National Park, mainly in old-growth frontier forests. Currently, the existence of 13 habitats has been confirmed. Other locations require a targeted search or are already considered lost.

Keywords: Belovezhskaya Pushcha, rare species, population, threats to populations.

УДК 58.02

А. С. Кельник, А. А. Сакович
Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

**ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА БРИКОМПЛЕКСА
И ЦЕНОТИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ *BRACHYTHECIUM SALEBROSUM* BRUCH.
НА *CARPINUS BETULUS* L. В ЛЕСОПАРКЕ «РУМЛЁВО» (ГРОДНО)**

В лесопарке «Румлево» на *Carpinus betulus* L. выявлено 14 видов мохообразных. Все таксоны имеют низкую степень константности (I–III). Встречаемость видов выше с западной и восточной экспозиции. Показано, что экспозиция влияет на обилие эпифитных мохообразных на примере *Brachythecium salebrosum* Bruch.

Ключевые слова: мохообразные, эпифиты, лесопарк «Румлево», ценоотические параметры.

Лесопарки относятся к группе городских местообитаний, которые не только исторически важны, но и играют важную роль в поддержании биоразнообразия и охраны природы, а также экологического каркаса в городе. Одним из важных элементов биоразнообразия в парках является наличие различных видов деревьев, которые являются важными форофитами для эпифитов. По сравнению с хвойными, на лиственных породах деревьев покрытие эпифитными мохообразными значительно выше. Эпифитные мохообразные в лесных экосистемах широко используются в качестве индикаторов для определения возраста и состояния лесных сообществ. Виды форофитов, структура коры, диаметр, экспозиции, интенсивность освещения, архитектура коры и физико-химические свойства коры деревьев являются важными факторами, влияющими на биоразнообразие эпифитных мохообразных. Площадь и возраст оказывают влияние на существование видов-индикаторов [1].

Лесопарк «Румлёво» находится на юго-восточной левобережной части города Гродно (Гродненский район, Республика Беларусь) на территории Октябрьского района. Лесопарк состоит в основном из лиственных пород деревьев (*Carpinus betulus* L., *Ulmus glabra* Huds., *U. laevis* Pall., *Acer platanoides* L. и др.) и изредка встречаются хвойные породы (*Pinus sylvestris* L.). Парк входит в состав лесопокрытой зоны, а вместе с ней в зеленую зону города, являясь ботаническим памятником природы местного значения.

Целью данного исследования является выявление таксономической структуры и особенностей распределения обилия и встречаемости мохообразных-эпифитов *C. betulus* (граб обыкновенный) на примере *Brachythecium salebrosum* Bruch. в условиях лесопарка Румлево.

Исследование проводили в исторической части лесопарка маршрутным методом, а также путём детального изучения эпифитного покрова на постоянных пробных площадях (ПП) размером 10 × 20 м. Заложено 3 ПП на плато в границах фитоценозов: грабняке снытевом и грабняке вязово-снытевом. Сбор флористического материала проводили с весны до середины лета 2024 г. с использованием метода учётных площадок = 1 дм². Описание эпифитного мохового покрова проводили с 4 сторон света на трёх высотных группах – I – 0–10 см, II – 10–70 см, III – выше 70 см. Всего в бриологических описаниях участвовало 27 ед. *C. betulus* из которых на 14 встретился *B. salebrosum*. Камеральную обработку бриологического материала проводили с использованием метода микроскопирования, определения и последующей инсерацией сборов. Таксономическая принадлежность видов – согласно Игнатову и др. [2], Рыковскому [3]. Анализ встречаемости видов по [4]. Среднее проективное покрытие вида рассчитывали через взвешивание на встречаемость. Дисперсионный анализ – с использованием непараметрического критерия Kruskal-Wallis. Апостериорный тест для сравнения выборок проведен при помощи критерия Dunn post hoc test. Статистическая обработка данных проведена при помощи программы Past 4.04 [5].

В результате проведенного исследования эпифитного бриокомпонента *C. betulus* лесопарка Румлево выявлено 14 видов мохообразных, что составляет 36 % от всех выявленных бриофитов представленных на *C. betulus* в Беларуси [6]. Данный видовой состав относится к 2-м отделам (Bryophyta и Marchantiophyta), 2-м классам (Bryopsida и Jungermanniopsida), 10 родам, 8 семействам. Из них к настоящим эпифитам относятся *Radula complanata* (L.) Dumort, *Orthotrichum affine* Brid., *O. pumilum* Sw, *Leucodon sciuroides* (Hedw.). К доминирующим семействам по количеству видов относятся Brachytheciaceae (5 видов), Amblystegiaceae и Orthotrichaceae (по 2 вида). Преобладающими являются преимущественно лесной род *Brachythecium* (4 вида) и эпифиты из рода *Orthotrichum* (2).

Анализ встречаемости выявленных видов показал, что все таксоны имеют встречаемость от I до III класса константности. Наибольшее количество видов мохообразных отмечено с I классом константности. При анализе расположения видов относительно сторон света, показано, что большая часть из них чаще встречается с западной и восточной стороны света (рисунки).

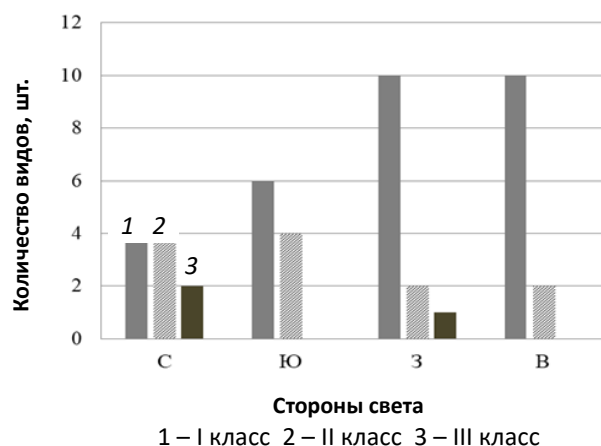


Рисунок – Таксономический объём бриофитов по классам константности

На примере *Brachythecium salebrosum* проанализировано его участие в составе эпифитного бриокомпонента граба обыкновенного. В грабняке снытевом в лесопарке *B. salebrosum* произрастает достаточно обильно в составе первой высотной группы – у основания стволов деревьев, что подтверждает литературные данные [2]. Выше отмечен только один раз. Наименьшее проективное покрытие выявлено с восточной стороны (7 %/дм²), а наибольшее – с западной стороны (15,5 %/дм²). Дисперсионный анализ показал, что экспозиция влияет на проективное покрытие вида, так как значение доверительно интервала близко к достоверному ($p = 0,057$), однако количество данной выборки недостаточно для полной достоверности различий. При сравнении апостериорных значений по обилию статистически значимые отличия выявлены в группе запад-восток ($p = 0,010$).

Таким образом, в лесопарке «Румлево» (Гродно) выявлено 14 видов мохообразных, что составляет 36 % от общего числа бриофитов, отмеченных для *C. betulus* в Беларуси. Все таксоны имеют низкую степень константности (I–III), сосредоточенность видов выше с западной и восточной экспозиции, однако, обилие, напротив, у *B. salebrosum*, с восточной экспозиции наименьшее. Показано, что экспозиция влияет на обилие эпифитных мохообразных.

Список использованных источников

1. Mezaka, A. Epiphytic bryophytes in Latvian manor park / A. Mezaka. – Daugavpils, Latvia : Arctoa, 2020. – № 2. – С. 195–200.
2. Флора мхов средней части европейской России / М. С. Игнатов [и др.] // Arctoa. – М. : КМК, 2003. – Т. 1. Sphagnaceae – Hedwigiaceae (Arctoa Т. 11, приложение 1. – С. 1–608); 2004. – Т. 2. Fontinalaceae – Amblystegiaceae (Arctoa Т. 11, приложение 1. – С. 609–944).
3. Рыковский, Г. Ф. Флора Беларуси. Мохообразные : в 2 т. / Г. Ф. Рыковский, О. М. Масловский. – Минск, 2004 (437 с.), 2009 (213 с.). – Т. 1–2.
4. Глуздаков, С. О. Методика полевого изучения лишайников : учеб. пособие / С. О. Глуздаков. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1959. – 44 с.
5. Natural History Museum [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nhm.uio.no/english/research/resources/past>. – Дата доступа: 09.07.2024
6. Рыковский, Г. Ф. Бриофлора Полесья / Г. Ф. Рыковский, М. С. Малько, А. А. Сакович. – Минск : Беларус. навука, 2023. – 348 с.

A. S. Kelnik, A. A. Sakovich
Yanka Kupala State University of Grodno

TAXONOMIC STRUCTURE OF THE BRYOCOMPLEX AND CENOTIC VARIABILITY OF *BRACHYTHECIUM SALEBROSUM* BRUCH. ON *CARPINUS BETULUS* L. IN THE FOREST PARK «RUMLEWO» (GRODNO)

In the forest park 'Rumlevo' 14 moss species were identified on *Carpinus betulus* L. All taxa have a low degree of constancy (I–III). The occurrence of species is higher on the western and eastern exposition. It is shown that exposure affects on the abundance of epiphytic mosses on the example of *Brachythecium salebrosum* Bruch.

Keywords: mosses, epiphytes, «Rumlevo» Forest Park, cenotic parameters.

С. Э. Латышев, Л. М. Мержвинский, Ю. И. Высоцкий
Витебский государственный университет имени П. М. Машерова

ФЛОРИСТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МИКРОЭКОТОПОВ ОЗЁР БЕЛОРУССКОГО ПООЗЕРЬЯ

Произведено описание флористического состава макрофитной растительности 27 озер Белорусского Поозерья и определена микроэкологическая принадлежность различных видов. Всего было выделено 5 микроэкотопов, наибольшим видовым разнообразием характеризуется мелководная зона, наименьшим – сплавины.

Ключевые слова: Белорусское Поозерье, макрофиты, микроэкотопы.

Представители водной флоры, произрастая в водоемах, характеризуются различной избирательностью по отношению к условиям обитания. В зависимости от глубины погружения и степени обводненности территории, в водных объектах выделяют различные области – микроэкотопы [1]. Способность вида присутствовать во всех или каком-нибудь одном микроэкотопе определяет его распространенность и границы произрастания в водоеме.

С 2010 по 2021 год нами было произведено обследование 27 озер Белорусского Поозерья и на основании полученных данных с использованием литературных источников был установлен флористический состав водоемов, представленный 180 видами [2–5]. КRYPTOгамная фракция флоры насчитывает 26 видов, из которых 3 относятся к зеленым водорослям, 13 к харовым водорослям, 1 вид к печеночникам и 9 к листостебельным мхам – всего 12 родов и 15 семейств. К сосудистым растениям относятся 154 вида, из которых 1 вид полушников, 1 вид хвощей, 3 вида папоротников, 149 видов цветковых.

В зависимости от условий произрастания и воздействия антропогенного фактора были выделены 5 микроэкотопов. Глубоководная зона включает в себя виды, способные произрастать в воде глубже 1 м. Мелководная зона объединяет виды, произрастающие до глубины 1 м. Прибрежная часть включает виды, произрастающие на избыточно увлажненных участках береговой зоны или испытывающие периодическое подтапливание. Сплавины представлены растениями, находящимися непосредственно у воды, подступающими к водоему с берега и не прикрепленными к нему. Нарушенные местообитания – это участки, испытывающие непосредственное и очевидное воздействие человека. К ним отнесены купальни, пляжи, прилегающие к пляжам прибрежные участки, подверженные вытаптыванию или выкашиванию, рыбацкие стоянки, прокосы в полосе воздушно-водной растительности. Из всей водной флоры лишь один вид – *Typha latifolia* L. был обнаружен во всех микроэкотопах. *Scolochloa festucacea* (Willd.) Link, *Carex acutiformis* Ehrh., *Lythrum salicaria* L., *Bidens cernua* L., *Cicuta virosa* L. способны произрастать в 4 из 5 вариантов, 56 видов встречаются только в одном из экологических комплексов.

Водная флора глубоководной зоны представлена 71 видом. Из них 15 – это водоросли, 6 – листостебельные мхи, 1 вид полушников и 1 вид хвощей, 48 – цветковые. Специфичными являются 24 вида. Спектр жизненных форм высших сосудистых растений по Раункиеру представлен 37 гидрофитами, 8 гелофитами, 5 терофитами [6].

Мелководная зона имеет самую богатую флору, так как на ее долю в озерах приходится обширные площади с разнообразными условиями, где могут произрастать как настоящие водные растения, так и заходить представители гигрофильной фракции. Из 105 видов на водоросли приходится 11, 1 вид печеночников, 2 вида листостебельных мхов, по 1 виду полушников, хвощей и папоротников, и 85 видов цветковых растений. Не смотря на богатство видового состава, флора данного микроэкотопа характеризуется относительно высокими коэффициентами видового сходства с другими экологическими комплексами и не высокой уникальностью, т. к. здесь произрастает всего 11 специфичных видов. Среди жизненных форм по Раункиеру представлены все, кроме фанерофитов, наибольшее многочисленными являются гелофиты, гидрофиты и гемикриптофиты, для которых соответственно характерно 33, 24 и 15 видов.

Видовой состав прибрежной зоны насчитывает 78 видов. Во флоре данного экологического комплекса отмечено 2 вида листостебельных мхов, 2 вида папоротников и 74 вида цветковых растений. В микроэкотопе произрастает 15 специфичных видов. Среди жизненных форм по Раункиеру отмечены все, кроме гидрофитов.

Видовой состав сплавины имеет наименьшую численность и насчитывает 33 вида, включая 4 вида листостебельных мхов, 1 вид папоротников и 28 видов цветковых растений. В данном микроэкотопе насчитывается 6 специфичных видов. Среди жизненных форм по Раункиеру представлены те же группы, что и для прибрежной зоны.

Флора микроэктопа нарушенных местообитаний включает 68 видов: 1 вид водорослей, 1 вид хвощей и 66 видов цветковых растений. Специфичных видов выявлено не было, т. к. флора данного экологического комплекса формируется за счет прилегающих естественных микроэктопов, в зависимости от расположения и условий обитания (глубина, характер грунта, возраст образования). В спектре жизненных форм Раункиера представлены все жизненные формы, кроме хамефитов. Преобладают гелофиты и гемикриптофиты.

Таблица – Коэффициенты сходства видового состава Чекановского-Серенсена различных микроэктопов

Типы микроэктопов	Глубоководная зона	Мелководная зона	Прибрежная зона	Сплавины	Нарушенные
Глубоководная зона	1	–	–	–	–
Мелководная зона	0,51	1	–	–	–
Прибрежная зона	0,04	0,40	1	–	–
Сплавины	0,04	0,21	0,32	1	–
Нарушенные	0,27	0,57	0,51	0,20	1

Наибольшим сходством видового состава характеризуются микроэктопы мелководной зоны и нарушенных местообитаний. Эти экологические комплексы близки по спектру доминирующих жизненных форм: в обоих случаях преобладают гелофиты, гидрофиты и гемикриптофиты. Высокий коэффициент видового сходства глубоководной и мелководной зоны связан с высоким участием и благоприятными условиями для произрастания в этих микроэктопах гидрофитов и гелофитов. Сходство флоры прибрежной зоны и нарушенных местообитаний обусловлено преобладанием в этих участках таких экологических групп как гидрофиты и гигрогелофиты. Наименьшие значения коэффициента видового сходства характерны для глубоководной зоны и прибрежной зоны, а также для глубоководной зоны и сплавин. Самой главной причиной этих отличий является специфичность флоры глубоководной области, в которой произрастают гидрофиты и гелофиты, и полностью отсутствуют гемикриптофиты и геофиты, играющие ведущую роль в формировании видового состава прибрежной зоны и сплавин.

Список использованных источников

1. Чепинога, В. В. Флора и растительность водоемов Байкальской Сибири / В. В. Чепинога ; отв. ред. О. А. Аненхонов. – Иркутск : Изд-во Ин-та географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2015. – 468 с.
2. Мартыненко, В. П. Флора и растительность озер северо-восточной части Белорусского Поозерья : дис. ... канд. биол. наук : 03.02.01 / В. П. Мартыненко ; Бел. гос. ун-т им. В. И. Ленина. – Минск, 1971. – 221 л.
3. Флора Беларуси. Сосудистые растения : в 6 т. / под общ. ред. В. И. Парфенова ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича. – Минск : Беларус. навука. – Т. 2. *Liliopsida (Acoraceae, Alismataceae, Araceae, Butomaceae, Commelinaceae, Hydrocharitaceae, Juncaginaceae, Lemnaceae, Najadaceae, Poaceae, Potamogetonaceae, Scheuchzeriaceae, Sparganiaceae, Typhaceae, Zannichelliaceae)* / Д. И. Третьяков [и др.]. – 2013. – 447 с.
4. Флора Беларуси. Сосудистые растения : в 6 т. / под общ. ред. В. И. Парфенова ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича. – Минск : Беларус. навука. – Т. 3. *Liliopsida (Agavaceae, Alliaceae, Amaryllidaceae, Asparagaceae, Asphodelaceae, Cannaceae, Colchiaceae, Convallariaceae,*

Cyperaceae, Dioscoreaceae, Iridaceae, Ixioliriaceae, Hemerocallidaceae, Hostaceae, Hyacinthaceae, Junceae, Liliaceae, Melanthiaceae, Ophiopogonaceae, Orchidaceae, Pontederiaceae, Tofieldiaceae, Trilliaceae) / Д. В. Дубовик [и др.] – Минск, 2017. – 573 с.

5. Вишняков, В. С. Новые находки харовых водорослей (Characeae) в Беларуси / В. С. Вишняков, К. Л. Савицкая, С. Э. Латышев // *Новости систематики низших растений*. – 2020. – № 54 (2). – С. 321–335.
6. Raunkiaer, C. The life form of plants and statistical plant geography / C. Raunkiaer. – Oxford : Clarendon, 1934. – 632 pp.

S. E. Latyshau, L. M. Merzhvinski, Y. I. Vysotski
Vitebsk State University named after P. M. Masherov

FLORISTIC FEATURES OF BELORUSSIAN LARELAND LAKES MICROECOTOPES

Floristic structure of macrophyte vegetation of 27 lakes of Belorussian Lakeland were established and microecotopic determination of various species was determined. Were identified 5 microecotopes: the shallow-water zone characterized by the greatest species diversity, and the floating bog zone by the least.

Keywords: Belorussian Lakeland, macrophytes, microecotopes.

УДК 37:372.857

Д. А. Микулич, А. К. Зотиков, П. Е. Анисько
Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ИЗ ГОТОВЫХ ПОЧВЕННЫХ СУБСТРАТОВ ПУТЁМ ЭЛЕКТРОЭКСТРАКЦИИ

Создан прототип органоминерального удобрения на основе органических микроэлементов путем их электроэкстракции из субстрата сапропель.

Ключевые слова: удобрение, электроэкстракция, микроэлементы, хелаты.

В Республике Беларусь получение высоких урожаев связано с внесением в почву больших доз синтетических удобрений и обработкой посевов пестицидами для защиты от вредителей, болезней и борьбы с сорняками. Такие приемы характерны для интенсивного (техногенного) аграрного производства, которые дают большой валовый выход растениеводческой продукции, при этом, растения здоровые и выглядят презентабельно, посадки чистые от сорняков. Однако такое ведение сельхоз производства ведет и к большим негативным последствиям. Альтернативой является ведения органического сельского хозяйства [1]. 19 апреля 2019 года Президент Республики Беларусь А. Г. Лукашенко в послании белорусскому народу и Национальному собранию отметил, что в Республике Беларусь производится хорошая сельскохозяйственная продукция, но вместе с тем необходимо создать чистейшую в экологическом отношении продукцию, условия для этого имеются [2]. Одним из факторов, способствующих увеличению продуктивности сельскохозяйственных растений и качества урожая, является использование биологически активных веществ в их питании. Особое значение имеют микроэлементы, такие как их соли и хелатные комплексные соединения, а также витамины. Органическое земледелие подразумевает собой не только как средство получения натуральных продуктов питания, но и как способ ведения хозяйства, при котором наносится наименьший вред окружающей среде.

В настоящее время большое внимание уделяется разработкам комплексных удобрений, которые содержат необходимые макро- и микроэлементы в органической форме. В данной работе рассматривается способ получения органоминерального удобрения из сапропели.

Электроэкстракцию комплексного органического удобрения из сапропели проводили в специальном электролизере. Электролизом называется химический процесс, происходящий при пропускании тока через раствор электролита (рисунок). К проводникам электрического тока относятся водные растворы солей, кислот и оснований. Вещества и растворы, которые проводят электрический ток, получили название – электролиты.

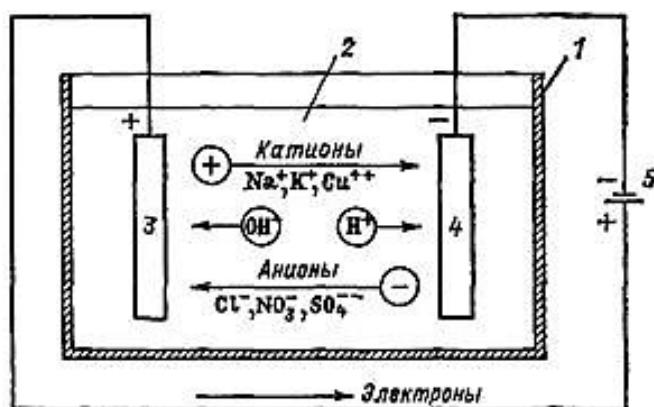


Рисунок – Схема пропускания тока через раствор электролита

В нашем случае мы использовали гуминовые кислоты, которые в большом количестве находятся в сапропели. Сначала сапрпель разбавляли водой. Далее эту смесь помещали в электролизер. В электролизер помещали электроды, присоединенные к электрическому источнику энергии, где протекает асинхронный ток, причем положительно заряженные ионы: катионы двигаются к катоду, а отрицательно заряженные ионы: анионы – к аноду. У анода анионы отдают свой заряд и превращаются в нейтральные частицы, оседающие на электроде. У катода катионы отбирают электроны и также нейтрализуются, оседая на нем, причем выделяющиеся на электродах газы в виде пузырьков поднимаются кверху, далее смешивали катодную часть электролита с анодной. Данный электролит содержал необходимое количество макро и микроэлементов в хелатной форме. Данная вытяжка в хелатной форме находится в легко доступной форме для усвоения растениями. Минеральный состав комплексного удобрения представлен в таблице.

Таблица 1 – Микроэлементный состав сапропели и вытяжки из неё

Химический элемент	Количество микроэлементов в сапропели, Мкг/г	Количество микроэлементов в электровытяжке, Мкг/г
K	1828	170
Ca	13651	2562
Mn	107	29
Fe	4406	503
Cu	12	0,49
Zn	18	9
S	11676	392

Эффективность применения такой формы микро- и макроэлементов в значительной степени определяет оптимальное соотношение их в почве. При этом интенсификация земледелия увеличивает потребность в микроэлементах. Это связано с ростом урожайности сельскохозяйственных культур и увеличением выноса ими микроэлементов. На почвах с низким и средним содержанием микроэлементов их внесение способно повысить урожай и существенно улучшить качество продукции. Вместе с тем химическая промышленность республики не удовлетворяет потребность сельского хозяйства в микроудобрениях, экологически безвредных для человека. Альтернативный способ добычи и применения органоминеральных удобрений, а именно, из сапропели, путем ее электроэкстракции и связывания микроэлементов при помощи гуминовых кислот в хелатные соединения является одним из способов увеличения микро- и макроэлементного состава почвы, для упрощенного транспорта в растения.

Хелатные удобрения, полученные из сапропели, являются эффективным и перспективным методом питания растений. При помощи разработанного метода можно получать экологически безопасную растительную продукцию.

Список использованных источников

1. Учебное пособие по органическому сельскому хозяйству / Продовольственная и сельскохозяйственная Организация Объединенных Наций ; ред. Н. Сиалабба [и др.]. – Будапешт, 2017. – 116 с.
2. О производстве и обращении органической продукции : Закон Респ. Беларусь от 9 нояб. 2018 г. № 144-З. – Минск, 2018. – 7 с.

D. A. Mikulich, A. K. Zotikov, P. E. Anisko
Yanka Kupala State University of Grodno

OBTAINING COMPLEX ORGANOMINERAL FERTILIZERS FROM READY SOIL SUBSTRATES BY ELECTRIC EXTRACTION

A prototype of an organomineral fertilizer based on organic microelements has been created by their electrical extraction from the sapropel substrate.

Keywords: fertilizer, electrical extraction, microelements, chelates.

УДК 581.524.3

Д. М. Мирин, О. А. Новикова
Санкт-Петербургский государственный университет

ИЗМЕНЕНИЕ ЗАПОВЕДНЫХ ЕЛОВО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 13 ЛЕТ (ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОЙ БИОСФЕРНЫЙ ЗАПОВЕДНИК)

Прослежены изменения в составе и структуре лесов с участием ели (*Picea abies*) и широколиственных (*Acer platanoides*, *Tilia cordata*, *Ulmus glabra*, *Fraxinus excelsior*) пород в древостое с 2011 по 2024 годы. Изменение соотношения неморальных и бореальных видов в совокупности описаний показывает не стабильность, неморализацию или бореализацию сообществ, а фрагменты климаксовых циклов.

Ключевые слова: коренные смешанные леса, Тверская область, динамика растительности.

Исследование лесов с участием ели и широколиственных пород в древостое разными авторами на разных территориях показывают противоречивые результаты (стабильность, бореализацию или неморализацию сообщества). Коренных и близких к ним елово-широколиственных лесов на равнинах почти не осталось. В Центральном-Лесном биосферном государственном природном заповеднике (Тверская обл.) такие леса имеются на небольших площадях в южной части заповедника.

Геоботанические описания на пробных площадях 20×20 м в 2024 году были проведены на тех же точках, что и в 2011 году на территории 93, 94, 104 и 105 кварталов Южного лесничества ЦЛБГПЗ. Сравнение проведено на 10 точках описаний. Заповедник располагается в районе водораздела бассейнов Волги (Каспийского моря) и Западной Двины (Балтийского моря). За этот промежуток времени в заповеднике случились обширные очаговые усыхания ели и некоторых других пород. Сами участки елово-широколиственных лесов и сложных ельников являются остатками лесов, сильно пострадавших от массовых ветровалов 1988 и 1996 годов.

В трех ясенниках ясень либо полностью выпал из древостоя (в елово-ясенниках неморальных и неморально-крупнопортовых), либо выпал частично, при этом на пробных площадях присутствует только мелкий подрост ясеня. В одном сообществе елово-липняк за счет гибели одних деревьев и вхождения подроста другой породы в состав древостоя сменился на липово-ельник, а в другом произошло противоположное изменение соотношения этих двух видов и елово-березняк превратился в липово-березняк. В сообществах с выпавшими елями увеличилось участие рябины *Sorbus aucuparia*, которая высотой достигла почти 20 м, и орешника *Corylus avellana*, достигающего высотой 8 м. В 4-х сообществах из 10 значительно увеличилось количество клена в древостое. Участие вяза шершавого и дуба за этот период в переописанных сообществах не изменилось.

В двух сообществах (ельник с липой зеленчуково-щитовниковый и липняк с елью зеленчуковой) изменения за 13 лет минимальны, увеличилось обилие *Galium odoratum*. В тра-

востое 3-х сообществ из 10 увеличилось участие щитовника *Dryopteris expansa*, он стал главным доминантом. В двух сообществах существенно увеличилось проективное покрытие *Oxalis acetosella*, т. е. можно говорить о бореализации. В 4-х сообществах изменилось соотношение видов в пределах неморальной группы, причем в 2-х случаях увеличилась доля более влаголюбивого *Mercurialis perennis*.

Соотношение ели и широколиственных пород практически на всех пробных площадях в составе крупных древесных остатков (сухостое и валеже), древостое и подросте существенно различаются,

Указанные и ряд других данных позволяют утверждать, что на большинстве пробных площадей за последние 13 лет произошла быстрая существенная перестройка древостоя, вызванная выпадением крупных елей и ясеня, переходом крупного подростка в состав древостоя и появление новой группы подростка. По соотношению видов в разных пологах древостоя, в разных размерных группах подростка и в составе сухостоя и валежа можно сказать, что возобновление лесобразующих пород идет не стабильно и меняется не монотонно, то есть выражены циклы в соотношении ели и широколиственных пород, соответствующие понятию «климаксовый цикл» с крупнооконной динамикой. Изменения в напочвенном покрове в незначительной степени отражают изменение освещенности при изменении сомкнутости и структуры древесного полога, но в большей степени связаны с появлением большого количества ветровально-почвенных комплексов и разложившегося валежа (*Dryopteris expansa*) и увеличением влажности почвы из-за уменьшения транспирации суммарной листовой поверхностью деревьев.

D. M. Mirin, O. A. Novikova
Saint-Petersburg State University

CHANGES IN PROTECTED SPRUCE-DECIDUOUS FORESTS OVER THE PAST 13 YEARS (CENTRAL FOREST BIOSPHERE RESERVE)

Changes in the composition and structure of forests with participation of spruce (*Picea abies*) and hardwood species (*Acer platanoides*, *Tilia cordata*, *Ulmus glabra*, *Fraxinus excelsior*) in the forest stand from 2011 to 2024 were tracked. The change in the ratio of nemoral and boreal species in the set of descriptions does not show stability, nemoralization or borealization of communities, but fragments of climax cycles.

Keywords: pristine mixed forests, Tver' region, vegetation dynamics.

УДК 633.88

Е. И. Паршина

*Сыктывкарский лесной институт (филиал)
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С. М. Кирова»*

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Изложена информация о составе флоры лекарственных растений в Республике Коми, приведен список видов, включенных в Государственную фармакопею РФ XV издания. Представлены результаты количественной оценки содержания лаппаконитина в надземной и подземной части *Aconitum septentrionale*. На основе полученных данных рассмотрена возможность использования вида в качестве источника лаппаконитина для производства лекарственного препарата «Аллапинин».

Ключевые слова: лекарственные растения, *Aconitum septentrionale*, ресурсосведение, лаппаконитин, Республика Коми, флора.

Природная флора Республики Коми включает 1158 видов сосудистых растений из 413 родов и 114 семейств [1]. Из них согласно имеющимся данным в региональный список лекарственных растений включен 141 вид, что составляет 10 % всей флоры Республики Коми (без учета редких заносных и культивируемых, имеющих ограниченное распространение или лекарственные свойства которых не доказаны).

Среди лекарственных растений региона два вида относятся к папоротникам, четыре – к плауновидным, один вид – к хвощам, восемь – к голосеменным, 126 видов – к покрытосеменным. Среди семейств покрытосеменных растений богатством видового состава ценных для медицинского применения отличаются *Asteraceae* (19 видов), *Rosaceae* (16 видов), *Ericaceae* (8 видов), *Ranunculaceae* (7 видов) и *Lamiaceae* (5 видов). Лекарственные растения республики Коми являются представителями лесных (31,9 %), луговых (27,7 %), смешанных лесо-луговых (7,1 %) сообществ, на болотах произрастает около 8,5 %, в водоемах – 3,5 %, число сорных видов составляет 18,4 %, три вида (0,2 %) приурочены к тундровой зоне, на скальных обнажениях встречается 1 вид [2].

В Государственную фармакопею XV издания включены такие растения, как: *Rosa majalis* Herrm. и *R. acicularis* Lindl., *Chelidonium majus* L., *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng., *Achillea millefolium* L., *Vaccinium myrtillus* L., *Gnaphalium uliginosum* L., *Comarum palustre* L., *Sorbus aucuparia* L., *Leonurus cardiac* L. и *L. quinquelobatus* Gilib., *Paeonia anomala* L., *Plantago lanceolata* L., *Tanacetum vulgare* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Trifolium pratense* L., *Origanum vulgare* L., *Valeriana officinalis* L., *Betula pendula* Roth. и *B. pubescens* Ehrh., *Equisetum arvense* L. [3].

Особый интерес представляет изучение алкалоидоносной флоры региона, которая к настоящему моменту насчитывает около 50 видов [4]. Для практического применения важное значение имеют дитерпеновые алкалоиды, обладающие широким спектром биологической активности. Так, для производства антиаритмического препарата «Аллапинин» с 1987 года применяется алкалоид лаппаконитин.

Первоначально сырьем для производства препарата служила надземная часть *Aconitum leucostomum* Worosch., произрастающего во флоре Средней Азии. В Институте органической химии УНЦ РАН разработан технологический регламент получения лаппаконитина из корней и корневищ *Aconitum septentrionale* Koelle [5], широко распространенного в лесных и луговых фитоценозах Республики Коми.

Проведенные ресурсные исследования в таежной зоне республики позволили установить, что плотность запаса сырья надземной сухой фитомассы на лесных пойменных лугах в фазе цветения в 1,9 раза выше ($P = 0,00$), чем в лесных сообществах и составляет, соответственно, $235,5 \pm 5,9$ г/м² и $120,3 \pm 3,0$ г/м². При этом луговые сообщества отличаются и высокими значениями плотности запаса сырья подземной части во всех фазах развития ($P < 0,05$), максимальная продуктивность отмечена в конце вегетации ($61,5 \pm 3,6$ г/м²), что в два раза выше, чем в лесных сообществах ($P < 0,05$) [5].

Содержание лаппаконитина в надземной части растений в течение вегетационного периода варьирует от 0,54 до 2,45 %, при этом нами не отмечено статистически достоверной разницы в содержании лаппаконитина в растениях лесных и луговых сообществ. Средневыборочное максимальное его значение отмечено в период бутонизации ($1,31 \pm 0,59$ % для луговых и $1,92 \pm 0,37$ для лесных сообществ). В подземной части содержание лаппаконитина составило $1,61 \pm 0,28$ в лесных и $1,20 \pm 0,18$ в луговых сообществах ($P > 0,05$).

Таким образом, для получения лаппаконитина с позиций рационального природопользования и возобновления ценопопуляций целесообразнее использовать надземную часть растений луговых сообществ в фазе цветения. Подземную часть растений следует заготавливать в конце вегетации, когда их урожайность максимальна, а содержание лаппаконитина высокое.

К настоящему времени видовой состав лекарственных растений флоры Республики Коми изучен достаточно хорошо, однако вопросы, связанные с ресурсной характеристикой видов изучены недостаточно – большинство видов еще не исследованы на содержание биологически активных веществ, не исследованы вопросы их продуктивности, фитоценотической приуроченности, возможности культивирования и сохранения в условиях *ex situ* и *in situ*. Это обуславливает необходимость проведения комплексных региональных исследований в области ресурсоведения лекарственных растений.

Список использованных источников

1. Мартыненко, В. А. Сосудистые растения Республики Коми / В. А. Мартыненко, Б. И. Груздев ; Рос. акад. наук, Урал. отд-ние, Коми науч. центр, Ин-т биологии. – Сыктывкар, 2008. – 136 с.
2. Канев, В. А. Разнообразие и применение лекарственных растений в Республике Коми / В. А. Канев, А. П. Галин // Народная медицина в системе культурной адаптации населения Европейского Севера: итоги и перспективы междисциплинарных исследований : сб. науч. ст. / РАН, УрО, КНЦ, Ин-т яз., лит. и истории, Ин-т биологии. – Сыктывкар : Изд-во «Кола», 2008. – С. 23–32.
3. Государственная фармакопея Российской Федерации. XV изд. Т. 1–4 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://femb.ru/record/pharmacopea14>. – Дата доступа: 24.06.2024.
4. Скрининг флоры северо-востока России на содержание алкалоидов / И. Ф. Чадин [и др.] // Вестн. Ин-та биологии Коми НЦ УрО РАН. – 2004. – № 2. – С. 2–4.
5. Способ получения лаппаконитин гидробромида и лаппаконитина : пат. 2123347 / М. С. Юнусов, Е. М. Цырлина, С. Г. Юнусова, В. А. Докичев, А. Н. Савенко, Н. Н. Истомин, А. И. Лиштаков, А. А. Галютдинов. – Опубл. 20.12.1998.
6. Паршина, Е. И. Биология и ресурсы алкалоидосодержащего вида *Aconitum septentrionale* Koelle в сообществах таежной зоны европейского северо-востока России : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.05, 03.00.32 / Е. И. Паршина. – Сыктывкар, 2009. – 18 с.

E. I. Parshina

Syktvykar Forestry Institute (Branch) of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education S. M. Kirov St. Petersburg State Forestry University (SFI)

PROSPECTS OF USING MEDICINAL PLANTS OF THE KOMI REPUBLIC

Information on the composition of flora of medicinal plants in the Republic of Komi is given, the list of species included in the State Pharmacopoeia of the Russian Federation XV edition is given. The results of the quantitative evaluation of the content of lappakonitin in the above-ground and underground part of *Aconitum septentrionale* are presented. On the basis of the obtained data, the possibility of using the species as a source of lappakonitin for the production of the drug «Allapinin» has been considered.

Keywords: medicinal plants, *Aconitum septentrionale*, resource studies, lappaconitin, Komi Republic, flora.

УДК 635.521:632.938.1:631.811.98

**Л. В. Пашкевич, Л. Ф. Кабашникова, В. И. Лукша,
Я. Н. Артемчук, М. А. Даркович**

Институт биофизики и клеточной инженерии Национальной академии наук Беларуси

НАУЧНЫЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ К ФИТОПАТОГЕНАМ

Изучены научные аспекты влияния почвенного гриба *Trichoderma veride* – антагониста возбудителей корневой гнили, в сочетании с иммуномодулирующим соединением β -1,3-глюканом на рост колоний фитопатогенных микромицетов *B. sorokiniana* и *F. oxysporum*, а также на рост и развитие проростков озимого ячменя. Установлено, что добавление в среду спор почвенного гриба *T. veride* и β -1,3-глюкана приводит к супрессии развития фитопатогенных грибов, замедляя их рост в 3–4 раза. Обработка растений исследуемыми препаратами положительно влияла на биометрические показатели и пигментный состав листьев 7-дневных проростков озимого ячменя.

Ключевые слова: β -1,3-глюкан, *Trichoderma veride*, *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem., *Fusarium oxysporum* sp., ячмень.

В настоящее время для повышения урожайности и устойчивости культурных растений к заболеваниям все большее внимание уделяется биологически активным препаратам, обладающим одновременно ростстимулирующим, фунгицидным и иммуноиндуцирующим действием [1]. Следует подчеркнуть, что препараты на основе биогенных стимуляторов иммунитета по сравнению с химическими пестицидами обладают рядом преимуществ: эффективны в отношении широкого спектра фитопатогенов, способны стимулировать рост растений и улучшать их минеральное питание, характеризуются пролонгированным действием, экологически безопасны, поскольку компоненты, входящие в состав препаратов, являются естественными микроорганизмами и метаболитами, не изменяют состав агробиоценозов, безвредны для человека, животных и растений [2].

В растениях после обработки такими соединениями запускается целый каскад ответных реакций, активизирующий защитные механизмы, что приводит к развитию в них индуцированной системной устойчивости [3]. Особый интерес в этом отношении представляют грибы рода *Trichoderma*, наиболее часто используемые как средство биологического контроля (МВСАs) в сельском хозяйстве. Их применение основано на различных механизмах антагонистического действия, таких как конкуренция, антибиоз и гиперпаразитизм. Этот антагонистический потенциал служит основой для эффективного применения различных штаммов *Trichoderma* в качестве биофунгицидов против почвенных, листовых и васкулярных патогенов, в качестве альтернативы химическим пестицидам, а также для повышения устойчивости растений к абиотическим стрессам [4].

Эффективными индукторами защитных реакций в растениях являются β -глюканы [5]. β -глюканы представляют собой семейство полисахаридов, в молекуле которых мономеры D-глюкозы соединены посредством бета-гликозидных связей. β -1,3-глюкан является основным компонентом всех охарактеризованных клеточных стенок грибов. Этот олигосахарид выполняет функции иммунного элиситора, который может индуцировать хитиназу и стимулировать защитный ответ в растении [6]. Использование возможностей индукции устойчивости растений путем влияния на промежуточные реакции иммунного ответа является новым подходом интегральной защиты растений от фитопатогенов с минимизацией экологических рисков.

Учитывая перспективность использования биологически активных препаратов для защиты культурных растений от фитоинфекций, актуальным представляется исследование научных аспектов влияния почвенного гриба *Trichoderma veride* – антагониста возбудителей корневой гнили в сочетании с другими иммуномодуляторами на рост колоний фитопатогенных микромицетов, а также на параметры роста и развития растений озимого ячменя сорта Буслик.

В лабораторных условиях *in vitro* проведена оценка действия иммуномодулирующих агентов: глюкана и гриба *Trichoderma veride* на культуры грибных патогенов, возбудителей корневых гнилей – *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem. (штамм 4.34) и *Fusarium oxysporum* sp. (штамм 6.19) из коллекции чистых культур лаборатории иммунитета РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию».

В среду одновременно с высевом грибной культуры добавляли по 1 мл исследуемого раствора, содержащего β -1,3-глюкан (0,08 %) или споры *T. veride* (10^6 спор/мл), отдельно или в сочетании. После инкубации при 28 °C измеряли диаметр выросших на чашках колоний в двух взаимно перпендикулярных направлениях через определенный промежуток времени (24 ч) в течение 11 дней для гриба *B. sorokiniana* и 5 дней – для гриба *F. oxysporum*.

Показано, что гриб *T. veride* оказывает супрессивное влияние на рост и развитие фитопатогенных микромицетов – возбудителей корневых гнилей, тогда как β -1,3-глюкан стимулирует рост и развитие как патогенных грибов, так и почвенного гриба *T. veride*. Наибольший антагонистический эффект *T. veride* наблюдался в варианте с совместным внесением в среду *T. veride* и β -1,3-глюкана. Радиус колоний *B. sorokiniana* и *F. oxysporum* уменьшился в среде с добавлением *T. veride* в 1,83 и 3,3 раза соответственно. В условиях сочетания *T. veride* и β -1,3-глюкана радиус колоний фитопатогенных грибов был более чем в 4 раза меньше, чем в контроле.

В лабораторных экспериментах показано, что обработка 4-дневных проростков озимого ячменя составами на основе β -1,3-глюкана и *T. veride* в сочетании с прилипателем (водорастворимый полимер, ВРП-3) положительно влияет на рост и развитие растений. Наблюдали статистически достоверное увеличение длины корней на 9–12,5 %, длины стебля на 9–16 %, общей биомассы проростков и корней более чем на 20 % относительно необработанного контроля. Общий фонд фотосинтетических пигментов не изменялся под влиянием обработок, однако наблюдалось возрастание на 12–14 % показателя отношения Хл *a*/Хл *b* в первых листьях ячменя, что может указывать на возрастание потенциальной фотохимической активности хлоропластов.

Полученные результаты демонстрируют высокий антагонистический потенциал почвенного гриба *T. veride* для эффективного биологического контроля возбудителей корневой гнили как самостоятельно, так и в сочетании с иммуномодулирующим компонентом – β -1,3-глюканом, а также вносят вклад в научное понимание физиолого-биохимических процессов, происходящих в растении в ответ на действие исследуемых соединений.

Список использованных источников

1. Коломиец, Э. И. Биологические препараты – на смену химическим / Э. И. Коломиец, Т. В. Романовская, Н. А. Здор // Защита и карантин растений. – 2006. – № 10. – С. 18–20.
2. Препараты нового поколения для защиты растений / Л. Ф. Горовой [и др.]. – М.: Наука, 2010. – 45 с.
3. Тарчевский, И. А. Молекулярные аспекты фитоиммунитета / И. А. Тарчевский, В. М. Чернов // Микология и фитопатология. – 2000. – Т. 34, вып. 3. – С. 1–10.
4. Алимова, Ф. К. Промышленное применение грибов рода *Trichoderma* / Ф. К. Алимова. – Казань, 2006. – 209 с.
5. Лукьянчук, В. Д. Бета-глюканы как основа создания средств иммуномодулирующего действия / В. Д. Лукьянчук, Е. М. Мищенко, М. Н. Бабенко // Українськ. медичн. часопис. – 2011. – № 5 (85), IX / X. – С. 92–93.
6. Leubner-Metzger, G. Functions and regulation of β -1, 3-glucanases during seed germination, dormancy release and after-ripening / G. Leubner-Metzger // Seed Science Research. – 2003. – Vol. 13. – P. 17–34.

**L. V. Pashkevich, L. F. Kabashnikova, V. I. Luksha,
Y. N. Artemchuk, M. A. Darkovich**

Institute of Biophysics and Cell Engineering of the National Academy of Sciences of Belarus

SCIENTIFIC ASPECTS OF INCREASING THE RESISTANCE OF CROPS TO PHYTOPATHOGENS

The scientific aspects of the effect of the soil fungus *Trichoderma veride*, an antagonist of root rot pathogens, in combination with the immunomodulating compound β -1,3-glucan on the growth of colonies of phytopathogenic microfungi *B. sorokiniana* and *F. oxysporum*, as well as on the growth and development of winter barley seedlings, have been studied. It was found that the addition of spores of the soil fungus *T. veride* and β -1,3-glucan to the medium leads to suppression of the development of phytopathogenic fungi, slowing their growth by 3–4 times. The treatment of plants with the studied preparations had a positive effect on the biometric parameters and pigment composition of leaves of 7-day-old seedlings of winter barley.

Keywords: β -1,3-glucan, *Trichoderma veride*, *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem., *Fusarium oxysporum* sp., barley.

УДК 633.367:631.41

П. А. Пашкевич¹, А. А. Ромашева², А. М. Амелишко¹

¹Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси

²Белорусский государственный университет

ВЛИЯНИЕ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЛЮПИНА НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВЫ

Приведены результаты анализа агрохимических показателей почвы в 2007, 2011, 2021 годах на 3 участках Центрального ботанического сада НАН Беларуси, на которых в течение 3–6 лет возделывались на зерно различные виды люпина (узколистный, желтый, белый, тарви). На всех участках установлено увеличение содержания подвижного фосфора.

Ключевые слова: люпин, почва, гумус, агрохимические показатели.

Обеспечение оптимального сбалансированного питания растений является основным этапом в земледелии, который обеспечивает устойчивость их к неблагоприятным факторам среды и определяет направленность биохимических процессов. Для улучшения физико-химических свойств почв нередко используются агротехнические приемы, предполагающие применение химических и биологических мелиорантов. Помимо мелиорантов в земледелии для улучшения почв используются культуры, которые снижают дефицит органического вещества и способствуют накоплению биологического азота. Кроме того, они, в силу своей биологической особенности, активизируют формы фосфора и калия, а также водно-физические и биологические свойства почвы [1]. К таким культурам можно отнести люпин.

Основной биологической особенностью и достоинством люпина является его способность расти на бедных минеральными веществами почвах. Люпин обладает наивысшей азотфиксирующей способностью среди однолетних бобовых. Он способен накапливать в корнях и в надземной массе не менее 200 кг/га азота, а при наиболее благоприятных условиях и до 400 кг/га азота, поэтому становится практически независимым от запасов азота в почве [2]. Биологическое связывание азота вместо химико-технологического способствует сохранению чистоты окружающей среды.

Исследования агрохимических показателей почв проводили в селекционно-семеноводческом питомнике Центрального ботанического сада НАН Беларуси (город Минск) в 2007, 2011 и 2021 годы. Тип почвы – дерново-подзолистая связносупесчаная на связной пылевато-песчанистой супеси, подстилаемой с глубины 0,5–0,8 м моренным суглинком. рН почвы определяли с помощью рН-метра. Обеспеченность фосфором и калием определяли по методике Кирсанова, содержание гумуса по методике Тюрина, обеспеченность кальцием и магнием по ГОСТ 26428-85. Люпин возделывался в разные годы на трех участках в период с 2015 по 2021 годы на зерно, и с поля убиралась вся надземная биомасса. Высевались образцы 4 видов люпина: узколистного, белого, желтого и тарви. Перед посевом люпина вносились минеральные удобрения в дозе P60K120Ca30Mg20. Статистическую обработку полученных результатов проводили на персональном компьютере с помощью программ Excel и Statistica с расчетом рангового коэффициента корреляции Пирсона.

На участке № 1 за период 2011–2021 гг., на котором люпин возделывался на протяжении 5 лет, наблюдаются тенденции (таблица 1) по снижению показателя рН, содержания гумуса, кальция и магния. Отмечено значительное увеличение содержания подвижного фосфора на 190 мг/кг (в среднем на 19 мг в год) и снижение содержания обменного калия на 73,4 мг.

Таблица 1 – Динамика агрохимических показателей почвы на трёх участках

Год	рН	Гумус, %	СаО, мг/кг	MgO, мг/кг	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг
Участок № 1 (5 лет выращивания люпина)						
2011	5,06	2,47	690,0	70,0	150,0	206,0
2021	4,56	2,33	560,2	64,2	340,1	132,6
Участок № 2 (3 года выращивания люпина)						
2011	3,94	1,63	340,0	46,0	184,0	114,0
2021	5,28	1,95	847,7	80,8	238,7	193,8
Участок № 3 (6 лет выращивания люпина)						
2007	5,27	4,68	1030,0	138,0	272,0	56,0
2011	5,77	6,71	–	–	252,0	136,0
2021	6,12	6,26	1997,1	308,9	375,8	205,6

На участке № 2 (3 года выращивания люпина) отмечены улучшения всех агрохимических показателей почвы. Так, содержание подвижного фосфора увеличилось за 10 лет на 54,7 мг (в среднем на 5,47 мг в год).

Участок № 3 выделялся наилучшими агрохимическими показателями почвы. За период с 2007 по 2021 годы показатель рН достиг 6,12, содержание кальция 1997,1 мг/кг, магния 308,9 мг/кг. Наблюдалась тенденция по снижению содержанию подвижного фосфора с 2007 по 2011 год на 20 мг/кг почвы и значительный рост на 123,8 мг/кг с 2011 по 2021 годы (в среднем на 12,38 мг в год). Отмечено увеличение содержания обменного калия на 149,6 мг/кг за период 2007–2021 годы и на 69,6 мг/кг за период 2011–2021 годы.

По всем трем участкам установлена общая закономерность: ежегодное увеличение содержания подвижного фосфора в среднем на 12,28 мг/кг почвы и положительная связь между содержанием фосфора в почве и периодом выращивания люпина ($r = 0,66$).

Таким образом, анализ агрохимических показателей почвы на участках Центрального ботанического сада НАН Беларуси позволил установить, что возделывание люпина на зерно увеличивает содержание подвижных форм фосфора в почве.

Список использованных источников

1. Система биологизации земледелия в Нечерноземной зоне / М. Н. Новиков [и др.]. – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – 295 с.
2. Анохина, В. С. Люпин: Селекция, генетика, эволюция / В. С. Анохина, Г. А. Дебелый, П. М. Конорев. – Минск : БГУ, 2012. – 271 с.

P. A. Pashkevich¹, A. A. Romasheva², A. M. Amelishko¹

¹Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus

²Belarusian State University

INFLUENCE OF LUPINE CULTIVATION ON AGROCHEMICAL INDICATORS OF SOIL

The article presents the results of agrochemical soil indicators analyzed in 2007, 2011, 2021 at 3 sites in the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus, in which various species of lupine varieties (narrow-leaved, yellow, white, tarwi) were cultivated for grain. Increasing available phosphorus content was found in the all areas studied.

Keywords: lupine, soil, humus, agrochemical indicators.

УДК 581.6

А. И. Садковская^{1,2}, О. В. Созинов¹

¹Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

²Белорусский государственный университет

ЦЕНОТИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ФАРМАКОПЕЙНОГО ВИДА *VACCINIUM VITIS-IDAEA* L. В ВОЗРАСТНОМ РЯДУ КУЛЬТУРЫ PINETUM PLEUROZIOZUM

Представлены материалы по изучению изменчивости обилия лекарственного растения *Vaccinium vitis-idaea* (брусника) в сукцессионной серии культур Pinetum pleurozozium Гродненской пуши (Беларусь). Установлено, что на начальных стадиях развития Pinetum pleurozozium (молодняки, жердняки, средневозрастные – $1 \pm 0,11$ – $10 \pm 1,44$ %) среднее проективное покрытие *V. vitis-idaea* ниже, чем в более зрелых сообществах (приспевающих и спелых – до $20 \pm 1,89$ %).

Ключевые слова: проективное покрытие, *Vaccinium vitis-idaea*, лесные культуры, Pinetum pleurozozium, сукцессионный ряд

Vaccinium vitis-idaea L. (брусника обыкновенная) важнейший компонент с высокой фитоценотической и ресурсной значимостью живого напочвенного покрова сосновых лесов Беларуси, который также широко используется в народной и официальной медицине [1]. Для понимания роли *V. vitis-idaea* в фитоценозе и рационального использования ресурсов необходимы не только данные по урожайности растительного лекарственного сырья, но и сведения о ценотическом участии вида в растительных сообществах.

Проективное покрытие – ценотический показатель обилия, определяющий относительную площадь горизонтальной проекции всех надземных частей растений отдельных видов или их групп, ярусов и т. д. фитоценоза на поверхность почвы [2] в пределах площади учета.

Изучение проективного покрытия ценопопуляций *V. vitis-idaea* осуществляли в рамках мониторинговых ресурсоведческих исследований, проводимых в период с 2018 по 2022 год (2–3 декады августа) на территории республиканского ландшафтного заказника «Гродненская пуши» (Августовское лесничество Гродненского лесхоза). Сбор лекарственного сырья *Corni Vitis idaeae* (облиственные побеги *V. vitis-idaea*) осуществляли во второй половине августа с 2339 учётных площадок ($S = 1 \text{ м}^2$) на 15 пробных площадях (400 м^2) в пяти классах возраста древесно-сосняков мшистых (Pinetum pleuroziosum, культура): I (5, 17, 20 лет), II (27, 28 лет), III (48, 53, 58 лет), IV (62, 73, 78, 78 лет), V (82, 82, 88 лет) [3]. На учётных площадках глазомерно определяли проективное покрытие (%) *V. vitis-idaea*. Статистическую обработку данных (проверка выборки на нормальность, среднее значение и ошибка, коэффициент вариабельности, тест Краскала-Уолиса, тест Манна-Уитни) проводили в Statistica 10.

Изучение изменчивости проективного покрытия *V. vitis-idaea* в искусственных Pinetum pleuroziozum на протяжении 5 лет показало, что молодым (молодняки и жердняки), средневозрастным и спелым культурам характерно невысокое обилие *V. vitis-idaea* – $1 \pm 0,11$ – $10 \pm 1,44$ % (рисунок). Относительно максимальное значение проективного покрытия (до $20 \pm 1,89$ %) отмечено нами в приспевающих сообществах. Коэффициент вариальности во всех классах возраста практически за весь период исследований выше 33 %, что говорит о неоднородном распределении проективного покрытия в ценопопуляциях.

При сравнении обилия *V. vitis-idaea* в искусственных Pinetum pleuroziozum выявлены достоверные различия ($p < 0,05$) между ценопопуляциями за весь период исследований с 2018 по 2022 года внутри каждого вегетационного сезона.

При попарном сравнении проективного покрытия *V. vitis-idaea* в молодняках (за исключением 2020 года, при $p > 0,05$), средневозрастных (за исключением 2021 года, где $p < 0,05$), приспевающих и спелых сообществах выявлены частичные достоверные различия.

При внутриклассовом разногодичном сравнении выявлено, что обилие *V. vitis-idaea* за весь период исследований достоверно различается в жердняках ($p < 0,05$).

Отсутствие достоверных различий ($p > 0,05$) по преактивному покрытию отмечено в тёплые (Δt от нормы = $1,1$ – $1,5$ °C) сухие (Δ осадков от нормы составляет от -69 до -131 мм) года в средневозрастных (2019 и 2020 г.) и приспевающих сообществах (2018 и 2020 г.) и во влажные (Δ осадков = 23 – 58 мм) (2021–2022 гг.) года с климатической нормой по температуре ($\Delta t = 0,0$ – $0,8$ °C) в приспевающих и спелых сообществах.

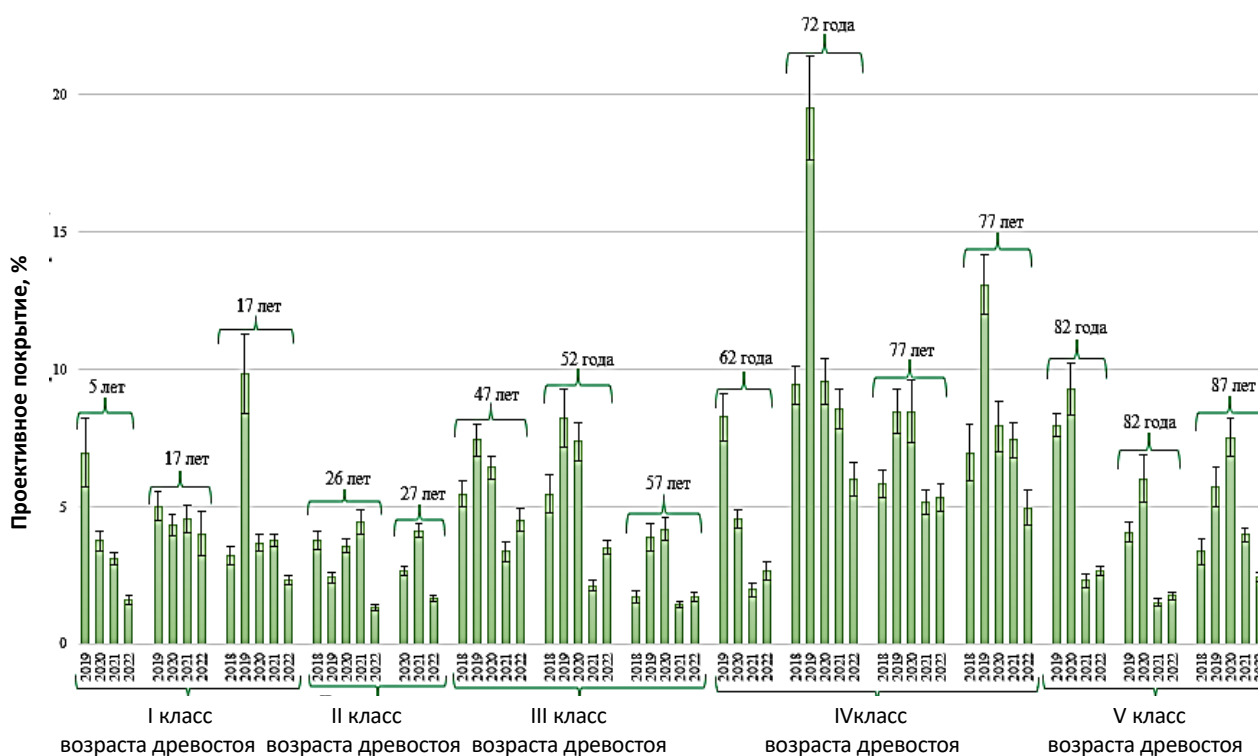


Рисунок – Изменчивость проективного покрытия *Vaccinium vitis-idaea* в разных классах культуры сосняков мшистых

Таким образом, относительно максимальные значения проективного покрытия *V. vitis-idaea* (до $20 \pm 1,89$ %/м²) устойчиво отмечены в приспевающих культурах Pinetum pleuroziozum в течение пяти вегетационных сезонов. Обилие *V. vitis-idaea* на возрастном градиенте Pinetum pleuroziozum характеризуется высокой неоднородностью ($C_v > 33$ %), вследствие чего сравнение проективного покрытия на различных уровнях (разногодичном, внутриклассовом и попарном между фитоценозами внутри каждого года исследований) в большинстве случаев показывает частичные достоверные различия.

Список использованных источников

1. Морозов, О. В. Брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* L.) сосновых лесов Беларуси / О. В. Морозов ; под ред. Ж. А. Рупасовой. – Минск : Право и экономика, 2006. – 114 с.
2. Бузук, Г. Н. Методы учета проективного покрытия растений: сравнительная оценка с использованием фотоплощадок / Г. Н. Бузук, О. В. Созинов // Изв. Самар. центра РАН. – 2014. – Т. 16, № 5 (5). – С. 1644–1649.
3. Ботаническое ресурсоведение: классификация и оценка запасов полезных растений : учеб.-метод. пособие / А. А. Егоров [и др.] ; под общ. ред. А. Л. Буданцева. – СПб. : Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2023. – 100 с.

A. I. Sadkovskaya^{1,2}, O. V. Sozinov¹

¹Yanka Kupala State University of Grodno

²Belarusian State University

CENOTIC VARIABILITY OF THE PHARMACOPOEIAL SPECIES *VACCINIUM VITIS-IDAEA* L. IN THE AGE RANGE OF PINETUM PLEUROZIOZUM CULTURE

Materials are presented on the study of variability in the abundance of the medicinal plant *Vaccinium vitis-idaea* in the successional series of crops Pinetum pleurozozium in the Grodnenskaya Pushcha (Belarus). It has been established that at the initial stages of development of Pinetum pleurozozium (young trees, polewood, middle-aged – $1 \pm 0,11$ – $10 \pm 1,44$ %), the average projective cover of *V. vitis-idaea* is lower than in more mature communities (ripening and ripe – 2–20 %).

Keywords: projective cover, *Vaccinium vitis-idaea*, forest crops, Pinetum pleurozozium, succession series.

УДК 630*4:632.934:632.937.14

Н. Л. Севницкая

Институт леса Национальной академии наук Беларуси

РАЗРАБОТКА БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА «ИПСБОВЕР» ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЧИСЛЕННОСТИ КОРОЕДОВ В ХВОЙНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ

На основе штамма энтомопатогенного гриба *Beauveria bassiana* 20-08 разрабатывается биологический препарат «ИПСБОВЕР». В лабораторных условиях установлена 100 % смертность короедов на 10-е сутки опыта при опылировании и опрыскивании рабочим раствором препарата. В полевых условиях его биологическая эффективность составила соответственно 65,1 и 60,7 % против вершинного и шестизубчатого короедов, 65,9 % – короеда типографа при использовании модернизированных феромонных ловушек.

Ключевые слова: биопрепарат, опытные образцы, короеды, биологическая эффективность, модернизированные феромонные ловушки, лабораторные и полевые испытания.

Подсемейство короедов *Scolytinae* Latreille, 1804 состоит из 140 видов европейской фауны, а всего описано их более 750 видов. Среди существующих видов вершинный *Ips acuminatus* Gyllenhal, 1827, шестизубчатый *Ips sexdentatus* Börner, 1776 короеды и короед типограф *Ips typographus* Linnaeus, 1758 – наиболее распространены в хвойных насаждениях и характеризуются наибольшей вредоносностью. Ранее на территории Беларуси данные короеды являлись естественными обитателями лесов, малоагрессивными ксилофагами и выполняли функции утилизации отпада. В связи с глобальным изменением климата они стали одними из десяти наиболее агрессивных видов стволовых вредителей, массовое размножение которых приводит к гибели хвойных насаждений не только в Беларуси, но и во многих европейских странах. По данным учреждения «Беллесозащита» в период 1996–2023 гг. в порядке проведения сплошных санитарных рубок вырублено 44,04 млн м³ еловой древесины. На протяжении 2016–2023 гг. площадь сплошных санитарных рубок в сосновых насаждениях составила 116,5 тыс. га [1].

Известно, что короеды поражаются вирусами, нематодами, простейшими, клещами, энтомофагами (хищниками, паразитами), редко бактериозами, но чаще всего грибами. Энтомопатогенные грибы давно известны как естественный фактор, ограничивающий численность вредных насекомых. Химические средства, применяемые против энтомовредителей, оказывают негативное влияние на окружающую среду и растительный мир. Поэтому, предпочтительнее следует отдавать использованию экологически безопасных средств и технологий, в том

числе биопрепаратов, созданных на основе возбудителей заболеваний насекомых-вредителей, в частности энтомопатогенных грибов, не оказывающих негативного влияния на полезные компоненты лесного биоценоза.

В ГНУ «Институт леса НАН Беларуси» разрабатывается новый отечественный биологический препарат на основе нового высоковирулентного штамма (20-08) энтомопатогенного гриба *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill., 1912, выделенного нами ранее из лесной подстилки в очаге массового размножения короеда типографа, для защиты хвойных насаждений от стволовых вредителей. Опытные образцы препарата «ИПСБОВЕР» выращивали на пшене в колбах в течение 21 суток при $t = 26\text{ }^{\circ}\text{C}$. Биологическую эффективность препарата определяли при помощи метода биопроб путем постановки лабораторных опытов. В качестве тест-объекта использовали жуков короеда типографа, вершинного и шестизубчатого короедов. Полевые испытания проводили в повреждаемых стволовыми вредителями насаждениях в апреле 2023 г. в начале лета перезимовавших жуков ксилофагов. Для каждого опыта закладывали пробные площади, на которых устанавливали по три модернизированные ловушки барьерного типа конструкции Института леса НАН Беларуси. В ловушки помещали по 30 г препарата. В качестве средства, привлекающего насекомых в ловушки, использовали диспенсеры, содержащие агрегационные феромонные препараты, изготовленные научно-исследовательской лабораторией элементоорганического синтеза Белорусского государственного университета. Для наблюдения за ходом развития вредителей и определения их смертности на опытных и контрольных площадях выкладывались по три модельных дерева. Периодически на модельных деревьях отбирали палетки (2–6 штук) размером 20×30 см, 20×50 см, на которых подсчитывали количество брачных камер, маточных ходов, входных и выходных отверстий жуков, кукольных колыбелок короедов и не закончивших развитие молодых жуков. Биологическую эффективность препарата определяли по формуле Аббота по снижению численности живых куколок, жуков короедов на опытных палетках в сравнении с контрольными палетками [2].

В лабораторных условиях установлена 100 % смертность короеда типографа, шестизубчатого и вершинного короедов на 10-е сутки опыта при опылинии и опрыскивании рабочим раствором препарата (титр 1×10^8 спор/г; 1×10^8 спор/мл). В полевых условиях в Кореневской и Двинской экспериментальных лесных базах Института леса НАН Беларуси его биологическая эффективность составила соответственно 65,1 и 60,7 % против вершинного и шестизубчатого короедов, 65,9 % – короеда типографа при использовании модернизированных феромонных ловушек. Получено заключение по токсиколого-гигиенической оценке препарата, согласно которому он не обладает существенными патогенными, токсическими и раздражающими свойствами (IV класс опасности), разработаны лабораторный регламент, технические условия на препарат.

Биопрепарат «ИПСБОВЕР» станет дополнительным средством защиты хвойных насаждений от короедов, который планируется использовать на начальной стадии формирования очагов стволовых вредителей в модернизированных феромонных ловушках. Установлено, что жуки ксилофагов в период лета активно привлекаются в ловушки на агрегационный феромон, ударяются о пластины барьера и падают на площадку с сухим грибным препаратом. Перемещаясь по препарату на площадке ловушки и, вследствие этого, собрав на свою поверхность значительное количество спор, насекомые покидают ловушки, выползая по пологим краям площадки. Вылетевшие жуки внедряются в кормовые деревья и заносят споры энтомопатогенного гриба *Beauveria bassiana* в места своего поселения под кору деревьев. Энтомопатогенный гриб поражает насекомых-вредителей при проникновении гиф через покровы. Гибель наступает в результате поражения токсинами и от разрастания мицелия в гемолимфе и тканях насекомых. В дальнейшем разросшись на данных насекомых, он инфицирует других особей вредителя и сдерживает их массовое размножение. Кроме непосредственной гибели короедов препарат снижает жизнеспособность и плодовитость выживших вредителей.

Список использованных источников

1. Обзор лесопатологического и санитарного состояния лесного фонда Республики Беларусь за 2023 год и прогноз развития патологических процессов на 2024 год / Государственное учреждение по защите и мониторингу леса «Беллесозащита». – аг. Ждановичи, 2024. – 110 с.
2. Методические указания по проведению регистрационных испытаний биопрепаратов для защиты растений от вредителей и болезней / РУП «Институт защиты растений» ; сост. Л. И. Прищепа [и др.]. – Несвиж : Несвижская укрупненная типография им. С. Будного, 2008. – 56 с.

N. L. Sevnitskaya

Institute of Forest of the National Academy of Sciences of Belarus

DEVELOPMENT OF THE BIOLOGICAL PREPARATION «IPSSOVER» FOR THE CONTROL OF BARK BEETLES IN CONIFEROUS STANDS

Based on the strain of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* 20-08, biological preparation «IPSSOVER» is being developed. In laboratory conditions, 100 % mortality of bark beetles was established on the 10th day of the experiment when pollination and spraying with the working solution of the preparation. Under field conditions, its biological efficiency was 65,1 and 60,7 %, respectively, against *Ips acuminatus* Gyl. and *Ips sexdentatus* Born., and 65,9 % against *Ips typographus* L., when using modernized pheromone traps.

Keywords: biopreparation, experienced samples, bark beetles, biological efficiency, modernized pheromone traps, laboratory and field tests.

УДК 581.5

Т. А. Селевич, А. А. Гресь

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

ВИДОВОЙ СОСТАВ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ И ФИТОПЛАНКТОНА ПРУДА В аг. КОПТЁВКА ГРОДНЕНСКОГО РАЙОНА ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Параллельно изучали флористический комплекс сосудистых растений и видовой состав фитопланктона пруда, расположенного в Гродненском районе. Получена определенная связь исследованных характеристик пруда.

Ключевые слова: пруд, сосудистые растения, спектр гидроморф, фитопланктон, органическое загрязнение.

По данным И. И. Кирвеля, на территории Беларуси насчитывается не менее 1300 прудов. В большинстве своем они остаются не исследованными в ботаническом отношении. Есть противоречивое мнение, что по сосудистым растениям можно быстро оценивать качество водной среды водоема. В системе мониторинга качества вод достаточно широко используются характеристики фитопланктона. Интересно было сопоставить доминирующий комплекс видов сосудистых растений пруда в аг. Коптевка с некоторыми показателями его фитопланктона.

Аг. Коптевка расположен в 12 км на юго-восток от г. Гродно. Пруд находится в центре населенного пункта; сооружен на малой р. Коптевчанка, площадь водного зеркала 0,73 га. Берега обрывистые, есть и пологие участки побережья, к которым приурочены надводные травянистые растения. Восточный берег на всем протяжении облесенный, остальное побережье открытое: узкая полоса газона, прилегающего к автомобильной дороге или частному подворью.

Материалом для исследования послужили сосудистые растения, произраставшие в пруду в течение вегетационного сезона 2023 г. Метод исследования – маршрутный. При экологическом анализе видового состава растений пруда применяли классификацию растений водоемов и водотоков В. Г. Папченкова [1], согласно которой выделяли 5 экологических групп, причем к водным растениям относили 3 группы – гидрофиты, гелофиты и гигрогелофиты; остальные 2 группы – гигрофиты, гигромезо- и мезофиты – в сумме относили к околоводным растениям. Визуально оценивали обилие каждого вида на всей акватории пруда. Сравнивали собственные данные с аналогичными, полученными ранее для одного пруда в г. Гродно (микрорайон Зарица) [2] и В. Г. Папченковым для прудов Среднего Поволжья [1].

Отбор проб фитопланктона проводился один раз в месяц на двух станциях с апреля по сентябрь 2023 года. В работе использовался фиксатор Уотермея; выполняли процедуру сгущения проб осадочным методом. Отбирали пипеткой несколько капель каждой пробы и проводили определение видового состава с помощью микроскопа и определителей.

В пруду было обнаружено в общей сложности 50 видов сосудистых растений, относящихся к отделу Magnoliophyta, 2 классам, 25 семействам, 43 родам. К классу Magnoliopsida относятся 37 видов (74 %), к классу к Liliopsida – 13 видов (26 %). В таблице 1 показано распределение видов растений между экологическими группами в сравниваемых прудах. Во всех трех спектрах гидроморф преобладают гигрофиты; белорусские пруды выделяются более высокой долей гигромезо- и мезофитов и соответственно почти в половину меньшей долей видов водных растений по сравнению с прудами Среднего Поволжья. Важно отметить, что, имея примерно одинаковые размеры, пруд аг. Коптевка и пруд г. Гродно значительно отличаются абсолютным числом водных видов, в первую очередь гидрофитов. В исследованном нами пруду их оказалось всего два – *Lemna minor* L. и *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid., причем оба вида имеют лишь плавающие на поверхности воды листецы. Гидрофиты с погруженными в воду органами абсолютно отсутствуют; причиной может быть низкая прозрачность воды в присутствии растворимой и взвешенной органики (у пологих участков побережья идет заиление дна) и/или поступление в пруд взвеси в виде глинистых и торфяных частиц, смываемых в сторону пруда с прилегающей территории (дороги и частного огорода).

Таблица 1 – Экологическая структура видового состава сосудистых растений пруда аг. Коптевка, пруда г. Гродно [2] и прудов Среднего Поволжья [1]

Экологическая группа	Пруд аг. Коптевка		Пруд г. Гродно		Пруды Среднего Поволжья	
	Число видов		Число видов		Число видов	
	п	%	п	%	п	%
1. Гидрофиты	2	4	9	10,7	36	19,5
2. Гелофиты	1	2	3	3,6	16	8,6
3. Гигрогелофиты	8	16	8	9,5	26	14,1
4. Гигрофиты	23	46	35	41,7	81	43,8
5. Гигромезо- и мезофиты	16	32	29	34,5	26	14,1
Всего видов и форм	50	100	84	100	185	100

Среди 11-ти выявленных нами видов водных растений 5, согласно литературным данным [3], являются индикаторами загрязнения водной среды. Это *Spirodela polyrhiza*, *Lemna minor*, *Typha latifolia* L., *Eleocharis palustris* (L.) Roem. et Schult. – индикаторы органического загрязнения; *S. polyrhiza*, *T. latifolia*, *Glyceria fluitans* (L.) R. Br. – индикаторы загрязнения тяжёлыми металлами; *S. polyrhiza* и *L. minor* указывают на эвтрофирование водоёма. Проведенная нами оценка обилия водных видов выделила среди них доминирующий комплекс из трех видов: *S. polyrhiza*, *L. minor*, *T. latifolia* – все они являются индикаторами, прежде всего, органического загрязнения, отчасти загрязнения тяжёлыми металлами и биогенами. Особенно явно доминирует гелофит *T. latifolia*, образующий на литорали заросли в виде полос шириной в 2–3 м у низких участков побережья.

Исследование видового состава фитопланктона пруда показало наличие в нем 54 видов водорослей преимущественно из отделов Chlorophyta (41 %), Bacillariophyta (30 %) и Cyanophyta (13 %). Среди выявленных водорослей 38 видов (70 %) являются индикаторами органического загрязнения вод [4], а среди них преобладают β-мезосапробионты (47 %) – индикаторы умеренного органического загрязнения; средний же индекс сапробности составил 1,95, что позволяет говорить об органическом загрязнении водной среды и согласуется с результатами фитоиндикации по доминирующему комплексу видов сосудистых растений.

Список использованных источников

1. Папченков, В. Г. Закономерности зарастания водотоков и водоемов Среднего Поволжья : дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.16 / В. Г. Папченков. – СПб., 1999. – 578 л.
2. Селевич, Т. А. Изменчивость видового состава сосудистых растений пруда на р. Зарница (г. Гродно, Беларусь) / Т. А. Селевич // Весн. Гродзен. дзярж. ун-та імя Янкі Купалы. Сер. 5, Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія. – 2022. – Т. 12, № 1. – С. 97–107.
3. Гигевич, Г. С. Высшие водные растения Беларуси: Эколого-биологическая характеристика, использование и охрана / Г. С. Гигевич, Б. П. Власов, Г. В. Вынаев. – Минск : БГУ, 2001. – 230 с.
4. Биоиндикация и биотестирование в пресноводных экосистемах : учеб. пособие для высших учебных заведений / Н. В. Зуева [и др.]. – СПб. : РГГМУ, 2019. – 140 с.

T. A. Selevich, A. A. Gres
Yanka Kupala State University of Grodno

SPECIES COMPOSITION OF VASCULAR PLANTS AND PHYTOPLANKTON IN THE POND IN AG. KOPTEVKA GRODNO DISTRICT, GRODNO REGION

At the same time, we studied the floristic complex of vascular plants and the species composition of phytoplankton in a pond located in the Grodno region. A certain connection between the studied characteristics of the pond was obtained.

Keywords: pond, vascular plants, spectrum of hydromorphs, phytoplankton, organic pollution.

УДК 57.087

А. В. Стальмах, И. А. Литвенкова
Витебский государственный университет имени П. М. Машерова

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЖИЗНЕННОГО СОСТОЯНИЯ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ТРЁХ РАЙОНАХ ГОРОДА ВИТЕБСКА

Результаты исследования представляют собой сравнение состояния придорожных древесных насаждений на улицах трех районов города Витебска: Октябрьского, Первомайского и Железнодорожного. Анализ проводился согласно методике В. А. Алексеева, позволяющей оценить жизненное состояние деревьев от здорового до сухостоя. Исследование выявило, что видовой состав древесной растительности на улицах трех районов представлен 38 видами. Оценка состояния древесных насаждений показала, что наиболее благоприятное состояние деревьев наблюдается на улицах Первомайского района, где индекс жизненного состояния составил 91,09 %. В то же время на улицах Октябрьского района выявлен самый низкий показатель жизненного состояния – 71,03 %. Таким образом, дальнейшее изучение и принятие мер по улучшению экологической обстановки на улицах города Витебска является важным направлением для сохранения и укрепления здоровья древесных насаждений и общей экологической устойчивости города.

Ключевые слова: древесные насаждения, маршрутный метод, индекс жизненного состояния, видовой состав, экологический мониторинг.

Территориально город Витебск делится на три района: Октябрьский, Первомайский, Железнодорожный. Октябрьский район – исторический центр Витебска, самая густонаселенная единица города. Часть Первомайского – промышленная, другая часть – селитебная. Железнодорожный район – промышленный и транспортный центр города.

Цель работы – провести сравнительную оценку состояния древесных насаждений вблизи автомобильных дорог Октябрьского, Первомайского и Железнодорожного районов.

В основу работы положены результаты исследования, проведенного с июня 2022 по июнь 2024 в городе Витебске с использованием маршрутного метода. Всего заложено 9 маршрутов. В Железнодорожном районе исследовались улицы: Кирова, Карла Маркса, Комсомольская. На территории Первомайского р-на: Войнов-Интернационалистов, пр. Строителей, пр. Черняховского. На территории Октябрьского р-на: Правды, Мира. Объектом исследования была древесная растительность. В пределах исследуемых участков определялся вид растительного объекта, индекс жизненного состояния (ИЖС), тип посадки. Качественный анализ проводился при помощи метода оценки состояния деревьев по шкале жизненного состояния от здорового до сухостоя, по методике В. А. Алексеева [1].

Для выбранных маршрутов характерна промышленная и многоквартирная жилая застройка. Видовой состав древесной растительности на 9 участках трёх районов, представлен 38 видами. Доминирующими из них являются берёза бородавчатая (*Betula pendula*), липа сердцевидная (*Tilia cordata*), тополь черный (*Populus nigra*), дуб черешчатый (*Quercus robur*), липа мелколистная (*Tilia cordata*), ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior*), клён ясенелистный (*Acer negundo*).

Состояние древесной растительности на улицах Октябрьского района. На улице Правды: количество здоровых деревьев – 229, ослабленных – 467, сильно ослабленных – 284, усыхающих – 57, сухостоя – 15. ИЖС = 63 %. На улице Лазо: здоровых – 317, ослабленных – 204, сильно ослабленных – 68, усыхающих – 38, сухостоя – 24. ИЖС = 75,1 %. На улице Мира: здоровых деревьев – 114, ослабленных – 51, сильно ослабленных – 22, усыхающих – 9, сухостоя – 15. ИЖС = 75 %.

Состояние древесной растительности на улицах Первомайского района. На улице Воинов-интернационалистов: количество здоровых деревьев – 63, ослабленных – 19, сильно ослабленных – 14, усыхающих – 14, сухостоя – 6. ИЖС = 71,21 %. На проспекте Строителей: здоровых – 162, ослабленных – 31, сильно ослабленных – 12, усыхающих – 1, сухостоя – 1. ИЖС = 91,09 %. На проспекте Черняховского: здоровых – 126, ослабленных – 39, сильно ослабленных – 19, усыхающих – 21, сухостоя – 5. ИЖС = 77,12 %.

Состояние древесной растительности на улицах Железнодорожного района. На улице Карла Маркса: количество здоровых деревьев – 264, ослабленных – 114, сильно ослабленных – 32, усыхающих – 3, сухостоя – 8. ИЖС = 84,74 %. На улице Кирова: здоровых – 325, ослабленных – 82, сильно ослабленных – 30, усыхающих – 8, сухостоя – 3. ИЖС = 88,13 %. На улице Комсомольской: здоровых – 40, ослабленных – 52, сильно ослабленных – 9, усыхающих – 3, сухостоя – 4. ИЖС = 74,21 %.

Исследуемые улицы города Витебска можно разделить на несколько категорий по состоянию древостоя. Так, общий ИЖС для Октябрьского района равен 71,03 %, относится к группе «ослабленные». Для Первомайского – 79,81 %, также относится к группе «ослабленные». Для Железнодорожного – 82,36 %, относится к группе «здоровых с признаками ослабления» (таблица).

Таблица – Сравнительная характеристика ИЖС древесной растительности в трёх районах города Витебска

Название района	Среднее значение ИЖС	Категории ИЖС	Доминирующие виды в придорожной растительности
Октябрьский	71,03 %	ослабленные	берёза бородавчатая липа сердцевидная тополь черный
Первомайский	79,81 %	ослабленные	дуб черешчатый липа мелколистная ясень обыкновенный
Железнодорожный	82,36 %	здоровые с признаками ослабления	клён ясенелистный липа мелколистная липа сердцевидная

Таким образом, по результатам проделанной работы было выявлено, что большая часть деревьев в трёх районах города Витебска находится в ослабленном состоянии и нуждается в корректировке. Основными факторами, влияющими на состояние древостоя, на исследуемых улицах явились: значительная интенсивность движения автотранспорта, расположение промышленных предприятий и, как следствие, загрязнение почвенной и воздушной среды. Поэтому необходимость в экологическом мониторинге за состоянием городского озеленения в различных функциональных зонах города актуально. Полученные данные по инвентаризации древостоя могут быть использованы в работе Государственного предприятия «Витебский зеленстрой».

Список использованных источников

1. Методические рекомендации к оценке и картографированию состояния и устойчивости насаждений пород к антропогенным воздействиям / А. В. Пугачевский [и др.] // Природные ресурсы : межведомственный бюллетень № 3. – Минск : Беларус. навука, 2007. – С. 34–36.

A. V. Stalmakh, I. A. Litvenkova
Vitebsk State University named after P. M. Masherov

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE VITAL STATE OF WOODY VEGETATION IN THREE DISTRICTS OF THE CITY OF VITEBSK

The results of the study are a comparative assessment of the condition of tree plantations in the streets of three districts of Vitebsk: Oktyabrsky, Pervomaisky and Zheleznodorozhny. The analysis was carried out according to V. A. Alekseev's methodology, which allows assessing the vital state of trees from healthy to dry. The study revealed that the species composition of woody vegetation in the streets of the three districts is represented by 38 species. The assessment of the condition of tree plantations showed that the most favorable condition of trees is observed in the streets of the Pervomaisky district, where the index of vital state was 91,09 %. At the same time, the lowest condition of trees was revealed on the streets of the Oktyabrsky District, with a total Vital Condition Index of 71,03 %. Thus, further study and taking measures to improve the environmental situation in the streets of Vitebsk is an important area for preserving and improving the health of tree plantations and the overall environmental sustainability of the city.

Keywords: tree plantations, route method, vital state index, species composition, ecological monitoring.

УДК 581.5+574.24

А. Н. Хох

*Научно-практический центр Государственного комитета судебных экспертиз
Республики Беларусь*

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПРОИЗРАСТАНИЯ И ФАЗЫ ВЕГЕТАЦИИ НА ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ КСИЛЕМЫ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

В работе приведены результаты сравнительного анализа содержания Ca, Cu, Ka, Mn, Pb, Rb, Sr и Zn в буровых кернах сосны обыкновенной из разных типов леса, отобранных в начале и конце вегетационного периода развития деревьев. Построены матрицы парных корреляций.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, элементный состав, рентгенофлуоресцентный анализ, экологическая изменчивость, сезонная изменчивость.

На элементный состав растений влияет комплекс факторов. Выявить тенденции его изменчивости в сосняках, относящихся к разным типам леса, представляет собой актуальную задачу. В данной работе представлены результаты определения содержания Ca, Cu, Ka, Mn, Pb, Rb, Sr и Zn в ксилеме методом рентгено-флуоресцентного анализа в сосняке вересковом (С. вер.), сосняке мшистом (С. мш.), сосняке орляковом (С. ор.), сосняке кисличном (С. кис.), сосняке долгомошном (С. дм.), сосняке багульниковом (С. баг.), сосняке сфагновом (С. сф.). Отметим, что в данной работе ранее полученные результаты [1] дополнены новыми образцами в количестве 70 буровых кернов, кроме того выполнен корреляционный анализ, на основании которого выявлен ряд закономерностей во взаимоотношениях между элементами. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Анализируя данные таблицы 1, можно отметить, что для всех исследованных типов леса отмечается уменьшение содержания в ксилеме Cu примерно в 1,4 раза, увеличение содержания Mn – в 1,2 раза ($p < 0,05$). Величина экологической изменчивости для Ca, K, Mn, Pb, Rb, Sr и Zn выше сезонной, что подтверждено высокой значимостью ($p < 0,0001$) критерия Краскела-Уоллиса, исключение составляет Cu, для которой изменчивость по типам леса отсутствует ($p > 0,05$). При переходе от сухих к влажным условиям роста отмечается увеличение концентрации Sr в 2,6 раза и Zn в 3,9 раза, уменьшение содержания Ca в 2,7 раза и K в 2,2 раза. Отметим, что полученные результаты подтверждают ранее полученные.

Таблица 1 – Содержание элементов в ксилеме (мг/кг)

Элемент	С. вер.		С. мш.		С. ор.		С. кис.		С. дм.		С. баг.		С. сф.	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Ca	681,4	757,4	637,7	647,0	727,5	679,8	519,6	542,1	637,8	665,2	492,8	509,0	260,6	270,4
±SD	108,7	150,0	141,7	145,0	168,1	144,6	74,6	134,7	123,3	117,6	72,2	112,3	59,6	60,7
Cu	3,0	2,2	3,3	2,1	3,1	2,1	2,7	1,9	3,0	2,3	2,9	2,1	3,1	1,9
±SD	0,5	0,4	0,9	0,6	0,9	0,4	0,4	0,7	0,5	0,7	0,7	0,4	0,7	0,6
K	655,9	660,0	742,3	709,9	649,0	626,2	687,3	664,8	509,0	477,6	507,6	493,5	315,9	279,6
±SD	83,5	101,2	137,2	126,4	113,7	94,7	78,5	130,8	89,7	79,9	76,9	70,4	77,0	71,3
Mn	30,8	38,8	50,2	62,8	69,5	76,3	65,5	77,4	49,9	56,7	56,4	65,2	34,2	46,6
±SD	5,3	9,9	8,6	13,2	7,1	10,3	5,7	10,1	6,7	12,0	6,6	6,8	15,9	16,1
Pb	0,9	1,0	0,7	0,8	1,1	1,0	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,8	2,3	2,1
±SD	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,1	0,3	0,3	0,4	0,1	0,2	0,4	0,9
Rb	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,6	0,6	0,6	0,8	0,7	0,7	2,2	2,0
±SD	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,6	0,3
Sr	1,2	1,2	1,4	1,5	1,5	1,5	1,6	1,5	1,6	1,7	1,7	2,0	3,6	2,7
±SD	0,3	0,5	0,5	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,3	0,5	0,3	0,2	0,6	0,5
Zn	4,4	5,2	11,3	11,2	10,6	10,8	9,6	10,5	10,4	9,8	10,5	12,3	19,4	18,7
±SD	0,5	1,3	1,7	1,4	3,0	2,3	2,4	1,5	2,4	2,4	3,1	3,9	5,1	4,8

Примечание: SD – среднее квадратичное отклонение, здесь и далее: 1 – весна, 2 – осень.

Расчет парных коэффициентов ранговой корреляции Спирмена между элементами приводится в таблицах 2–4.

Таблица 2 – Корреляционные связи между содержанием элементов в начале вегетационного периода

	Ca весна	Cu весна	K весна	Mn весна	Pb весна	Rb весна	Sr весна	Zn весна
Ca весна	1,000							
Cu весна	0,044	1,000						
K весна	0,470**	-0,019	1,000					
Mn весна	0,118	-0,144	0,203**	1,000				
Pb весна	-0,271**	0,103	-0,468**	-0,269**	1,000			
Rb весна	-0,214**	0,007	-0,213**	-0,370**	0,454**	1,000		
Sr весна	-0,524**	-0,079	-0,455**	-0,037	0,372**	0,236**	1,000	
Zn весна	-0,455**	0,049	-0,413**	0,015	0,238**	0,238**	0,543**	1,000

Примечание: здесь и далее * – корреляция значима на уровне 0,05; ** – корреляция значима на уровне 0,01.

Таблица 3 – Корреляционные связи между содержанием элементов в конце вегетационного периода

	Ca осень	Cu осень	K осень	Mn осень	Pb осень	Rb осень	Sr осень	Zn осень
Ca осень	1,000							
Cu весна	-0,012	1,000						
K весна	0,416**	0,056	1,000					
Mn осень	-0,042	-0,001	0,188*	1,000				
Pb осень	-0,115	-0,132	-0,248**	-0,152*	1,000			
Rb осень	-0,302**	0,043	-0,318**	-0,299**	0,382**	1,000		
Sr осень	-0,460**	0,086	-0,485**	-0,045	0,270**	0,236**	1,000	
Zn осень	-0,471**	-0,032	-0,430**	0,111	0,077	0,307**	0,424**	1,000

Таблица 4 – Корреляционные связи между содержанием элементов в начале и в конце вегетационного периода

	Ca осень	Cu осень	K осень	Mn осень	Pb осень	Rb осень	Sr осень	Zn осень
Ca весна	0,581**	-0,019	0,446**	0,077	-0,120	-0,294**	-0,542**	-0,464**
Cu весна	0,003	0,037	0,013	-0,182*	0,003	0,049	-0,025	-0,001
K весна	0,443**	-0,084	0,652**	0,134	-0,308**	-0,331**	-0,605**	-0,351**
Mn весна	0,030	0,000	0,202**	0,715**	-0,167*	-0,329**	-0,103	0,063
Pb весна	-0,274**	-0,028	-0,445**	-0,222**	0,377**	0,475**	0,358**	0,276**
Rb весна	-0,149*	-0,030	-0,140	-0,300**	0,277**	0,412**	0,256**	0,270**
Sr весна	-0,443**	-0,024	-0,447**	0,019	0,167*	0,303**	0,550**	0,535**
Zn весна	-0,428**	0,055	-0,353**	0,041	0,175*	0,357**	0,452**	0,583**

На основе представленных результатов во всех рассматриваемых случаях выявляются следующие особенности корреляционных связей: 1) устойчивая положительная зависимость между содержанием Ca и K, Zn и Sr, Rb и Sr, Rb и Pb; 2) устойчивая отрицательная зависимость между содержанием Ca и Sr, Ca и Zn, K и Pb, K и Sr, Rb и Mn; 3) отсутствие каких бы то ни было связей Cu с другими изучаемыми элементами.

Расчет коэффициента Спирмена для определения взаимосвязей между содержанием элементов и типом леса позволяет говорить о том, что условия произрастания действительно влияют на содержание Ca, Ka, Pb, Rb, Sr и Zn. Выявлены значимые положительные коэффициенты корреляции ($p < 0,01$) с Rb ($r = 0,354$ (1) и $0,427$ (2)), Sr ($r = 0,644$ (1) и $0,661$ (2)), Pb ($r = 0,723$ (1) и $0,386$ (2)) и Zn ($r = 0,556$ (1) и $0,584$ (2)), значимые отрицательные коэффициенты корреляции ($p < 0,01$) с Ca ($r = -0,632$ (1) и $-0,626$ (2)) и Ka ($r = -0,722$ (1) и $-0,740$ (2)). При этом значимых коэффициентов корреляции для Cu и Mn выявлено не было.

Список использованных источников

1. Хох, А. Н. Особенности элементного состава древесины сосны обыкновенной в зависимости от условий местопроизрастания и фазы вегетации / А. Н. Хох, В. Б. Звягинцев // Изв. Саратов. ун-та. Новая сер. Сер.: Химия. Биология. Экология. – 2022. – Т. 22, № 1. – С. 47–56.

A. N. Khokh

Scientific and Practical Centre of The State Forensic Examination Committee of The Republic of Belarus

INFLUENCE OF GROWING CONDITIONS AND VEGETATION PHASE ON THE ELEMENTAL COMPOSITION OF XYLEM OF SCOTS PINE

The article presents the results of a comparative analysis of the content of Ca, Cu, Ka, Mn, Pb, Rb, Sr and Zn in drill cores of Scots pine from different types of forest, selected at the beginning and end of the growing season of tree development. Matrices of paired correlations were constructed.

Keywords: Scots pine, elemental composition, X-ray fluorescence analysis, environmental variability, seasonal variability.

УДК 581.5+574.24

А. Н. Хох

*Научно-практический центр Государственного комитета судебных экспертиз
Республики Беларусь*

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АНОМАЛИЙ СТРУКТУРЫ ГОДИЧНЫХ КОЛЕЦ У БЕРЕЗНЯКОВ ИЗ КОНТРАСТНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Проведен сравнительный анализ образования флуктуаций плотности, морозобойных повреждений и выпавших годичных колец в березняках, произрастающих в нормальных и постоянно избыточно увлажненных условиях, выявлены отличия в частоте их встречаемости.

Ключевые слова: березняки, нормальные условия, постоянно избыточно увлажненные условия, аномалии структуры, годичные кольца.

С конца 2023 года Научно-практический центр Государственного комитета судебных экспертиз Республики Беларусь вместе с научно-исследовательским институтом Республиканского центра судебной экспертизы им. Х. Сулаймановой при Министерстве юстиции Республики Узбекистан выполняет рабочую программу по научно-исследовательской работе «Исследование информационного потенциала годичных колец для решения задач в области судебной экспертизы с учетом особенностей Беларуси и Узбекистана». В ходе выполнения этапа № 2 в Центре проведены исследования по выявлению различий в частоте встречаемости аномалий структуры годичных колец у деревьев, произрастающих в контрастных экологических условиях (на почвах нормального и повышенного увлажнения), на примере березняков (береза – одна из наиболее распространенных лесных пород в Беларуси). Всего заложено 6 временных пробных площадей (ВПП), изучено 120 деревьев (средний возраст – 79 лет).

В ходе исследования анализировались следующие типы аномалий: 1) флуктуации плотности, когда в пределах поздней древесины формируется слой ранних трахеид (IADF L); 2) флуктуации плотности, для которых характерен постепенный переход ранних трахеид к поздним (IADF L+); 3) флуктуации плотности, когда в пределах ранней древесины формируется слой поздних трахеид (IADF E); 4) флуктуации плотности, для которых характерен постепенный переход от поздних трахеид к ранним (IADF E+); 5) морозобойные годовичные кольца, для которых характерно образование тонкостенных, деформированных и/или разрушенных клеток (f); 6) выпавшие годовичные кольца, характеризующееся либо прерывистостью (локальным отсутствием), либо полным выпадением (m). Для расчета частоты аномалий (F_{rel}) и стабилизированной частоты (F_{stab}) применялись следующие формулы:

$$F_{rel} = 100 \left(\frac{n_x}{N} \right) \quad (1)$$

$$F_{stab} = N^{0,5} \left(\frac{n_x}{N} \right) \quad (2)$$

где n_x – количество аномалий; N – количество исследованных годовичных колец.

Полученные результаты представлены в таблице.

Таблица – Количественное распределение аномалий с рассчитанной частотой их встречаемости

Параметр	нормальные условия			постоянно избыточно увлажненные условия		
	ВПП № 1	ВПП № 2	ВПП № 3	ВПП № 4	ВПП № 5	ВПП № 6
n_x	60	54	37	95	125	112
IADF L	8	10	18	7	14	9
IADF L ⁺	2				5	8
IADF E	15	11		19	27	15
IADF E ⁺	7	4	2	6	11	24
F	11	14	9	42	29	25
M	11	15	8	21	39	31
F_{rel}	3,6	3,6	2,5	6,3	8,3	7,5
F_{stab}	1,4	1,4	1,0	2,5	3,2	2,9

По результатам микроскопического исследования на исследуемых ВПП было выявлено 77 флуктуаций плотности и 34 морозобойных и 40 выпавших годовичных колец в березняках с нормальными условиями увлажнения; 163 флуктуации плотности и 106 морозобойных и 112 выпавших годовичных колец в березняках, произрастающих в постоянно избыточно увлажненных условиях, т. е. количество аномалий при переходе от сухих к влажным условиям роста увеличивается в 2,5 раза выше. Отметим, что схожие тенденции отмечаются и для сосняков, произрастающих в контрастных по режиму увлажнения условиях [1].

Сравнительный анализ встречаемости аномалий структуры годовичных колец показал, что вне зависимости от условий увлажнения в березняках преобладают морозобойные повреждения (26,5 % и 29,4 %, здесь и далее % от общего числа зафиксированных аномалий) и выпавшие годовичные кольца (22,5 % и 27,8 %). Что касается флуктуаций плотности, в березняках, с нормальным увлажнением, доминирующим является тип IADF L (23,8 %), а в березняках из постоянно избыточно увлажненных условий тип IADF E (18,4 %). Остальные типы флуктуаций плотности распределены следующим образом: IADF L+ – 1,3 %, IADF E – 17,2 %, IADF E+ – 8,6 % (нормальные условия); IADF L – 10,2 %, IADF L+ – 3,4 %, IADF E+ – 10,8 % (постоянно избыточно увлажненные условия). Частота встречаемости аномалий (F_{rel}) составила 3,4 и 4,3; стабилизированная частота (F_{stab}) – 1,3 и 1,7 соответственно. Результаты кластерного анализа полученных данных представлены на рисунке.

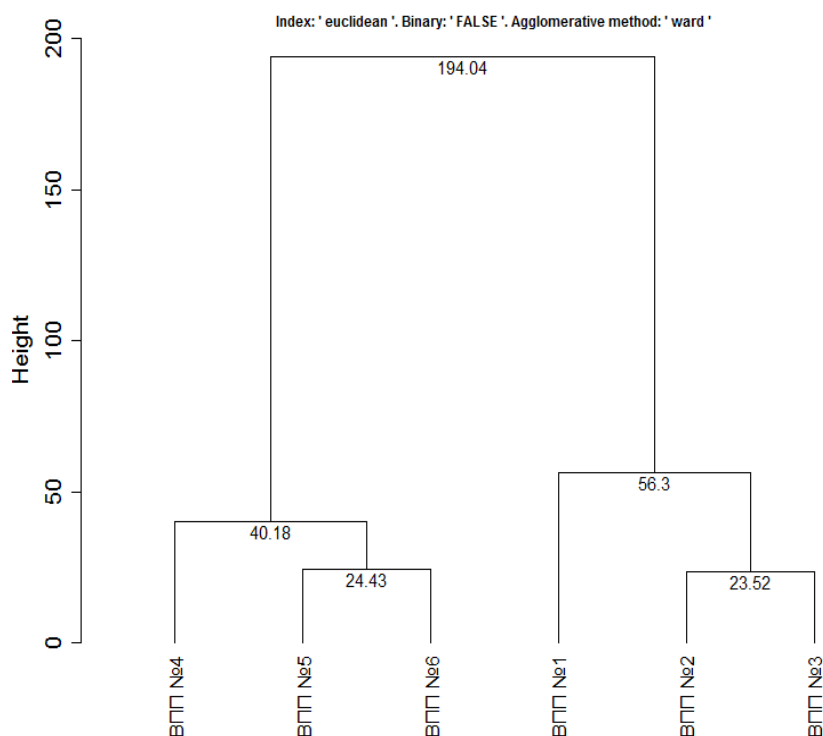


Рисунок – Вертикальная дендрограмма распределения исследованных объектов по кластерам

Как видно из рисунка, отчетливо выделяются два кластера: первый (ВПП № 1–3 – нормальные условия), второй (ВПП № № 4–6 – постоянно избыточно увлажненные условия).

Таким образом, видовое и процентное соотношение аномалий и выпавших ГК в какой-то степени позволяет судить об условиях, в которых выросло дерево. Результаты с проведенных научных исследований будут способствовать разработке новых подходов к проведению ботанических и дендрохронологических экспертиз и лягут в основу новых методических материалов.

Список использованных источников

1. Хох, А. Н. Анализ аномалий структуры годичных колец в сосняках мшистых и багульниковых / А. Н. Хох // Лесотехнический журнал. – 2023. – Т. 13, № 4 (52), ч. 2. – С. 212–230.

A. N. Khokh

Scientific and Practical Centre of the State Forensic Examination Committee of The Republic of Belarus

**COMPARATIVE ANALYSIS OF ANOMALIES IN THE STRUCTURE
OF TREE RINGS IN BIRCH FILES
FROM CONTRASTING ECOLOGICAL CONDITIONS**

A comparative analysis of the formation of density fluctuations, frost damage and fallen tree rings in birch forests growing in normal and constantly overly moist conditions was carried out, and differences in the frequency of their occurrence were revealed.

Keywords: birch forests, normal conditions, constantly overly moistened conditions, structural anomalies, tree rings.

РАЗДЕЛ 3.
**УСТОЙЧИВОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
И ОХРАНА ЖИВОТНОГО МИРА**

УДК 502.172:502.211:599.735.51

А. Н. Буневич, С. А. Коротя, Е. А. Горустович
Национальный парк «Беловежская пуща»

**РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗУБРОВ РЕЗЕРВНОГО ГЕНОФОНДА
В БЕЛОВЕЖСКОЙ ПУЩЕ**

В работе приведены сведения о количестве зубров, переведённых в резервный генофонд, а также данные по их добыче по годам.

Ключевые слова: Беловежская пуща, зубры основного и резервного генофонда.

Восстановление погибшей в 1919 году популяции зубров в белорусской части Беловежской пущи было начато в 1946 году, когда сюда завезли 5 помесных беловежско-кавказских зубров. С момента завоза до 2023 года поголовье зубров возросло до 730 голов. За этот период родилось 1807 телят, отловлено для реализации 308 и отстреляно 446. Нерациональные потери (падёж) составили 438 особей. В процессе разведения зубров вынужденный селекционный отстрел безнадежно больных животных начал проводиться с 1962 года. К 2010 году количество зубров достигла принятой оптимальной численности и плотности своего населения (около 350 голов). С ростом численности зубров назрела необходимость оздоровления популяции и регулирования поголовья этих животных. В 1999 г. Постановлением Совета Министров Республики Беларусь «О дополнительных мерах по охране и использованию зубров» был принят бинарный статус для белорусских микропопуляций – основного, или страхового генофонда и резервного генофонда [1].

Таблица 1 – Динамика использования зубров резервного генофонда в Беловежской пуще в 2008–2024 гг.

Годы	Количество зубров, переведённых в резервный генофонд	Пол		Добыто	
		♂	♀	♂	♀
2008	11	7	4	5	3
2009	11	3	8	2	6
2010	14	7	7	2	2
2011	11	5	6	1	3
2012	8	2	6	3	2
2013	4	1	3	3	5
2014	13	6	7	3	4
2015	2	1	1	3	2
2016	18	8	10	5	2
2017	8	4	4	6	3
2018	20	11	9	16	14
2019	27	13	14	16	16
2020	22	10	12	11	7
2021	33	13	20	9	11
2022	10	3	7	18	7
2023	29	9	20	5	5
2024	14	2	12	4	6
Всего	255	105	150	112	98
%	100	41,2	58,8	53,3	46,7

К зубрам основного генофонда относятся зубры, представляющие селекционную ценность, значимую для поддержания белорусской популяции зубра, и обладающие высокими кондициями. К зубрам резервного генофонда относятся зубры, обитающие в условиях естественной свободы или содержащиеся в неволе, включённые в книгу учёта зубров резервного

генофонда на основании акта об установлении факта отнесения зубров к зубрам резервного генофонда и отвечающие следующим критериям: с признаками крайней степени истощения; больные с осложнениями и травмированные с увечьями, ведущими к их гибели; родившиеся с отклонениями в физическом развитии; находящиеся на территории ферм и силосных буртов и проявляющие агрессивность по отношению к людям и домашним животным; самки зубров старше 15 лет и самцы старше 14 лет.

Как следует из таблицы 1, всего за 17 лет с 2008 по 2024 годы из основного генофонда в резервный было переведено 255 зубров, из них 105 самок (41,2 %) и 150 самцов (58,8 %). Также за указанный период было добыто 210 зубров, из них 112 самцов (53,3 %) и 98 самок (46,7 %). Наибольшее количество зубров было добыто в 2018–2021 гг. – 125 особей (70 самцов и 55 самок).

Основными причинами перевода зубров в резервный генофонд явились старость, болезни и увечья (таблица 2). 136 самок (91 %) из 150 были переведены по старости. У самцов основными причинами перевода явились старость – 50 особей (48 %) и болезни – 44 особи (42 %).

Таблица 2 – Причины перевода зубров в резервный генофонд

Год	Причина перевода								Итого	
	Старость		Болезнь		Увечье		Другие			
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
2008	2	8	2	–	–	–	–	–	4	8
2009	3	3	2	–	1	–	–	–	6	3
2010	3	6	2	2	1	–	–	–	6	8
2011	2	5	2	1	1	1	–	–	5	7
2012	2	3	2	–	–	–	–	–	4	3
2013	1	3	–	–	–	–	–	–	1	3
2014	2	6	2	2	–	–	1	–	5	8
2015	–	–	1	1	–	–	–	–	1	1
2016	3	11	4	–	–	–	1	–	8	11
2017	3	3	–	–	1	1	–	–	4	4
2018	6	7	3	2	2	–	–	–	11	9
2019	6	12	6	1	2	–	–	–	14	13
2020	3	11	6	1	–	1	–	–	9	13
2021	6	19	6	1	1	–	–	–	13	20
2022	–	7	3	–	–	–	–	–	3	7
2023	7	20	2	–	–	–	–	–	9	20
2024	1	12	1	–	–	–	–	–	2	12
Всего	50	136	44	11	9	3	2	–	105	150

Список использованных источников

1. Козло, П. Г. Зубр в Беларуси / П. Г. Козло, А. Н. Буневич ; науч. ред. В. П. Семченко. – 2-е изд., испр. и доп. – Минск : Беларус. навука, 2011. – 366 с.

A. N. Bunevich, S. A. Karotsia, K. A. Harustovich
National Park «Belovezhskaya Pushcha»

**RATIONAL USE OF BISONS OF THE RESERVE GENE POOL
IN BELOVEZHSKAYA PUSHCHA**

The work provides information on the number of bison transferred to the reserve gene pool, as well as data on their production by year.

Keywords: Belovezhskaya pushcha, bison of the main and reserve gene pool.

Е. И. Гляковская, А. И. Шумская

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДЕНДРОФАГОВ ОСНОВНЫХ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД В ОКРЕСТНОСТЯХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗОН г. ГРОДНО

За период исследований, с июня по сентябрь 2022–2023 гг., в окрестностях промышленных зон г. Гродно в качестве фоновых обнаружено 43 вида дендрофагов, принадлежащих к 11 семействам и 5 отрядам насекомых и клещей. На 15 древесных породах в окрестностях промышленных зон г. Гродно сформировался комплекс дендрофагов с преобладанием филлобионтов (42 вида, 98 %), монофагов (38 видов, 89 %) и скрытоживущих форм (38 видов, 89 %). Зарегистрировано 11 видов дендрофагов-инвайдеров, из которых 10 видов отмечено в точке ПП4 («Коложский парк»). Обнаружен 1 аборигенный вид дендрофага *Epirimerus marginetorguensis* (Nalera, 1917), ранее не регистрировавшийся на территории Гродненской области.

Ключевые слова: дендрофаги, фоновые виды, таксономический состав, экологические особенности, промышленные зоны.

Зеленые насаждения и дискретные посадки древесных и кустарниковых растений – неотъемлемая часть городской среды. В условиях города зеленые насаждения выполняют важные средообразующие и средозащитные функции. Рост промышленности, расширение транспортного сообщения в сочетании с другими антропогенными факторами приводят к серьезному вмешательству в окружающую среду и, как следствие, ослаблению озеленительных посадок [1]. На ослабленных, в результате промышленного загрязнения, деревьях и кустарниках в первую очередь поселяются дендрофаги. Поврежденные растения отчетливо заметны среди здоровых деревьев и кустарников в общем композиционном ансамбле, нарушая тем самым его сбалансированность и целостность [2]. Комплексы дендрофагов в городских зеленых насаждениях изучены на достаточном уровне, несмотря на это все еще регистрируются новые виды, в том числе инвазивные. Изучение дендрофагов в окрестностях промышленных зон г. Гродно проводилось впервые.

Для исследования выбраны 4 пробные площадки, представляющие собой зеленые насаждений разного типа, примыкающие к промышленным предприятиям. ПП1 – окрестности Гродненского кожевенного объединения. Минимальное движение автомобильного транспорта. Зеленые насаждения вблизи кожзавода представляют собой придорожные полосы. ПП2 – окрестности завода «Азот». Зеленые насаждения представляют собой придорожные полосы вдоль проспекта Космонавтов. Движение автомобильного и общественного транспорта интенсивное. ПП3 – окрестности Завода «Химволокно» Зеленые насаждения представляют собой сквер. В качестве контрольной пробной площадки исследовали видовой состав дендрофагов на территории ПП4 – Коложский парк.

Сбор дендрофагов осуществляли в ходе визуального осмотра древесных растений на предмет наличия самих дендрофагов (имаго, личинок разных возрастов) или результатов их жизнедеятельности. Из 43 видов дендрофагов, являющимися фоновыми в окрестностях промышленных зон г. Гродно, по числу видов преобладают представители отряда Lepidoptera (Чешуекрылые), насчитывающие 19 видов (или 44 % от общего числа). Из растительноядных клещей (Prostigmata) отмечено 9 видов (21 %). Из отряда Hymenoptera (Перепончатокрылые) обнаружено 8 видов (18 %). Отряды Diptera (Двукрылые) и Hemiptera (Гемиптероидные) насчитывают по 5 (или 12 %) и 2 (или 5 %) видов дендрофагов соответственно. Наибольшее число, по 9 видов (21 %) соответственно, принадлежит к семействам Eriophyidae (Галловые клещи) и Gracillariidae (Моли-пестрянки). В семействах Nepticulidae (Моли-малютки) и Tenthredinidae (Настоящие пилильщики) отмечено по 6 видов (14 %). Остальные 7 семейств дендрофагов малочисленны и насчитывают от 1 до 5 видов.

Установлено обитание фитофагов на 15 видах древесно-кустарниковых растений. Наибольшее число, 8 видов повреждают липу мелколистную (*Tilia cordata* Mill., 1768). Немногим меньше, 7 видов, трофически связаны с дубом черешчатым (*Quercus robur* L., 1753).

Пять видов фитофагов повреждают клен остролистный (*Acer platanoides* L., 1753). На остальных 12 видах древесно-кустарниковых растениях отмечено от 1 до 4 видов дендрофагов. Наибольшее количество дендрофагов повреждают древесные растения на территории контрольной точки ПП4 (Коложский парк), где зарегистрировано 36 видов. На территории ПП2 (окрестности завода «Азот») обнаружено 32 вида дендрофагов и 22 вида – на территории ПП3 (окрестности «завода Химволокно»). Наименьшее число, всего 6 видов дендрофагов, отмечено при обследовании зеленых насаждений на ПП1 (окрестности Гродненского кожевенного объединения). Примечательно, что 5 из 6 видов членистоногих, обнаруженных при обследовании зеленых насаждений в окрестностях кожевенного объединения (ПП1), отмечено на липе мелколистной.

Абсолютное большинство видов дендрофагов относится к филлобионтным формам, обитающих на листовых пластинках кормового растения (42 вида или 98 % от общего числа). Доминируют виды – монофаги 38 видов (89 %). К олигофагам принадлежат 4 вида (9 %), а к полифагам – *Megachile* sp. Зафиксировано не само насекомое, а результат его жизнедеятельности. Отмечены 2 основные по характеру образа жизни группы: открытоживущие (5 видов, 11 % от общего их числа) и скрытоживущие (38 видов, 89 %) формы. За время исследования обнаружено 11 инвазивных видов: *Aceria cephalonea* (Nalepa, 1922), *Aceria erineae* (Nalepa, 1891), *Aceria pseudoplatani* (Corti, 1905), *Aculus hippocastani* (Fockeu, 1890), *Cameraria ohridella* (Deschka & Dimic, 1986), *Hinatara recta* (Thomson, 1871), *Nematus tibialis* (Newman, 1837), *Obolodiplosis robiniae* (Haldeman, 1847), *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963), *Phyllonorycter robiniella* (Clemens, 1859), *Vasates quadripedes* (Shimer, 1869). Обнаружен 1 аборигенный вид дендрофага, *Epitrimerus marginemtorguens* (Nalepa, 1917) на *Pyrus communis* L., 1753 (ПП2 – окрестности завода «Азот»). Этот дендрофаг ранее не регистрировался на территории Гродненской области.

Таким образом, по результатам проведенных исследований, можно констатировать, что видовой состав дендрофагов в окрестностях промышленных зон отличается от такового в городских зеленых насаждениях. В городских парках, скверах богатый видовой состав древесных и кустарниковых пород, часто встречаются виды, не свойственные нашей флоре, а в окрестностях промышленных зон, как правило, однообразные породы, но, что характерно при бедном видовом составе деревьев, на одном ослабленном кормовом растении развиваются несколько видов дендрофагов.

Список использованных источников

1. Ельникова, Ю. С. Эколого-фаунистическая характеристика насекомых-дендрофагов в насаждениях урбанизированных территорий г. Волгограда : автореф. дис ... канд. биол. наук : 03.02.08 / Ю. С. Ельникова ; Волгоград. гос. соц.-пед. ун-т. – Волгоград, 2012. – 19 с.
2. Шумская, А. И. Фоновые виды членистоногих – фитофагов древесных растений в окрестностях промышленных зон города Гродно / А. И. Шумская, Е. И. Гляковская // Зоологические чтения : сб. науч. ст., посвящ. 125-летию д-ра биол. наук И. Н. Сержанина / Гродн. гос. ун-т им. Янки Купалы ; гл. ред. О. В. Янчуревич ; редкол.: О. В. Янчуревич, А. В. Рыжая. – Гродно : ГрГУ, 2023. – С. 322–324.

E. I. Glyakovskaya, A. I. Shumskaya
Yanka Kupala State University of Grodno

ECOLOGICAL ASPECTS OF DENDROPHAGOUS OF MAIN TREE SPECIES IN THE SURROUNDING OF THE INDUSTRIAL AREAS OF GRODNO

During the research period, from June to September 2022–2023, in the surrounding of industrial areas of Grodno, 43 species of dendrophagous were identified. They belong to 11 families and 5 orders of insects and mites. A complex of dendrophagous with a predominance of phyllobionts (42 species, 98 %), monophagous (38 species, 89 %) and latent living forms (38 species, 89 %) has formed on the 15 tree species. Among the 11 species of dendrophagous invaders, 10 species were recorded at point PP4 («Kolozhsky Park»). One native dendrophage species, *Epitrimerus marginemtorguens* (Nalepa, 1917) not previously been recorded on the territory of the Grodno region.

Keywords: dendrophagous, background species, taxonomic composition, elological features, industrial areas.

А. В. Гулаков, Д. Н. Дроздов

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины

ДИНАМИКА ДОЗ ВНУТРЕННЕГО ОБЛУЧЕНИЯ ПОПУЛЯЦИЙ *CAPREOLUS CAPREOLUS* L., ОБИТАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛЕССКОГО РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Показано, что в зоне отчуждения и отселения в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС у вида *Capreolus capreolus* L. наблюдается монотонное снижение дозы внутреннего облучения от инкорпорированных радионуклидов ^{137}Cs в мышечной и ^{90}Sr в костной ткани. Среднее значение поглощенной дозы внутреннего облучения в отдаленный период составило $27,8 \pm 6,5$ мкГр/сут., вариация значений – 25 %. В зоне отчуждения среднее значение поглощенной дозы внутреннего облучения в отдаленный период составило $81,6 \pm 37,9$ мкГр/сут., вариация значений – 50 %.

Ключевые слова: заповедник, доза облучения, радионуклиды, референтный вид, отдаленный период.

Катастрофа на Чернобыльской атомной станции является самой крупной по масштабам за всю историю развития атомной энергетики. Данным обстоятельством была продиктована необходимость проведения глобальных радиозэкологических и радиобиологических исследований. Международной комиссией по радиационной защите определен перечень референтных видов животных и растений, которые могут быть использованы для целей радиационного мониторинга биоты. Среди крупных млекопитающих референтной группой определено семейство Cervidae [1], представителем которых является *Capreolus capreolus* L. Численность вида подвержена периодическому снижению и возрастанию. В Гомельской области наблюдается максимальная плотность данного вида копытных. Основным биотопом для вида служат дубравы, ельники, осинники, ольшаники, сосняки и березняки. Кормовой базой вида *C. capreolus* является нижний ярус леса, где животные поедает ослинник двулетний, лапчатку прямостоячую, крапиву двудомную, тростник обыкновенный, в летний период животные используют ярус низкорослых деревьев, зимой – кору и хвою сосны [2].

Ареал обитания белорусской популяции *C. capreolus* отличается небольшой территорией, что можно объяснить оседлым образом жизни: в течение сезона животное перемещается в пределах местообитания и достаточно плотно заселяет участки с оптимальными кормовыми и защитными условиями. В этой связи Полесский радиационно-экологический заповедник представляет для *C. capreolus* достаточно однородную для обитания территорию, на которой не осуществляется значимого антропогенного воздействия, что позволяет из года в год увеличить численность популяции.

Проведенные ранее исследования [3] показывают, что данный вид, в сравнение с другими копытными, отличается низким накоплением радионуклидов ^{137}Cs в мышечной и ^{90}Sr в костной ткани. Вместе с тем остается мало изученной динамика дозовых нагрузок, которые испытывает данный вид копытных, обитающих на территории Полесского радиационно-экологического заповедника. В этой связи проведен анализ динамики доз внутреннего облучения популяции *C. capreolus* в ретроспективе отдаленного периода после аварии на Чернобыльской АЭС.

Цель работы – оценить динамику доз внутреннего облучения популяции вида *C. capreolus* от инкорпорированных радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr , обитающей на территории с разной плотностью радиоактивного загрязнения.

Оценку внутренней дозы облучения производили на основании данных удельной активности радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr диких копытных *C. capreolus*. Изъятие копытных вида *C. capreolus* проводилось на территории Полесского радиационно-экологического заповедника вблизи населенных пунктов, расположенных в зоне отселения и отчуждения. В ходе анализа использовали данные, полученные от 52 особей, на протяжении 1992–2003 годов.

Дозы внутреннего облучения популяции вида *C. capreolus*, обитающей на территории радиоактивного загрязнения в течение указанного периода монотонно снижались. В зоне от-

чуждения снижение дозы внутреннего облучения более выражено, интенсивность падения дозы облучения здесь за год в 1,56 раза выше, чем на территории зоны отселения. Вместе с тем, как в зоне отчуждения, так и в зоне отселения наблюдаются незначительные моменты подъема дозы внутреннего облучения. Динамику дозы внутреннего облучения в зоне отчуждения и отселения можно описать с помощью экспоненциальных функций вида:

$$D = 438 \cdot e^{-0,28t} \quad (1)$$

$$D = 108 \cdot e^{-0,18t} \quad (2)$$

Устойчивый спад поглощенной дозы облучения популяции вида *C. capreolus* в зоне отселения наблюдается через 10 лет после аварии, в зоне отселения отчуждения спустя 15 лет после аварии. Среднее значение поглощенной дозы внутреннего облучения в период 1998–2003 годов составило $27,8 \pm 6,5$ мкГр/сут., вариация значений 25 %. В зоне отчуждения среднее значение поглощенной дозы внутреннего облучения в период 2000–2003 годов составило $81,6 \pm 37,9$ мкГр/сут., вариация значений 50 %.

Таким образом, на территории зоны отчуждения для популяции вида *C. capreolus* сохраняется вероятность формирования дозы внутреннего облучения выше референтного уровня обеспокоенности. Обитание *C. capreolus* на территории зоны отчуждения обуславливает формирование 42 % от референтного уровня.

Влияние фактора радиоактивного загрязнения на формирование поглощенной дозы внутреннего облучения от инкорпорированных радионуклидов ^{137}Cs в мышечной и ^{90}Sr в костной ткани у вида *C. capreolus*, обитающего на территории с разной плотностью загрязнения оценивается менее чем в 10 % ($p < 0,05$). В отдаленный период после аварии между средними значениями поглощенных доз внутреннего облучения особей вида *C. capreolus*, обитающих на территории с разным радиационным режимом имеется достоверное различие ($p = 0,002$).

Список использованных источников

1. Environmental Protection – the Concept and Use of Reference Animals and Plants : ICRP Publication 108 // Annals of the ICRP. – 2008. – Vol. 38 (4–6). – P. 242.
2. Пикулик, М. М. Динамика зооценозов в условиях постантропогенных изменений ландшафтов в зоне аварии Чернобыльской АЭС / М. М. Пикулик, М. Е. Никифоров, А. Е. Пленин // Антропогенная динамика ландшафтов и проблемы их сохранения и устойчивого использования биологического разнообразия : материалы респ. науч.-практ. конф., Минск, 26–28 дек. 2001 г. – Минск : БГПУ, 2002. – С. 181–184.
3. Гулаков, А. В. Динамика поглощенной дозы внутреннего облучения мышечной ткани дикого кабана от ^{137}Cs , обитающего в условиях Полесского радиационно-экологического заповедника / А. В. Гулаков, Д. Н. Дроздов // Изв. Гомел. гос. ун-та им. Ф. Скорины. – 2019. – № 6 (117). – С. 29–34.

A. V. Gulakov, D. N. Drozdov

Francisk Scorina Gomel State University Republic of Belarus

DYNAMICS OF INTERNAL RADIATION DOSES OF THE *CAPREOLUS CAPREOLUS* L. POPULATION LIVING ON THE TERRITORY OF THE POLESSKY RADIATION ECOLOGICAL RESERVE

It has been shown that in the exclusion and resettlement zone in the long-term period after the Chernobyl accident, the species *Capreolus capreolus* L. has a monotonous decrease in the dose of internal radiation from incorporated radionuclides ^{137}Cs in muscle and ^{90}Sr in bone tissue. The average absorbed dose of internal radiation in the long-term period was $27,8 \pm 6,5$ $\mu\text{Gy/day}$, with a variation of 25 %. In the exclusion zone, the average absorbed dose of internal radiation in the long-term period was $81,6 \pm 37,9$ $\mu\text{Gy/day}$, with a variation of 50 %.

Keywords: nature reserve, radiation dose, radionuclides, reference species, remote period.

С. М. Дробенков

Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам

**ПИТАНИЕ И ТРОФИЧЕСКИЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ
В ПРИРОДНЫХ СООБЩЕСТВАХ
ЗЕМНОВОДНЫХ И ПРЕСМЫКАЮЩИХСЯ-ЭНТОМОФАГОВ
НАЗЕМНЫХ И ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ БЕЛАРУСИ³**

Трофическая структура сообществ амфибий и рептилий-энтомофагов наземных и водных экосистем Беларуси представлена несколькими группами (гильдиями) видов, поедающих сходные группы кормов, но специализирующихся на разных пищевых таксонах. Анализ полученных данных свидетельствует о сложном характере пищевых взаимоотношений в сообществах и разной степени возможной пищевой конкуренции между видами и в группах видов.

Ключевые слова: питание, трофические взаимоотношения, вид, экосистема, Беларусь.

Амфибии и рептилии лесной зоны Европы, благодаря широкому распространению и высокой численности играют важнейшую, нередко первостепенную роль в процессах трансформации вещества и энергии в экосистемах. Питание, охватывающее разнообразные поведенческие, морфологические и физиологические адаптации животных, представляет собой важнейший экологический фактор эволюции видов и организации сообществ.

По таксономической принадлежности и экологическим особенностям пищевых объектов в фауне земноводных Беларуси, представленной 13 видами, выделяется 3 заметно специализированных группы (гильдии): 1) потребители наземных беспозвоночных (все виды в наземных экосистемах); 2) потребители водорослей и детрита (все виды бесхвостых амфибий *Anura* на личиночной стадии в водных экосистемах); 3) потребители водных беспозвоночных (личинки и взрослые тритоны в водоемах в период размножения и развития), в фауне пресмыкающихся – 3 специализированных группы: 1) потребители гидробионтов (болотная черепаха), 2) потребители наземных беспозвоночных (3 вида ящериц – прыткая, живородящая и веретеница), 3) потребители мелких позвоночных животных (3 вида змей – обыкновенный уж, обыкновенная гадюка и медянка) [1].

Наибольшим видовым разнообразием выделяется группа энтомофагов, представленная 13 видами земноводных, 3 видами ящериц и 1 видом черепах. Трофическая структура группы, согласно результатам многомерного шкалирования, представлена одним плотным кластером и несколькими более мелкими кластерными группами (рисунок). Заметно более специализированные трофические ниши занимают прыткая ящерица и все три вида жаб.

Наиболее специализированной в питании является серая жаба, поедающая преимущественно муравьев (61,5 % экземпляров добычи). Эвритрофными видами, состав диеты которых характеризуется широким набором кормов и близким количественным соотношением поедаемых групп (I , индекс полидоминантности Симпсона, 0,072–0,119), являются квакша, а также обыкновенный и гребенчатый тритоны.

Не смотря на заметные отличия в пищевых предпочтениях, между некоторыми видами проявляется определенное трофическое сходство, что указывает на возможность конкуренции в определенных условиях, например, при синтопичном обитании.

Наибольшее перекрытие пищевых рационов отмечено у травяной лягушки и квакши, состав кормовых объектов которых сходен с таковым еще 6 видов земноводных (индекс Морисита $I'_{\lambda} \geq 0,6$). Высокое перекрытие состава добычи (с уровнем значимости I'_{λ} выше 0,4) установлено также для чесночницы, остромордой и трех видов зеленых лягушек, потребляющих таксоны, встречающиеся еще у 5 видов этой группы.

³ Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (Грант Б22СРБГ-012).

Наиболее высокое трофическое сходство проявляется, как правило, у таксономически близких видов. Наиболее «острые» взаимоотношения за пищу могут формироваться между остромордой лягушкой и краснобрюхой жерлянкой ($I'_{\lambda} = 1,897$), обыкновенным и гребенчатым тритоном ($I'_{\lambda} = 1,421$), серой и зеленой жабой ($I'_{\lambda} = 1,307$), остромордой и травяной лягушкой ($I'_{\lambda} = 1,107$), краснобрюхой жерлянкой и чесночницей ($I'_{\lambda} = 1,009$). Однако пищевая конкуренция между ними, вероятно, минимальна из-за пространственной дифференциации популяций.

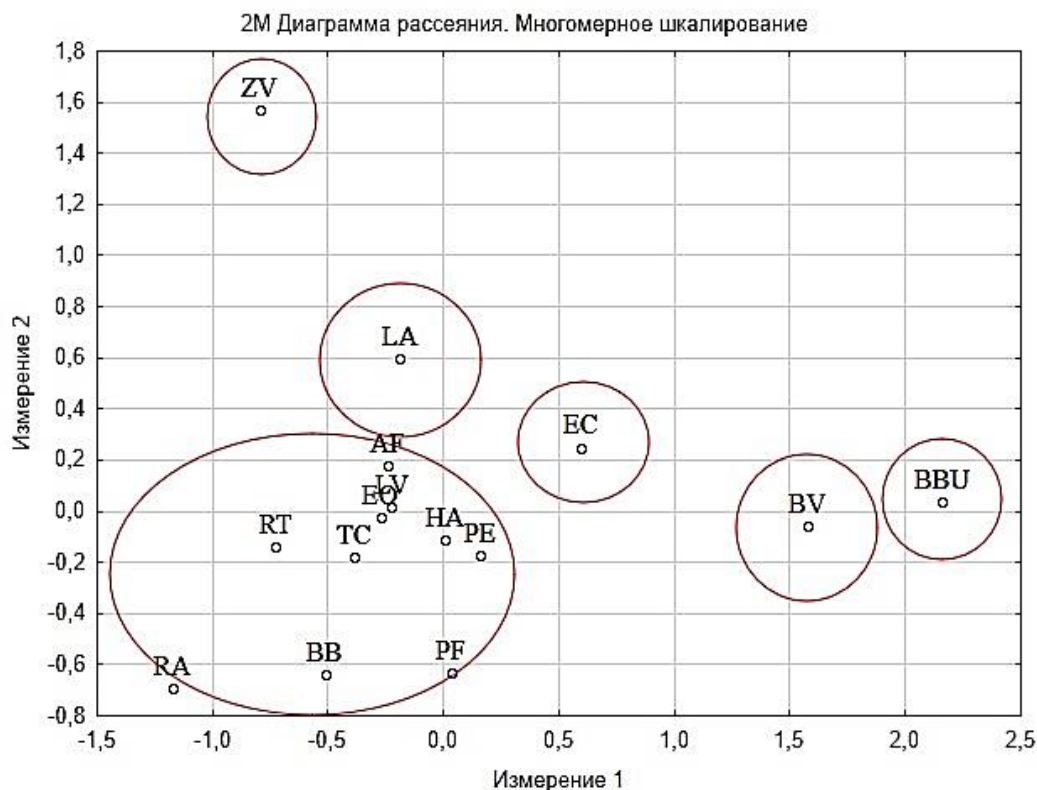


Рисунок – Сходство таксономического состава пищевого рациона в группе энтомофагов (земноводные, ящерицы, болотная черепаха)

Обозначения: LV – *L. vulgaris*, TC – *T. cristatus*, BB – *B. bombina*, PF – *P. fuscus*, BBU – *B. bufo*, BV – *B. viridis*, EC – *E. calamita*, HA – *H. arborea*, PE – *P. esculentus* s., RA – *R. arvalis*, RT – *R. temporaria*, EO – *E. orbicularis*, AF – *A. fragilis*, LA – *L. agilis*, ZV – *Z. Vivipara*

Список использованных источников

1. Drobenkov, S. M. Trophic structure of amphibian and reptile communities in terrestrial and aquatic ecosystems of Belarus / S. M. Drobenkov // Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis. – 2020. – Vol. 20 (2). – P. 163–172.

S. M. Drobenkov

Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources

**DIET AND TROPHIC RELATIONSHIPS IN NATURAL COMMUNITIES
OF AMPHIBIANS AND REPTILES-ENTOMOPHAGES
OF TERRESTRIAL AND AQUATIC ECOSYSTEMS OF BELARUS**

The trophic structure of communities of amphibians and reptiles-entomophages of terrestrial and aquatic ecosystems of Belarus is represented by several groups (guilds) of species consuming similar groups of food, but specialize in different food taxa. Data analysis demonstrates the complexity of food relationships in communities and the varying degrees of possible food competition between species and in groups.

Keywords: diet, food relationships, species, ecosystem, Belarus.

**И. А. Ермолаева, А. В. Лещенко, Е. С. Гайдученко,
А. С. Полетаев, Ю. И. Охременко, А. В. Равко, В. К. Ризевский**

Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ О ВИДОВОМ СОСТАВЕ РЫБ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ БАССЕЙНА р. ЛОВАТЬ В ПРЕДЕЛАХ БЕЛАРУСИ

Приведены предварительные данные о видовом составе рыб водных объектов белорусской части бассейна р. Ловать (бассейн р. Нева). Отмечено 16 видов рыб, среди которых чужеродный инвазивный вид – ротан-головешка.

Ключевые слова: водные объекты, рыбы, видовой состав.

Структура рыбного населения водных объектов Беларуси в целом изучена достаточно полно. Детально изучено видовое разнообразие и таксономический статус рыб, их принадлежность к различным фаунистическим комплексам, выявлены редкие и малочисленные аборигенные виды рыб. В экологическом аспекте определена принадлежность рыб к разным экологическим группам, различающимся по особенностям питания и естественного воспроизводства (характеру нерестового субстрата, способам откладки икры и периодам нереста) и пр. Данные работы проведены по всем основным речным бассейнам страны, из которых наименее изученным является бассейн р. Западный Буг. В то же время ихтиофауна водных объектов Беларуси, относящихся к системы р. Ловать (бас. р. Нева), практически не изучена. Имеются лишь фрагментарные данные по видовому составу рыб отдельных водоемов бассейна р. Ловать, полученные в середине XX века П. И. Жуковым [1].

Учитывая трансграничное положение водотока, расположение в его бассейне ландшафтного заказника местного значения «Верховье Ловати», а также ряда рыболовных угодий, пригодных для ведения рыболовного хозяйства, в свете решения задач по сохранению аборигенного биоразнообразия и недопущению проникновения чужеродных видов отсутствие полных и достоверных данных по видовой структуре рыбного населения водных объектов целого речного бассейна является недопустимым.

В связи с этим, в июне 2024 г. сотрудниками лаборатории ихтиологии ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам» впервые были проведены исследования состава фауны рыб в отдельных водных объектах белорусской части системы р. Ловать: р. Ловать (кроме участка Рудня-Межа), р. Песчанка, оз. Межа, оз. Сосно, и проанализированы имеющиеся материалы по видовому составу рыбного населения водных объектов бассейна р. Ловать в приграничных с Беларусью районах России (Усвятский и Невельский р-ны).

На текущий момент нами в ходе исследований на белорусском участке бассейна р. Ловать было выявлено 16 видов рыб, из них 14 отмечены в водотоках, 13 – в водоемах (таблица). Только в реках отмечены голец усатый, налим и ротан-головешка; только в озерах – карась обыкновенный (золотой) и линь. 11 видов являются общими для водотоков и водоемов.

По данным Псковского отделения ФГНУ ГОСНИОРХ [2] в водных объектах бассейна р. Ловать в приграничных с Беларусью районах России (Усвятский и Невельский р-ны) отмечено 24 вида рыб, среди которых на белорусской части бассейна не выявлены 8 видов: вьюн, голавль, карп, сом, судак, ряпушка, угорь и язь. Учитывая генетический тип озер в белорусской части бассейна р. Ловать среди этих не выявленных видов рыб только для ряпушки нет подходящих условий для обитания. Все другие виды рыб (в том числе и угорь) могут быть обнаружены в дальнейших исследованиях. При этом следует обратить внимание на тот факт, что сом, судак и язь отмечались статистикой промыслового вылова рыбы (прекратившегося в недавнем прошлом) из озер белорусской части бассейна р. Ловать. Помимо этого некоторые из этих водоемов зарыблялись карпом и белым амуром.

С другой стороны, на белорусской части бассейна выявлен чужеродный инвазивный вид – ротан-головешка, не отмеченный (по данным на 2008 г.) на российской части.

Различия в морфологии самого водотока (р. Ловать) на различных участках, а также в типологии озер требуют дальнейшего проведения исследований видового состава рыб.

Таблица – Видовой состав рыб водных объектов бассейна р. Ловать в пределах Беларуси и приграничных районов России (Псковская обл.)

Русское название вида	Беларусь (наши данные, 2024)				Россия [2]
	р. Ловать	р. Песчанка	оз. Межа	оз. Сосно	бас. р. Ловать
Верховка об.	есть			есть	есть
Вьюн					есть
Голавль					есть
Голец усатый	есть	есть			есть
Густера	есть		есть	есть	есть
Елец					
Ерш об.	есть		есть	есть	есть
Жерех					
Карась об.			есть	есть	есть
Карась серебр.	есть		есть	есть	есть
Карп					есть
Красноперка	есть		есть	есть	есть
Лещ	есть		есть	есть	есть
Линь			есть	есть	есть
Налим	есть				есть
Окунь	есть		есть	есть	есть
Пескарь об.					есть
Плотва	есть		есть	есть	есть
Ротан-головешка		есть			
Ряпушка					есть
Сом европ.					есть
Судак					есть
Угорь					есть
Уклейка	есть		есть	есть	есть
Щиповка об.	есть			есть	есть
Щука	есть			есть	есть
Язь					есть
Всего 27 видов рыб	13	2	10	13	24
	14		13		
	16				

Список использованных источников

1. Жуков П. И. Рыбы Беларуси / П. И. Жуков. – Минск : Наука и техника, 1965. – 416 с.
2. Фонд водоёмов Псковской области. Материалы Госкомитета Псковской области по лицензированию и природопользованию [Электронный ресурс] // ФГНУ ГОСНИОРХ РФ. – Псков, 2008. – Режим доступа: https://priroda.pskov.ru/sites/default/files/Fond_vodoemov.xls. – Дата доступа: 25.06.2024.

**I. A. Ermolaeva, A. V. Leschenko, H. S. Gajduchenko,
A. S. Poletaev, Y. I. Okhremenko, A. V. Ravko, V. K. Rizevsky**
Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources

**PRELIMINARY DATA ON THE FISH SPECIES COMPOSITION
OF THE LOVAT RIVE BASIN WITHIN THE TERRITORY OF BELARUS**

Preliminary data on the species composition of fish in water bodies of the Belarusian part of the Lovat' river basin are presented. 16 species of fish were noted, including an alien invasive species – the Amur sleeper.

Keywords: water bodies, fish, species composition.

А. С. Змачинский
ОДО «Полипарк»

РАСПРОСТРАНЕНИЕ АМУРСКОГО ЧЕБАЧКА *PSEUDORASBORA PARVA* (TEMMINCK ET SCHLEGEL, 1846) В г. МИНСКЕ И ЕГО ОКРЕСТНОСТЯХ

Выявлены и уточнены места обитания в г. Минске и его пригороде амурского чебачка, или малой псевдорасборы, *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846). Исследования проводились с конца 2000-х гг. по 2024 г. Отмечено 15 мест обитания рыбы. В настоящее время вид сохранился в 7-ми из них в бассейнах притоков реки Свислочь – реках Сеница и Тростянка.

Ключевые слова: чужеродный вид, амурский чебачок, распространение, места обитания, водные объекты, Минск.

Естественный ареал амурского чебачка охватывает бассейн Амура, реки западного побережья Японского моря и Японии на юг до рек Северного Вьетнама, островов Тайвань и Хайнань [1; 2]. Начиная с 1960-х годов, он расселился в водоемах и водотоках стран Европы, Азии и С. Америки [2; 3; 4]. В Европе он широко распространен от Великобритании, Франции и Испании до прибалтийских стран и Греции [5]. В Беларуси вид впервые отмечен в 1996 г. в верховьях р. Птичь (бассейн Днепра), куда ранее (в 1970–1980-х гг.) попал из прудов, зарыбленных дальневосточными растительноядными рыбами [6].

Для уточнения мест обитания амурского чебачка с апреля по июль 2023 г. и с конца марта по середину июня 2024 г. производился лов рыбы в р.Свислочь и ее притоках, прудах и отстойниках города и пригорода. Полученные результаты сверялись с результатами прошлых лет. Лов рыбы проводился любительскими рыболовными снастями, стандартными малявочниками и ихтиологическими сачками с диаметром обода 30–50 см и ячеей 5 мм. Ихтиологический материал учитывался согласно разработанным методикам [7; 8]. Результаты лова в разные годы показаны на рисунке.

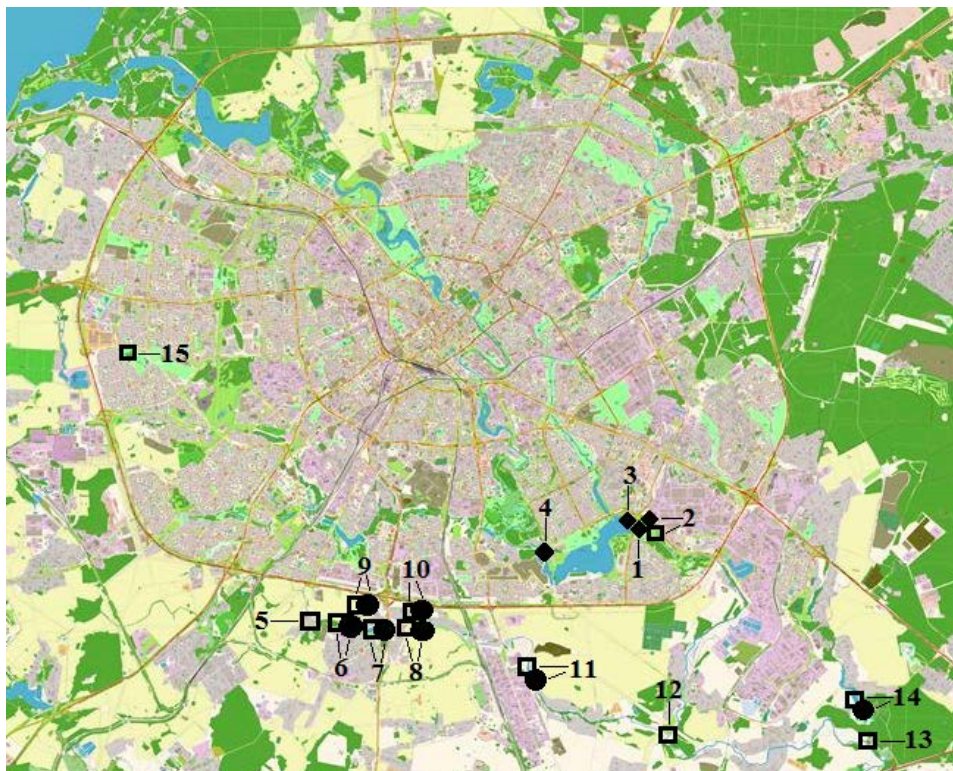


Рисунок – Места поимок амурского чебачка в г. Минске и его окрестностях с 2009 по 2024 гг. (закрашенный ромб – поимки рыбы в 2009 и 2010 гг, незакрашенный квадрат – поимки в 2011–2020 гг., закрашенный круг – поимки в 2023–2024 гг.; указанные цифры – см. пояснение в тексте)

Впервые поимка амурского чебачка *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846) в г. Минске произошла в 2009 г. Нами были выловлены два половозрелых экземпляра рыбы в пруду Минского зоопарка (**цифра 1 на карте**). В 2010 г. взрослые особи были пойманы: одна в р. Свислочь в районе зоопарка (**2**), одна – в нижней части Чижовского водохранилища (**3**) и одна – в р. Свислочь примерно в 1 км выше Чижовского водохранилища (**4**) [9].

В дальнейшем в Чижовском водохранилище и выше него рыба не была обнаружена, а в пруду зоопарка лов не проводился. Трижды летом с интервалом в два-три года (2013, 2015, 2018) в Свислочи в районе зоопарка были пойманы половозрелый и два неполовозрелых экземпляра (**2**). С 2011 по 2020 гг. наибольшее количество выловленных экземпляров фиксировалось в бассейне верхнего течения р. Сеница, где чебачок стал обычным представителем ихтиофауны. Чаще всего он ловился в малой сеницкой запруде (**6**) и р. Сеница выше нее (**5**), был обычным в уловах в р. Сеница ниже по течению (**8**), в пруду на северной окраине а/г Сеница (**9**) и отстойнике на западной окраине д. Колядичи (**10**), изредка попадался в большой сеницкой запруде (**7**) и в запруде на восточной окраине промузла Колядичи (**11**). Две неполовозрелые особи были словлены в 2015 г. в р. Свислочь у устья р. Сеница (**12**). В бассейнах других притоков Свислочи рыба была обнаружена только в р. Тростянка: в 2015 г. два взрослых экземпляра были добыты в нижней части водохранилища Стайки, в 2013 и 2015 гг. три и два экземпляра соответственно – в предплотинной части реки (**14**), в 2015 г. два неполовозрелых экземпляра пойманы в Свислочи у устья р. Тростянка (**13**). В 2018–2020 гг. амурский чебачок в небольшом количестве попадался в пруду в парке Дививелка в западной части города (**15**).

Исследования, проведенные в мае – июле 2023 г. и в апреле-июне 2024 г., показали, что амурский чебачек как обычный вид сохранился в малой сеницкой запруде (**6**) и в отстойнике на западной окраине д. Колядичи (**10**). В небольшом количестве регулярно попадает в р. Сенице в районе отстойника (**8**), изредка ловится в большой сеницкой запруде (**7**) и в пруду на северной окраине аг. Сеница (**9**), редко – в запруде на восточной окраине промузла Колядичи (**11**). Изредка ловится в нижней акватории водохранилища Стайки и р. Тростянка ниже нее (**14**). В других водных объектах г. Минска и пригорода вид не был обнаружен.

Таким образом, начиная с 2009 г. амурский чебачок отмечен в 15-ти местах г. Минска и пригорода – как в водоемах, так и водотоках. К настоящему времени он выявлен в 7-ми из них, относящихся к бассейнам притоков р. Свислочь – рекам Сеница и Тростянка.

Список использованных источников

1. Берг, Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран : в 3 т. / Л. С. Берг – М., Л. : Изд. АН СССР, 1949. – Т. 2. – 461 с.
2. Решетников, А. Н. *Pseudorasbora parva* – Амурский чебачок / А. Н. Решетников, Д. П. Карабанов, М. Г. Зиброва, Ю. Ю. Дгебуадзе // Самые опасные инвазионные виды России (ТОП-100). – М. : Тов-во науч. изд. КМК, 2018. – С. 563–572.
3. Pan-continental invasion of *Pseudorasbora parva*: towards a better understanding of freshwater fish invasions / R. E. Gozlan [et al.] // Fish and Fisheries. – 2010. – Vol. 11. – P. 315–340.
4. Fletcher, D. Biological invasion risk assessment, considering adaptation at multiple scales: the case of topmouth gudgeon *Pseudorasbora parva* / D. Fletcher // Biodiversity and Ecology. – Université Montpellier, 2018. – 257 p. – NNT: 2018MONTG029. – <https://theses.hal.science/tel-01928014>.
5. Gavriiloaie, C. Notes concerning the distribution of Asian fish species, *Pseudorasbora parva*, in Europe / C. Gavriiloaie, L. Burlacu, C. Bucur, C. Berkesy // AACL Bioflux. – 2014. – Vol. 7 (1). – P. 43–50.
6. Куницкий, Д. Ф. Амурский чебачок (*Pseudorasbora parva*) – новый вид в ихтиофауне Беларуси / Д. Ф. Куницкий, М. В. Плюта // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. – 1999. – № 3. – С. 122–123.
7. Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И. Ф. Правдин. – 4-е изд. – М. : Пищевая промышленность, 1966. – 268 с.
8. Жуков, П. И. Определитель рыб, обитающих в водоемах Республики Беларусь : справ. пособие / П. И. Жуков. – 2-е изд. – Минск : Бизнесофсет, 2003. – 74 с.
9. Змачинский, А. С. Находка амурского чебачка (*Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846)) в бассейне р. Свислочь в пределах г. Минска / А. С. Змачинский // Современные экологические проблемы устойчивого развития Полесского региона и сопредельных территорий: наука, образование, культура : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Мозырь, 25–26 окт. 2012 г. – Мозырь, 2012. – С. 131–132.

A. S. Zmachynski
LLCo «Polipark»

DISTRIBUTION OF TOPMOUTH GUDGEON *PSEUDORASBORA PARVA* (TEMMINCK ET SCHLEGEL, 1846) IN MINSK AND ITS SURROUNDINGS

The habitats of the topmouth gudgeon or stone moroco *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846) were identified and specified in Minsk and its suburbs. Studies were carried out from the late 2000s to 2024. 15 fish habitats were recorded. At present, the species is preserved in 7 of them in the basins of the Svisloch River, its tributaries Senitsa and Trostyanka Rivers.

Keywords: alien species, topmouth gudgeon, distribution, habitats, water bodies, Minsk.

УДК 597.8

С. Д. Иванович, О. В. Янчуревич

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ БАТРАХОФАУНЫ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ГОРОДОВ ГРОДНО И БАРАНОВИЧИ

На территории городов Гродно и Барановичи в настоящее время имеются условия для существования 6 видов земноводных: *Pelophylax ridibundus*, *Pelophylax esculentus*, *Pelophylax lessonae*, *Rana arvalis*, *Rana temporaria*, *Bufo bufo*. В целом в двух городах в исследованных водоемах преобладают европейские водные зеленые лягушки. Наибольшее сходство видового состава земноводных характерно для водоемов со средней степенью антропогенной нагрузки, что можно объяснить сходными гидробиологическими характеристиками самих водоемов и их расположением.

Ключевые слова: батрахофауна, урбанизированные территории, водоемы, антропогенная нагрузка, видовое разнообразие.

Видовой состав и структурная организация сообществ земноводных урбанизированных территорий являются отражением объективных процессов, протекающих в специфических условиях городских агломераций [1]. Основные тенденции формирования городской батрахофауны зависят от исходного видового состава амфибий, миграционных возможностей и интенсивности трансформации ландшафтов, возрастающей по мере хозяйственного освоения территорий и жилищного строительства [2].

При исследовании батрахокомплексов урбанизированных территорий важным аспектом является оценка пространственного распределения амфибий на территории города. На этой основе очень часто выделяют городские зоны, отличающиеся по ряду показателей, отражающих структуру населения амфибий. Основным фактором дифференциального распределения фауны на территории города являются отличия в интенсивности и длительности антропогенного воздействия [3].

Цель проведенного исследования – выявить видовое разнообразие и встречаемость земноводных на урбанизированных территориях городов Гродно и Барановичи.

Исследования батрахокомплексов проводили весной-летом 2023 г. на шести стационарных водоемах, три из которых расположены в г. Гродно и три – в г. Барановичи. Водоем 1 (В1) – искусственный пруд, расположенный на территории г. Гродно в промзоне возле ОАО «Гродненский мясокомбинат», имеет площадь 10624 м². Водоем 2 (В2) – искусственный пруд, расположенный на периферии г. Гродно площадью 2565 м². Водоем 3 (В3) площадью 2090 м² имеет естественное происхождение и расположен в г. Гродно на территории зеленой зоны. Водоем 4 (В4) расположен в г. Барановичи в зоне многоэтажной застройки недалеко от жилых домов, имеет площадь 5915 м² и искусственное происхождение. Водоем 5 (В5) – искусственный пруд, расположенный на периферии г. Барановичи около агроценоза, имеет площадь 5670 м². Водоем 6 (В6) – искусственный пруд, расположенный в г. Барановичи на территории зеленой зоны с площадью 3960 м².

Описание водоемов проводили по специализированным бланкам ведения мониторинга для земноводных. Для определения степени антропогенной нагрузки на водоемы использовали

балльную оценку, предложенную О. В. Янчуревич [4]. Согласно полученным данным, водоемы В1 и В4 являются водоемами с высокой степенью антропогенной нагрузки (25 баллов и 21 балл), водоемы В2 и В5 – со средней степенью антропогенной нагрузки (оба по 18 баллов), водоемы В3 и В6 – с минимальной степенью антропогенной нагрузки (7 баллов и 10 баллов).

Для оценки сходства видового состава батрахокомплексов использовали коэффициент Жаккара. Видовое разнообразие оценивали с помощью индекса Шеннона. Основным методом учета земноводных было определение численности особей вдоль береговой линии. Отлов земноводных производили вручную или с помощью водного сачка. Для определения видовой принадлежности амфибий использовали стандартные морфологические признаки и определители земноводных.

При исследовании водоемов, расположенных на территории городов Гродно и Барановичи, зарегистрировано всего 6 видов батрахофауны: *P. ridibundus* – лягушка озерная, *P. esculentus* – лягушка гибридная, *P. lessonae* – лягушка прудовая, *R. arvalis* – лягушка остромордая, *R. temporaria* – лягушка травяная, *B. bufo* – жаба обыкновенная.

В В1 с высокой степенью антропогенной нагрузки отмечено 3 вида земноводных. Наибольшая доля характерна для популяций зеленых лягушек. Преобладает *Pelophylax esculentus* – 51 %, на *Pelophylax lessonae* приходится 36 %. Остальную часть от общего количества исследованных особей занимает *Bufo bufo* – 13 %.

В В2 отмечены представители 5 видов. Доля *Bufo bufo* составляет 41 %. В то время как на *Pelophylax lessonae*, *Pelophylax esculentus*, *Pelophylax ridibundus* приходится соответственно 13 %, 12 % и 10 %. Доля *Rana temporaria* составляет 5 %.

В В3 отмечено 4 вида земноводных: жаба обыкновенная (*Bufo bufo*) встречается намного чаще и составляет 65 %, лягушка травяная (*Rana temporaria*) составляет 19 %, лягушка озерная (*Pelophylax ridibundus*) и лягушка съедобная (*Pelophylax esculentus*) составляют соответственно 10 % и 6 %.

В В4 с высокой степенью антропогенной нагрузки отмечено 3 вида земноводных. Преобладающим видом является *Pelophylax ridibundus* – 88 %. Также отмечаются *Rana arvalis* и *Bufo bufo* – по 6 %.

В В5 зарегистрировано 4 вида земноводных. Доминантным видом батрахокомплекса является *Bufo bufo* – 40 %. Вторым по численности является *Pelophylax esculentus* – 31 %. На долю *Pelophylax ridibundus* и *Pelophylax lessonae* приходится 18 % и 11 %.

В В6 отмечено также 4 вида земноводных. Наибольшая доля характерна для популяций зеленых лягушек: *Pelophylax esculentus* – 47 %, *Pelophylax ridibundus* – 22 %. Популяция *Bufo bufo* в батрахокомплексе составляет 27 %. На *Rana arvalis* приходится 4 %.

В целях сравнительной оценки видового разнообразия ассоциаций земноводных шести водоемов, расположенных на территории городов Гродно и Барановичи, использовали коэффициент Жаккара. Наибольшее сходство видового состава земноводных характерно для водоемов В2 и В5 со средней степенью антропогенной нагрузки (коэффициент Жаккара составляет 0,80). Это можно объяснить сходными гидробиологическими характеристиками самих водоемов и их расположением.

Индекс видового разнообразия Шеннона батрахокомплексов исследованных водоемов достигает наибольшего значения на В2 ($H = 2,10$), что свидетельствует не только о высоком видовом разнообразии, но и о выравненности распределения видов на данном водоеме.

Таким образом, на территории городов Гродно и Барановичи в настоящее время имеются условия для существования 6 видов земноводных: *Pelophylax ridibundus*, *Pelophylax esculentus*, *Pelophylax lessonae*, *Rana arvalis*, *Rana temporaria*, *Bufo bufo*. В целом в двух городах в исследованных водоемах преобладают европейские водные зеленые лягушки. Наибольшее сходство видового состава земноводных характерно для водоемов В2 и В5 со средней степенью антропогенной нагрузки (коэффициент Жаккара составляет 0,80), что можно объяснить сходными гидробиологическими характеристиками самих водоемов и их расположением.

Список использованных источников

1. Вершинин, В. Л. Экологические особенности популяций амфибий урбанизированных территорий : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.16 / В. Л. Вершинин ; Ин-т экологии растений и животных Урал. отделения Рос. акад. наук. – Екатеринбург, 1997. – 283 с.
2. Новицкий, Р. В. Факторы формирования батрахофауны г. Минска / Р. В. Новицкий // Структурно-функциональное состояние биологического разнообразия животного мира Беларуси : материалы VIII зоологической конф., Минск, 1999 г. / Ин-т зоологии НАН Беларуси ; редкол.: М. М. Пикулик [и др.]. – Минск, 1999. – С. 165–167.
3. Лебединский, А. А. Воздействие антропогенных факторов на амфибий урбанизированных территорий / А. А. Лебединский // Эколого-фаунистические исследования в Нечерноземной зоне РСФСР : межвуз. сб. науч. тр. / Мордов. гос. ун-т им. Н. П. Огарева ; под ред. А. И. Душинина. – Саранск, 1983. – С. 45–52.
4. Янчуревич, О. В. Репродуктивная экология некоторых видов амфибий в условиях урбанизированных ландшафтов / О. В. Янчуревич // Весн. Гродзен. дзярж. ун-та імя Янкі Купалы. Сер. 2. – 2005. – № 1 (31). – С. 205–212.

S. D. Ivanovich, O. V. Yanchurevich
Yanka Kupala State University of Grodno

THE SPECIES DIVERSITY OF THE BATRACHOFAUNA OF THE URBANIZED TERRITORIES OF THE CITIES OF GRODNO AND BARANOVICHI

Currently, there are conditions for the existence of 6 amphibian species in the cities of Grodno and Baranovich: *Pelophylax ridibundus*, *Pelophylax esculentus*, *Pelophylax lessonae*, *Rana arvalis*, *Rana temporaria*, *Bufo bufo*. The dominant species in water bodies B1 and B6 is *Pelophylax esculentus*, in water bodies B2, B3 and B5 – *Bufo bufo*, in water bodies B4 – *Pelophylax ridibundus*. The greatest species diversity of amphibians was noted in the water bodies (B2) on the territory of Grodno.

Keywords: batrachofauna, urbanized territories, water bodies, anthropogenic load, species diversity.

УДК 599.742.4:639.113.5(476.2)

Д. Н. Иванцов

Полесский государственный радиационно-экологический заповедник

ЧИСЛЕННОСТЬ АМЕРИКАНСКОЙ НОРКИ В ОХОТНИЧЬИХ УГОДЬЯХ ПОЛЕССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

В работе представлены данные о численности американской норки, обитающей на территории охотничьих угодий заповедника.

Ключевые слова: американская норка, биологическая инвазия, радиоактивное загрязнение.

Проблема неконтролируемых биологических инвазий и внедрения чужеродных видов животных в фауну любого региона чрезвычайно актуальна. Инвазии адвентивных организмов признаны одними из ведущих факторов трансформации природных экосистем. Внедрение в природные ценозы чужеродных видов представляет собой угрозу естественно исторически сложившемуся биологическому разнообразию и может приводить к быстрому изменению видового разнообразия отдельных экосистем [1].

Материалом для работы послужили литературные источники и данные полученные научной частью и отделом лесного хозяйства Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (ПГРЭЗ). Учеты на территории охотничьих угодий проводились анкетным методом.

Работы выполнялись в рамках договора на выполнение научно-исследовательских работ № 643/СП/2023/2 Государственной программы по преодолению катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2021–2025 годы.

Естественное восстановление природы ПГРЭЗ привело к образованию уникального региона, где богатое разнообразие видов взаимодействует на большой территории дикой природы [2], хотя радиоактивное загрязнение, являясь новым экологическим фактором, остается выше порогов безопасного проживания людей.

На сегодняшний день общая площадь ПГРЭЗ – 217173,8 га. В границах экспериментально-хозяйственной зоны заповедника находятся охотничьи угодья, состоящие из двух участков. В соответствии с распоряжением Президента Республики Беларусь от 07.08.2019 № 147рп «О предоставлении охотничьих угодий» общая площадь охотничьих угодий ПГРЭЗ составляет 63282 га, в том числе лесных – 53886 га, полевых – 148 га, водно-болотных – 9248 га. Площадь охотничьих угодий ПГРЭЗ участка № 1 составляет 33807 га, участка № 2 – 29475 га.

Норка американская (*Neovison vison*) относительно новый, акклиматизированный вид фауны Беларуси, относится к инвазивным видам животных и включена в черный список животных Беларуси [3]. Животные обитают в прибрежной полосе водоемов, густо поросшей древесной и кустарниковой растительностью, изредка отдаваясь от берега на расстояние не более 10 м, в редких случаях – до 400 м. В качестве убежищ часто служат покинутые норы околотовных животных, хатки бобров, а также убежища естественного происхождения.

Американская норка регистрируется на всех типах водотоков и водоемов заповедника. В 1991–1993 годах плотность на малых реках оценивалась от 2 до 10 особей, на реке Припять – 5–10 ос./10 км водотока [4].

Начиная с 1989 г. стала осваивать мелиоративную систему, включая каналы 2 и 3 порядка. Численность на конец 1990-х годов составляла около 300 особей, средняя плотность населения – 1,4 особи на 1000 га [5]. Наиболее часто она встречалась в пойменных угодьях на лесных речках и ручьях.

В период 1999–2003 гг. наблюдается рост численности вида с 325 в 1999 г. до 544 особей в 2003 г. Средняя плотность американской норки на территории заповедника в этот период составляла 1,5–2,5 ос./1000 га. Наибольшая плотность вида отмечалась на территории Наровлянского района (2,3 – 4,8 ос./1000 га). Наименьшая – на территории Брагинского района (0,5 ос./1000 га). На территории Хойникского района плотность популяции составляла 1,6–2,2 ос./1000 га.

По результатам учетов 2005–2006 годов, плотность на реке Припять составила 4,7–4,8, малых реках – 3,3–3,5 ос./10 береговой линии, на каналах бывшей мелиоративной сети – 3,5–3,6 ос./10 протяженности водотока, на озерах – 2,5–2,6 ос./10 га площади. Численность американской норки на территории заповедника в этот период оценивалась в 1000–1200 особей [6].

По данным учетов, проводимых егерской службой, на территории охотничьего хозяйства ПГРЭЗ в период 2020–2024 гг. численность американской норки составила 123–145 особей (таблица 1).

Таблица 1 – Принятая численность американской норки, на территории охотничьих угодий

	2020 год	2021 год	2022 год	2023 год	2024 год
Участок № 1	95	99	104	105	110
Участок № 2	28	30	34	30	35
Всего по охотничьему хозяйству	123	129	138	135	145

В период 2020–2024 гг. численность американской норки на территории охотничьих угодий ПГРЭЗ находилась на относительно стабильном уровне. Плотность населения вида составила 1,9–2,3 ос./1000 га.

Таким образом американская норка регистрируется на всех типах водотоков и водоемов заповедника. По данным учетов, в охотничьих угодьях заповедника в период 2020–2024 гг. численность американской норки составила 123–145 особей при средней плотности для этой территории 2,1 ос./1000 га.

Список использованных источников

1. Семенченко, В. П. Проблема чужеродных видов в фауне и флоре Беларуси / В. П. Семенченко, А. В. Пугачевский // Наука и инновации. – 2006. – № 10. – С. 15–20.
2. Rewilding complex ecosystems / A. Perino [et al.] // Science. – 2019. – Vol. 364 (6438).
3. Черная книга инвазивных видов животных Беларуси / В. П. Семенченко [и др.] ; под общ. ред. В. П. Семенченко, С. В. Буги ; Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр по биоресурсам. – Минск : Беларус. навука, 2020. – 163 с.
4. Сидорович, В. Е. Состояние видов семейства куньих в чернобыльской зоне / В. Е. Сидорович // Животный мир в зоне аварии Чернобыльской АЭС. – Минск : Наука и техника, 1995. – С. 193–198.
5. Дунин, В. Ф. Состояние популяций диких животных в Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике / В. Ф. Дунин, В. С. Пискунов, О. А. Парейко, К. М. Киреенко // Беловежская пуца на рубеже третьего тысячелетия : материалы науч.-практ. конф., посвящ. 60-лет. со дня образования гос. заповедника «Беловежская пуца», 22–24 дек. 1999 г., п. Каменюки, Брест. обл. – Минск : БГУ, 1999. – С. 286–288.
6. Кучмель, С. В. Видовой состав млекопитающих отрядов Насекомоядные, Зайцеобразные, Хищные, Грызуны и Парнокопытные Полесского государственного радиационно-экологического заповедника / С. В. Кучмель // Фаунистические исследования в Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике : сб. науч. тр. / Департамент по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыл. АЭС М-ва по чрезвычайным ситуациям Респ. Беларусь, Полес. гос. радиац.-экол. заповедник ; под ред. Г. В. Антипова. – Гомель, 2008. – С. 38–64.

D. N. Ivantsou

Polesye State Radiation-Ecological Reserve

AMERICAN MINK POPULATION IN THE HUNTING GROUNDS OF THE POLESSKY STATE RADIATION AND ECOLOGICAL RESERVE

The paper presents data on the number of American mink inhabiting the hunting grounds of the Reserve.

Keywords: American mink, biological invasion, radioactive contamination.

УДК 597.5

Д. И. Кондратович

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

ВИДОВОЙ СОСТАВ ИХТИОФАУНЫ ВОДОЁМОВ ВОРОНОВСКОГО РАЙОНА

Выявлен видовой состав ихтиофауны реки Жижма и двух водоемов Вороновского района. Всего выявлено 6 видов рыб.

Ключевые слова: ихтиофауна, Вороновский район, водоем, река, рыба, видовой состав.

За прошедшие последние 100 лет и особенно в последние годы в результате естественных сукцессионных процессов, многократно ускоренных хозяйственной деятельностью человека, произошли значительные изменения в структуре ихтиофауны Беларуси. С одной стороны, это выразилось в уменьшении численности одних видов, с другой – в появлении новых, увеличении их числа и расширении области распространения. Из 68 видов рыб, достоверно отмечаемых в водных объектах нашей страны, 18 не являются аборигенами и появились относительно недавно, причем 13 из них – в последние 50 лет. Эти изменения будут продолжаться и в обозримом будущем. Сохранение и устойчивое использование биологического биоразнообразия рыб рассматривается как одна из сторон управления природными биологическими ресурсами [1].

Цель работы – выявление видового состава ихтиофауны двух водоемов и участка реки Жижма на территории Вороновского района.

Исследования проведены на территории Вороновского района в июле – августе 2023 г. Для сбора материала использовали поплавочную снасть, донную снасть (фидер) и спиннинг.

Видовой состав рыб определяли в период с июля по август 2023 года на озерах в г. п. Вороново и д. Бемякони и реке Жижма, на которых был выделен 1 стационарный участок протяжённостью 100 м. В результате было собрано 53 экземпляра рыб.

Река Жижма, ее длина – 82 км, площадь бассейна – 584 км², среднегодовой расход воды в устье – 4,1 м³/с. Уклон реки – 0,8 м/км. Ширина реки до 15 м, больших притоков нет, берега песчано-илистые, местами обрывистые.

Вороновское озеро находится в Вороновском районе Гродненской области. Площадь зеркала около 0,3 км; длина 0,55 км, наибольшая ширина 0,4 км, максимальная глубина 4 м, длина береговой линии около 3 км. Берега песчаные, низкие, поросшие кустарником, местами заболоченные. Соединено узкой протокой с обширной системой мелиоративных каналов. Зарастает существенно.

Бемяконское озеро находится в Вороновском районе Гродненской области, в д. Бемякони. Площадь озера 0,26 км; длина 0,8 км, наибольшая ширина 0,48 км, максимальная глубина 3 м, длина береговой линии около 2,2 км. Берега песчаные, преимущественно низкие, поросшие кустарником и редколесьем. Рельеф дна сложный, с впадинами и мелями. Мелководье песчаное, глубже дно песчано-илистое и илистое. Зарастает почти наполовину, в заливах – полностью [2].

Таблица – Видовой состав ихтиофауны исследованных водоёмов Вороновского района

№	Вид	Водоём		
		озеро в г. п. Вороново	озеро в д. Бемякони	река Жижма
1	<i>Rutilus rutilus</i> – плотва обыкновенная	+	+	–
2	<i>Gymnocephalus cernuus</i> – ёрш обыкновенный	+	–	–
3	<i>Carassius gibelio</i> – карась серебряный	+	+	+
4	<i>Tinca tinca</i> – линь обыкновенный	+	–	–
5	<i>Gobio gobio</i> – пескарь обыкновенный	+	–	–
6	<i>Perca fluviatilis</i> – окунь речной	+	–	+

Анализ полученных результатов показал, что в трех модельных водоемах за период июль – август 2023 года зарегистрировано 6 видов рыб (таблица), которые относятся к 2 отрядам: Карпообразные и Окунеобразные.

К отряду Карпообразные относятся такие виды, как: *Rutilus rutilus* (плотва обыкновенная), *Carassius gibelio* (карась серебряный), *Tinca tinca* (линь обыкновенный), *Gobio gobio* (пескарь обыкновенный), которые составляют 91,7 % от всех зарегистрированных видов рыб в улове. К Окунеобразным относятся *Gymnocephalus cernuus* (ёрш обыкновенный) и *Perca fluviatilis* (окунь речной).

Нами рассчитана доля видов рыб (доля каждого вида) исследованных водоемов в общем улове в 2023 году (рисунок).

Исходя из полученных результатов, можно отметить, что наиболее часто встречающимся видом является *Carassius gibelio* (карась серебряный) – 66 %. В то же время наименьшее количество особей пришлось на *Gymnocephalus cernuus* (ерша обыкновенного) – 1 %.

Нами отдельно рассмотрен видовой состав ихтиофауны озера в г. п. Вороново. В озере зарегистрировано 6 видов представителей ихтиофауны. Первое место по численности занимает *Carassius gibelio* (карась серебряный), что составляет 52 % от общей выборки, далее идут *Perca fluviatilis* (окунь речной) (12 %), *Gobio gobio* (пескарь обыкновенный) (12 %), *Tinca tinca* (линь обыкновенный) (12 %), *Rutilus rutilus* (плотва обыкновенная) (9 %),

меньше всего выловлено *Gymnocephalus cernuus* (ерша обыкновенного), что составило 3 % от общего улова.

Наиболее часто встречающимся видом является *Carassius gibelio* (карась серебряный). Высокое содержание карася может быть связано с рядом факторов, таких как: благоприятные условия для обитания, отсутствие хищников, доступность пищи, а также имеет место искусственное зарыбление.

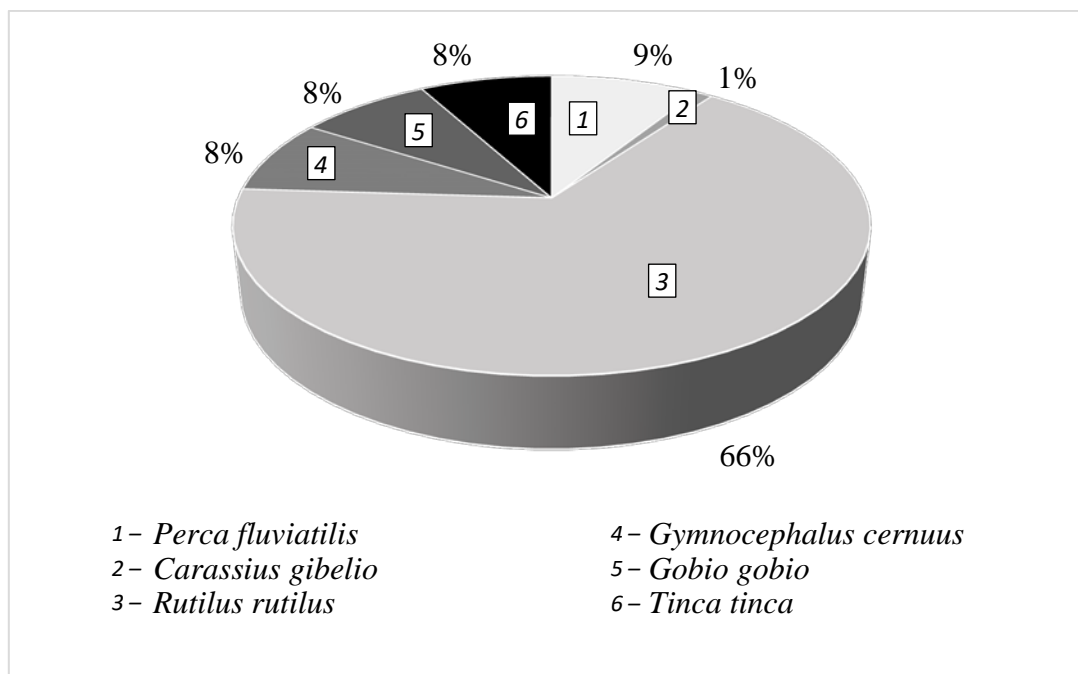


Рисунок – Доля видов ихтиофауны исследованных водоёмов

В озере в д. Беньякони зарегистрировано только 2 вида рыб, из которых 93 % занимает *Carassius gibelio* (карась серебряный) и 7 % – *Rutilus rutilus* (плотва обыкновенная).

В реке Жижма также выявлено всего 2 вида рыб, из которых 80 % занимает *Carassius gibelio* (карась серебряный) и 20 % приходится на *Perca fluviatilis* (окунь речной).

Таким образом, нами выявлен видовой состав ихтиофауны реки Жижма и двух водоёмов Вороновского района. Всего выявлено 6 видов рыб.

Список использованных источников

1. Гайдук, В. Е. Распространение, биотопическое распределение и численность рыбообразных в юго-западной Беларуси / В. Е. Гайдук, Е. С. Блоцкая, М. В. Абрамова // Вучоныя записки. – 2015. – № 11. – С. 38–50.
2. Кузнецов, Н. А. Ихтиофауна водохранилища Зельвенское в сезоне 2021 года / Н. А. Кузнецов // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2022. – С. 45–49.
3. Лабуть, Н. В. Современный состав ихтиофауны и анализ уловов рыбы озера Дривяты / Н. В. Лабуть, А. А. Лешко, Г. А. Лешко // Наука – образованию, производству, экономике : материалы XXIII (70) регион. науч.-практ. конф. преподавателей, научных сотрудников и аспирантов (Витебск, 15 февр. 2018 г.) : в 2 т. – Витебск : ВГУ им. П. М. Машерова, 2018. – Т. 1. – С. 82–84.

D. I. Kondratovich

Yanka Kupala State University of Grodno

SPECIES COMPOSITION OF ICHTHYOFAUNA OF RESERVOIRS OF VORONOVSKY DISTRICT

The species composition of the ichthyofauna of the Zhizhma River and two reservoirs of the Voronovsky District has been identified. In total, 6 species of fish were identified.

Keywords: ichthyofauna, Voronovsky district, reservoir, river, fish, species composition.

Д. О. Коротеева

Белорусский государственный университет

**ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЖАЛОНОСНЫХ ПЕРЕПОНЧАТОКРЫЛЫХ
(HYMENOPTERA: ACULEATA) – ПОСЕТИТЕЛЕЙ СОЦВЕТИЙ ЗОЛОТАРНИКОВ
(*SOLIDAGO* L.) В УСЛОВИЯХ г. ЛИДЫ**

На соцветиях золотарников в условиях г. Лиды было отмечено 19 видов жалоносных перепончатокрылых – посетителей соцветий инвазивных золотарников.

Ключевые слова: антофилы, биоразнообразии, инвазии, перепончатокрылые насекомые, опыление.

Произрастающие в Беларуси инвазивные золотарники *Solidago canadensis* L. s.l. негативно влияют на биоразнообразие аборигенной флоры и фауны [1]. Золотарники привлекательны для антофильных насекомых в качестве источника пыльцы и нектара, ввиду чего соцветия этих растений регулярно посещаются различными перепончатокрылыми. Мониторинг сообществ посетителей инвазивных *Solidago* может дополнить знания о влиянии внедрения золотарников в естественные биоценозы Беларуси.

Сбор материала осуществлялся в летне-осенний период 2023 г. в г. Лиде. Насекомые были собраны вручную и в дальнейшем смонтированы в энтомологическую коллекцию. Таксономическую принадлежность коллектированных посетителей соцветий устанавливали по специализированным ключам [2–5].

На соцветиях золотарника нами было зарегистрировано 43 имаго перепончатокрылых, принадлежащих 19 видам, 5 семейства и 3 надсемействам. Для оценки относительного обилия отдельных видов жалоносных перепончатокрылых, отмеченных на соцветиях золотарников в г. Лиде, была использована предложенная Ю. В. Песенко [6] ограниченная сверху пятибалльная логарифмическая шкала.

Таксономическая структура рассмотренного в работе комплекса и отнесение видов к соответствующим классам обилия отражена в таблице.

Многочисленных и доминантных видов в условиях рассматриваемого стационара не было обнаружено. Соответствующими отнесению к группе обычных видов по выстроенной нами шкале являются общественные бумажные осы *Polistes dominula* и песочные осы *Cerceris rybyensis*. Ранее осы этих видов уже были отмечены на золотарниках и также были представлены в выборках большим числом особей [7–9]. Имаго остальных отмеченных на рассматриваемом стационаре видов встречались в единичных экземплярах и отнесены к 1–2 классам обилия.

Таблица – Структура сборов жалоносных перепончатокрылых – посетителей соцветий инвазивных золотарников (*Solidago*) в г. Лиде и отнесение видов к соответствующим пятибалльной логарифмической шкале классам обилия

Вид	Кол-во особей	Соответствующий класс обилия
1	2	3
Надсемейство APOIDEA: Секция Spheciformes: Семейство Crabronidae		
<i>Cerceris arenaria</i> (Linnaeus, 1758)	3	2
<i>Cerceris rybyensis</i> (Linnaeus, 1771)	7	3
<i>Cerceris ruficornis</i> (Fabricius, 1793)	1	1
<i>Lindeni</i> <i>albilabris</i> (Fabricius, 1793)	1	1
<i>Philanthus triangulum</i> (Fabricius, 1775)	4	2
<i>Oxybelus bipunctatus</i> Olivier, 1812	1	1
Секция Apiformes: Семейство Colletidae		
<i>Hylaeus gibbus</i> Saunders, 1850	1	1

<i>Hylaeus nigrinus</i> (Fabricius, 1798)	3	2
<i>Hylaeus communis</i> Nylander, 1852	1	1
Семейство Halictidae		
<i>Lasioglossum albipes</i> (Fabricius, 1781)	1	1
<i>Lasioglossum laevigatum</i> (Kirby, 1802)	2	1
<i>Sphecodes monilicornis</i> (Kirby, 1802)	1	1
Надсемейство CHRYSIDOIDEA: Семейство Chrysididae		
<i>Hedychrum rutilans</i> Dahlbom, 1854	1	1
Надсемейство VESPOIDEA: Семейство Vespidae		
<i>Ancistrocerus gazella</i> (Panzer, 1798)	1	1
<i>Ancistrocerus nigricornis</i> (Curtis, 1826)	2	1
<i>Ancistrocerus parietum</i> Linnaeus, 1758	2	1
<i>Eumenes coarctatus</i> (Linnaeus, 1758)	1	1
<i>Polistes dominula</i> (Christ, 1791)	9	3
<i>Polistes nimpha</i> (Christ, 1791)	1	1

Таким образом, комплекс посетителей соцветий золотарников в условиях г. Лиды достаточно разнообразен.

Список использованных источников

1. Wild pollinator communities are negatively affected by invasion of alien goldenrods in grassland landscapes / D. Moron [et al.] // *Biological Conservation*. – 2009. – Vol. 142. – P. 1322–1332.
2. Медведев, Г. С. Определитель насекомых европейской части СССР. Том 3. Перепончатокрылые. Четвёртая часть / Г. С. Медведев. – Л. : Наука, 1986. – Т. 3. – 167–198 с.
3. Nationalnyckeln till Sveriges flora och fauna. Steklar: Myror–getingar. Hymenoptera: Formicidae – Vespidae / P. Douwes [et al.]. – Uppsala: ArtDatabanken SLU, 2012. – 382 p.
4. Dvořák, L. Key to the paper and social wasps of Central Europe (Hymenoptera: Vespidae) / L. Dvořák, S. P. M. Roberts // *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae*. – 2006. – Vol. 46. – P. 221–244.
5. Van Achterberg, C. Review of the European *Eumenes* Latreille (Hymenoptera, Vespidae) using morphology and DNA barcodes, with an illustrated key to species / C. van Achterberg, J. T. Smit, T. Ljubomirov // *ZooKeys*. – 2023. – № 1143. – P. 93–163.
6. Песенко, Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях / Ю. А. Песенко. – М. : Наука, 1982. – 288 с.
7. Коротеева, Д. О. Жалоносные перепончатокрылые – посетители золотарника канадского (*Solidago canadensis* L.) в условиях г. Минска / Д. О. Коротеева // Технологические тренды и перспективные точки роста научно-технологического комплекса Союзного Государства России и Беларуси : сб. ст. I междунар. науч.-практ. конф. «Минские научные чтения», Минск, 13–14 дек. 2018 г. – Минск : БГТУ, 2019. – С. 218–220.
8. Коротеева, Д. О. Жалоносные перепончатокрылые (Hymenoptera: Aculeata) – посетители соцветий инвазивных золотарников (*Solidago*) в условиях урбоценоза г. Могилева / Д. О. Коротеева // Актуальные проблемы охраны животного мира в Беларуси и сопредельных регионах : материалы II междунар. науч.-практ. конф., Минск, Беларусь, 11–14 окт. 2022 г. / редкол.: А. В. Кулак [и др.]. – Минск : А. Н. Вараксин, 2022. – С. 196–200.
9. Коротеева, Д. О. Структура сообществ жалоносных перепончатокрылых (Hymenoptera: Aculeata) – посетителей соцветий инвазивных золотарников (*Solidago*) в условиях урбанизированной среды г. Минска / Д. О. Коротеева // Весн. Гродзен. дзярж. ун-та імя Янкі Купалы. Сер. 5, Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія. – 2022. – Т. 12, № 2. – С. 101–109.

D. O. Korotееva
Belarusian State University

TAXONOMIC COMPOSITION OF BEES (HYMENOPTERA: ACULEATA) VISITING INFLORESCENCES OF GOLDENRODS (*SOLIDAGO* L.) IN LIDA

Nineteen species of bees and wasps were registered on the inflorescences of *Solidago* in Lida.

Keywords: anthophylous insects, biodiversity, biological invasions, Hymenoptera, pollinators.

А. А. Короткая, О. В. Созинов

Гродненский государственный университет им. Янки Купалы

**МОРФО-ЦЕНОТИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ *IMPATIENS GLANDULIFERA*
В ПОЙМЕННЫХ БИОТОПАХ г. ГРОДНО**

Выявлена морфо-ценотическая изменчивость *Impatiens glandulifera* (недотрога желёзконосная) в пойменных биотопах ручьев и малых рек г. Гродно. При возрастании плотности популяции снижаются размерные показатели растений. Во всех ценопопуляциях выявлена достоверная согласованная изменчивость морфометрических параметров растений.

Ключевые слова: морфометрическая изменчивость, *Impatiens glandulifera*, пойменный биотоп, фитоценоз, инвазивный вид, экологические шкалы, Гродно.

Инвазивные виды являются одной из основных угроз по сохранению биологического разнообразия. В Республике Беларусь ведётся кадастр растительного мира, где проводится учёт всех известных популяций инвазивных видов растений, а также осуществляется мониторинг инвазии и разработка эффективных мер борьбы с ними. Одним из часто встречающихся инвазивных видов в Беларуси является недотрога желёзконосная (*Impatiens glandulifera* Royle, сем. *Balsaminaceae*) – появилась на территории Беларуси в результате прямой интродукции с середины 2-х годов XX в. В настоящее время широко распространена в качестве декоративного растения на приусадебных участках, в цветниках и палисадниках [1], активно дичает в пойменных местообитаниях.

Цель исследования – выявить морфо-ценотическую изменчивость природных ценопопуляций *Impatiens glandulifera* в пойменных биотопах г. Гродно.

Нашими исследованиями охвачены три пойменных биотопа с ценопопуляциями *Impatiens glandulifera* (2023 г., август). Данные биотопы располагались в долинах малых рек и ручьев г. Гродно: р. Юрисдика (N 53° 15' 41", E 23° 3' 50"), р. Лососно (N 53° 39' 55", E 23° 46'), р. Городничанка (N 53° 36' 40", E 23° 18' 49").

Описание растительных сообществ с ценопопуляциями *Impatiens glandulifera* сообщества производили детально-маршрутным методом. В пределах ценопопуляции нами заложены пробные площади по 100 м² – от 10 до 100 см от уреза воды (базис эрозии). Проведено геоботанические описания живого напочвенного покрова в пределах учетных площадок (20x1м²). Проведение измерений морфо-ценотических характеристик недотроги желёзконосной (высота побега, плотность побегов, окружность стебля, количество листьев, длина и ширина листовой пластинки, количество цветков и плодов) по [2]. Таксономический спектр флористического состава определяли по [3]. Фитоиндикацию экологических режимов провели по экологическим шкалам Г. Элленберга [4]. Статистическую обработку данных проводили в Microsoft Excel 2016 и PAST4.09.

В г. Гродно (август 2023 года) нами обнаружены 3 пойменных фитоценоза с ценопопуляциями *Impatiens glandulifera* Royle, которые находились в долинах малых рек и ручьев г. Гродно (р. Юрисдика, р. Лососно, р. Городничанка). В ходе таксономического анализа изученных растительных сообществ нами выявлено 36 видов сосудистых растений. Доминантами растительного покрова для фитоценоза у реки Юрисдика являлись: недотрога желёзконосная (*Impatiens glandulifera* – 35,55 %/1м² проективное покрытие), сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria* – 31,85 %), повой заборный (*Calystegia sepium* – 1,5 %). Доминирующие виды в фитоценозе у р. Лососно в живом напочвенном покрове: посконник коноплевидный (*Eupatorium cannabinum* – 18,2 %), рогоз широколистный (*Typha latifolia* – 15,85 %), ежа сборная (*Dactylis glomerata* – 11,15 %). Для третьего фитоценоза, недалеко от Городничанки, в живом напочвенном покрове доминировали: недотрога желёзконосная (*Impatiens glandulifera* – 56,8 %), крапива двудомная (*Urtica dioica* – 16,2 %), осока (*Carex* sp. – 6,35 %).

Для изученных местообитаний недотроги желёзконосной нами выявлена небольшая освещенность, которая составляет 10–30 % от полного освещения: Лососно – 5,63 баллов по

Г. Эллендергу, Городничанка – 5,91 баллов, Юрисдика – 4,82 балла; почвы являются влажными: Лососно – 4,75 балла, Городничанка – 5,17 баллов, нейтральными: Юрисдика – 6,23 баллов, Городничанка – 6,61 баллов и слабокислую реакцию почвенного раствора в биотопе Лососно, 5,08 баллов; богаты азотом: Юрисдика – 4,45 балла, Городничанка – 5,13 баллов и умеренно богатую азотом 2,88 балла – Лососна.

Результаты фитоиндикации на трех пойменных биотопах г. Гродно подтвердили, что ключевыми факторами формирующие произрастания *Impatiens glandulifera* являются мозаичная освещенность (тенистый древесный полог), достаточное проточное увлажнение (влажные и мокрые почвы), нейтральная кислотность и высокое содержание азота в почве (богатые почвы).

Наибольшая плотность побегов *Impatiens glandulifera* наблюдалась в долине р. Городничанка – $34,7 \pm 5,21$ шт./м²; наибольшую высоту стебля выявили в долине р. Лососно – $120,5 \pm 11,25$ см; наибольшие параметры по диаметру основания стебля – $29,53 \pm 2,59$ мм и количеству листьев на одном растении – $47,47 \pm 6,24$ шт. отмечены нами в пойме р. Городничанка; относительно максимальную длину листовой пластинки – $11,67 \pm 0,66$ см и ширину листовой пластинки – $3,79 \pm 0,2$ см наблюдали в популяции долины р. Лососно, где отмечена и наибольшая плотность цветков на одно растение – $6,33 \pm 1,24$ шт. и количество плодов на одно растение – $13,5 \pm 2,75$ шт. при относительно минимальной плотности побегов (таблица). Отмечена сильная линейная корреляция между плотностью побегов и проективным покрытием в ценопопуляциях Юрисдика и Лососна ($r = 0,83; 0,93, p > 0,05$), тогда как в пойме Городничанки достоверной согласованной изменчивости между данными параметрами не выявлено ($p = 0,07$), что, вероятно, связано с высокой плотностью побегов. Выявлена согласованная изменчивость ($p < 0,05$) между высотой стебля, диаметром стебля, количеством листьев на одно растение, количеством цветков на одно растение и количеством плодов на одно растение.

Таблица – Морфо-ценотические показатели ценопопуляций *Impatiens glandulifera*

Параметры	Пойма (локация ценопопуляций относительно реки/ручья)		
	Юрисдика	Лососно	Городничанка
Плотность побегов, шт./м ²	$20,55 \pm 5,37$	$2,15 \pm 0,81$	$34,7 \pm 5,21$
Высота стебля, см	$107,90 \pm 6,60$	$120,5 \pm 11,25$	$105,27 \pm 7,52$
Диаметр стебля, мм	$11,86 \pm 0,15$	$19,33 \pm 2,2$	$29,53 \pm 2,59$
Количество листьев на одно растение, шт.	$19,88 \pm 2,07$	$28,11 \pm 3,52$	$47,47 \pm 6,24$
Длина листовой пластинки, см	$10,51 \pm 0,53$	$11,67 \pm 0,66$	$10,61 \pm 0,41$
Ширина листовой пластинки, см	$2,98 \pm 0,12$	$3,79 \pm 0,2$	$3,20 \pm 0,12$
Количество цветков на одно растение, шт.	$2,07 \pm 0,52$	$6,33 \pm 1,24$	$4,5 \pm 0,83$
Количество плодов на одно растение, шт.	$2,52 \pm 0,77$	$13,5 \pm 2,75$	$9,53 \pm 2$

Таким образом, при анализе полученных данных, установлено, что в условиях пойменных биотопов малых рек и ручьев г. Гродно, при снижении плотности *Impatiens glandulifera* возрастают размерные параметры растений в ценопопуляциях. Во всех популяциях выявлена достоверная согласованная изменчивость морфометрических параметров.

Список использованных источников

1. Чёрная книга флоры Беларуси: чужеродные вредоносные растения / Д. В. Дубовник [и др.] ; под общ. ред. В. И. Парфенова, А. В. Пугачевского ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича. – Минск : Беларус. навука, 2020. – 407 с.: ил.
2. Ипатов, В. С. Описание фитоценоза: методические рекомендации : учеб.-метод. пособие / В. С. Ипатов, Д. М. Мирин. – СПб.: СПб ГУ, 2008. – 71 с.
3. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
4. Горышина, Т. К. Практикум по экологии растений / Т. К. Горышина, И. А. Антонова, Ю. И. Самойлов ; под ред. В.С. Ипатова. – СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 1992. – 140 с.

MORPHOCENOTIC VARIABILITY OF *IMPATIENS GLANDULIFERA*
IN FLOODLAND BIOTOPES OF GRODNO

The morphocenotic variability of *Impatiens glandulifera* in the floodplain biotopes of the city of Grodno was revealed. As population density increases, plant size indicators decrease. In all cenopopulations, reliable consistent variability of plant morphometric parameters was revealed.

Keywords: morphocenotic variability, *Impatiens glandulifera*, floodplain biotope, phytocenosis, invasive species, ecological scales.

УДК 595.7:574.21

A. A. Короткова, М. С. Дубинин

Тульский государственный педагогический университет имени Л. Н. Толстого

К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НАСЕКОМЫХ
ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СРЕДЫ

Для территорий г. Тулы и Тульской области, подверженных как специфическому техногенному, так и неспецифическому средовому стрессу, достоверно установлено уменьшение размеров тела *P. cupreus* (L.) и *C. granulatus* (L.), повышение уровня флуктуирующей асимметрии качественных признаков *C. nemoralis* (Müll.), *P. melanarius* (Ш.), *P. apterus* (L.), *L. decemlineata* (Say.) Анализ частоты проявления тератозов у *Carabidae* позволил оценить качество среды как «умеренное загрязнение» и «хорошее» – в зоне действия ЛЭП и «очень сильное загрязнение» – в промзоне.

Ключевые слова: качество среды, насекомые, средовой стресс, морфологические параметры.

Общепризнанным является выделение нескольких типов морфологических изменений организмов в ответ на нарушение среды: изменение размеров тела, микроструктур покровов тела, окраски; флуктуирующая асимметрия; морфологические аномалии [1–3]. Очевидно, что эти изменения являются в той или иной степени показателями качества среды, в том числе в условиях техногенного прессинга и урбанизации.

Изучение морфологических признаков *Poecilus cupreus* (L.) и *Carabus granulatus* (L.) в зоне действия линий электропередач и в промзоне г. Тулы и Тульской области, а также сравнение их с таковыми на контрольных участках, не подверженных техногенным воздействиям, дало следующие результаты. Наиболее изменчивыми морфологическими признаками *P. cupreus* (L.) являются «длина головы» и «расстояние между глазами» (коэффициент вариации 12,55 %), а *C. granulatus* (L.) – «длина головы» и «длина переднеспинки» (коэффициент вариации 7,73 % и 6,80 %). Повышение интенсивности техногенного воздействия ведет к уменьшению размеров указанных видов, что математически подтверждено результатами дисперсионного анализа [4], [5]. Изменение морфометрических параметров тела в целом свидетельствует о достаточно далеко зашедшем средовом стрессе (в том числе и техногенного происхождения), поскольку линейные размеры напрямую влияют на жизнеспособность особей.

Флуктуирующая асимметрия, столь часто используемая в популяционных исследованиях, в свою очередь также может быть применена для оценки качества среды. Нами была изучена флуктуирующая асимметрия качественных признаков: скульптура надкрылий двух видов жужелиц *Carabus nemoralis* (Müll.) и *Pterostichus melanarius* (Ш.), а также меланизированный рисунок надкрылий *Pyrhocoris apterus* (L.) и *Leptinotarsa decemlineata* (Say.). Первые два вида в среднем по городу Туле демонстрируют близкие значения долей асимметричных особей, которые достаточно велики и составляют в среднем 65,5 % и 62,02 % соответственно. Наибольшего значения коэффициент флуктуирующей асимметрии достигает в промзоне для *C. nemoralis* (Müll.) (76,19 %) и в автотранспортной зоне для *P. melanarius* (Ш.) (90,31 %). Наименьшие значения этого параметра установлены для парковых зон г. Тулы (54,71 % и

59,30 % соответственно). В наших исследованиях отмечен достаточно высокий уровень флуктуирующей асимметрии меланизированного рисунка надкрылий для *Pyrhocoris apterus* (L.) в парке г. Плавска Тульской области [6], который составил 39,70 %. Флуктуирующая асимметрия меланизированного рисунка надкрылий *Leptinotarsa decemlineata* (Say.) проявляется в меньшей степени, что обусловлено как пространственной ограниченностью его распространения, так и устойчивостью онтогенеза. Тем не менее, если на сельхозугодьях Тульской области коэффициент флуктуирующей асимметрии изучаемого признака варьирует от 4,01 % до 11,80 %, то на приусадебных участках г. Тулы – от 9,00 % до 26,00 % [7]. Таким образом, данный вид насекомых также является достаточно чутким биоиндикатором качества среды. В целом высокие значения коэффициента флуктуирующей асимметрии свидетельствуют о значительной степени нарушенности как онтогенеза изучаемых видов, так и урбоэкосистем г. Тулы и г. Плавска под влиянием неспецифического антропогенного воздействия.

Аномалии морфологического строения насекомых могут быть обусловлены как механическими повреждениями имаго, так и различными воздействиями, нарушающими онтогенез на той или иной стадии вплоть до куколки. Второй вариант носит название тератозов, включает в себя общие аномалии, уродства, комплексные аномалии, и может быть использован для оценки уровня антропогенной нагрузки на окружающую среду на основе учета их проявления в частности у представителей семейства *Carabidae* [3]. Анализ частоты проявления тератозов у *Carabidae* на территории г. Тулы и Тульской области на контрольных участках, в зоне действия ЛЭП и в промзоне показал следующее. В указанном ряду частота тератозов в луговой экосистеме составила соответственно 1,28 %, 2,67 % и 9,49 %, в лесной – 1,83 %, 2,15 % и 8,51 %, что коррелирует с наличием и степенью техногенного воздействия. Согласно упомянутой методике [3] качество среды можно оценить как «отличное» и «хорошее» на контрольных участках, не подверженных ни техногенному, ни рекреационному воздействию, «умеренное загрязнение» и «хорошее» – в зоне действия ЛЭП и «очень сильное загрязнение» – в промзоне [8]. Следует отметить, что результаты выглядят вполне логичными и подтверждают факт возможности оценивать качество среды с помощью учетов морфологических аномалий жувелиц.

Список использованных источников

1. Захаров, В. М. Онтогенез и популяция: оценка стабильности развития в природных популяциях / В. М. Захаров, Н. П. Жданова, Е. Ф. Кирик, Ф. Н. Шкиль // Онтогенез. – 2001. – Т. 32, № 6. – С. 404–421.
2. Клауснитцер, Б. Экология городской фауны / Б. Клауснитцер. – М. : Мир, 1990. – 246 с.
3. Присный, Ю. А. Использование частот появления морфологических аномалий у жесткокрылых насекомых (Insecta, Coleoptera) в локальном мониторинге : дис. ... канд. биол. наук / Ю. А. Присный. – 2009. – 238 л.
4. Короткова, А. А. Влияние электромагнитного излучения ЛЭП на морфометрические показатели жувелицы *Poecilus cupreus* (Coleoptera, Carabidae) / А. А. Короткова, М. С. Дубинин // Экосистемы. – 2023. – № 33. – С. 78–87.
5. Короткова, А. А. Оценка техногенного воздействия ЛЭП на морфометрическую структуру жувелиц методами дисперсионного анализа / А. А. Короткова, М. С. Дубинин // Университет XXI века: научное измерение : сб. материалов науч. конф. науч.-пед. работников, аспирантов, магистрантов ТГПУ им. Л. Н. Толстого / Тул. гос. пед. ун-т им. Л. Н. Толстого. – Тула : Изд-во ТГПУ им. Л. Н. Толстого, 2022. – С. 138–140.
6. Бутовский, Р. О. Флуктуирующая асимметрия клопа-солдатика (*Pyrhocoris apterus* L.) / Р. О. Бутовский, А. А. Короткова, И. В. Степашина // Охрана окружающей среды и природопользование. – 2015. – № 2. – С. 20–41.
7. Короткова, А. А. Флуктуирующая асимметрия надкрылий колорадского жука естественных и урбанистических экосистем / А. А. Короткова, Ю. Г. Холодова // Вестн. Мордов. ун-та. – 2009. – Т. 19, № 1. – С. 36–37.
8. Короткова, А. А. Морфологические аномалии жувелиц в районе линий электропередач в Тульской области / А. А. Короткова, М. С. Дубинин // Изв. высш. учеб. заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2019. – № 3 (27). – С. 34–42.

ON THE QUESTION OF USING INSECTS TO ASSESS ENVIRONMENTAL QUALITY

For the territories of the city of Tula and the Tula region, subject to both specific technogenic and non-specific environmental stress, a decrease in the body size of *P. cupreus* (L.) and *C. granulatus* (L.), an increase in the level of fluctuating asymmetry of qualitative traits has been reliably established of *C. nemoralis* (Müll.), *P. melanarius* (Ill.), *P. apterus* (L.), *L. decemlineata* (Say.) Analysis of the frequency of manifestations of teratosis in *Carabidae* made it possible to assess the quality of the environment as «moderate pollution» and «good» – in the zone actions of power lines and «very strong pollution» – in the industrial zone.

Keywords: environmental quality, insects, environmental stress, morphological parameters.

УДК 595.763.79/595.772:502.4:574.476

О. Ю. Круглова

Белорусский государственный университет

ПАЗАРИТИЗМ В ПОПУЛЯЦИЯХ ИНВАЗИВНОЙ АЗИАТСКОЙ КОРОВКИ (*HARMONIA AXYRIDIS* (PALLAS, 1773)) (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) ИЗ г. ГРОДНО

Было установлено паразитирование личинок мух-горбаток рода *Phalacrotophora* (Diptera: Phoridae) и ос *Tetrastichinae* spp. (Hymenoptera: Eulophidae) в куколках азиатской коровки в популяциях из г. Гродно.

Ключевые слова: *Harmonia axyridis*, *Phalacrotophora*, *Tetrastichinae*, паразитоиды, уровень зараженности.

В связи с наблюдаемым в ряде стран Европы негативным влиянием *Harmonia axyridis* на местные виды кокциnellид [1–4] актуальным является поиск механизмов регулирования численности ее инвазивных популяций. Все стадии развития азиатской коровки подвергаются нападению паразитических видов насекомых – представителей отрядов Двукрылые (Diptera) и Перепончатокрылые (Hymenoptera). Из двукрылых в куколках гармонии развиваются личинки мух-горбаток рода *Phalacrotophora* (Phoridae), на имаго паразитируют тахины *Medina* spp. (Tachinidae) (Кузнецов, 1975, 1987 цит. по [5]). Паразитами куколок и имаго *H. axyridis* из перепончатокрылых являются *Dinocampus coccinellae* (Braconidae), осы *Homalotylus* spp. (Encyrtidae) и два вида из подсемейства *Tetrastichinae* (Eulophidae) [6]. В связи с высокой плодовитостью азиатской коровки, дающей в разных регионах инвазии от 2 до 5 генераций за сезон [7], паразитоиды могли бы играть важную роль в ограничении ее численности [8]. Целью данной работы было выявление паразитоидов и анализ уровня зараженности преимагинальных стадий в популяциях *H. axyridis*, обитающих в декоративных древесно-кустарниковых насаждениях г. Гродно.

Материалом для проведения исследования послужили сборы личинок и куколок азиатской коровки, произведенные в трех локалитетах г. Гродно: 1 – ул. Захарова, д. 26А, 28, 27.09.2022, на бирючине и липе сердцелистной; 2 – Коложский парк, 24.06.2023, на алыче, вишне и липе сердцелистной; 3 – ул. Красноармейская, окрестности автовокзала 19.06.2024, на алыче. Собранные с куколками и личинками листья помещались индивидуально в чашки Петри или бюксы и содержались при комнатной температуре до отрождения имаго или появления паразитоидов. Погибших куколок, из которых не произошел выход жуков или паразитоидов, осматривали и вскрывали с целью установления причины гибели.

В результате проведенного анализа в двух из трех выборок было выявлено паразитирование личинок *Phalacrotophora* sp. (Phoridae), что отражено в таблице.

Установлено, что уровень зараженности куколок азиатской коровки в 2024 г. существенно вырос по сравнению с 2023 г.: из 61 куколки в 19 развивались личинки мух-форид, а в семи на вентральной стороне тела были обнаружены отверстия, которые оставляют личинки форид, покидая хозяев для последующего окукливания. Следовательно, уровень пора-

женности составил 42,62 %, в то время как в 2023 г. он был равен 1,45 %: лишь одна из 69 куколок была заражена личинками форид. Количество пупариев форид в бюксах с зараженными куколками в 2024 г. варьировало от 1 до 13. В 2023 г. их было обнаружено всего два.

Таблица – Учёт паразитоидов в популяциях *Harmonia axyridis* из г. Гродно

Локалитет	Объем выборки, экз.	Кол-во экз. / % отродившихся имаго	Кол-во экз. / % куколок, зараженных паразитоидами	Кол-во экз. / % куколок и личинок, погибших по неизвестным причинам
Ул. Захарова, 2022 г.	42	38 / 90,48	1 / 2,38**	3 / 7,14
Коложский парк, 2023 г.	69	67 / 97,1	1 / 1,45*	1 / 1,45
Ул. Красноармейская, 2024 г.	61	30 / 49,18	26 / 42,62* 1 / 1,64**	4 / 6,56

Примечания. * – зараженные *Phalacrotophora* sp.; ** – зараженные осами подсемейства Tetrastichinae.

По одной погибшей куколке из выборок за 2022 и 2024 гг. имели на дорсальной стороне маленькое отверстие, какое обычно прогрызают имаго *Oomyzus scaposus* (Tetrastichinae), покидая хозяина по завершении своего развития [9]. Уровень зараженности этими паразитоидами составил в 2022 г. 2,38 %, в 2024 г. – 1,64 %. Доля куколок, погибших по невыясненным причинам была относительно невысокой (таблица). Согласно литературным данным, одним из факторов, определяющих смертность куколок коровок, может служить хищничество (Devee et al., 2018 цит. по [10]). В частности, при отборе проб затруднительно обнаружить на их покровах повреждения, сделанные сосущими хищниками, например, клопами, что увеличивает процент погибших куколок.

Таким образом, в результате поведенных исследований было установлено паразитирование мух-форид рода *Phalacrotophora* и ос подсемейства Tetrastichinae в личинках последнего возраста и куколках *H. axyridis* из популяций, населяющих древесно-кустарниковые насаждения г. Гродно. При этом выявлено существенное возрастание уровня зараженности куколок форидами в 2024 г. по сравнению с 2023 г., в то время как доля куколок, пораженных осами, была незначительной. Дальнейшие исследования позволят проследить динамику уровня зараженности азиатской коровки паразитоидами и их влияние на численность популяций инвайдера.

Список использованных источников

1. Long-term changes in communities of native coccinellids: population fluctuations and the effect of competition from an invasive non-native species / A. Honek [et al.] // *Insect Conserv. Divers.* – 2016. – Vol. 9. – P. 202–209.
2. Brown, P. M. Native ladybird decline caused by the invasive harlequin ladybird *Harmonia axyridis*: evidence from a long-term field study / P. M. Brown, H. E. Roy // *Insect Conservation and Diversity.* – 2018. – Vol. 11. – P. 230–239.
3. Long Term Monitoring in Switzerland Reveals That *Adalia bipunctata* Strongly Declines in Response to *Harmonia axyridis* Invasion / M. Kenis [et al.] // *Insects.* – 2020. – № 11, 883. – P. 1–13.
4. Invasive intraguild predators: Evidence of their effects, not assumptions / P. M. J. Brown [et al.] // *Ecological Entomology.* – 2022. – Vol. 47 (3). – P. 249–252.
5. Романов, Д. А. Обнаружение паразитоидов *Phalacrotophora fasciata* (Diptera: Phoridae) и *Oomyzus scaposus* (Hymenoptera: Eulophidae) в куколках *Harmonia axyridis* Крымского полуострова / Д. А. Романов // *Российский журнал биологических инвазий.* – 2017. – № 4. – С. 106–109.
6. Predators and parasitoids of the harlequin ladybird, *Harmonia axyridis*, in its native range and invaded areas / P. Ceryngier [et al.]. – *Biological Invasions.* – 2018. – Vol. 20. – P. 1009–1031.
7. Koch, R. L. The multicolored Asian lady beetle, *Harmonia axyridis*: A review of its biology, uses in biological control, and non-target impacts / R. L. Koch // *Journal of Insect Science.* – 2003. – Vol. 3, № 32. – P. 1–16.
8. Francati, S. Native preimaginal parasitism of *Harmonia axyridis*: new record of association with *Phalacrotophora fasciata* in Italy / S. Francati // *Bulletin of Insectology.* – 2015. – № 68 (1). – P. 3–6.
9. Романов, Д. А. *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera: Coccinellidae) в г. Москве и г. Ялте: её конкуренция с нативными видами кокцинеллид и влияние паразитоидов на её численность / Д. А. Романов, Е. А. Матвейкина // *Российский журнал биологических инвазий.* – 2021. – № 4. – С. 114–133.

10. Honek, A. Different parasitization parameters of pupae of native (*Coccinella septempunctata*) and invasive (*Harmonia axyridis*) coccinellid species / A. Honek, Z. Martinkova, P. Ceryngier // Bulletin of Insectology. – 2019. – № 72 (1). – P. 77–83.

O. Y. Kruglova
Belarusian State University

**PARASITISM IN THE INVASIVE MULTICOLORED ASIAN LADY
BEETLE POPULATIONS (*HARMONIA AXYRIDIS* (PALLAS, 1773))
(COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) FROM GRODNO CITY**

Parasitic larvae of the genus *Phalacrotophora* (Diptera: Phoridae) and Tetrastichinae spp. (Hymenoptera: Eulophidae) have been found in the pupae of the multicolored Asian lady beetle in the populations from Grodno city.

Keywords: *Harmonia axyridis*, *Phalacrotophora*, Tetrastichinae, parasitoids, infection rate.

УДК 598.288.7

А. Н. Кузьмицкий
Национальный парк «Беловежская пуща»

**РАСПРОСТРАНЕНИЕ МУХОЛОВКИ-БЕЛОШЕЙКИ (*FICEDULA ALBICOLLIS*)
В БЕЛОВЕЖСКОЙ ПУЩЕ**

В данной работе представлены предварительные результаты изучения пространственной структуры мухоловки-белошейки в условиях национального парка Беловежская пуща в 2021–2023 гг. Приведён анализ распространения вида в различных типах леса.

Ключевые слова: птицы, мухоловка-белошейка, национальный парк, Беловежская пуща, редкие виды.

Мухоловка-белошейка (*Ficedula albicollis*) – единственный представитель птиц-дуплогнёздников отряда воробьинообразные, которая охраняется Красной книгой Республики Беларусь (IV категория охраны). Ареал распространения в Беларуси охватывает южные и (менее) восточные регионы. Численность вида оценивается 5000–15 000 [1].

В Беловежской пуще специальных исследований о распространении вида ранее не проводилось, данные носят фрагментарный характер. Впервые мухоловка-белошейка для Беловежской пущи упоминается Цетдлием в 1921 году, ещё до разделения государственной границей на польскую и белорусскую части [16]. В. А. Дацкевич описывает мухоловку-белошейку, как редкий, гнездящийся, перелетный вид. Гнездовые биотопы – старовозрастные дубово-грабовые, грабово-ясеневые леса, прилет на размножение в конце апреля-начале мая. Автор отмечает, что цикл гнездования в то время ещё не был изучен. Указывается, что первые гнездящиеся пары были отмечены в белорусской части пущи только в 1979 г. Численность на гнездовье очень низкая. В учетах 80-х годов не отмечена [2].

Основной материал, представленный в работе, был собран на территории национального парка «Беловежская пуща» в 2021–2023 гг. стандартным методом маршрутных учётов. Так же были использованы данные накопленные ранее. Для построения маршрутов в ArcGIS Pro 3.0.0 предварительно выполнен анализ лесотаксационной базы данных национального парка и сформирована карта потенциальных мест обитания мухоловки-белошейки. По нашим прогнозам, для вида потенциально пригодно не менее 1203 лесных выделов общей площадью 5622 га.

Всего выполнено 35 маршрутных учётов общей протяженностью 186 км, которые охватили 10 из 17 лесничеств национального парка в северной, центральной и южной частях. Гнездовые территории выявлялись по поющим самцам, а также самцам и самкам с кормом в период с середины апреля по первую декаду июня. Картографирование и описание регистраций отдельных особей выполнено через мобильное приложение LocusMap. За место обитания вида принимался лесной выдел.

В результате учётов выявлено и закартировано 297 гнездовых территорий мухоловки-белошейки в 190 лесных выделах общей площадью 1833,5 га. Места обитания вида находятся в 9 лесничествах: Свислочском, Язвинском, Ощепском, Хвойникском, Никорском, Королёво-Мостовском, Белянском, Пашуковском и Ясенском. Единственным из обследованных лесничеств, где белошейка не выявлена было Сухопольское лесничество.

Анализ лесных выделов по главной породе и возрасту первого яруса показал, что ядро популяции находится в лиственных древостоях (78,39 %). Среди лесных формаций, особо важное значение для мухоловки-белошейки имеют дубравы 52,34 % (959,6 га) с преобладающей породой дуб черешчатый 50,74 % (930,3 га) и дуб скальный 1,5 % (29,4 га) возрастом 80–240 лет. Древостой с главной породой в первом ярусе очень редок, и характерен исключительно для лесов Беловежской пуши. Почти четверть древостоев составляют сосняки 21,61 % (396,2 га) возрастом 40–240 лет с развитым вторым ярусом из лиственных пород. Эти сосняки представляют собой как коренные, так и производные древостои. Необходимо отметить, что молодые сосняки возрастом 40 лет представлены лесными культурами с примесью граба, березы бородавчатой и других лиственных пород, граничащие с более спелыми участками леса. Следующей по значимости формацией являются березняки 13,08 % (239,9 га) возрастом 60–120 лет с наличием граба во втором ярусе. Это также могут быть как лесные культуры, так и участки натурального леса по вырубкам. Ольшаники возрастом 40–120 лет составляют 5,55 % (101,7 га) и представляют собой участки леса пограничные с суходольными древостоями. Как правило мухоловка заходит в них на расстояние 50–100 метров от суходольных участков. Менее 10 % составили грабовые леса 3,2 % (59,2 га), возрастом от 100 до 300 лет, осинники 2,49 % (45,6 га) возрастом 70–110 лет, ельники 1,51 % (27,7 га) возрастом 80–180 лет и кленовики 0,2 % (3,6 га) возрастом 180 лет. Низкая представленность кленов обусловлена тем, что кленовики в целом в настоящее время в Беловежской пуше являются достаточно редкой лесной формацией.

Практическим аспектом изучения распространения редких видов птиц в Беловежской пуше является необходимость повышения мер охраны для территорий, где в настоящее время проводятся рубки, в том числе в сезон размножения. Это можно считать основным антропогенным фактором угрозы снижения численности.

Хозяйственная деятельность, в том числе и рубки леса в национальном парке ограничивается функциональным зонированием, а также выделением особо-защитных участков (ОЗУ). Анализ выявленных мест обитания мухоловки-белошейки относительно степени охраны показывает, что для 84 лесных выделов, общей площадью 627,2 га необходимо повышение степени охраны. Можно рекомендовать для этих территорий установить режим особо-защитных участков (ОЗУ) с сезонным запретом всех видов рубок на период гнездования птиц с 1 марта по 1 сентября.

В результате обработки собранных материалов, можно предварительно сделать вывод о том, что мухоловка-белошейка в условиях Беловежской пуши распространена преимущественно в лиственных лесах. А необходимым условием обитания в сосняках и ельниках является наличие лиственных пород, прежде всего граба и берёзы.

Вид является достаточно обычным в характерных биотопах, а в разреженных дубравах выявлены участки с повышенной концентрацией, где он может входить в число доминантов (12,4 пар/10 га в дубраве кисличной возрастом 190–200 лет) и субдоминантов. Можно предположить, что мнение о редкости белошейки на территории Беловежской пуши в 1979–1980 гг. связано с недостаточной изученностью его распространения.

Список использованных источников

1. Красная книга Республика Беларусь. Животные : редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / гл. редкол.: И. М. Качановский (предисл.), М. Е. Никифоров, В. И. Парфенов [и др.]. – 4-е изд. – Минск : Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – 320 с.
2. Дацкевич, В. А. Исторический очерк и некоторые итоги орнитологических исследований в Беловежской пуше (1945–1985) / В. А. Дацкевич. – Витебск : ВГУ, 1998. – 115 с.

**DISTRIBUTION OF COLLARED FLYCATCHER
(*FICEDULA ALBICOLLIS*) IN BELOVEZHSKAYA PUSHCHA**

In this article presents the preliminary results of studying the spatial structure of the collared flycatcher in the conditions of the Belovezhskaya Pushcha National Park in 2021–2023. An analysis of the distribution of the species in different types of forest is given.

Keywords: birds, collared flycatcher, National park, Belovezhskaya Pushcha, rare species.

УДК 595+574.32

В. Ф. Кулеш

Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка

**НАПРАВЛЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ
ВОСТОЧНОЙ РЕЧНОЙ КРЕВЕТКИ (*MACROBRACHIUM NIPPONENSE*)
НА ЕВРОПЕЙСКОМ КОНТИНЕНТЕ**

Появление и история распространения субтропического вида – восточной речной креветки (*Macrobrachium nipponense*) на Европейском континенте. Намеренная интродукция и акклиматизация в водоемах-охладителях теплоэлектростанций и самостоятельное проникновение в естественные водные экосистемы.

Ключевые слова: распространение, интродукция, акклиматизация, восточная речная креветка. Европейский континент.

Восточная речная креветка, *Macrobrachium nipponense* (De Naan) широко распространена в регионах Юго-Восточной Азии, включая Японию, Корею, Бангладеш, Китай, водоемы стран Индо-Китайского полуострова, остров Тайвань. Известно, что *M. nipponense* демонстрирует высокую степень толерантности к абиотическим и биотическим факторам. Креветки могут мигрировать между пресной и солоноватой водой (амфидромный вид) и в отличие от многих видов рода *Macrobrachium* не требуют солоноватой воды для размножения. Это позволяет процветать в различных внутренних водоемах, таких как озера, реки, водохранилища и горные ручьи, а также в эстуариях и межприбрежных районах [1; 2].

Интерес к *M. nipponense* возрос в последнее время благодаря способности к естественному размножению во всех видах пресноводных водоемов и быстрой скорости роста, устойчивости к заболеваниям, более длительному вегетационному периоду (по сравнению с *M. rosenbergii*) при выращивании в пресных водах, тем более, что это один из лидирующих видов в аквакультуре стран Юго-Восточной Азии [3].

В настоящее время появляется все больше и больше сведений об активном продвижении этого субтропического вида пресноводных креветок по различным водным экосистемам Азии и Европы, где он является чужеродным вселенцем [4]. Первым местообитанием этого вида на Европейском континенте стал водоем-охладитель ГРЭС № 3 им. Классона (Московская область, Россия), куда креветки были завезены вместе с молодью растительноядных рыб (толстолобик, белый амур) из реки Янцзы [5]. Вторым местообитанием восточной речной креветки явилось Заинское водохранилище (водоем-охладитель Заинской ГРЭС, Татарстан, Российская Федерация) куда креветок интродуцировали намеренно в 1967 году из водоемов бассейна р. Амур в качестве пополнения кормовой базы для рыб. Количественная оценка, проведенная в 2004–2010 гг., показала высокую плотность популяции креветок, локально достигающей 41 экз./м² [6].

Следующим этапом расселения этого вида была намеренная акклиматизация в водоемы охладители теплоэлектростанций. Впервые в СССР было разработано биологическое обоснование и в 1982 г. проведены целенаправленные работы по акклиматизации субтропического вида – восточной речной креветки в водоем-охладитель Березовской ГРЭС (регион

Белорусского Полесья, Брестская область) с целью обогащения кормовой базы водоема-охладителя [7]. Вселение выборки креветок в количестве 1,5 тыс. особей было произведено из водоема-охладителя ГРЭС № 3 им. Классона (Московская обл.). Оттуда она была вселена в водоем-охладитель Лукомльской ГРЭС (Витебская обл. Беларусь). В обоих водоемах с обедненным видовым составом биоты, были сформированы и высокопродуктивные популяции этого вида, которые заняли лидирующее место в бентосном населении. В апреле 1986 г. была осуществлена интродукция восточной речной креветки из водоема-охладителя Березовской ГРЭС в Кучурганское водохранилище-охладитель Молдавской ГРЭС, площадью 2730 га со средней глубиной 3 м. Креветки перевозились самолетом в полиэтиленовых пакетах и далее автомобилем. Длительность транспортировки составила 14 часов. Всего было вселено 2000 тыс. особей небольшими партиями в прибрежные зоны устьевых участков двух сбросных каналов ГРЭС с богатой водной растительностью. К концу 1987 года численность креветок достигла почти 600 тыс. особей [8].

Следующая интродукция состоялась 14 июня 1990 г., когда в ильмень Ловецкий (бассейн р. Волги, Астраханская область) было вселено 1000 тыс. особей восточной речной креветки из водоема-охладителя Березовской ГРЭС. Креветки были помещены в полиэтиленовые пакеты и в течение суток перевезены самолетом по маршруту Брест-Астрахань и далее вертолетом при участии автора данного сообщения.

Таким образом, в результате акклиматизационных работ, проведенных с помощью Института зоологии НАН Беларуси в 1986, 1990 гг. на территории европейской части бывшего Советского Союза образовались 2 новых центра расселения восточной речной креветки. Это бассейн нижнего течения реки Днестр и бассейн нижнего течения реки Волги. В первом центре расселения в 2008–2016 годах было выявлено очередное расширение ареала восточной речной креветки. Вероятно, из-за потепления климата этот вид проник в реку Турунчук, а затем расстроился по Днестру вплоть до Тирасполя. Начиная с 2008 года, креветки были обнаружены в дельте Днестра и близлежащих прудах, а также и на рыбоводных прудах в украинской дельте Днестра, что стало ключевым событием для дальнейшего расселения по водным артериям. В 2018 и 2020 этот вид проник в некоторые водоемы бассейна небольших рек, впадающих непосредственно в Черное море [9; 10]. В течение 2019–2020 годов пресноводная креветка *M. nipponense*, стала обычным элементом бентосной фауны Килийского рукава реки Дунай. Это подтверждается регулярными регистрациями многочисленных скоплений креветок в разных частях рукава (от 32 до 80 км основного течения) с лета 2019 года. Вполне вероятно, что аномально теплая зима 2019–2020 также годов была благоприятной для распространения и размножения этого чужеродного вида [11]. Теперь она распространяется дальше вверх по течению и, как сообщается, доходит до Галаца. Более того, в июле 2022 года многочисленные особи, включая яйцекладущих самок и молодь, были пойманы рыбаками в озерах между Килийским и Сулинским рукавами дельты Дуная, куда они, скорее всего, прибыли через канал Стипок-Пардина [4].

Во втором центре расселения (дельта реки Волга) расширение ареала этого вида было зарегистрировано в октябре 2017 г. при отборе гидробиологических проб в нижнем течении реки Терек (24 км выше устья). Было поймано 4 половозрелых особи и несколько экземпляров молоди неизвестных для фауны Каспийского моря. В мае и октябре 2018 г. креветки, в том числе молодь, были найдены ниже по течению р. Терек в нескольких точках [12]. Неоднократные находки взрослых особей *M. nipponense* и появление её молоди в устье р. Терек позволяют предполагать существование здесь сформированной и достаточно многочисленной популяции. В сентябре 2019 г. два экземпляра восточной речной креветки были найдены в реке Дон у безымянного острова вблизи села Арпачин, а в октябре 2020 г. в дельте реки Дон в канале Мокрая Каланча были также обнаружены 2 экземпляра креветок, которые были идентифицированы, как самки *M. nipponense* [13]. Повторное обнаружение *M. nipponense* в

районе Нижнего Дона через год после первой регистрации, а также наличие самок с яйцами на плеоподах, позволяют предположить формирование еще одной популяции захватчика в более неблагоприятных климатических условиях, чем те, которые предположительно пригодны для этой субтропической креветки.

В заключение можно предположить, что благодаря широкой экологической пластичности, экспансия восточной речной креветки будет продолжаться, она успешно встроится в бентосное сообщество и натурализуется в хорошо прогреваемых эстуарных, пресноводных, а также солоноватоводных водоемах бассейна Каспийского и Черного морей. Этому процессу, несомненно, будет способствовать и потепление климата, что скажется в перестройке биоты водных экосистем в пользу теплолюбивых видов.

Список использованных источников

1. Кулеш, В. Ф. Биология культивирования промысловых видов пресноводных креветок и речных раков на теплых водах / В. Ф. Кулеш. – М. : Новое знание, 2012. – 328 с.
2. Zheng, X. Z. The genus *Macrobrachium* (Crustacea, Caridea, Palaemonidae) with the description of a new species from the Zaomu Mountain Forest Park, Guangdong Province, China / X. Z. Zheng, W. J. Chen, Z. L. Guo // *ZooKeys*. – 2019. – Vol. 866. – P. 65–83.
3. Integrated freshwater prawn farming: state-of-the-art and future potential / L. Helcio [et al.] // *Reviews in fisheries science, aquaculture*. – 2016. – Vol. 24, № 3. – P. 264–293.
4. Surugiu, V. The spread of the alien oriental river prawn *Macrobrachium nipponense* (De Haan, 1849) (Decapoda: Palaemonidae) in the lower Danube, with the first record from Romania / V. Surugiu // *BioInvasions Records*. – 2022. – Vol. 11., iss. 4. – P. 1056–1066.
5. Иванов, Б. Г. Субтропические пресноводные креветки *Macrobrachium nipponense* (Palaemonidae) в водоемах Подмосковья / Б. Г. Иванов, Я. И. Старобогатов // *Экология*. – 1974. – № 6. – С. 83–85.
6. Леонтьев, В. В. Локализация пресноводной креветки *Macrobrachium nipponense* (De Haan) в Заинском водохранилище / В. В. Леонтьев // *Инновации и инвестиции*. – 2015. – № 3. – С. 232–234.
7. Экология пресноводных креветок / Н. Н. Хмелева [и др.]. – Минск : Беларус. навука, 1997. – 254 с.
8. Владимиров, М. З. Восточная речная креветка (*Macrobrachium nipponense* De Haan) – новый элемент гидрофауны Кучурганского водохранилища / М. З. Владимиров, И. К. Тодераш, Ф. П. Чорик // *Изв. АН МССР, Сер. биол. наук*. – 1989. – № 1. – С. 77–78.
9. Son, M. O. Recent state and mechanisms of invasions of exotic decapods in Ukrainian rivers / M. O. Son, R. O. Novitskyi, V. G. Dyadichko // *Vestnik zoologii*. – 2013. – Vol. 47, № 1. – P. 59–64.
10. Shekk, P. Density of location of the eastern freshwater shrimps (*Macrobrachium nipponense* De Haan, 1849) in the lower river basin Dnister / P. Shekk, Yu. Astafurov // *Ribogospod. nauka Ukr.* – 2020. – № 2. – P. 18–28.
11. The first record of oriental river prawn *Macrobrachium nipponense* (De Haan, 1849 [in De Haan, 1833–1850]) (Decapoda: Palaemonidae) in the Ukrainian part of the Danube delta / M. Ye. Zhmud [et al.] // *Bioinvasions Records*. – 2022. – Vol. 11, iss. 1. – P. 192–198.
12. Обнаружение японской креветки *Macrobrachium nipponense* (De Haan, 1849) в нижнем течении реки Терек (бассейн Каспийского моря) / Д. Ф. Афанасьев [и др.] // *Российский журнал биологических инвазий*. – 2020. – № 2. – С. 2–9.
13. Первая находка восточной креветки *Macrobrachium nipponense* (De Haan, 1849) в нижнем течении реки Дон (бассейн Азовского моря) / Л. А. Живоглядова [и др.] // *Водные биоресурсы и среда обитания*. – 2021. – Т. 4, № 1. – С. 28–34.

V. F. Kulesh

Belarusian State Pedagogical University named after Maxim Tank

DISTRIBUTION DIRECTIONS OF ORIENTAL RIVER PRAWN (*MACROBRACHIUM NIPPONENSE*) ON THE EUROPEAN CONTINENT

Occurrence and history of distribution of the subtropical species, the eastern river shrimp (*Macrobrachium nipponense*) on the European continent. Intentional introduction and acclimatisation in cooling ponds of thermal power plants and independent penetration into natural aquatic ecosystems.

Keywords: distribution, introduction, acclimatisation, eastern river shrimp. European continent.

А. А. Лайкова, О. В. Янчуревич

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

ВИДОВОЙ СОСТАВ И ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПТИЦ НА ТЕРРИТОРИИ г. ГРОДНО В ЗОНАХ С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

Выявлено видовое разнообразие орнитофауны урбанизированных территорий с разной степенью антропогенной нагрузки в условиях Беларуси на примере города Гродно. Наиболее разнообразным по видовому составу и численности является отряд Воробьинообразные (*Passeriformes*) – 66,7 %.

Ключевые слова: птицы, орнитофауна, видовое разнообразие, урбанизированные территории, антропогенная нагрузка, Гродно.

Процесс урбанизации в последнее время идет стремительно. В связи с этим темпы антропогенного воздействия на природу с каждым годом возрастают [1]. В результате создаётся качественно новая среда обитания, которая также является динамичной и изменчивой [2]. В первую очередь изменяется сама структура городской застройки, которая приводит к трансформации в фаунистическом комплексе птиц. В результате происходят изменения их численности, видового состава и разнообразия; отдельные виды исчезают, другие появляются на гнездовании, в том числе занесенные в Красную книгу Республики Беларусь.

К настоящему времени пятая часть всех видов мировой орнитофауны обитает в городах. В условиях урбанизированной среды птицы нашли обилие пищевых ресурсов, доступных в течение всего года, большое количество укрытий и подходящих для гнездования мест, а также смогли минимизировать пресс со стороны естественных хищников [3; 4].

В новых для себя условиях птицы стали доминирующей группой позвоночных животных, играющей одну из ключевых ролей в функционировании сформировавшихся здесь сообществ, а также в жизнедеятельности человека [5].

Цель работы – выявление видового разнообразия и экологической структуры орнитофауны урбанизированных территорий города Гродно.

Полевые исследования проводили с июля 2023 г. по январь 2024 г. на территории г. Гродно на пяти площадках. Использовали маршрутный метод учета птиц. Определение видов осуществляли визуально и по голосам.

Для проведения исследований на территории города Гродно были заложены 5 учётных площадок, с одинаковой площадью. Они отличаются плотностью застройки, шумовым фактором, типом растительности, степенью заселенности и др. УП1 – новая многоэтажная застройка микрорайона Девятровка, УП2 – старая многоэтажная застройка по улице Пушкина, УП3 – старая застройка по улице Элизы Ожешко, УП4 – старая малоэтажная застройка по улице Пролетарская и УП5 – зелёная зона (Коложский парк). Для проведения сравнительного анализа населения популяций птиц на исследуемых учётных площадках рассчитали коэффициент Жаккара и индекс Шеннона. За время исследований на территории города Гродно выявлено 27 видов птиц, относящихся к 7 отрядам (*Ciconiiformes*, *Passeriformes*, *Columbiformes*, *Anseriformes*, *Piciformes*, *Charadriiformes*, *Apodiformes*) и 16 семействам.

Наиболее богатым по видовому составу стал отряд Воробьинообразные (*Passeriformes*). К нему относится 18 видов, что составляет 66,7 % от общего количества видов.

Виды из отряда *Passeriformes* относятся к 10 семействам, самым обширным из которых является Врановые (*Corvidae*), представленный 4 видами: ворона серая (*Corvus cornix*), галка (*Corvus monedula*), грач (*Corvus frugilegus*), сойка (*Garrulus glandarius*). Из отрядов Аистообразные (*Ciconiiformes*), Гусеобразные (*Anseriformes*), Дятлообразные (*Piciformes*), Стрижеобразные (*Apodiformes*) – было встречено по одному виду.

Доминантным видом в орнитокомплексах исследованных учётных площадок был отмечен стриж чёрный (*Apus apus*), его доля составила 11,9 % от общего количества всех зарегистрированных видов. Чаще всего он регистрировался на УП1 в микрорайоне Девятровка.

Реже всего встречались *Ardea cinerea* и *Dendrocopos major* – по 2 регистрации на территории Коложского парка, рядом с которым протекает река Неман.

На УП1 выявлено 14 видов птиц, на УП2 – 16 видов, на УП3 – 12 видов, на УП4 – 16 видов, на УП5 – 27 видов (Коложский парк).

Для оценки сходства видового состава птиц исследованных учетных площадок использовали индекс фаунистического сходства Жаккара. Большая степень сходства по видовому составу орнитокомплексов наблюдается на учетной площадке № 1 и учетной площадке № 3 – 0,86. Меньшую степень сходства имеют учётные площадки 3 и 5 – 0,44.

Для оценки видового разнообразия орнитофауны был рассчитан индекс Шеннона. Для пяти учетных площадок он варьирует от 3,26–4,29. Наибольшего значения $H = 4,29$ он достигает на учебной площадке № 5 – Коложский парк, где наблюдались представители всех 27 видов. К Коложскому парку примыкает река Неман, он расположен в центральной части города и граничит с малоэтажной застройкой.

Выделяют различные экологические группы птиц: по типу питания, по сезонной активности, по месту размножения.

По пищевой специализации птицы могут быть: насекомоядными, растительноядными, хищными и всеядными. Из выявленных видов преобладают на территории города Гродно всеядные птицы – 44,4 %. Меньше насекомоядных – 33,3 % и растительноядных – 14,8 %, и меньше всего хищных – 7,41 %.

По сезонной активности выделяют три группы птиц: оседлые, кочующие и перелетные. Доминирующей группой являются перелетные птицы – 16 видов (59,3 %). Оседлые составляют 37 % и 3,7 % кочующие.

По месту гнездования выделили три группы птиц: дуплогнездные, кроногнездные и наземногнездящиеся, с преобладанием кроногнездных видов – 44,4 % (12 видов).

Таким образом, на территории города Гродно выявлено 27 видов птиц, относящихся к 7 отрядам (*Ciconiiformes*, *Passeriformes*, *Columbiformes*, *Anseriformes*, *Piciformes*, *Charadriiformes*, *Apodiformes*) и 16 семействам. На исследованных учетных площадках по типу питания преобладают всеядные птицы (44,4 %), которые адаптируются к любым доступным кормам рядом с человеком, по типу гнездования – кроногнездники (44,4 %), по сезонной активности – перелетные виды (59,3 %).

Список использованных источников

1. Чурсинова, Н. В. Сравнительная экология домового и полевого воробьёв в Центральном Предкавказье / Н. В. Чурсинова, А. Н. Хохлов, М. П. Ильях. – Ставрополь : СевКавГТУ, 2011. – 100 с.
2. Маслов, Н. В. Градостроительная экология / Н. В. Маслов. – М. : Высш. шк., 2003. – 284 с.
3. Ильичев, В. Д. Птицы Москвы и Подмосковья / В. Д. Ильичев, В. Т. Бутьев, В. М. Константинов ; под ред. В. Е. Соколова. – М. : Наука, 1987. – 272 с.
4. Коблик, Е. А. Разнообразие птиц (по материалам экспозиции Зоологического музея МГУ) / Е. А. Коблик. – М. : МГУ, 2001. – Ч. 1. – 384 с.
5. Сахвон, В. В. Видовое богатство и экологическая структура орнитофауны урбанизированных территорий в условиях Беларуси / В. В. Сахвон // География в XXI веке: проблемы и перспективы : материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 70-летию геогр. фак. БГУ, Минск, 4–8 окт. 2004 г. / Белорус. гос. ун-т, Белорус. геогр. о-во ; редкол.: Н. И. Пирожник [и др.]. – Минск, 2004. – С. 163–164.

A. A. Laikova, O. V. Yanchurevich
Yanka Kupala State University of Grodno

SPECIES COMPOSITION AND FEATURES OF BIRDS DISTRIBUTION IN THE TERRITORY OF GRODNO IN ZONES WITH DIFFERENT DEGREES OF ANTHROPOGENIC LOAD

The species diversity of avifauna of urban areas with varying degrees of anthropogenic pressure in the conditions of Belarus was revealed using the example of the city of Grodno. The order Passeriformes turned out to be the most diverse in species composition and abundance.

Keywords: birds, avifauna, species diversity, urbanized areas, anthropogenic load, Grodno.

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ РАСТВОРЁННОГО КИСЛОРОДА И ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ ЗООБЕНТОСА⁴

Установлена связь общей численности макрозообентоса, а также численности различных таксономических групп с концентрацией растворенного кислорода и температурой. Такая связь влияет на пространственное распределение организмов макрозообентоса.

Ключевые слова: макрозообентос, численность, концентрация кислорода, глубина.

Как известно, различия в видовом составе и численности макрозообентоса часто связаны с морфометрическими показателями водоема в т. ч. с глубиной и формой [1; 2; 3; 4; 5], а также с типом донных отложений [6; 7]. Кроме того, макрофиты создают не только пространственную гетерогенность, но и защиту от хищников [8; 9]. Поэтому влияние факторов на пространственное распределение зообентоса носит в основном комплексный характер. Учитывая это обстоятельство, нами предпринята попытка выявить зависимость распределения от температуры и содержания кислорода.

Исследования по установлению зависимости пространственного распределения зообентоса от температуры и концентрации растворенного кислорода проводили на стратифицированных озерах разного уровня трофности (оз. Южный Волос, оз. Северный Волос, оз. Сита, оз. Барковщина, оз. Круглик), с различным температурным и кислородным режимом. Пробы зообентоса отбирали на станциях разной глубины. Выбор станций осуществляли в зависимости от распределения температуры и концентрации растворенного кислорода. Станции отбора проб соответствовали: мелководному прибрежью, глубинам прозрачности, двойной прозрачности, началу и концу термоклина, максимальному значению снижения температуры, концу оксиклина и максимальной глубине.

При анализе влияния температуры и концентрации кислорода на пространственное распределение численности зообентоса был использован корреляционный анализ Спирмена из-за ненормальности распределения данных. Установлена небольшая статистически достоверная зависимость общей численности от концентрации кислорода ($R = 0,28$, $p = 0,005$) (рисунок).

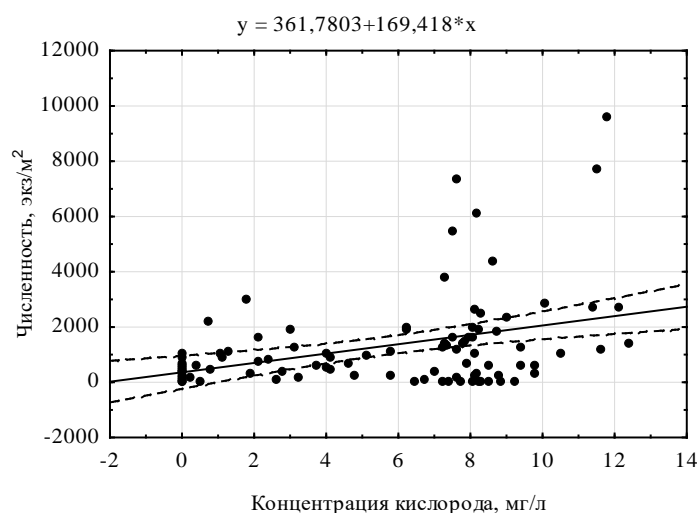


Рисунок – Зависимость общей численности зообентоса от концентрации растворённого в воде кислорода

⁴ Работа выполнена с поддержкой гранта БРФФИ № Б23М-052.

Пространственное распределение численности таксономических групп в разной степени проявляли зависимость от температуры и концентрации кислорода (таблица). Исключение составил отр. Diptera, где такой корреляции не обнаружено. Только от температуры была установлена зависимость для кл. Gastropoda ($R = 0,49$, $p \leq 0,01$) и отр. Heteroptera ($R = 0,23$, $p = 0,027$). И только от концентрации кислорода у подтипа Crustacea ($R = 0,49$, $p \leq 0,01$).

Таким образом, с увеличением глубины происходит изменение экологических факторов и численности основных групп зообентоса, что позволило установить статистически значимую связь между пространственной структурой и основными абиотическими факторами, такими как концентрация кислорода и температура.

Таблица – Зависимость пространственного распределения численности основных таксономических групп зообентоса от температуры (Т) и концентрации кислорода (O₂)

Группа зообентоса	Т	O ₂
кл. Bivalvia	$R = 0,4$, $p \leq 0,01$	$R = 0,49$, $p \leq 0,01$
тип Annelida	$R = 0,29$, $p = 0,005$	$R = 0,37$, $p \leq 0,01$
отр. Ephemeroptera	$R = 0,57$, $p \leq 0,01$	$R = 0,4$, $p \leq 0,01$
отр. Trichoptera	$R = 0,36$, $p \leq 0,01$	$R = 0,47$, $p \leq 0,01$
отр. Odonata	$R = 0,27$, $p \leq 0,01$	$R = 0,35$, $p \leq 0,01$
отр. Coleoptera	$R = 0,31$, $p \leq 0,002$	$R = 0,22$, $p = 0,03$

Список использованных источников

1. Алимов, А. Ф. Морфометрия водоемов и биологическое разнообразие / А. Ф. Алимов, С. М. Голубков // Динамика биологического разнообразия и биоресурсов континентальных водоемов. – СПб. : Наука, 2012. – С. 16–22.
2. Алимов, А. Ф. Связь биологического разнообразия в континентальных водоемах с их морфометрией и минерализацией вод / А. Ф. Алимов // Биология внутренних вод. – 2008. – С. 3–8.
3. Depth, sediment type, biogeography and high species richness in shallow water benthos / N. Coleman [et al.] // Marine and Freshwater Research. – 2007. – Vol. 58. – P. 293–305.
4. Laine, A. O. Distribution of soft-bottom macrofauna in the deep open Baltic Sea in relation to environmental variability / A. O. Laine // Estuarine, Coastal and Shelf Science. – 2003. – Vol. 57. – P. 87–97.
5. Olenin, S. Benthic zonation of the Eastern Gotland Basin / S. Olenin // Netherlands. Journal of Aquatic Ecology. – 1997. – Vol. 30, iss. 4. – P. 265–282.
6. General guidelines for using the sediment quality triad / P. M. Chapman [et al.] // Mar. Poll. Bull. – 1997. – Vol. 34. – P. 368–372.
7. Biological guidelines for freshwater sediment based on Benthic Assessment of Sediment (BEAST) using a multivariate approach for predicting biological state / T. B. Reynoldson [et al.] // Austr. J. Ecol. – 1995. – Vol. 20. – P. 198–219.
8. Role of plant architecture on littoral macroinvertebrates in temperate and subtropical shallow lakes: a comparative manipulative field experiment / J. M. Clemente [et al.] // Limnetica. – 2019. – Vol. 38, iss. 2. – P. 759–772.
9. Gong, Z. Macrozoobenthos in 2 shallow, mesotrophic Chinese lakes with contrasting sources of primary production / Z. Gong, P. Xie, S. Wang // Journal of the North American. Benthological Society. – 2000. – Vol. 19. – P. 709–724.

I. I. Lapuka

Scientific and Practical Centre of the National Academy of Sciences of Belarus on Bioresources

THE INFLUENCE OF DISSOLVED OXYGEN CONCENTRATION AND TEMPERATURE ON THE SPATIAL DISTRIBUTION OF ZOOBENTHOS ABUNDANCE

A relationship has been established between the total abundance and abundance various taxonomic groups of macrozoobenthos with the concentration of dissolved oxygen and temperature. This relationship affects the spatial distribution of macrozoobenthos organisms.

Keywords: macrozoobenthos, abundance, oxygen concentration, depth.

**ВИДОВОЙ СОСТАВ И СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ КОКЦИНЕЛЛИД
В УРБОЦЕНОЗАХ ГОРОДОВ ГРОДНО И РЕЧИЦЫ (БЕЛАРУСЬ)**

На шести пробных площадях в урбоценозах городов Гродно и Речица в полевой сезон 2023 г. собрали 9 видов кокцинеллid. Установили видовой состав сообществ божьих коровок в урбоценозах городов Гродно и Речицы. Провели анализ показателей видового разнообразия сообществ кокцинеллid.

Ключевые слова: божьи коровки, кокцинеллidы, видовой состав, степень доминирования, урбоценозы.

Изучение состояния сообществ кокцинеллid в антропогенно трансформированных биоценозах городов незначительны и требуют пристального рассмотрения. Целью данной работы является установление видового состава и структуры сообществ божьих коровок в урбоценозах г. Гродно и г. Речицы. В ходе выполнения работы поставлены следующие задачи: 1. Установить видовой состав божьих коровок, обитающих в урбоценозах г. Гродно и г. Речицы. 2. Проанализировать показатели видового разнообразия сообществ кокцинеллid г. Гродно и г. Речицы.

Сбор материала проводили на трёх участках в городе Речице (Гомельская область) и трёх участках в городе Гродно (Гродненская область), расположенных в зеленых зонах городов, с июля по сентябрь 2023 года. Город Речица: пробная площадка 1 – разнотравный луг, пробная площадка 2 – суходольный луг, пробная площадка 3 – смешанный лес [1]. Город Гродно: пробная площадка 4 – сквер Швейцарская долина, пробная площадка 5 – суходольный луг, пробная площадка 6 – полиагроценоз [2]. Жуков собирали ручным способом на маршруте.

Всего на исследованной территории установлено 9 видов кокцинеллid, относящихся к 6 родам. Объем выборки составил 365 экземпляров.

Для оценки структуры доминирования и видового богатства сообществ кокцинеллid на пробных площадях рассчитали индексы Бергера-Паркера и Маргалефа, соответственно (таблица). Результаты, приведенные в таблице, показывают, что наиболее высокая степень доминирования видов среди собранных божьих коровок отмечена на пробной площадке 2 (суходольный луг), а самая низкая – на пробной площадке 3 (смешанный лес), следовательно, там наименьшая выровненность обилия кокцинеллid. Такие результаты получились из-за того, что наибольшая разница между общим количеством видов на пробной площадке и количеством преобладающего по численности вида выявлена на ПП 2 (суходольный луг) и ПП 3 (смешанный лес): основную массу собранного материала на этих площадках составляют кокцинеллidы одного вида – *Harmonia axyridis* (Pallas, 1771).

Данные, полученные на всех пробных площадках, имеют близкие значения, что может быть объяснено схожестью их растительной базы. Среди пробных площадок на территории города Гродно, по своим значениям выделяется пробная площадка 6 (полиагроценоз), такой низкий показатель может быть обусловлен отличием в растительной составе, а также более сильным антропогенным влиянием. Так же можно отметить достаточно близкие значения пробных площадок 1 (разнотравный луг) и 4 (сквер Швейцарская долина), что может говорить об их схожести в видовом составе из-за того, что большинство видов этих площадок относится к наиболее характерным и распространённым на нашей территории видам.

Оценка степени доминирования собранных видов божьих коровок в обследованных городах показала, что данные показатели находятся примерно на одном уровне.

Значения индекса Маргалефа показали, что среди исследованных пробных площадок наибольшее видовое богатство наблюдается на пробной площадке 1 (разнотравный луг), наименьшую же степень видового богатства имеет пробная площадка 6 (полиагроценоз), что обуславливается повышенным антропогенным влиянием на данную площадку, а также не типичным для преобладающих видов божьих коровок растительным составом.

Таблица – Видовое разнообразие кокциnellид в урбоценозах г. Гродно и г. Речицы

Вид	ПП 1	ПП 2	ПП 3	ПП 4	ПП 5	ПП 6
<i>Adalia bipunctata</i> (Linneus, 1758)	4	2	6	5	3	24
<i>Adalia decempunctata</i> (Linneus, 1758)	1	1	2	2	4	2
<i>Harmonia axyridis</i> (Pallas, 1771)	25	68	48	32	47	42
<i>Harmonia quadripunctata</i> (Pontoppidan, 1763)	1	3	2	0	0	0
<i>Hippodamia variegata</i> (Muslant, 1846)	0	6	8	0	0	0
<i>Calvia quatuordecimguttata</i> (Linnaeus, 1758)	1	0	0	0	0	0
<i>Coccinella magnifica</i> (Redtenbacher, 1843)	0	0	0	5	0	0
<i>Coccinella septempunctata</i> (Linneus, 1758)	0	0	13	0	4	0
<i>Vibidia duodecimguttata</i> (Poda, 1761)	3	1	0	0	0	0
Число видов (<i>S</i>)	6	6	6	4	4	3
Число особей (<i>N</i>)	35	81	79	44	58	68
Самый многочисленный вид (<i>Nmax</i>)	25	68	48	32	47	42
Индекс Бергера-Паркера (<i>d</i>)	0,71	0,84	0,61	0,73	0,81	0,62
<i>1/d</i>	1,40	1,19	1,65	1,38	1,23	1,62
Индекс Маргалефа (<i>DMr</i>)	3,24	2,62	2,63	1,83	1,70	1,09

Примечание: ПП 1 – разнотравный луг, ПП 2 – суходольный луг, ПП 3 – смешанный лес, ПП 4 – сквер Швейцарская долина, ПП 5 – суходольный луг, ПП 6 – полиагроценоз.

Кроме того, можно заметить, что пробные площадки города Гродно имеют относительно близкие значения видового богатства. На пробных площадках в городе Речице данный показатель имеет более высокие значения, особенно выделяется показатель ПП 1 (разнотравный луг).

По результатам выполненной работы можно сделать следующие выводы:

1. Видовой состав божьих коровок в урбоценозах городов Гродно и Речица представлен 9 видами кокциnellид, относящихся к 6 родам, 2 трибам и 1 подсемейству, объем выборки составил 365 экземпляра.

2. Высокая степень доминирования видов среди собранных божьих коровок отмечена на пробной площадке 2 (суходольный луг), а самая низкая – на пробной площадке 3 (смешанный лес). Наибольшее видовое богатство кокциnellид наблюдается на пробной площадке 1 (разнотравный луг), наименьшее – на пробной площадке 6 (полиагроценоз).

Список использованной литературы

1. Калинин, М. Ю. Природные ресурсы Речицкого района: современное состояние / М. Ю. Калинин. – Минск, 2007. – С. 30–87.
2. Марціновіч, А. Горадна, Горадзен, Гродна / А. Марціновіч. – Мінск : Маст. літ., 2008. – 112 с.

Y. N. Lasitsa, A. V. Ryzhaya
Yanka Kupala State University of Grodno

SPECIES COMPOSITION AND STRUCTURE OF COCCINELLID COMMUNITIES IN URBOCENOSIS OF THE CITIES OF GRODNO AND RECHITSA (BELARUS)

On six test plots in the urbocenos communities of the Grodno and Rechitsa cities, 9 coccinellids species were collected during the 2023 field seasons. We established the species composition of ladybugs communities in urban communities of the Grodno and Rechitsa cities. Analyzed the indicators of species diversity of coccinellid communities.

Keywords: ladybugs, coccinellids, species composition, degree of dominance, urbocenos.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОРФОЛОГИИ ЩИПОВКИ ОБЫКНОВЕННОЙ БАССЕЙНА р. ДНЕПР (БЕЛАРУСЬ) И р. МОСКВА (РОССИЯ)

На основании исследований морфологии 115 особей щиповок из бассейна р. Днепр и сравнении с литературными данными установлены статистически значимые различия по большинству проанализированных признаков. Можно предположить, что такие отличия могут быть связаны как с происхождением (разные предковые формы), так и с экологией разных бассейнов.

Ключевые слова: щиповки, *C. taenia*, морфометрия, р. Днепр, р. Москва.

Щиповки семейства Вьюновые (Cobitidae, Cypriniformes) являются типичными представителями ихтиофауны мелких непромысловых донных рыб, обитающих в пресноводных водоемах Европы, Азии и Северной Африки [1]. Род *Cobitis* в континентальных водоемах Европы насчитывает 24 вида щиповок, составляющих более 50 % видового разнообразия в роде *Cobitis* [2].

На территории Беларуси отмечено два вида щиповок семейства Cobitidae – обыкновенная щиповка *Cobitis taenia* и балтийская щиповка *Sabanejewia baltica*, в то время как в трансграничных водных объектах также обитают следующие виды: *C. melanoleuca*, *C. taurica*, *S. bulgarica*, *C. elongatoides*, *S. aurata*, *C. tanaitica*, *C. choii*, *C. lutheri*.

В данной работе нами было отловлено и исследовано 115 особей щиповок бассейна р. Днепр Беларуси. Исследованы щиповки следующих водоемов: р. Припять (Наровлянский р-н), р. Березина (Светлогорский р-н, Пинский р-н, Борисовский р-н) и р. Днепр (Речицкий р-н, Брагинский р-н). В результате морфологической диагностики установлено, что исследованные особи относятся к виду *C. taenia* по следующим признакам: длинные 2-я и 3-я зоны Гамбетты, заканчивающиеся на уровне анального плавника; в 4-й зоне Гамбетты пятнышки размером с глаз; на хвостовом стебле пятно маленькое, продолговатое; длина грудных плавников больше брюшных; пластинка Канестрини у самцов имеет закругленную форму [3].

Для всех особей щиповок исследуемых водоемов показана сравнительная характеристика статистически значимых пластических (18 признаков) и меристических (2 параметра) признаков самцов и самок щиповки обыкновенной (таблица).

Таблица – Морфометрические признаки щиповки обыкновенной бассейна р. Днепр и р. Москва

Признаки	<i>C. taenia</i> ♀ n = 105	<i>C. taenia</i> ♀ n = 25 [4]	t, ♀	p, ♀	<i>C. taenia</i> ♂ n = 10	<i>C. taenia</i> ♂ n = 14 [4]	t, ♂	p, ♂
	<u>lim</u> M ± m	<u>lim</u> M ± m			<u>lim</u> M ± m	<u>lim</u> M ± m		
общая длина тела	<u>47,40–115,30</u> 81,48 ± 1,63	<u>50,5–109,0</u> 82,0 ± 1,36	0,24	0,806	<u>60,80–100,80</u> 74,18 ± 4,38	<u>58,0–74,2</u> 67,7 ± 1,13	1,43	0,166
антеродорсальное расстояние	<u>47,43–55,84</u> 52,12 ± 0,16	<u>48,6–54,2</u> 51,2 ± 0,28	2,85	0,005	<u>49,37–54,87</u> 52,67 ± 0,76	<u>48,8–53,8</u> 51,4 ± 0,34	1,53	0,142
P-V	<u>24,25–39,27</u> 30,7 ± 0,21	<u>27,2–36,6</u> 32,1 ± 0,44	2,87	0,004	<u>24,25–31,81</u> 29,09 ± 0,84	<u>26,8–33,3</u> 31,2 ± 0,53	2,12	0,045
U-A	<u>2,71–8,11</u> 5,23 ± 0,1	<u>2,1–4,6</u> 3,4 ± 0,13	11,16	0,000	<u>3,38–6,52</u> 4,96 ± 0,36	<u>1,9–3,8</u> 3,1 ± 0,37	3,60	0,001
длина хвостового стебля	<u>12,50–21,83</u> 16,18 ± 0,13	<u>15,1–18,6</u> 16,7 ± 0,19	2,26	0,025	<u>14,53–18,10</u> 16,49 ± 0,51	<u>13,7–13,9</u> 16,7 ± 0,43	0,31	0,756
максимальная высота тела	<u>7,93–19,83</u> 12,96 ± 0,21	<u>10,2–17,9</u> 14,5 ± 0,33	3,94	0,000	<u>8,67–16,17</u> 13,65 ± 0,89	<u>12,6–15,9</u> 14,5 ± 0,26	0,92	0,369
длина грудного плавника	<u>9,09–15,96</u> 11,56 ± 0,09	<u>10,2–18,3</u> 13,2 ± 0,31	5,08	0,000	<u>11,06–19,50</u> 16,63 ± 0,92	<u>14,8–19,6</u> 17,6 ± 0,40	0,97	0,344
длина брюшного плавника	<u>8,50–12,41</u> 10,20 ± 0,07	<u>11,0–13,9</u> 12,2 ± 0,16	11,45	0,000	<u>11,09–13,85</u> 12,13 ± 0,31	<u>11,4–14,7</u> 13,4 ± 0,26	3,14	0,004
Cr	<u>4,27–10,83</u> 7,55 ± 0,13	<u>6,5–10,9</u> 8,0 ± 0,21	1,82	0,070	<u>3,88–8,27</u> 6,99 ± 0,51	<u>7,7–9,6</u> 8,5 ± 0,15	2,84	0,009
Cr _m	<u>3,20–10,49</u> 6,95 ± 0,12	<u>6,5–11,0</u> 7,8 ± 0,20	3,64	0,000	<u>4,22–7,86</u> 6,39 ± 0,37	<u>7,0–9,3</u> 8,1 ± 0,17	4,20	0,0004

наименьшая ширина тела	$\frac{1,90-5,19}{3,22 \pm 0,06}$	$\frac{1,2-3,2}{2,1 \pm 0,09}$	10,35	0,000	$\frac{1,71-4,27}{3,11 \pm 0,27}$	$\frac{1,6-3,3}{2,4 \pm 0,14}$	2,33	0,029
длина головы	$\frac{16,03-20,75}{17,98 \pm 0,09}$	$\frac{17,3-20,6}{18,5 \pm 0,16}$	0,11	0,913	$\frac{17,45-20,68}{18,78 \pm 0,38}$	$\frac{19,1-21,8}{19,9 \pm 0,37}$	2,11	0,047
горизонтальный диаметр глаза	$\frac{8,33-17,31}{12,03 \pm 0,18}$	$\frac{14,0-22,0}{17,0 \pm 0,37}$	12,08	0,000	$\frac{10,74-13,79}{12,05 \pm 0,39}$	$\frac{14,8-20,0}{17,4 \pm 0,35}$	10,21	0,000
предглазничное расстояние	$\frac{37,87-53,78}{44,72 \pm 0,34}$	$\frac{40,5-49,4}{45,4 \pm 0,46}$	1,19	0,023	$\frac{40,50-48,36}{45,07 \pm 1,04}$	$\frac{40,8-45,5}{43,4 \pm 0,36}$	1,52	0,144
заглазничное расстояние	$\frac{45,29-60,98}{53,18 \pm 0,29}$	$\frac{51,2-65,2}{54,8 \pm 0,54}$	2,64	0,009	$\frac{49,06-58,42}{53,58 \pm 1,19}$	$\frac{48,7-55,4}{52,5 \pm 0,5}$	0,84	0,412
высота головы	$\frac{52,91-70,67}{60,98 \pm 0,43}$	$\frac{49,2-62,3}{54,6 \pm 0,69}$	7,85	0,000	$\frac{53,59-67,21}{61,45 \pm 1,66}$	$\frac{45,8-54,5}{50,5 \pm 0,69}$	8,11	0,000
межглазничное расстояние	$\frac{13,64-28,62}{21,48 \pm 0,33}$	$\frac{8,2-17,8}{12,8 \pm 0,41}$	16,49	0,000	$\frac{15,69-23,28}{20,25 \pm 1,08}$	$\frac{11,8-17,9}{15,0 \pm 0,54}$	4,35	0,0002
длина нижне-челюстного усика	$\frac{8,53-20,25}{13,75 \pm 0,24}$	$\frac{6,8-18,1}{12,3 \pm 0,53}$	2,49	0,013	$\frac{11,29-18,78}{14,07 \pm 0,88}$	$\frac{10,1-15,8}{13,4 \pm 0,51}$	0,66	0,517
D	$\frac{5-9}{6,87 \pm 0,59}$	$\frac{6-7}{6,5 \pm 0,10}$	0,62	0,537	$\frac{7-8}{7,25 \pm 0,16}$	$\frac{6-7}{6,4 \pm 0,14}$	4	0,0006
P	$\frac{5-9}{6,56 \pm 0,68}$	$\frac{4-8}{6,0 \pm 0,16}$	0,80	0,424	$\frac{6-8}{7,25 \pm 0,25}$	$\frac{6-8}{6,3 \pm 0,16}$	3,20	0,004

Примечания: расстояние между грудными и брюшными плавниками (P-V), расстояние от анального отверстия до основания анального плавника (U-A), ширина тела перед спинным плавником (Cr), на уровне спинного плавника (Cgm), количество ветвистых лучей в спинном (D) и грудном (P) плавниках.

Как видно из таблицы, по большинству проанализированных признаков отмечены статистически значимые отличия между особями из Беларуси и данными литературы при $p \leq 0,05$. По ряду проанализированных пластических признаков особи, отловленные нами, демонстрировали более высокие показатели, по другим – показатели были гораздо ниже (статистически значимые отличия отмечены полужирным шрифтом). Можно предположить, что такие отличия могут быть связаны как с происхождением (разные предковые формы), так и с экологией разных бассейнов.

Список использованных источников

1. Рыбы : популярный энцикл. справочник / под ред. П. И. Жукова. – Минск : Беларус. сов. энцикл., 1989. – 310 с.
2. Шандиков, Г. О. К вопросу о видовом составе и некоторых особенностях биологии щиповок рода *Cobitis* (Teleostei: Cypriniformes: Cobitidae) в верхнем и среднем течении Северского Донца Украины / Г. О. Шандиков, Д. В. Кривохижа // Вісн. Харків. нац. ун-ту ім. В. Н. Каразіна. Сер.: Біологія. – 2008. – Вид. 8, № 828. – С. 91–118.
3. Kottelat, M. Handbook of European freshwater fishes / M. Kottelat, J. Freyhof. – Cornol : Publications Kottelat, 2007. – 646 p.
4. Васильева, Е. Д. К проблеме сетчатого видообразования у позвоночных: диплоидно-триплоидный-тетраплоидный комплекс в роде *Cobitis* (Cobitidae). I. Диплоидные виды / Е. Д. Васильева, А. Г. Осинюв, В. П. Васильев // Вопросы ихтиологии. – 1989. – Т. 29, вып. 5. – С. 705–717.

K. B. Levina, E. S. Gajduchenko

Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources

THE COMPARATIVE ANALYSIS OF THE MORPHOLOGY OF THE SPINED LOACH IN THE BASINS OF THE DNEPR RIVER (BELARUS) AND MOSKVA RIVER (RUSSIA)

Based on studies of the morphology of 115 spined loach individuals from the river Dnepr and comparison with literature data, statistically significant differences were established for most of the analyzed characteristics. It can be assumed that such differences may be associated both with the origin (different ancestral forms) and with the ecology of different basins.

Keywords: spined loach, *C. taenia*, morphometry, r. Dnepr, r. Moskva.

С. С. Левыкина, П. Е. Александрович, А. А. Швед
Белорусский государственный университет

ТАНДЕМНЫЕ ПОВТОРЫ В НЕКОДИРУЮЩИХ ОБЛАСТЯХ МИТОХОНДРИАЛЬНЫХ ГЕНОМОВ БЕЛОКРЫЛОК (ALEURODOIDEA)

Проведен анализ тандемных повторов в некодирующих областях митохондриальных геномов белокрылок. Тандемные повторы отмечены в 9 областях формирования D-петли из 14 исследуемых. При длине области формирования D-петли более 920 п. н. размер максимального тандемного повтора составляет более 120 п. н. Обнаружено 5 регионов повторов. Для региона повторов зависимость размера тандемных повторов от длины некодирующей области белокрылок не прослеживается.

Ключевые слова: тандемные повторы, область формирования D-петли, регион повторов, митохондриальный геном, белокрылки.

Представители надсемейства *Aleyrodoidea* распространены практически по всему миру. На данный момент описано около 1560 видов, многие из которых являются вредителями растений. Мониторинг фитофагов и контроль процесса биологических инвазий, молекулярный механизм которых до конца не установлен, – актуальные проблемы, при исследовании которых применяют митохондриальные гены. Митохондриальные геномы ввиду их биологических особенностей у насекомых являются актуальным объектом исследований в области молекулярной эволюции.

Консервативные митохондриальные геномы белокрылок включают две переменные некодирующие области: регион повторов и область формирования D-петли. Предположительно, эти две области могут иметь общее происхождение, поскольку и в регионе повторов, и в области формирования D-петли наблюдается наличие тандемных повторов, что было отмечено для митохондриальных геномов тлей [1].

В исследовании использованы 14 митохондриальных геномов белокрылок, которые были извлечены из международной генетической базы данных GenBank NCBI. Проведена ручная валидация аннотаций исследуемых митохондриальных геномов с целью извлечения некодирующих последовательностей (таблица). В некодирующих областях был произведён поиск тандемных повторов при помощи программы Unipro UGENE [2].

Тандемные повторы были обнаружены в 9 областях формирования D-петли из 14 исследуемых. В области формирования D-петли *Aleurocanthus camelliae*, *Bemisia afer*, *B. tabaci*, *Pealius mori*, *Singhiella simplex* тандемные повторы отсутствуют. Тандемные повторы длиной более 100 пар нуклеотидов были отмечены во всех остальных областях формирования D-петли, единственным исключением является область формирования D-петли *Neomaskellia andropogonis*, самый крупный тандемный повтор которой составил 29 п. н. при длине области формирования D-петли 426 п. н.

Тандемный повтор наибольшего размера в области формирования D-петли белокрылок отмечен для вида *T. vaporariorum* – 1562 п. н., при длине области формирования D-петли равной 3734 п. н. Максимальный размер тандемных повторов для каждого вида составил: *P. mori* – 108 п. н., *A. spiniferus* – 128 п. н., *Tetraleurodes acaciae* – 132 п. н., *Aleurochiton aceris* – 171 п. н., *Crenidorsum turpiniae* – 276 п. н., *P. machili* – 366 п. н., *Aleurodicus dugesii* – 445 п. н., *Aleyrodes shizuokensis* – 869 п. н., *T. vaporariorum* – 1562 п. н.

В ходе исследования было установлено, что в областях формирования D-петли, длины которых превышают 920 пар нуклеотидов, размер максимального тандемного повтора составляет более 120 пар нуклеотидов. Исключением является *T. acaciae*, у которого длина области формирования D-петли равна 733 п. н., а самый крупный тандемный повтор включает 132 п. н. Подобная зависимость уже отмечалась для тандемных повторов в области формирования D-петли в митохондриальных геномах тлей (*Aphididae*) [3].

Таблица – Характеристика некодирующих областей митохондриальных геномов белокрылок

№ Genbank	Вид	Размер последовательности п. н.	Размер D-петли п. н.	Размер региона повторов п. н.
KU761949	<i>Aleurocanthus camelliae</i>	15188	94	875
NC_029155	<i>Aleurocanthus spiniferus</i>	15220	425	–
AY572538	<i>Aleurochiton aceris</i>	15388	1092	–
NC_056299	<i>Aleyrodes shizuokensis</i>	16687	2236	–
NC_005939	<i>Aleurodicus dugesii</i>	15723	1576	–
KR819174	<i>Bemisia afer</i>	15300	171	719
MK386668	<i>Bemisia tabaci</i>	15325	170	662
NC_050930.1	<i>Crenidorsum turpiniae</i>	15427	1063	–
NC_006159	<i>Neomaskellia andropogonis</i>	14496	426	–
NC_060433.1	<i>Pealius machili</i>	15736	1337	–
LR877884.1	<i>Pealius mori</i>	15101	520	111
LR877885.1	<i>Singhiella simplex</i>	16707	401	196
NC_006292	<i>Tetraleurodes acaciae</i>	15080	733	–
№ Genbank	Вид	Размер последовательности п. н.	Размер D-петли п. н.	Размер региона повторов п. н.
NC_006280	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	18414	3734	–

Регион повторов найден в 5 митохондриальных геномах из 14 исследованных: *A. camelliae*, *B. afer*, *B. tabaci*, *P. mori*, *S. simplex*. Регион повторов *A. camelliae* является самым длинным в выборке – 875 п. н. Наименьший по длине регион повторов принадлежит виду *P. mori* – 111 п. н. Тандемные повторы более 100 п. н. отмечены в регионах повторов митохондриальных геномов двух видов *A. camelliae* и *B. afer*. Для региона повторов зависимость размера тандемных повторов от длины некодирующей области белокрылок не прослеживается.

Список использованных источников

1. Wang, Y. Comparative analysis of mitochondrial genomes of five aphid species (Hemiptera: Aphididae) and phylogenetic implications / Y. Wang, X.-L. Huang, G.-X. Qiao // PLoS ONE. – 2013. – Vol. 8, № 10.
2. Okonechnikov, K. Unipro UGENE: a unified bioinformatics toolkit / K. Okonechnikov // Bioinformatics Applications Note. – 2012. – Vol. 28, № 8. – P. 1166–1167.
3. Александрович, П. Е. Тандемные повторы в области формирования D-петли в митохондриальных геномах тлей (Aphididae) / П. Е. Александрович, С. С. Левыкина // Актуальные проблемы экологии : материалы XVIII междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 4–5 окт. 2023 г. / Гродн. гос. ун-т им. Янки Купалы. – Гродно : ГрГУ, 2023. – С. 89–90.

S. S. Levykina, P. E. Alexandrovich, A. A. Shved
Belarusian State University

TANDEM REPEATS IN NON-CODING REGIONS OF MITOCHONDRIAL GENOMES OF THE SUPERFAMILY ALEYRODOIDEA

We have analyzed tandem repeats in non-coding regions of mitochondrial genomes of whiteflies. We found tandem repeats in the control region in 9 species. When the length of the control region exceeds 920 bp, the size of the maximum tandem repeat is more than 120 bp. We found 5 repeat regions. The size of tandem repeats does not depend on the length of the non-coding region of whiteflies.

Keywords: tandem repeats, control region, repeat region, mitochondrial genome, whiteflies.

Е. И. Машков, И. А. Крищук

Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам

**ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И БИТОПИЧЕСКАЯ ПРИУРОЧЕННОСТЬ
МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ЗАПАДНОГО РЕГИОНА БЕЛАРУСИ⁵**

На основании проведенных эколого-фаунистических исследований природных экосистем западного региона Беларуси представлен анализ видового разнообразия, биотопической приуроченности мелких млекопитающих. За период исследований отработано 6750 ловушко-суток и отловлено 914 особей мелких млекопитающих 16 видов. Фоновыми видами в исследуемом регионе открытых биотопов являются *Sorex araneus*, *Microtus arvalis*, *Apodemus agrarius*, в молодых посадках сосны – *Myodes glareolus*, *Microtus arvalis* и *Sylvaemus flavicollis*. Среди малоизученных видов микромаммалий для западного региона отмечены – *Microtus rossiaemeridionalis*, *Microtus agrestis*, *Sylvaemus uralensis* и *Neomys anomalus*.

Ключевые слова: микромаммалии, природные экосистемы, доля вида, популяция, индекс, Беларусь.

Изучение сообществ мелких млекопитающих природных и измененных деятельностью человека экосистем позволяет проследить масштаб изменений в популяциях, а также спрогнозировать дальнейшее развитие и существование видов. Для отдельных видов грызунов и насекомоядных проведены фаунистические исследования в юго-западном регионе Беларуси в целом [1; 2]. Полученные данные фрагментарны и не позволяют составить полную картину о видовом разнообразии и биотопической приуроченности мелких млекопитающих в западном регионе, что и обуславливает актуальность настоящего исследования.

В анализ данных включен материал, собранный в ходе учетных ловов мелких млекопитающих в летне-осенний период 2019–2023 гг., проведенных стандартной методикой ловушко-линий [3] в пойменных экосистемах на территории 15 административных районов. За время проведения полевых работ, нами отработано 6750 ловушко-суток (л.-с.). Отловлено 914 особей мелких млекопитающих.

За период проведения исследований мелких млекопитающих в исследуемых экосистемах центрального региона Беларуси нами было выявлено обитание 16 видов: полевая мышь (*Apodemus agrarius*), мышь желтогорлая (*Sylvaemus flavicollis*), мышь европейская (*Sylvaemus Sylvaticus*), мышь малая лесная (*Sylvaemus uralensis*), полевка обыкновенная (*Microtus arvalis*), восточноевропейская полевка (*Microtus rossiaemeridionalis*), полевка темная (*Microtus agrestis*), полевка-экономка (*Microtus oeconomus*), рыжая полевка (*Myodes glareolus*), мышь-малютка (*Micromys minutus*), домовая мышь (*Mus musculus*) бурозубка обыкновенная (*Sorex araneus*), бурозубка малая (*Sorex minutus*), бурозубка средняя (*Sorex caecutiens*), кутора обыкновенная (*Neomys fodiens*) и кутора малая (*Neomys anomalus*).

Наибольшее количество зафиксированных видов в исследуемых экосистемах, отмечено на пойменном лугу ($n = 14$) ($H = 2,02$). В данном биотопе доминирующим видом является обыкновенная бурозубка ($d = 0,32$) (32 %). Многочисленным видом здесь выступает и рыжая полевка, где ее доля составляет 19 %.

Беднее видовое разнообразие мелких млекопитающих отмечено в молодых посадках сосны ($n = 9$) ($H = 1,77$). Также в данном биотопе следует отметить присутствие ярко выраженного вида-доминанта – рыжей полевки ($d = 0,37$).

На внепойменном суходольном лугу также можно выделить два вида-доминанта – рыжая полевка (21 %) и обыкновенная бурозубка (18 %).

Среди отловленных мелких грызунов и насекомоядных в уловах были отмечены и малоизученные виды (полевка восточноевропейская, полевка темная, мышь малая лесная, кутора малая). Информация по численности и распространению данных видов достаточна ограничена [4; 5]. Наиболее распространенным из указанных видов, является полевка темная. Реже в уловах отмечались мышь малая лесная, полевка восточноевропейская и кутора малая.

⁵ Работа выполнялась в рамках ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда», подпрограмма 2 «Биоразнообразие, биоресурсы, экология», задание 10.2.13 «Оценка изменения видового разнообразия, особенностей распространения и обилия малоизученных видов млекопитающих Беларуси».

Полевка темная регистрировалась в 10-ти исследуемых районах, однако ее численность значительно варьировала от биотопа к биотопу. Наибольшая численность отмечена на ЛПС (7 %) (в среднем 3,45 ос. на 100 л.-с.) и ЛСВ (7 %) (в среднем 3,82 ос. на 100 л.-с.).

Согласно показателю степени биотопической приуроченности (F_{ij}), значительное число видов мелких млекопитающих: (*S. minutus* ($F_{ij} = 0,61$ на низинной лугу), *S. flavicollis* ($F_{ij} = 0,79$ в молодых посадках сосны), *M. oeconomus* ($F_{ij} = 0,61$ в экотоне) демонстрируют достаточно средний уровень эвритопности, присутствуя в экологически подходящих биотопах.

К наиболее эвритопным видам можно отнести полевку обыкновенную, полевку рыжую и бурозубку обыкновенную, так как они присутствуют во всех типах исследуемых биотопов, где численность их варьировала. Полевка обыкновенная более тяготеет к суходольным лугам ($F_{ij} = 0,38$), хотя встречается на пойменном лугу ($F_{ij} = -0,39$) и на внепойменных низинных лугах ($F_{ij} = -0,07$). Полевка рыжая приурочена к лесным биотопам (молодые посадки сосны 0,45). Наиболее предпочтительный биотоп для бурозубки малой – низинный луг.

В отношении малоизученных видов, можно сказать, что наиболее благоприятными для полевки темной являются открытые луговые биотопы ($F_{ij} = 0,11$, $F_{ij} = 0,45$), которые создают благоприятные микроклиматические условия для существования не только данного вида, но и мелких млекопитающих в целом. Восточноевропейская полевка регистрировалась только на суходольном лугу и с небольшой плотностью (2,0 особей на 100 л.-с.) ($F_{ij} = 1,0$). В других типах луговых биотопов данный вид не обнаружен. Мышь малая лесная встречалась в единичных экземплярах на пойменном лугу ($F_{ij} = 0,11$) и суходольном лугу ($F_{ij} = 0,56$). Регистрации куторы малой приурочены к влажным биотопам западного региона.

Таким образом, видовой состав мелких млекопитающих западной части Беларуси представлен 16 видами. Доминирующими видами в исследуемых луговых биотопах выступали обыкновенная бурозубка (32 %), обыкновенная полевка (24 %), рыжая полевка (21 %) и полевая мышь (29 %). В молодых посадках сосны – рыжая полевка (37 %). В данном биотопе отмечено наименьшее видовое разнообразие мелких млекопитающих ($n = 9$). Из отмеченных нами малоизученных видов (полевка восточноевропейская, полевка темная, мышь малая лесная, кутора малая) наиболее распространенным является полевка темная. Реже в уловах отмечались мышь малая лесная и кутора малая.

Список использованных источников

1. Блоцкая, Е. С. Популяционная экология мелких млекопитающих юго-западной и центральной Беларуси / Е. С. Блоцкая, В. Е. Гайдук. – Брест : Брест. гос. ун-т, 2004. – 187 с.
2. Гайдук, В. Е. Биоразнообразие мелких млекопитающих ГНП «Беловежская пуца» // Экологические проблемы Полесья и сопредельных территорий : материалы II междунар. науч.-практ. конф., Гомель, окт. 2000 г. / Гомел. гос. ун-т ; редкол.: А. Н. Кусенков (отв. ред.) [и др.]. – Гомель, 2000. – С. 16–17.
3. Шефтель, Б. И. Методы учета численности мелких млекопитающих / Б. И. Шефтель // Russian Journal of Ecosystem Ecology. – 2018. – № 3. – С. 1–21.
4. Оценка плотности популяций видов рода *Microtus* долинных экосистем Беларуси / Е. И. Машков [и др.] // Весн. Магілёў. дзярж. ун-та імя А. А. Куляшова. Сер. В. Прыродазнаўчыя навукі. – 2019. – С. 96–109.
5. Соловей, И. А. Ландшафтно-биотопические различия и сезонно-межгодовая динамика ассоциации мелких грызунов в хвойно-мелколиственных комплексах Белорусского Поозерья : автореф. ... дис. канд. биол. наук : 03.00.08. – Минск, 2005. – 21 с.

E. I. Mashkov, I. A. Kryshchuk

Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources

SPECIES DIVERSITY AND BIOTOPIC CONFINEMENT OF SMALL MAMMALS OF THE WESTERN REGION OF BELARUS

Based on the conducted ecological and faunal studies of floodplain ecosystems of the western region of Belarus, an analysis of species diversity and biotopic confinement of small mammals is presented. During the research period 6750 trap days were worked out and 914 individuals of small mammals of 16 species were captured. The background species in the studied region of open biotopes are *Sorex araneus*, *Microtus arvalis*, *Apodemus agrarius*, in forest biotopes – *Myodes glareolus*, *Microtus arvalis* and *Sylvaemus flavicollis*. Among the poorly studied species of micromammalia for the western region, *Microtus rossiaemeridionalis*, *Microtus agrestis*, *Sylvaemus uralensis* and *Neomys anomalus* were noted.

Keywords: micromammalia, natural ecosystems, species share, population, index, Belarus.

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ *APODEMUS AGRARIUS* В РАЗНЫХ ТИПАХ МОНОАГРОЦЕНОЗОВ ЩУЧИНСКОГО РАЙОНА

Проведены морфометрические исследования мыши полевой (*Apodemus agrarius*) в разных агроценозах Щучинского района (ржаное и кукурузное поле). Все значения морфометрических показателей соответствуют среднестатистическим по литературным данным для исследованного вида.

Ключевые слова: *Apodemus agrarius*, полевая мышь, агроценозы, грызуны.

Мышь полевая (*Apodemus agrarius* Pallas, 1771) – это обычный и широко распространенный вид мышевидных грызунов на территории Беларуси. Эврибионтный, явно тяготеющий к открытым пространствам. Встречается в самых разнообразных биотопах, избегая сплошных лесных насаждений. Излюбленными местами обитания являются поля и заросли кустарников, нередко хорошо увлажненные, опушки леса, прилегающие к полям. Встречается в садах, парниках и теплицах, в хозяйственных и жилых постройках; осенью концентрируется в копнах и скирдах. Нередко можно встретить в больших городах на территории зеленых массивов [1; 2].

Целью данной работы явилось изучение основных морфометрических показателей мыши полевой (*Apodemus agrarius* Pallas, 1771). В связи с этим нами были проведены исследования на моноагроценозах Щучинского района. В основу работы положен материал, собранный в июле – августе 2023 г. Отлов проводился общепринятым методом ловушко-линий. Величина выборки полевой мыши составила по 19 экземпляров.

Моноагроценоз № 1 (ржаное поле) находится в 350 м от д. Вербилки на юго-востоке, граничит с низинным лугом и моноагроценозом, представленным сахарной свеклой. Моноагроценоз представлен посевами ржи посевной *Secale cereale*. Кроме того, в моноагроценозе отмечена сеgetальная растительность, представленная следующими видами: *Matricaria discoidea* – ромашка пахучая, *Convolvulus arvensis* L. – вьюнок полевой. Почва по механическому составу – легкий суглинок.

Моноагроценоз № 2 (кукурузное поле) находится в 2,5 км от д. Вербилки на западе. Граничит с суходольным лугом и яблоневым садом. Посевы представлены *Zea mays* – кукуруза посевная. По механическому составу почва – легкий суглинок.

Всех собранных животных подвергали морфометрическому исследованию. Снимали следующие показатели: 1) масса тела (с точностью до 0,01 г); 2) длина тела (Lt) – от конца морды до заднепроходного отверстия; 3) длина хвоста (Lh) – от заднепроходного отверстия до конца хвоста без концевых волос; 4) высота уха (Lu) – расстояние от верхней точки ушной раковины до нижнего его выреза (без концевых волос); 5) длина задней ступни (Ls) – от пяточного сустава до конца самого длинного пальца без когтя [3]. Для анализа полученных данных использовали описательную статистику и t-критерий Стьюдента (таблица, рисунок).

Анализ всех исследованных морфометрических показателей *Apodemus agrarius* модельных агроценозов выявил достоверных отличий.

Таким образом, морфометрические показатели модельного вида мышевидных грызунов исследованных агроценозов соответствуют среднестатистическим по литературным данным.

Таблица – Морфометрические показатели *Apodemus agrarius* исследованных моноагроценозов

Параметры	Моноагроценоз № 1 (ржаное поле)		Моноагроценоз № 2 (кукурузное поле)	
	M ± m	Lim	M ± m	Lim
Lt, мм	86,09 ± 2,52	69,20–99,40	76,54 ± 3,40	64,7–88,20
Lh, мм	59,73 ± 1,80	51,10–70,70	54,67 ± 2,61	49,8–69,30
Lu, мм	10,13 ± 0,30	8,70–12,00	10,6 ± 0,58	7,8–12,20
Ls, мм	16,60 ± 0,71	9,80–19,20	16,26 ± 0,35	15,2–17,40
Mt, г	23,26 ± 1,88	13,76–33,99	12,68 ± 1,90	10,22–24

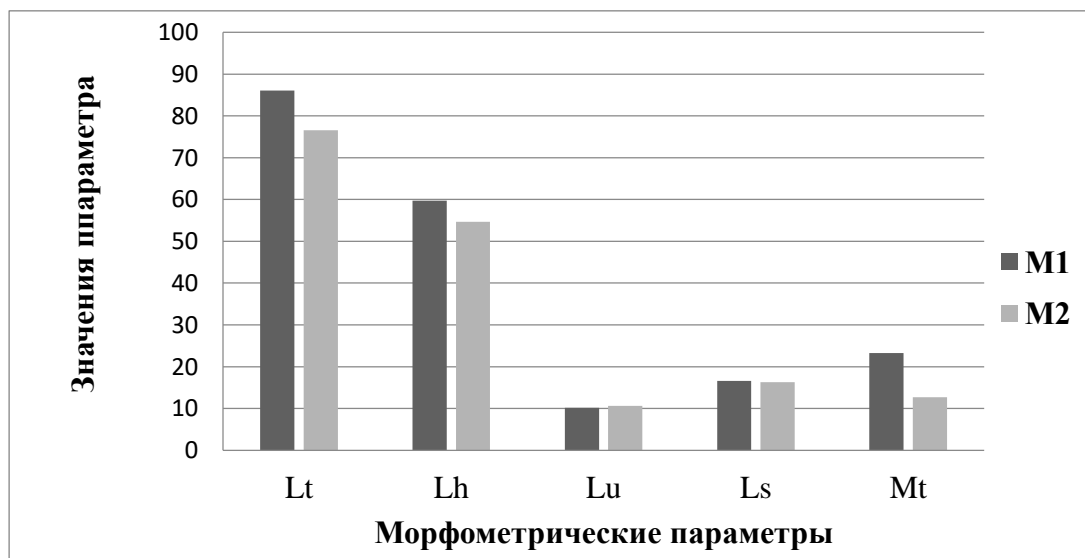


Рисунок – Морфометрические показатели *Apodemus agrarius*

Список использованных источников

1. Сержанин, И. Н. Млекопитающие Белоруссии / И. Н. Сержанин. – Минск : Изд-во АН БССР, Минск 1961. – 328 с.
2. Мышь полевая (*Apodemus agrarius*) – Фауна Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gurov2n.jimdofree.com/млекопитающие/грызуны/мышь-полевая>. – Дата доступа: 09.02.2024.
3. Методы изучения мышевидных грызунов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberpedia.su/23xc970.html>. – Дата доступа: 13.06.2023.

I. A. Mikolaychik

Yanka Kupala State University of Grodno

MORPHOMETRIC PARAMETERS OF *APODEMUS AGRARIUS* IN DIFFERENT TYPES OF MONOAGROCENOSES OF SHCHUCHINSKY DISTRICT

Morphometric studies of the field mouse (*Apodemus agrarius*) were carried out in different agrocecnoses of the Shchuchinsky district (rye and corn fields). All values of morphometric indicators correspond to the average according to the literature data for the studied species.

Keywords: *Apodemus agrarius*, field mouse, agrocecnoses, rodents.

УДК 574.5

К. В. Мягкова

Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам

ЕСТЕСТВЕННАЯ СМЕРТНОСТЬ РАЧКОВОГО СООБЩЕСТВА (CLADOCERA, COPEPODA) ВОДОЁМА-ОХЛАДИТЕЛЯ ЛУКОМЛЬСКОЙ ГРЭС

Обнаружено влияние подогрева воды Лукомльской ГРЭС на сообщество Cladocera и Copepoda озера Лукомльское. Определена разница между двумя зонами водоема-охладителя, выделенных как подогреваемая и не подогреваемая. Доля мертвых особей рачкового сообщества во многом определена температурами и течениями ввиду влияния антропогенного пресса.

Ключевые слова: зоопланктон, ГРЭС, температура воды, смертность, численность, водоем-охладитель.

Озеро Лукомльское находится в Витебской области Беларуси, служит водоемом-охладителем ГРЭС и считается четвертым по величине озером страны. Лукомльская ГРЭС ежедневно сбрасывает в водоем-охладитель большое количество нагретой воды, что увеличивает температуру воды озера и непосредственно влияет на жизненные циклы животных и растений. С повышением температуры воды в озере изменяется структура рачкового сообщества. С глубиной скорость течений понижается и меняется направление [1].

Пробы были отобраны однократно в водоеме-охладителе в июне 2019 года стандартной гидробиологической методикой. Целью данной работы было выявить долю живых и мертвых особей в водоеме-охладителе. В озере выделили зоны отбора проб в зависимости от удаленности сброса воды ГРЭС и обозначили: подогреваемая (П) и не подогреваемая (НП). В каждой зоне пробы отбирали на разных глубинах в градиенте 0,5 м – 1,5 м – 3 м – 6 м – 8 м. Температура воды НП была 24 градуса по Цельсию, а температура П – в пелагиали 27 градусов, в литорали – 32 градуса; таким образом температурная разница составила 8 градусов. Для разделения особей рачков на живые и мертвые использовался метод прижизненного окрашивания с помощью анилинового голубого (Methyl blue), методика подробно описана в статье О. П. Дубовской [2].

В ходе исследования обнаружено большие доли мертвых (окрашенных) особей рачкового зоопланктона в разных зонах озера. Относительно особей Copepoda значительная часть обнаружена в пелагиали обеих выделенных нами зон. В НП пелагиали наибольшая доля мертвых особей науплиальных стадий копеподитов составила 84 %, что во многом можно объяснить течениями от подогреваемой зоны в центр озера и далее в пелагиаль непогрееваемой зоны. Доля особей *E. graciloides* (Lilljeborg, 1888) в пелагиали НП и П составляла 98 % и 92 % соответственно. Тогда как доля Cyclopoidea не превышала 26 % в пелагиали П и 57 % в пелагиали НП. Относительно Cladocera доля мертвых особей не превышала 6 %. Стоит отметить наличие окрашенных особей *D. cucullata* (Sars, 1862) в пелагиали П и НП (около 10 % в обеих зонах). Численность рачкового зоопланктона составляла от 7 тыс. экз/м³ в непогрееваемой зоне на глубине 3 метра до 31 тыс. экз/м³ в подогреваемой пелагиали.

Можно сделать вывод, что под влиянием температуры и течений, во многом определяемыми системой ГРЭС, доля мертвых и живых особей распределена по зонам озера неравномерно. Наибольший процент смертности выявлен для особей *E. graciloides*, что может объясняться температурным оптимумом для данного вида не более 25 градусов, тогда как в озере температуры достигали от 24 до 32 градусов.

Список использованных источников

1. Экосистема водоема-охладителя Лукомльской ГРЭС / П. А. Митрахович [и др.]. – Минск : Право и экономика, 2008. – 144 с.
2. Дубовская, О. П. Оценка количества мертвых особей рачкового зоопланктона в водоеме с помощью окрашивания проб анилиновым голубым: методические аспекты применения / О. П. Дубовская // Журн. Сиб. федер. ун-та. Сер.: Биология. – 2008. – № 2. – 145 с.

К. V. Myagkova

Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources

NON-CONSUMPTIVE MORTALITY OF THE CRUSTACEAN COMMUNITY (CLADOCERA, COPEPODA) OF THE COOLING RESERVOIR OF LUKOML

The influence of water heating at the Lukomlskaya State District Power Plant on the Cladocera and Copepoda community of Lake Lukomlskoe was discovered. The difference between the two zones of the water cooler, identified as heated and unheated, is determined. The proportion of deceased individuals of the crustacean community is largely determined by temperatures and water flow associated with general anthropogenic pressure.

Keywords: zooplankton, State District Power Plant, water temperature, abundance, reservoir cooler.

УДК 576.89/599.742:591.2(476.2)

Н. Г. Надина

Полесский государственный радиационно-экологический заповедник

ДИНАМИКА ЗАРАЖЁННОСТИ ЕНОТОВИДНОЙ СОБАКИ РАСПРОСТРАНЁННЫМИ ВИДАМИ ГЕЛЬМИНТОВ (ЗОНА ОТЧУЖДЕНИЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС)

Приводятся данные о зараженности енотовидной собаки распространенными видами гельминтов на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. У обследованных особей

енотовидной собаки ежегодно регистрировались такие виды гельминтов, как *Alaria alata*, *Echinochasmus perfoliatus*, *Isthmiophora melis*, *Spirometra erinacei*, *Macracanthorhynchus catulinus*, экстенсивность инвазии которых варьировала от 4 % для цестоды *Sp. erinacei* до 97 % для трематоды *A. alata*.

Ключевые слова: гельминты, экстенсивность инвазии, хищные млекопитающие, заповедник.

На территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника, вследствие произошедшей техногенной катастрофы на Чернобыльской АЭС возник естественный полигон с новым фактором воздействия на биогеоценозы – повышенный уровень ионизирующего излучения, который также может оказывать воздействие и на паразитологическую ситуацию в популяциях диких животных. Из всех хищных животных семейства Псовых на территории заповедника наиболее широко и повсеместно распространена енотовидная собака (*Nyctereutes procyonoides* Gray, 1834).

Материалом для гельминтологического исследования явились 211 особей *N. procyonoides* из отряда Carnivora (Dowdich, 1821), изъятые на территории заповедника в период 2016–2023 гг. Паразитологические исследования животных, сбор, фиксацию и камеральную обработку гельминтологического материала проводили по общепринятым методикам [1; 2]. Определение видов гельминтов млекопитающих проведено по определителю [3]. Таксономическая структура зарегистрированных видов гельминтов хищных млекопитающих приведена по Каталогу [4]. Для оценки степени зараженности животных применен статистический показатель – экстенсивность (Е) инвазии.

По результатам предыдущих исследований [5; 6] общая инвазированность енотовидной собаки гельминтами составила 100 %.

В настоящее время в паразитоценозе енотовидной собаки зарегистрировано 20 видов гельминтов, относящихся к 3 типам: Acanthocephala, Nematoda, Plathelminthes; 5 классам: Archiacanthocephala – 2 вида, Adenophorea – 4 видами, Secernentea – 4 видами, Cestoda – 4 видами и Trematoda – 6 видами.

Минимальный видовой состав гельминтов (8 видов) отмечен у обследованных особей енотовидной собаки в 2018 году, максимальное количество обнаруженных видов гельминтов зарегистрировано в 2023 году (13 видов).

У особей енотовидной собаки ежегодно регистрировались такие виды гельминтов, как *A. alata*, *E. perfoliatus*, *I. melis*, *Sp. erinacei*, *T. Spirallis*, *M. catulinus*, экстенсивность инвазии которыми варьировала в различные годы от 4 % для цестоды *Sp. erinacei* до 97 % для трематоды *A. alata* (рисунок).

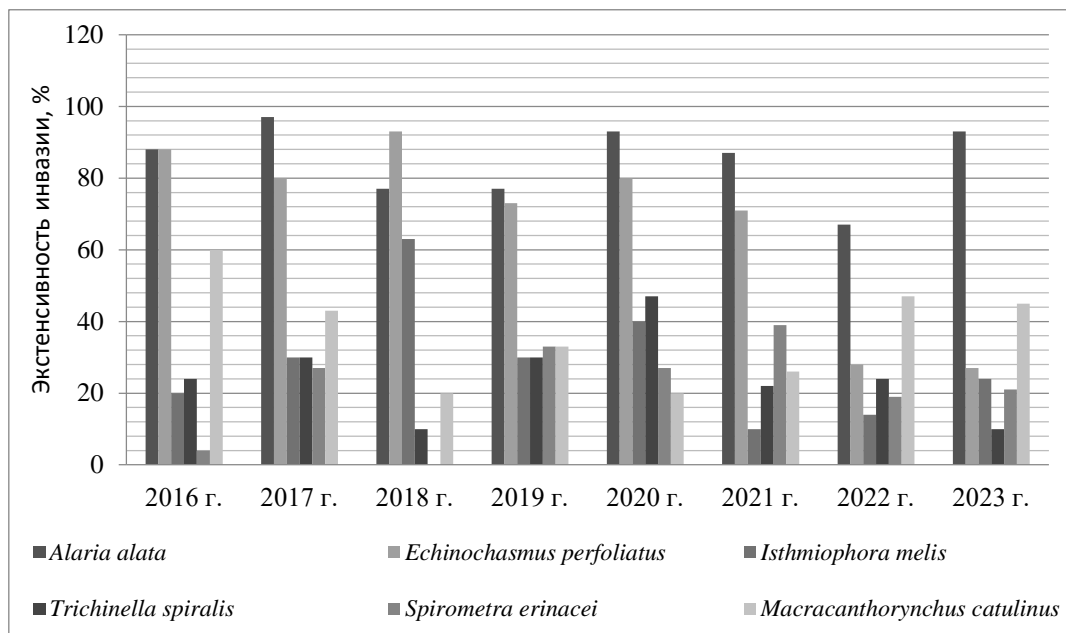


Рисунок – Динамика зараженности *N. procyonoides* распространёнными видами гельминтов

Максимальная зараженность енотовидной собаки трематодой *A. alata* (97 %) отмечена в 2017 г., минимальная (67 %) – в 2022 г. Максимальная встречаемость трематоды *E. perfoliatus* (97 %) наблюдалась в 2018 г., минимальная зараженность зарегистрирована в 2023 г. – 27 %. Также в большом количестве выявлены трематоды *I. melis*, зараженность которыми отмечена на уровне 63 % (2018 г.), минимальная экстенсивность инвазии была зарегистрирована в 2023 г. – 27 %. Из цестод наиболее часто встречался вид *Sp. erinacei*, паразитирующий в подкожной клетчатке, соединительной межмышечной ткани животных, максимальная зараженность которым, составила 39 % в 2021 году. Из представителей нематод максимальную экстенсивность инвазии 47 % имеет вид *T. Spiralis*, локализирующий в ножках диафрагмы, в межреберных и грудных мышечных тканях. Также наиболее часто в тонком кишечнике енотовидной собаки встречался скребень *M. catulinus*, максимальная экстенсивность инвазии в определенные годы достигала 60 %.

Таким образом, у *N. procyonoides*, обитающей на территории белорусского сектора зоны отчуждения ЧАЭС, в настоящее время отмечено паразитирование 20 видов гельминтов, относящихся к 3 типам, 5 классам, среди которых доминируют трематоды *A. alata*, *E. perfoliatus*, *I. melis*, цестода *Sp. erinacei*, нематода *T. spirallis* и скребень *M. catulinus*. За период исследования по количеству обнаруженных видов гельминтов у енотовидной собаки преобладают трематоды (6 видов). Общая зараженность трематодами составила 94 %.

Список использованных источников

1. Надина, Н. Г. Анализ гельминтофауны енотовидной собаки, обитающей на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника / Н. Г. Надина, И. В. Кураченко, Г. Г. Гончаренко // Изв. Гомель. гос. ун-та им. Ф. Скорины. – 2019. – № 6 (117). – С. 70–74.
2. Юрченко, И. С. Паразитофауна околородных хищных млекопитающих Полесского государственного радиационно-экологического заповедника – дефинитивных хозяев гельминтов / И. С. Юрченко, Н. Г. Надина // Актуальные проблемы охраны животного мира в Беларуси и сопредельных регионах : материалы II междунар. науч.-практ. конф., Минск, 11–14 окт. 2022 г. / редкол.: А. В. Кулак [и др.]. – Минск : А. Н. Вараксин, 2022. – С. 527–532.
3. Скрябин, К. И. Основы общей гельминтологии / К. И. Скрябин, Р. С. Шульц. – М., 1940. – 465 с.
4. Методика гельминтологических исследований позвоночных животных : учеб. пособие / Б. В. Ромашов [и др.]. – Воронеж, 2003. – 35 с.
5. Козлов, Д. П. Определитель гельминтов хищных млекопитающих СССР / Д. П. Козлов. – М. : Наука, 1977. – 275 с.
6. Гельминты позвоночных животных и человека на территории Беларуси : каталог / Е. И. Бычкова [и др.] ; Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр по биоресурсам. – Минск : Беларус. навука, 2017. – 316 с.

N. G. Nadina

Polesky State Radiation and Ecological Reserve

DYNAMICS OF RACCOON DOG INFECTION WITH COMMON TYPES OF HELMINTHS (EXCLUSION ZONE OF THE CHERNOBYL NUCLEAR POWER PLANT)

The data on the infection of raccoon dogs with common helminth species on the territory of the Polesky State Radiation and Ecological Reserve are presented. In the examined raccoon dog individuals, such types of helminths as *Alaria alata*, *Echinochasmus perfoliatus*, *Isthmiophora melis*, *Spirometra erinacei*, *Macracanthorhynchus catulinus* were recorded annually, the extent of invasion of which varied from 4 % for the cestode *Sp. erinacei* to 97 % for the trematode *A. alata*.

Keywords: helminths, extent of invasion, predatory mammals, nature reserve.

УДК 594.38

А. М. Островский

Гомельский государственный медицинский университет

ФЕНОСТРУКТУРА НАЗЕМНОГО МОЛЛЮСКА *CEPAEA HORTENSIS* (GASTROPODA, PULMONATA) В ПРИГОРОДЕ г. ГОМЕЛЯ

Анализируются результаты изучения фенетической структуры наземного моллюска *Cepaea hortensis* в пригороде г. Гомеля. При обработке материала отмечено преобладание светлых фенотипов (полосатых раковин

желтого и белого цвета и желтых раковин без полос) при отсутствии особей с раковинами коричневого и розового цвета, а также выделено 9 различных вариантов степени опоясанности раковин.

Ключевые слова: наземные моллюски, окрасочный полиморфизм, фенетика, *Cerpea hortensis*.

Садовая улитка *Cerpea hortensis*, как и другие виды брюхоногих моллюсков рода *Cerpea*, является классическим объектом популяционно-генетических исследований, проводимых с использованием методов фенетики популяций. Установлено, что фенетическая структура популяций этих моллюсков может формироваться под влиянием целого комплекса факторов – начиная от климатических условий и заканчивая дрейфом генов и эффектом основателя [1].

Садовая улитка была интродуцирована на территории Беларуси еще в начале прошлого века, и к настоящему времени ее распространение носит локальный характер, ограничиваясь в основном урбоценозами [2]. Здесь *C. hortensis* формирует колонии, часто изолированные друг от друга в связи с особенностями инфраструктуры населенных пунктов. Специфические особенности этих группировок зачастую определяются степенью антропогенной нагрузки, температурным и влажностным режимом городов, а также трудностями расселения [3].

Целью настоящей работы послужило изучение фенетической структуры наземного моллюска *C. hortensis* в пригороде г. Гомеля.

Сбор материала осуществлялся в июне 2024 года вручную с железобетонных заборов, травянистой растительности, древесно-кустарниковых насаждений и почвы на территории пос. Берёзки (пригород г. Гомеля). Общий объем обработанного материала составил 350 экземпляров *C. hortensis*. При исследовании фенетической структуры данной выборки отмечали фоновую окраску раковин, количество полос и их возможное слияние. Полосы записывали 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, (12)345 [3].

Анализ спектра изменчивости фоновой окраски раковин *C. hortensis* показал, что в исследуемой выборке представлены моллюски только с желтыми и белыми раковинами при отсутствии особей с раковинами коричневого и розового цвета. Возможно, это связано с тем, что, когда в солнечные дни моллюски подвергаются воздействию прямых солнечных лучей, светлые раковины обладают высоким отражающим коэффициентом, давая преимущество при обитании в местах с травянистой растительностью [1]. В то же время установлено, что светлые фенотипы моллюсков рода *Cerpea* обладают большей устойчивостью к экстремально высоким или низким температурам, а также к резким изменениям условий окружающей среды [4].

При изучении фенотипической структуры по признаку опоясанности раковины *C. hortensis* в данной выборке суммарно выделено 9 вариантов (таблица).

Таблица – Выделенные варианты сочетания полос на раковине *C. hortensis*

Формула	Описание фенотипа	Абс. число	Уд. вес (%)
00000	Отсутствие полос	97	27,7
12045	Наличие первой, второй, четвертой и пятой полос	5	1,4
10345	Наличие первой, третьей, четвертой и пятой полос	5	1,4
12300	Наличие первой, второй и третьей полос	1	0,3
Все полосы имеются			
12345	Раковина с пятью не слившимися между собой полосами	204	58,3
(12)345	Слияние первой и второй полос	25	7,1
1(23)45	Слияние второй и третьей полос	11	3,1
(123)45	Слияние первой, второй и третьей полос	1	0,3
(12)3(45)	Слияние первой и второй, а также четвертой и пятой полос	1	0,3

Как видно из данных вышеприведенной таблицы, морфа 12345 доминировала в выборке с частотой 58,3 %. С достаточно высокой частотой встречались бесполосые раковины (27,7 %). Остальные варианты полосатости раковины встречались редко или у единичных экземпляров. Полученные результаты вполне согласуются с имеющимися литературными данными [5].

Также зарегистрирован полиморфизм в отношении наличия / отсутствия пигмента в полосах. Гиалозонатные (депигментированные) морфы в изученной группировке встречались с частотой до 0,6 %. При этом стоит отметить, что отсутствие пигмента в полосах определяется рецессивным аллелем [6].

В дополнение к вышеописанным и в основном наследуемым признакам, в изученной выборке *C. hortensis* также были зарегистрированы некоторые редкие варианты окраски раковин, которые встречались лишь у единичных экземпляров и, очевидно, являются модификациями. К ним относятся раковины с одной или несколькими нечеткими полосами, с дополнительной (расщепленной) полосой, а также случаи резкого изменения фенотипа строящейся раковины после зимовки.

Таким образом, в результате проведенного исследования было установлено, что в фенетическом составе популяции *C. hortensis* из пригорода г. Гомеля преобладают светлые фенотипы – желтые и белые раковины с пятью раздельными полосами, а также желтые раковины без полос. Для указанных фенотипов характерна большая устойчивость к экстремально высоким или низким температурам и резким изменениям условий окружающей среды, что согласуется с аналогичными результатами других исследований [1; 3; 4; 5].

Список использованных источников

1. Cameron, R. A. D. The poor relation? Polymorphism in *Cepaea hortensis* (O. F. Müller) and the Evolution Megalab / R. A. D. Cameron, L. M. Cook // Journal of Molluscan Studies. – 2013. – № 79. – P. 112–117.
2. Островский, А. М. Адвентивные виды наземной малакофауны города Гомеля / А. М. Островский // Моллюски: биология, экология, эволюция и формирование малакофаун : тез. докл. Всерос. науч. конф. с междунар. уч., Борок, 14–18 окт. 2019 г. / Ин-т биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина. – Ярославль : Филигрань, 2019. – 62 с.
3. 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.
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 : матеріали III міжнар. наук. конф. – Дніпропетровськ : Вид-во ДНУ, 2005. – С. 215–217.
5. Гураль-Сверлова, Н. В. Возможности формализованного статистического анализа фенетической структуры популяций наземных моллюсков на примере *Cepaea* / Н. В. Гураль-Сверлова / Науч. зап. Гос. природоведческого музея. – Львов, 2010. – Вып. 26. – С. 61–78.
6. Clarke, B. C. Genetic variation and natural selection in pulmonate molluscs / B. C. Clarke, W. Arthur, D. T. Horsley, D. T. Parkin // Pulmonates. – 1978. – Vol. 2A. – P. 219–270.

A. M. Ostrovsky

Gomel State Medical University

PHENETIC STRUCTURE OF THE LAND SNAIL *CEPAEA HORTENSIS* (GASTROPODA, PULMONATA) IN THE SUBURBS OF GOMEL

The article analyzes the results of studying the phenetic structure of the terrestrial mollusk *Cepaea hortensis* in the suburbs of Gomel. When processing the material, the predominance of light phenotypes (striped yellow and white shells and yellow shells without stripes) was noted in the absence of individuals with brown and pink shells, and 9 different variants of the degree of shell girdling were identified.

Keywords: land snails, color polymorphism, phenetics, *Cepaea hortensis*.

Ю. И. Охременко, Е. С. Гайдученко

Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам

ВИДОВАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ РЫБ РОДА *AMEIURUS*, ОБИТАЮЩИХ В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ БЕЛАРУСИ

Установлена видовая принадлежность рыб рода *Ameiurus*, обитающих в водных объектах Беларуси. Последовательности белорусских образцов фрагмента митохондриального гена *COI* на дендрограмме сходства образуют единый кластер с образцами, взятыми из международных генетических баз данных (NCBI Genbank и BOLD), принадлежащих к виду *A. nebulosus*. Парные межвидовые генетические дистанции последовательностей образцов, отловленных в водных объектах Беларуси, и последовательностей, взятых из международных генетических баз данных, относящихся к виду *A. nebulosus*, находятся в пределах межвидовых различий и не превышают 0,003.

Ключевые слова: инвазивный вид, американский сомик, *mCOI*, дендрограмма сходства, генетические дистанции.

Род *Ameiurus* (Rafinesque, 1820) включает семь видов: американский белый сомик *Ameiurus catus* (Linnaeus, 1758), американский коричневый сомик *Ameiurus nebulosus* (Lesueur, 1819), американский плоский сомик *Ameiurus platycephalus* (Girard, 1859), американский черный сомик *Ameiurus melas* (Rafinesque, 1820), американский улитковый сомик *Ameiurus brunneus* (Jordan, 1877), американский желтый сомик *Ameiurus natalis* (Lesueur, 1819), американский пятнистый сомик *Ameiurus serracanthus* (Yerger & Relyea, 1968). Естественный ареал видов рода *Ameiurus* – пресные воды Северной Америки от области Великих озер до Флориды [1].

С XIX века осуществлялся крупный ввоз американских сомиков в Европу. Виду сложной морфологической идентификации считалось, что большинство завезенных рыб были *A. nebulosus* и *A. natalis*. Позже было установлено, что впервые отловленные в водоемах Франции, Италии и Румынии, американские сомики были ошибочно идентифицированы как *A. nebulosus*, являясь при этом *A. melas* [2].

A. natalis в Европу был завезен в 1906 г. и образовал самостоятельные популяции только в Италии [3; 4], другие два вида широко расселились по всему континенту [5; 6–9].

В 1935 г. из Германии в пределы западных областей БССР и УССР был завезен один вид *A. nebulosus* [10]. В связи с обитанием на территории соседних стран (Украина и Польша) двух видов американских сомиков *A. nebulosus* и *A. melas* существует вероятность проникновения в водные объекты Беларуси американского черного сомика.

Таким образом, целью данной работы является идентификация рыб рода *Ameiurus*, отловленных в водных объектах Беларуси.

Исследования проводились с 2020 г. по 2023 г. В качестве материала для генетического анализа мы использовали последовательности митохондриального гена, кодирующего первую субъединицу цитохромоксидазы C (*mCOI*), полученные авторами статьи (93 последовательности) и последовательности из международной базы данных GenBank (NCBI) (66 последовательностей). Последовательности, полученные авторами статьи, депонированы в международную базу данных ДНК-штрихкодов Barcode of Life Data System (Process ID: NEBBY001-23 – NEBBY093-23). Образец ткани от каждой отловленной особи помещали в отдельную пробирку и хранили в 96 % спирте при температуре –20 °С. ДНК выделяли с помощью набора «Нуклеосорб» (Праймтех, Беларусь). Для получения целевого фрагмента использовали пару праймеров FF2d (5'-TTCTCCACCAACCACAARGAYATYGG-3') и FR1d (5'-CACCTCAGGGTGTCCGAARAAYCARAA-3') [11]. Программа для амплификации: начальная денатурация 2 мин. – 94°; 35 циклов денатурации в течение 30 с – 94°, отжиг 40 с – 52°, элонгация 1 мин. – 72°; финальная стадия элонгации в течение 10 мин. при 72°.

В ходе построения дендрограммы сходства использовались последовательности фрагмента митохондриального гена *mCOI*, полученные нами и последовательности представите-

лей рода *Ameiurus* имеющиеся в международной базе данных NCBI GenBank. Совокупный объем выборки составил $n = 159$ последовательностей (рисунок 1).

Различия в уровне дивергенции хорошо видны на дендрограмме. Все проанализированные последовательности фрагмента гена *mtCOI* образуют клады, которые соответствуют отдельным видам. Образцы из Беларуси, полученные в ходе выполнения работы, с высоким уровнем бутстреп поддержки образуют единую кладу с образцами из естественного (США и Канада) и приобретенного (Венгрия, Австрия, Польша, Чехия) ареала и относятся к виду *A. nebulosus* (рисунок).

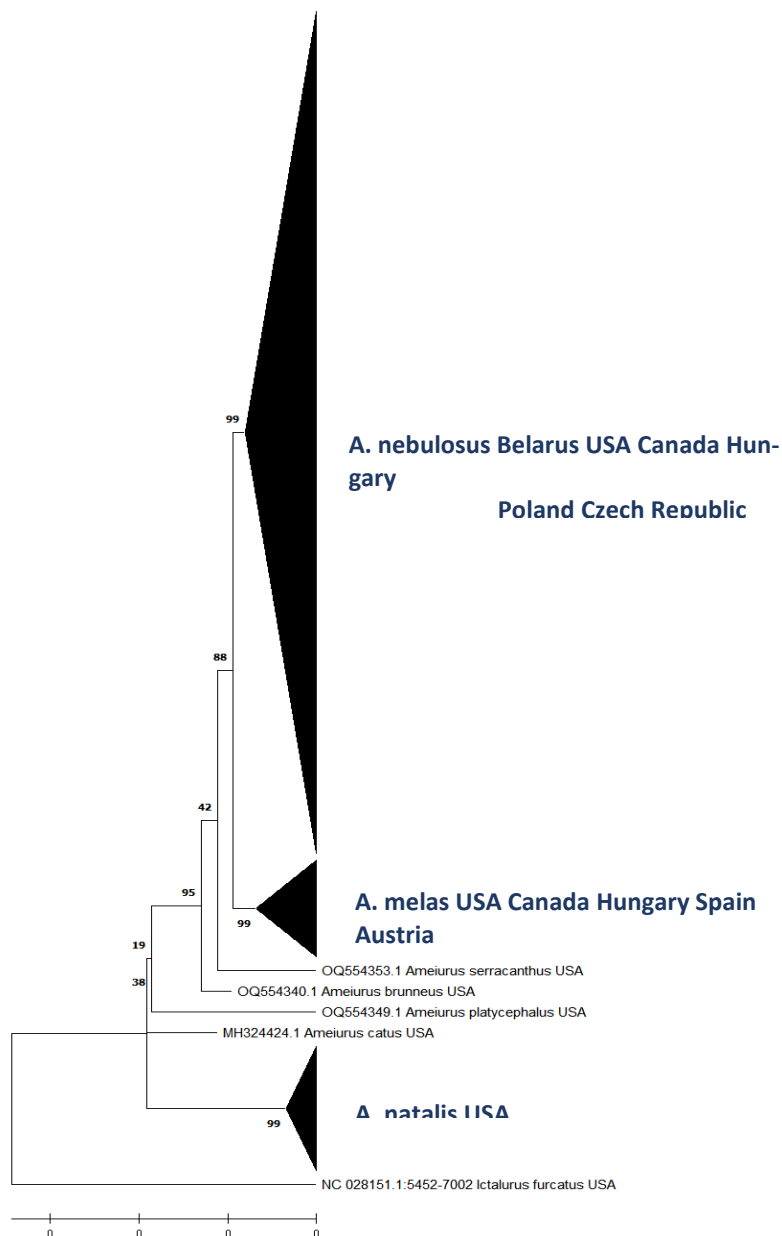


Рисунок 1 – Филогенетическое дерево, построенное методом максимального правдоподобия ML (модель Tamura-3) видов рода *Ameiurus* участка *mtCOI*, иллюстрирующее уровень генетических различий между видами

Примечание: в узлах – результаты бутстреп-анализа (1000 повторов).

Для подтверждения видовой принадлежности последовательностей белорусских образцов были рассчитаны средние значения парных межвидовых дистанций по фрагменту гена *mtCOI* (таблица).

Таблица – Значение парных межвидовых генетических дистанций фрагмента гена *mtCOI* представителей рода *Ameiurus*

Вид		1	2	3	4	5	6	7
1	<i>A. nebulosus</i>	–	–	–	–	–	–	–
2	<i>A. melas</i>	0,022	–	–	–	–	–	–
3	<i>A. natalis</i>	0,104	0,091	–	–	–	–	–
4	<i>A. serrcanthus</i>	0,062	0,065	0,118	–	–	–	–
5	<i>A. platycephalus</i>	0,102	0,103	0,116	0,116	–	–	–
6	<i>A. catus</i>	0,079	0,075	0,089	0,100	0,098	–	–
7	<i>A. brunneus</i>	0,039	0,043	0,099	0,065	0,105	0,073	–
Представители рода <i>Ameiurus</i> из Беларуси		0,003	0,021	0,104	0,062	0,103	0,079	0,039

Примечание: полужирным шрифтом выделены значения генетических дистанций, рассчитанные для представителей рода *Ameiurus* из Беларуси и образцов, соответствующих виду *A. nebulosus*.

Анализ парных межвидовых дистанций, рассчитанных для последовательностей образцов из Беларуси и последовательностей из генетических баз данных, соответствующих виду *A. nebulosus*, показал, что их значения находятся в пределах внутривидовых различий и не превышают 0,003, что также подтверждает принадлежность представителей рода *Ameiurus*, распространенных в водных объектах Беларуси, к виду *A. nebulosus*.

Результат, полученный в ходе выполнения молекулярно-генетических исследований, позволил с высокой точностью определить видовую принадлежность особей рода *Ameiurus*, отловленных в Беларуси: все особи относятся к *A. nebulosus*.

Список использованных источников

1. Scott, W. B. Freshwater fisher of Canada. Channel catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque) / W. B. Scott, E. I. Grossman // Bull. of the Fisheries Research Board of Canada. – 1973. – Vol. 184. – P. 604–610.
2. Bănărescu, P. Pzitia sistimatica a somnului pitis american acclimatizat in apele Romaniei / P. Bănărescu // Studii și cercetări de biologie. Ser.: Zoologie. – 1968. – Vol. 20. – P. 261–263.
3. I pesci delle acque interne italiane / G. Gandolfi [et al.]. – Roma : Inst. Poligrafico e Zecca dello Stato, 1991. – XVI, 616 p.
4. Wilhelm, S. A Berettyóés Ér folyók fekete törpeharcsa (*Ictalurus melas*, Rafinesque, 1820) állományának biometriai vizsgálata / S. Wilhelm // Múzeumi Füzetek Kolozsvár. – 1999. – Vol. 7. – P. 131–134.
5. *Ameiurus melas* (black bullhead): morphological characteristics of new introduced species and its comparison with *Ameiurus nebulosus* (brown bullhead) / J. Rutkayová [et al.] // Rev. in Fish Biology a. Fisheries. – 2013. – Vol. 23, № 1. – P. 51–68.
6. Fauna d'Italia // Accad. naz. ital. di entomologia, Unione zool. ital. – Bologna : Calderini, 1970. – Vol. 10, pt. 1 : Osteichyes (pesti ossei) / a cura del E. Tortonese. – XIII, 565 p.
7. Виноградов, В. К. Переселенцы из Америки сомы-икталурусы / В. К. Виноградов, Н. А. Воропаев, А. И. Данченко // Рыбоводство и рыболовство. – 1974. – № 5. – С. 10–11.
8. Новые виды рыб в фауне Беларуси / В. К. Ризевский [и др.] // Докл. Нац. акад. наук Беларуси. – 2009. – Т. 53, № 3. – С. 95–97.
9. Keith, P. The introduced freshwater fish of France: status, impacts and management / P. Keith, J. Allardi // Stocking and introductions of fish / ed. I. G. Cowx. – Oxford, 1998. – P. 153–166.
10. Жуков, П. И. Рыбы Белоруссии / П. И. Жуков. – Минск : Наука и техника, 1965. – 414 с.
11. Universal primer cocktails for fish DNA barcoding / N.V. Ivanova [et al.] // Molecular Ecology Notes. – 2007. – 7 (4). – P. 544–548.

Y. I. Okhremenko, H. S. Gajduchenko

Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources

SPECIES IDENTIFICATION OF FISHES OF THE GENUS *AMEIURUS* INHABITING WATER BODIES OF BELARUS

The article presents the species identity of fish of the genus *Ameiurus* living in water bodies of Belarus. The sequences of Belarusian samples of the mitochondrial COI gene on the dendrogram form a single cluster with samples taken from international genetic databases (NCBI Genbank and BOLD) belonging to the species *A. nebulosus*. Genetic distances of sequences of samples caught in water bodies of Belarus and sequences taken from international genetic databases related to the species *A. nebulosus* are within the limits of interspecific differences and do not exceed 0,003.

Keywords: invasive species, brown bullhead, *mtCOI*, dendrogram, genetic distances.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВИДОВОЙ СТРУКТУРЫ РЫБНОГО НАСЕЛЕНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ БЕЛАРУСИ

Происходящая в настоящее время трансформация пространственно-видовой структуры рыбного населения водных объектов Беларуси обусловлена рыбохозяйственной деятельностью, способствующей вселению чужеродных видов рыб, и наличием инвазионных коридоров, по которым происходит взаимопроникновение рыб между водными объектами бассейнов Черного и Балтийского морей.

Ключевые слова: инвазия, чужеродные виды, интродукция.

В настоящее время в водных объектах Беларуси отмечается обитание 65 видов рыб, относящихся к 54 родам, 20 семействам и 12 отрядам. Пять видов рыб в естественных (природных) условиях Беларуси не размножаются, а их существование поддерживается человеком: искусственно воспроизводимые и регулярного вселяемые в водоемы дальневосточные «растительноядные» виды (белый толстолобик *Hypophthalmichthys molitrix*, пестрый толстолобик *Hypophthalmichthys nobilis* и белый амур *Stenopharyngodon idella*); канальный сомик *Ictalurus punctatus*, образовавший в условиях антропогенно-повышенной температуры воды водоема-охладителя самовоспроизводящееся стадо; форель радужная *Oncorhynchus mykiss*, единично сбегающая со сточными водами из прудов рыбхозов в естественные водотоки. Помимо вышеперечисленных, санкционировано ввезенных в пределы Беларуси хозяйственно ценных видов рыб, с середины XX в. в водных объектах страны выявлено 9 чужеродных видов: ротан-головешка *Percottus glenii*, западный тупоносый бычок *Proterorhinus semilunaris*, пухлощекая игла-рыба *Syngnathus abaster*, голая черноморская пуголовка *Benthophilus nudus*, малая южная колюшка *Pungitius platigaster*, черноморско-азовская тюлька *Clupionella cultriventris*, амурский чебачок *Pseudorasbora parva*, бычок-гонец *Babka gymnotrachelus* и бычок-кругляк *Neogobius melanostomus* [1].

Появление в водных объектах Беларуси чужеродных видов рыб обусловлено как непосредственным (преднамеренным или непреднамеренным) завозом их человеком из различных регионов, так и самостоятельным проникновением по рекам Днепр и Припять с территории Украины из Киевского водохранилища. В настоящее время Днепровско-Бугский канал, являющийся первым (и основным) звеном Центрально-европейского инвазионного коридора, а также Вилейско-Минская водная система являются важными действующими инвазионными коридорами, по которым происходит взаимопроникновение рыб между водными объектами бассейнов Черного и Балтийского морей.

Процесс инвазии рыб в Беларуси выражается не только в появлении новых для ихтиофауны страны видов, но и в проникновении аборигенных в целом для Беларуси видов рыб в новые для вида водные бассейны. При этом в отличие от понто-каспийских аутовселенцев, инвазия которых происходит с юга на север (из бассейна Черного моря в бассейн Балтийского моря), распространение 9-иглой колюшки *Pungitius pungitius* и 3-иглой колюшки *Gasterosteus aculeatus* в пределах Беларуси происходит с севера на юг (из бассейна Балтийского моря в бассейн Черного моря).

Одним из видимых проявлений трансформации видовой структуры рыбного населения водных объектов Беларуси является появление и возрастающая доля в промысловых уловах зарыбляемых чужеродных видов рыб: карпа, карася серебряного и дальневосточных растительноядных видов (белый амур, толстолобики). Учитывая, что основной целью преднамеренного ввоза в пределы Беларуси чужеродных видов рыб являлось использование их в целях рыбоводства и рыболовства, именно рыбохозяйственная деятельность лежит в основе наблюдаемой трансформации видовой структуры рыбного населения страны.

В обозреваемый исторический период из состава аборигенной фауны рыб Беларуси исчезло 5 проходных видов из 2-х семейств: сем. Карповые (вырезуб *Rutilus frisii*) и сем. Осетровые (белуга *Huso huso*, русский осетр *Acipenser gueldenstaedtii*, атлантический осетр *Acipenser sturio* и севрюга *Acipenser stellatus*), из которых первые 4 вида исчезли в начале XX ст., а севрюга определена только по субфоссильным остаткам из поселений древнего человека датировкой XII–XVI в. [2].

В наибольшей степени наблюдаемое изменение видового состава рыб Беларуси произошло в водотоках бассейна Черного моря. Коэффициент целостности (ZIC) фауны рыб для бассейна Черного моря в настоящее время составляет 0,67, для Балтийского моря – 0,80 (в целом по водным объектам Беларуси 0,72). Происходящая в последнее столетие трансформация видовой структуры рыбного населения водных объектов Беларуси свидетельствует о современном (антропогенном) этапе формирования ихтиофауны страны.

В условиях происходящих изменений среды обитания прогнозируются дальнейшие изменения видовой структуры рыбного населения Беларуси, связанные, как с уменьшением численности и области распространения ряда аборигенных видов рыб, главным образом, реофильных видов литофильной группы, так и с проникновением в водотоки бассейна Черного моря чужеродных короткоциклового понто-каспийских видов и последующим их распространением в бассейн Балтийского моря.

Учитывая продолжающееся регулярное вселение и широкое распространение в водных объектах Беларуси карася серебряного *Carassius auratus s. lato*, прогнозируется дальнейшее снижение численности и сокращение области распространения замещаемого этим чужеродным видом аборигенного карася золотого *Carassius carassius*. В связи с прекращением странами ЕС поставок в Беларусь стекловидного европейского угря *Anguilla anguilla* и отсутствием зарыбления им водоемов возникла реальная угроза выпадения этого аборигенного вида из состава ихтиофауны страны.

В ближайшем будущем в водотоках бассейна р. Днепр на территории Беларуси следует ожидать появления новых представителей чужеродного семейства Бычковые Gobiidae: бычка-головача *Neogobius kessleri*, бычка-кнута *Mesogobius batrachocephalus* и пугловки Браунера *Benthophiloides brauneri*, отмеченных в Киевском водохранилище (Украина), а также представителя семейства Центрарховые Centrarchidae – солнечную рыбу *Lepomis gibbosus*, выявленную в отдельных прудах г. Киев. Существует вероятность обитания в водных объектах Беларуси представителя чужеродного сем. Иctalуровые Ictaluridae – черного американского сомика, в конце XIX ст. ввезенного в Европу вместе с бурым американским сомиком *Ameiurus nebulosus*.

Список использованных источников

1. Semenchenko, V. P. Alien Species of Invertebrates and Fish in River Ecosystems of Belarus: Distribution, Biological Contamination, and Impact / V. P. Semenchenko, V. K. Rizevskiy // Hydrobiological Journal. – 2017. – Vol. 53, No. 1. – P. 26–40.
2. Ризевский, В. К. Изменение видового состава ихтиофауны естественных водоемов и водотоков Беларуси / В. К. Ризевский, А. В. Зубей // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – 2007. – Вып. 23. – С. 170–186.

V. Rizevsky

Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources

TRANSFORMATION OF THE SPATIAL-SPECIES STRUCTURE OF FISH POPULATIONS IN WATER BODIES OF BELARUS

The ongoing transformation of the spatial-species structure of fish populations in the water bodies of Belarus is driven by fisheries activities that facilitate the introduction of non-native fish species and the existence of invasion corridors that enable interpenetration of fish between the water bodies of the Black Sea and Baltic Sea basins.

Keywords: invasion, non-native species, introduction.

А. В. Рыжая, Е. И. Гляковская

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЧЛЕНИСТОНОГИХ-ФИТОФАГОВ ГОЖСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА (ЛАНДШАФТНЫЙ ЗАКАЗНИК «ГРОДНЕНСКАЯ ПУЩА»)⁶

Выявлено таксономическое разнообразие членистоногих-фитофагов на территории Гожского лесничества (Республиканский ландшафтный заказник «Гродненская пуца»). Установлено обитание 85 видов членистоногих-фитофагов из 48 родов, 22 семейств и 6 отрядов. Доминируют фитофаги из отряда Lepidoptera, семейства Моли-малютки (Nepticulidae). Наибольшее количество, 18 видов членистоногих-фитофагов, повреждают дуб черешчатый *Quercus robur* L., 1753. Обнаружен только один инвазивный вид – *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963).

Ключевые слова: заказник, Гродненская пуца, Гожское лесничество, членистоногие-фитофаги, инвазивные виды.

Республиканский ландшафтный заказник «Гродненская пуца» расположен на территории Гродненского района Гродненской области на землях лесного фонда (89,2 % от общей площади), относящихся к трем лесничествам (Августовскому, Сопецкинскому и Гожскому) государственного лесохозяйственного учреждения «Гродненский лесхоз» [1]. Площадь заказника составляет 20 903 га [1]. Членистоногие-фитофаги, трофически связанные с древесными и кустарниковыми растениями, ранее на территории заказника «Гродненская пуца» не изучались.

В полевой сезон 2023 года провели энтомо-фитопатологические обследования основных типов лесных экосистем РЛЗ «Гродненская пуца». Так как современная территория заказника образована слиянием ранее существовавших биологических заказников «Гожевский» и «Сопецкинский», разделенные поймой реки Неман, обследованиями охватили левобережную часть пуцы (территория Августовского лесничества) и правобережную часть (территория Гожского лесничества). В данных материалах представлен анализ таксономического разнообразия членистоногих-фитофагов в условиях Гожского лесничества.

Сборы материала осуществляли по стандартным методикам энтомологических исследований [2]. Материал хранится на кафедре зоологии и физиологии человека и животных, в лаборатории зоологии беспозвоночных.

При обследовании древесных и кустарниковых растений в Гожском лесничестве установлено обитание 85 видов членистоногих-фитофагов из 48 родов, 22 семейств и 6 отрядов. Доминируют фитофаги из отряда Lepidoptera (Чешуекрылые), насчитывающие 43 вида, из отряда Hymenoptera (Перепончатокрылые) обнаружено 18 видов, а из двукрылых (Diptera) – всего 9 видов. Отряд Coleoptera (Жесткокрылые) представлен 8 видами. Наименьшим числом видов представлены отряды Prostigmata (Растительные клещи) и Hemiptera (Гемиптероидные), по 5 и 4 вида, соответственно (рисунок).

По числу видов в семействах преобладают Моли-малютки (Nepticulidae), представленные 18 видами. Семейство Gracillariidae (Моли-пестрянки) насчитывает 14 видов членистоногих-фитофагов, а семейство Tenthredinidae (Настоящие пилильщики) – 12 видов. Из Комаров-галлиц (Cecidomyiidae) отмечено 6 видов, в то время как семейства Eriophyidae (Галловые клещи) и Cynipidae (Орехотворки) представлены 5 видами, соответственно.

Остальные 16 семейств: Adelgidae (Хермесы), Agromyzidae (Минирующие мушки), Attelabidae (Трубокверты), Bucculatricidae (Кривоусые крохотки-моли), Vuprestidae (Златки),

⁶ Работа выполнялась в рамках ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда» на 2021–2025 гг. по комплексному заданию «Проблемы биологических инвазий и паразитарных угроз в природных и антропогенно-трансформированных экосистемах» подпрограммы «Биоразнообразие, биоресурсы, экология», тема исследования «Состояние и функционирование популяций аборигенных и инвазивных видов фитофагов, повреждающих древесно-кустарниковые растения, в естественных и антропогенно-трансформированных сообществах Гродненско-Предполесского региона».

Argidae (Пилильщики-аргиды), Aphididae (Настоящие тли), Coccidae (Ложнощитовки), Chrysomelidae (Жуки-листоеды), Coleophoridae (Моли-чехлоноски), Incurvariidae (Минночехликовые моли), Heliozelidae (Моли-блестянки), Lyonetiidae (Крохотки-моли), Tischeriidae (Одноцветные моли-минеры), Tortricidae (Листовертки) и Yponomeutidae (Горностаевые моли) малочисленные и насчитывают от 1 до 4 видов фитофагов.

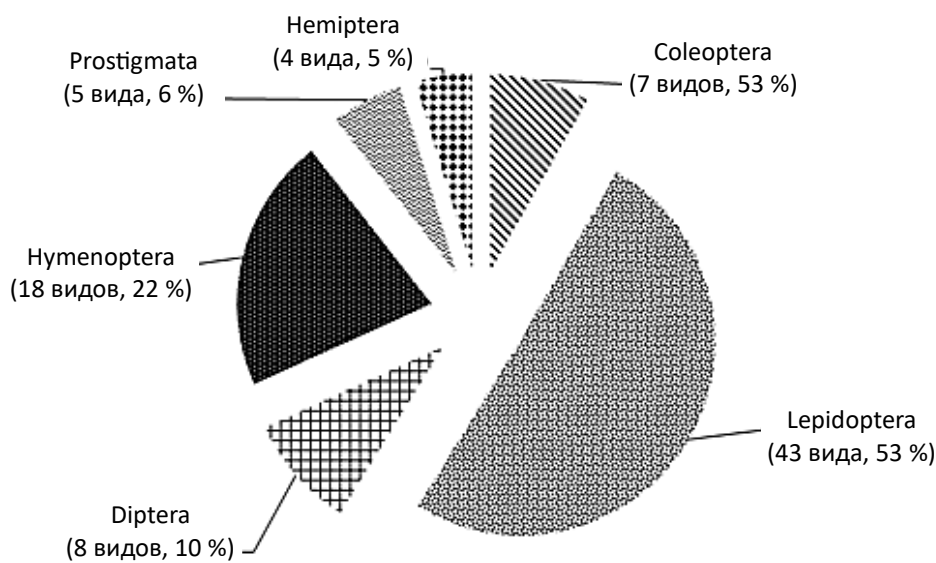


Рисунок – Таксономическая структура комплекса членистоногих-фитофагов в условиях Гожского лесничества

Всего в качестве кормовых растений в Гожском лесничестве отмечен 21 вид древесно-кустарниковых растений. Наибольшее количество, 18 видов членистоногих-фитофагов, повреждают дуб черешчатый (*Quercus robur*). На березе повислой (*Betula pendula*) зарегистрировано 9 видов, а на ольхе черной (*Alnus glutinosa*) – 7 видов. Всего по 6 видов членистоногих-фитофагов отмечено на орешнике обыкновенном (*Corylus avellana*), липе мелколистной (*Tilia cordata*) и иве (*Salix* sp.), соответственно. На оставшихся 16 видах древесно-кустарниковых растений, произрастающих на территории исследования, обнаружено от 1 до 5 членистоногих-фитофагов.

Обнаружен только один инвазивный вид – *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) (липовая моль-пестрянка, отряд Чешуекрылые), для которого кормовую базу обеспечивает *Tilia cordata* Mill., 1768 (липа мелколистная из семейства Malvaceae).

Список использованных источников

1. Научное и технико-экономическое обоснование преобразования ландшафтного заказника республиканского значения «Гродненская пушча». – Минск, 2012. – 106 с.
2. Голуб, В. Б. Коллекции насекомых: сбор, обработка и хранение материала / В. Б. Голуб, М. Н. Цуриков, А. А. Прокин. – М. : Тов-во науч. изд. КМК, 2012. – 339 с.

A. V. Ryzhaya, E. I. Glyakovskaya
Yanka Kupala State University of Grodno

TAXONOMIC DIVERSITY OF PHYTOPHAGOUS ARTHROPODS OF THE GOZHA FORESTRY (LANDSCAPE RESERVE «GRODENNSKAYA PUSHCHA»)

The taxonomic diversity of phytophagous arthropods on the territory of the Gozha forestry (Republican landscape reserve «Grodnenskaya Pushcha») has been identified. The habitat of phytophagous arthropods 85 species from 48 genera, 22 families and 6 orders has been established. Phytophagous from the order Lepidoptera, the family Nepticulidae, dominate. The largest number, 18 phytophagous arthropods species damage the English oak *Quercus robur* L., 1753. It was found only one invasive species – *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963).

Keywords: reserve, Grodno Pushcha, Gozhskoe forestry, phytophagous arthropods, invasive species.

Ф. В. Сауткин, Ф. Г. Яковчик, С. В. Буга
Белорусский государственный университет

ВСТРЕЧАЕМОСТЬ МИНИРУЮЩИХ ФИТОФАГОВ ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД В ЛЕСАХ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «НАРОЧАНСКИЙ»

По результатам выполненных в 2019–2023 гг. исследований оценена встречаемость минирующих фитофагов широколиственных древесных пород в условиях лесов (включая рекреационные) Национального парка «Нарочанский». Среди 16 видов минирующих насекомых 4 вида встречаются локально, 9 видов – спорадично, 3 вида встречаются повсеместно в местах произрастания их кормовых растений.

Ключевые слова: Белорусское Поозерье, вредители леса, защита леса, охраняемые территории, филлофаги.

Национальный парк «Нарочанский» создан на территории Мядельского и Вилейского районов Минской, Сморгонского района Гродненской и Поставского района Витебской областей Республики Беларусь в целях сохранения уникальных природных комплексов Нарочанского края как эталона ландшафтного и биологического разнообразия Белорусского Поозерья [1]. В структуре лесопокрытой площади данной особо охраняемой природной территории (ООПТ) более половины составляют сосновые леса [1], в древостоях смешанных лесов представлены почти все основные широколиственные породы, тогда как граб присутствует в древесных посадках населенных пунктов. Древесные растения как в лесных массивах, так и искусственных посадках и зеленых насаждениях повреждаются широким кругом фитофагов разных трофо-экологических групп. Минирующие филлобионты в Беларуси ранее были объектами исследований большей частью в качестве вредителей декоративных растений [2], тогда как особенности их экологии в условиях лесов разных формаций остаются практически неизученными. С 2019 г. сотрудниками кафедры зоологии Белорусского государственного университета начато изучение комплексов насекомых лесных массивов и древесных насаждений населенных пунктов на территории Национального парка «Нарочанский» [3]. В настоящее время исследования продолжаются в рамках НИР «Особенности структуры сообществ опылителей и минеров-филлобионтов лесных экосистем юго-запада Белорусского Поозерья» (№ государственной регистрации 20211658) задания «Особенности и тенденции изменений популяций ресурсных, редких и индикаторных видов, структуры и функционирования сообществ и экосистем в условиях климатических перемен и антропогенной трансформации местообитаний» подпрограммы «Биоразнообразие, биоресурсы, экология» ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда» на 2021–2025 годы. В течение полевых сезонов 2019–2023 гг. накоплен массив первичных данных, позволяющий оценить встречаемость минирующих филлофагов широколиственных древесных растений в лесах (включая рекреационные) данной ООПТ, что и является предметом настоящего сообщения.

В соответствии с используемым в оценках встречаемости фитофагов – вредителей культивируемых и иных хозяйственно ценных растений подходом [например, 4] минирующие листовые пластинки насекомые были распределены по трем группам: локально (единично) встречающиеся (1), спорадично (местами) встречающиеся (2) и обычные, повсеместно встречающиеся в местах произрастания растений-хозяев (3) виды.

За период исследований для национального парка было отмечено 16 видов фитофагов, минирующих листовые пластинки широколиственных древесных растений. Среди них один вид жесткокрылых насекомых, златка *Trachys minutus* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Buprestidae), повреждающая, как минимум, липу мелколистную (*Tilia cordata* Mill.) и вяз шершавый (*Ulmus glabra* Huds.). Семейство настоящих пилильщиков отряда перепончатокрылых (Hymenoptera: Tenthredinidae) представляет дубовый минирующий пилильщик (*Profenusa rugmaea* (Klug, 1816)). Остальные 14 видов – чешуекрылые насекомые (Lepidoptera) разных семейств. На начальных этапах развития личинки моли-чехлоноски *Coleophora anatipenella* (Hübner, 1796) минируют листья лещины обыкновенной, или орешнике (*Corylus avellana* L.). На листьях орешника развиваются также личинки ряда молей-пестрянок (Gracillariidae), а

именно *Parornix devoniella* (Stainton, 1850), *Phyllonorycter coryli* (Nicelli, 1851) и *Phyllonorycter nicellii* (Stainton, 1851). Листья клена остролистного (*Acer platanoides* L.) минируют личинки молей-пестрянок *Caloptilia hemidactylella* (Denis & Schiffermüller, 1775), *Caloptilia rufipennella* (Hübner, 1796), *Phyllonorycter acerifoliella* (Zeller, 1839) и *Phyllonorycter joannisi* (le Marchand, 1936), а также моли-малютки (Nepticulidae) *Stigmella aceris* (Frey, 1857). Дуб черешчатый (*Quercus robur* L.) предоставляет кормовую базу обширному комплексу фитофагов, однако среди минеров-филлобионтов к настоящему времени отмечены моль-пестрянка *Phyllonorycter messaniella* (Zeller, 1846), одноцветная моль-минеры (Tischeriidae) *Tischeria ekebladella* (Bjerkander, 1795) и пилильщик *P. pygmaea*. Листья ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.) повреждают гусеницы сиреневой минирующей моли (*Gracillaria syringella* (Fabricius, 1794)), которые на ранних возрастах являются минерами. Липа мелколистная, или сердцелистная является кормовым растением личинок липовой моли-пестрянки (*Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963)). В рекреационных лесах изредка регистрируются молодые экземпляры конского каштана обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.), которые даже на удалении от населенных пунктов повреждают личинки каштановой минирующей моли (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić, 1986).

К группе локально встречающихся видов отнесены чехлоноска *C. anatipenella*, сиреневая минирующая моль-пестрянки (*Gr. syringella*) а также (только в лесах, без учета ситуации в зеленых насаждениях населенных пунктов) каштановая минирующая моль-пестрянка (*C. ohridella*). Группа спорадично встречающихся видов более обширна, в ее состав входят златка-малютка *T. minutus*, моли-пестрянки *C. hemidactylella*, *P. devoniella*, *Ph. acerifoliella*, *Ph. nicellii*, моль-малютка *S. aceris*, одноцветная моль-минер *T. ekebladella* и настоящий пилильщик *P. pygmaea*. Повсеместно встречаются в местах произрастания растений-хозяев моли-пестрянки *C. rufipennella*, *Ph. coryli*, *Ph. issikii* и *Ph. joannisi*. Представители последней группы очевидно должны быть объектами целенаправленных исследований, поскольку в рекреационных лесах ООПТ могут выступать в качестве вредителей, снижающих эстетическую ценность древесных растений и санитарно-оздоровительную – соответствующих участков лесов и посадок древесных растений.

Список использованных источников

1. Национальный парк «Нарочанский» [Электронный ресурс] // Государственное природоохранное учреждение «Национальный парк «Нарочанский». – Режим доступа: <https://narochpark.by>. – Дата доступа: 28.06.2024.
2. Сауткин, Ф. В. Моли-пестрянки (Lepidoptera: Gracillariidae) – вредители декоративных деревьев и кустарников зеленых насаждений Беларуси. Ч. 2 : Подсемейства Glacillariinae, Ormigiinae, Phyllocnistinae / Ф. В. Сауткин, С. И. Евдошенко // Весн. Гродзен. дзярж. ун-та імя Янкі Купалы. Сер. 5, Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія. – 2013. – № 1 (147). – С. 151–159.
3. Буга, С. В. Насекомые – филлофаги древесно-кустарниковых растений сосновых лесов национального парка «Нарочанский» / С. В. Буга, Ф. В. Сауткин, О. С. Ежова // Лесное хозяйство : материалы докл. 84-й науч.-техн. конф., посвящ. 90-лет. юбилею БГТУ и Дню белорусской науки (с междунар. уч.), Минск, 3–14 февр. 2020 г. – Минск : БГТУ, 2020. – С. 68.
4. Буга, С. В. Тли древесных растений Центрального ботанического сада АН БССР. I. Phylloxeridae и Pemphigidae / С. В. Буга. – Минск : Центр. ботанический сад АН БССР. 1989. – 10 с. – Деп. в ВИНТИ 25.01.89. – № 636–В89 // Изв. АН БССР. Сер. биол. наук. – 1989. – № 3. – С. 112.

F. V. Sautkin, F. G. Yakovchik, S. V. Buga
Belarusian State University

OCCURRENCE OF LEAF MINERS OF BROAD-LEAVED WOOD PLANTS IN THE FORESTS OF NATIONAL PARK «NAROCHANSKY»

Based on the results of studies carried out in 2019–2023, the occurrence of leaf miners of broad-leaved woody plants in forests (including recreational) of the National Park «Narochansky» was estimated. Among 16 species of mining insects, 4 species occur locally, 9 species are sporadic, and 3 species are common in places where their food plants grow.

Keywords: Belarusian Lakeland, forest pests, nature reserves, phyllophagous insects, plant protection.

К. А. Федоринчик, В. В. Сахвон
Белорусский государственный университет

НЕКОТОРЫЕ ПАРАМЕТРЫ ГНЕЗДОВАНИЯ СОРОКИ (*PICA PICA*) В ЕСТЕСТВЕННЫХ И АГРОЛАНДШАФТАХ БЕЛАРУСИ⁷

Анализируются отдельные параметры гнездования сороки в естественных биотопах и агроландшафте в условиях Беларуси. Всего были проанализированы данные по 229 случаям гнездования сороки. При выборе мест для размещения гнезда данный вид использовал 14 видов деревьев и кустарников, при этом большинство гнезд располагалось на ивах (*Salix* sp.) (65, 5 %). Высота расположения гнезд в агроландшафте была достоверно выше, чем в естественных биотопах. Почти в половине всех случаев (45,8 %) сороки приступали к откладке яиц во второй половине апреля. В полной кладке было от 4 до 9 яиц, 71,4 % всех гнезд содержали от 7 до 8 яиц.

Ключевые слова: гнездящиеся птицы, биология гнездования, места для гнездования, величина кладки, врановые, синурбизация.

Сорока (*Pica pica*) является обычным гнездящимся, распространенным на всей территории Беларуси видом птиц [1]. В естественных условиях в качестве мест для гнездования сорока выбирает кустарниковые и древесно-кустарниковые насаждения, чаще всего ивовые заросли (*Salix* sp.) по соседству с временными или постоянными водоемами, а также болотами [2]. В культурном ландшафте, в частности, на территории сельскохозяйственных полей, сорока гнездится среди островных участков древесно-кустарниковой растительности [3]. В урболандшафте, который данный вид начал активно заселять приблизительно с 1970-х гг., гнездится как среди плотной жилой застройки, так и в городских парках, плодовых садах, придорожных насаждениях [4]. Несмотря на широкое распространение сороки в Беларуси, специальные публикации, посвященные данному виду, единичны, хотя общие черты биологии и экологии отражены в ряде крупнейших орнитологических сводок [2; 3]. Известно, что к настоящему времени сорока смогла успешно освоить населенные пункты, в особенности города, и сейчас большая часть региональной популяции гнездится здесь. С учетом этого факта, представляет значительный интерес выяснение отличительных черт гнездовой биологии между естественной и городской популяциями данного вида, что даст представление о направленности изменений особенностей гнездования у синурбизированных сорок, дающих им возможность успешно существовать в городах. В данной публикации обобщены и проанализированы данные по гнездованию условно дикой популяции сороки, населяющей естественные биотопы и агроландшафт.

Нами проанализированы данные по гнездованию сороки ($n = 229$) в агроландшафте и естественных местообитаниях (закустаренные берега водоемов, низинных болот и пойм рек, а также экотоны лесов), полученные в период с 1977 по 2019 гг. и относящиеся к Брестской, Гомельской, Витебской и Минской областям Беларуси.

Большинство гнезд сороки располагалось на кустарниках (157 случаев гнездования; 69,5 %) ($n = 226$). Всего для устройства гнезд данным видом использовалось 14 видов растений (в порядке убывания случаев использования для устройства гнезда): ива (*Salix* sp.) (148; 65,5 %), ель обыкновенная (*Picea abies*) (18; 8,0 %), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*) (16; 7,1 %), береза повислая (*Betula pendula*) (14; 6,2 %), ольха черная (*Alnus glutinosa*) (10; 4,4 %), яблоня (*Malus* sp.) (6; 2,7 %), черемуха обыкновенная (*Prunus padus*) (4; 1,8 %), груша (*Pyrus* sp.), бузина (*Sambucus* sp.), рябина (*Sorbus aucuparia*) (все по 2; по 0,9 %), дуб черешчатый (*Quercus robur*), вишня (*Prunus* sp.), сирень (*Syringa* sp.), боярышник (*Crataegus* sp.) (все по 1; 0,4 %). Как можно видеть из объединенных данных, сорока отдавала явное предпочтение при размещении гнезд ивам (свыше 65,0 %). При этом наблюдались отличия по выбору гнездовых деревьев и кустарников между агроландшафтом и естественными местообитаниями. Так, в естественных биотопах гнезда располагались только на 8 видах растений и 69,6 % всех

⁷ Исследование выполнено при поддержке гранта Министерства образования Республики Беларусь (№ ГР 20241132).

гнезд располагалось на ивах (87; $n = 125$), тогда как в агроландшафте – на 13 видах и предпочтение отдавалось также ивам (54; 62,8 %). К тому же в естественных биотопах сорока не выбирала кустарники (за исключением ив) для устройства гнезд. Эти данные подтверждают, что первоначально, в естественных ландшафтах, сорока своим гнездованием связана с кустарниковыми зарослями (ивняками), которые обычны по понижениям в поймах рек, берегам водоемов и низинным болотам. Интересным выглядит факт использования для устройства гнезд сорокой хвойных деревьев, в частности ели обыкновенной и сосны обыкновенной, которые выбираются для гнездования данным видом и на урбанизированных территориях. В целом широкий выбор различных жизненных форм растений для гнездования сорокой указывает на высокую пластичность данного вида, позволяющую ему успешно осваивать населенные пункты со значительной антропогенной нагрузкой [4]. Высота расположения гнезд варьировала от 0,5 м до 10 м (в среднем $3,17 \pm 1,5$ м; $n = 176$), при этом в естественных биотопах в среднем высота достоверно была меньше ($2,98 \pm 1,6$ м; $n = 92$), чем в агроландшафте ($3,42 \pm 1,4$ м; $n = 80$) (t-тест, $t = 1,9543$, $df = 169.93$, $p = 0,52$), что может быть связано главным образом с фактором беспокойства со стороны человека.

Согласно основной сводке по гнездовой биологии птиц в Беларуси, сорока приступает к гнездованию во второй декаде апреля, но более массово в третьей [3], что отличается от результатов наших исследований. Мы провели анализ имеющихся данных по гнездованию сороки в Минской области, который показал, что в 45,8 % ($n = 55$) всех случаев гнездования ($n = 120$) откладка первого яйца приходится на вторую декаду апреля, а в 34,1 % ($n = 41$) – на третью. При этом период начала гнездования растянут с первой декады апреля и до первой декады мая (самая ранняя дата откладки яйца – 01.04 и самая поздняя – 10.05). Учитывая данные, полученные из центральной части республики, не исключено, что на территории находящегося южнее Полесья сорока может приступать к гнездованию еще раньше. Также известен единственный случай начала откладки яиц 12.05, что, возможно, может относиться к повторному гнездованию после разорения гнезда. Количество яиц в полной кладке варьировало от 4 (1 случай) до 9 ($n = 6$, 9,5 %) ($n = 63$ гнезда). 38,1 % ($n = 24$) всех кладок содержал 7 яиц, чуть меньше ($n = 21$, 33,3 %) – 8 яиц.

Таким образом, полученные данные по основным параметрам гнездования сороки в разнотипных ландшафтах вне населенных пунктов свидетельствуют о высокой экологической пластичности данного вида, которая в последствии позволила данному виду успешно освоить населенные пункты, в том числе и сильно урбанизированные территории.

Список использованных источников

1. Птицы Беларуси на рубеже XXI века: статус, численность, распространение / М. Е. Никифоров [и др.]. – Минск : Королев Н. А., 1997. – 188 с.
2. Федюшин, А. В. Птицы Белоруссии / А. В. Федюшин, М. С. Долбик. – Минск, 1967. – 520 с.
3. Никифоров, М. Е. Птицы Белоруссии: справочник-определитель гнезд и яиц / М. Е. Никифоров, Б. В. Яминский, Л. П. Шкляр. – Минск : Выш. шк., 1989. – 479 с.
4. Сахвон, В. В. Плотность гнездования и особенности пространственного распределения сороки (*Pica pica*) в городе Минске / В. В. Сахвон // Труды БГУ. – 2016. – Т. 11, ч. 2. – С. 286–290.

К. А. Fedarynychk, V. V. Sakhvon
Belarusian State University

SOME NESTING PARAMETERS OF MAGPIE (*PICA PICA*) IN NATURAL AND AGRICULTURAL LANDSCAPES IN BELARUS

Some parameters of breeding of the Magpie in natural habitats and agricultural landscape in Belarus were analyzed. In total, data on 229 nests of Magpie were studied. This species chose 14 species of trees and shrubs for nest places, with the majority of nests located on willows (*Salix* sp.) (65,5 %). The height of nest places in agricultural landscape was significantly higher than in natural habitats. In almost half of all cases (45,8 %), Magpies began laying eggs in the second half of April. A full clutch contained from 4 to 9 eggs, 71,4 % of all nests contained from 7 to 8 eggs.

Keywords: breeding birds, breeding biology, nest site selection, clutch size, corvids, synurbization.

**И. С. Юрченко, В. Ч. Домбровский, Д. Н. Иванцов, Н. Г. Надина,
Д. О. Шатило, А. М. Чекан, В. А. Шаркевич, С. И. Шкробат**
Полесский государственный радиационно-экологический заповедник

ЖИВОТНЫЙ МИР В ЗОНЕ ОТЧУЖДЕНИЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

Обобщены сведения о современном составе основных систематических таксонов фауны в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС на территории ПГРЭЗ. В настоящее время зарегистрировано 1327 видов из 21 класса. Учитывая разнообразие экологических условий территории и уникальную представленность биотопов, в перспективе в заповеднике можно ожидать обнаружение многих видов животных.

Ключевые слова: зона отчуждения, заповедник, фауна, охраняемые виды животных.

Полесский государственный радиационно-экологический заповедник (ПГРЭЗ) образован на землях белорусского сектора зоны отчуждения Чернобыльской АЭС с целью осуществления комплекса мероприятий по предотвращению выноса радионуклидов за пределы его территории, изучения состояния природных растительных комплексов, ведения радиационно-экологического мониторинга, проведения радиобиологических исследований. Среди важнейших экологических последствий радикального снижения антропогенной нагрузки на природные территории в результате прекращения сельскохозяйственной деятельности и отселения людей явились процессы возрождения биоразнообразия различных типов экосистем, существенной перестройки структуры сообществ животных, изменения ранее характерных для антропогенного ландшафта популяционных показателей состояния многих видов, их естественного расселения, а также ренатурализации ряда исчезнувших ранее видов фауны на фоне постантропогенных и посттехногенных растительных сукцессий.

Для территории ПГРЭЗ характерно высокое видовое разнообразие животных, устойчивое развитие локальных популяций не только типичных, но и редких, имеющих высокий республиканский и международный охранный статус [1]. Это обусловлено строгим охраняемым режимом, ограничением всех видов антропогенной нагрузки, размерами территории, позволяющими комфортно существовать даже видам с большими индивидуальными участками.

В таблице обобщены сведения о современном составе основных систематических таксонов фауны в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС (территория ПГРЭЗ) по состоянию на 01.01.2024, где в настоящее время зарегистрировано 1327 видов из 21 класса. Следует отметить, что пока отсутствуют данные по многим крупным таксонам беспозвоночных животных, т. к. целенаправленных исследований как всего комплекса беспозвоночных, так и большинства его систематических групп, не проводилось, поэтому в перечень видов не включены даже самые обычные, широко распространенные виды.

На территории ПГРЭЗ отмечено 19 видов герпетофауны из 20 известных на территории Беларуси, из которых в Красную книгу Республики Беларусь занесено 3 вида – один вид земноводных (гребенчатый тритон) и два – пресмыкающихся (европейская болотная черепаха и обыкновенная медянка).

В водных объектах на территории ПГРЭЗ установлено обитание 39 видов рыб. В последние годы наряду с видами-интродуцентами, а также чужеродным видом ротаном-головешкой, широко распространившимся в водных объектах всех основных речных бассейнов страны, в реке Припять отмечаются чужеродные понто-каспийские представители семейства Бычковые (западный тупоносый бычок, бычок-голец и бычок-песочник).

Из всего состава птиц ПГРЭЗ 63 вида включены в Красную книгу Республики Беларусь, что составляет 90 % от общего числа видов птиц, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь.

Фауна млекопитающих в ПГРЭЗ является типичной для подзоны широколиственных лесов с представительством таежных и степных видов. К аборигенным относятся 55 видов,

4 – к интродуцированным (американская норка, енотовидная собака, ондатра и лошадь Пржевальского), а зубр и благородный олень были реинтродуцированы.

Таблица 1 – Биологическое разнообразие фауны зоны отчуждения (ПГРЭЗ)

Класс	Кол-во видов / *
Тип Plathelminthes Gegenbaur, 1859	
Класс Monogenea (Van Beneden, 1858) Vychowsky, 1937	2 / –
Класс Trematoda Rudolphi, 1808	66 / –
Класс Cestoda Rudolphi, 1808	15 / –
Тип Nematoda Rudolphi, 1808	
Класс Adenophorea Linstow, 1905	9 / –
Класс Secernentea Linstow, 1905	44 / –
Тип Acanthocephala Rudolphi, 1808	
Класс Palaeacanthocephala Meyer, 1931	2 / –
Класс Archiacanthocephala Meyer, 1931	2 / –
Тип Rotifera Cuvier, 1817	
Класс Eurotatoria De Ridder, 1957	9 / –
Тип Annelida Lamarck, 1809	
Класс Clitellata Michaelsen, 1919	8 / –
Тип Arthropoda Siebold и Stannius, 1848	
Класс Branchiopoda Lamarck, 1801	1 / –
Класс Maxillopoda Danl, 1956	2 / –
Класс Arachnida Cuvier, 1812	6 / –
Класс Diplopoda Blainville et Gervais, 1844	4 / –
Класс Insecta Linnaeus, 1758	776 / 29
Тип Моллюски (Mollusca) Cuvier, 1795	
Класс Gastropoda Cuvier, 1795	18 / –
Класс Bivalvia Linnaeus, 1758	3 / –
Тип Хордовые – Chordata Bateson, 1885	
Класс Лучеперые – Actinopterygii Klein, 1885	39 / –
Класс Земноводные Или Амфибии – Amphibia Linnaeus, 1758	12 / 1
Класс Пресмыкающиеся Или Рептилии – Reptilia Laurenti, 1768	7 / 2
Класс Птицы – Aves Linnaeus, 1758	242 / 63
Класс Млекопитающие – Mammalia (Linnaeus, 1758)	61 / 13

Примечание: * – количество видов, включенных в Красную книгу Республики Беларусь.

Учитывая разнообразие экологических условий территории и уникальную представленность биотопов, в перспективе в ПГРЭЗ можно ожидать обнаружение и многих других видов животных.

Список использованных источников

1. Биологическое разнообразие животного мира Полесского государственного радиационно-экологического заповедника / М. Е. Никифоров [и др.] ; под ред. акад. М. Е. Никифорова ; Нац. акад. наук Беларуси, НПЦ по биоресурсам, Полес. гос. радиационно-экологический заповедник. – Минск : Беларус. навука, 2022. – 407 с.

**I. S. Yurchenko, V. Ch. Dombrovski, D. N. Ivantsov, N. G. Nadina,
D. O. Shatilo, A. M. Chekan, V. A. Sharkevich, S. I. Shkrobat**
Polesye State Radiation-Ecological Reserve

THE ANIMAL WORLD IN THE EXCLUSION ZONE OF THE CHERNOBYL NUCLEAR POWER PLANT

The information on the current composition of the main systematic taxa of fauna in the exclusion zone of the Chernobyl NPP on the territory of the PSREZ is summarized. Currently, 1327 species from 21 classes have been registered. Given the variety of environmental conditions of the territory and the unique representation of biotopes, in the future, many species of animals can be expected to be found in the reserve.

Keywords: exclusion zone, nature reserve, fauna, protected animal species.

РАЗДЕЛ 4.
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БИОХИМИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ И МЕДИЦИНА

УДК 577.1:616.61

I. K. H. Ilyas
Yanka Kypala State University of Grodno

THE INFLUENCE OF OBESITY ON GLUCOSE AND CHOLESTEROL HOMEOSTASIS

This study aims to assess the relationship between the increase in BMI and dysfunctionalities observed in both glucose and triglycerides homeostasis. A case control study was conducted among people who are visiting outpatient clinics for 3 months with assessing their BMI, fasting blood glucose, HbA1C, and their cholesterol and triglycerides levels. There is a significant relationship ($p < 0.05$) between BMI and both serum glucose and triglycerides.

Keywords: Body Mass Index (BMI), Obesity, Triglycerides, Glucose level, HbA1C.

Introduction.

Obesity is defined as any increase in body mass index (BMI) for more than 30 Kg/m^2 [1], it is considered as one of the most common reasons for many comorbidities and chronic diseases such as diabetes mellitus, cardiovascular disorders such as hypercholesterolemia and elevation in serum triglycerides, besides other disorders such as stroke [2], kidney and liver dysfunction, there is an increase in obesity prevalence worldwide due to wrong eating habits and low physical activities besides the genetic inheritance factors [3]. The influence of obesity on the glucose intolerance has been noted and increased among population who are in adulthood and elderly ages, besides that, a dysfunction was observed in some people's serum cholesterol and triglycerides levels causing more complications and morbidities, then increase rate of mortalities [4; 5].

Methods.

Design and setting.

A case control study design was conducted in many outpatients' clinics to assess the influence of obesity in their glucose and cholesterol homeostasis. A convenience sampling technique for all subjects who are obese and visiting clinics for a time period reaches 3 months.

Measurements.

The intervention and measurements were measuring their BMI by measuring their weight and height, as well as measuring their fasting blood glucose level and HbA1C levels, besides that after fasting, a triglycerides levels were obtained besides both HDL and LDL level to assess their cholesterol dysfunctionalities.

Ethical considerations.

An approval was obtained from the clinics high board to perform this study; besides that, an approved consent was obtained from patients who are visiting these clinics before conducting the study as informing them the aim of the study and make them free to be withdrawn from the study at any time.

Data analysis.

A statistical program for analyzing and expressing data was SPSS version 21.0 using both descriptive statistics such as frequencies, mean, standard deviation, and percentages, besides paired t-test to assess the correlation between BMI and their both fasting blood glucose and triglycerides levels.

Results.

In this study, a total of 52 cases and 26 controls, their data and parameters measured were presented in the following tables.

Table 1 – The demographic data among cases and controls

Data	Cases	Controls
Age (mean \pm S.D)	55.55 \pm 7.5	55.5 \pm 12.4
Male (Female)	26 (26)	14 (12)
BMI (mean \pm S.D)	32.93 \pm	32 \pm 38

Table 2 – The glucose, HbA1C, cholesterol, and triglycerides levels

Parameters	Cases	Controls
Serum fasting glucose (mean \pm S.D)	204.73 \pm 1.3 mg/dl	90.88 \pm 3.4 mg/dl
HbA1C (mean \pm S.D)	9.96 \pm 1.2 %	4.98 \pm 0.7 %
LDL (mean \pm S.D)	138.5 \pm 1.3 mg/dl	108.5 \pm 7.3 mg/dl

Table 3 – The relationship between BMI and both glucose level and serum triglycerides

Parameters	<i>p</i> value	
	Cases	Controls
BMI \times Serum glucose	0.00	0.00
BMI \times Serum triglycerides	0.01	0.03

Discussion.

In this study, the dysregulation in fasting blood glucose and HbA1C was also observed to refer to bad glucose homeostasis among these patients, and it agrees with Patel et al. study [6], who found that the glucose parameters are higher among obese patients than cases. As well as the triglycerides and cholesterol dysregulation were also observed as aligned with study Hansen et al. [7], who reported that both fasting triglycerides and LDL levels are markedly higher among obese patients. A significant relationship between elevation of BMI and dysregulation of both blood glucose and triglycerides was shown in this study and it is in agreement with study Song et al. [3], who reported a significant difference in triglycerides and glucose levels among obese cases.

Conclusion.

In conclusion, obesity is considered one of the most reasons for many cardiovascular and diabetic disorders among people, in this study, it was observed that the obesity represented in BMI parameters has a significant influence on people dysregulation of both blood glucose and triglycerides levels and homeostasis.

References

1. Cholesterol 25-hydroxylase (CH25H) as a promoter of adipose tissue inflammation in obesity and diabetes / L. Russo [et al.] // *Molecular metabolism*. – 2020. – Vol. 39. – P. 1009–1083.
2. Association of Triglyceride to high-density lipoprotein cholesterol ratio and incident of diabetes mellitus: a secondary retrospective analysis based on a Chinese cohort study / Z. Chen [et al.] // *Lipids in health and disease*. – 2020. – Vol. 19. – P. 1.
3. Cholesterol-induced toxicity: An integrated view of the role of cholesterol in multiple diseases / Y. Song [et al.] // *Cell metabolism*. – 2021. – Vol. 33, iss. 10. – P. 1911–1925.
4. Association of remnant cholesterol with chronic kidney disease in middle-aged and elderly Chinese: a population-based study / P. Yan [et al.] // *Acta Diabetologica*. – 2021. – Vol. 58. – P. 1615–1625.
5. Zaki, N. Association of hypertension, diabetes, stroke, cancer, kidney disease, and high-cholesterol with COVID-19 disease severity and fatality: A systematic review / N. Zaki, H. Alashwal, S. Ibrahim // *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*. – Vol. 14, iss. 5. – P. 1133–1142.
6. Correlation of body mass index (BMI) with saliva and blood glucose levels in diabetic and non-diabetic patients / B. J. Patel [et al.] // *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*. – 2023. – Vol. 15, iss. 2. – P. 1204–1207.
7. Body mass index, triglycerides, and risk of acute pancreatitis: a population-based study of 118 000 individuals / S. E. Hansen [et al.] // *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. – 2020. – Vol. 105, iss. 1. – P. 163–174.

И. Х. Х. Ильяс

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

ВЛИЯНИЕ ОЖИРЕНИЯ НА ГОМЕОСТАЗ ГЛЮКОЗЫ И ХОЛЕСТЕРИНА

Исследование направлено на оценку взаимосвязи между увеличением ИМТ и нарушениями, наблюдаемыми как в гомеостазе глюкозы, так и в гомеостазе триглицеридов. Было проведено исследование «случай – контроль» среди людей, посещающих амбулаторные клиники в течение 3 месяцев, с оценкой их ИМТ, уровня глюкозы в крови натощак, HbA1c, а также уровня холестерина и триглицеридов. Существует значимая взаимосвязь ($p < 0,05$) между ИМТ и уровнем глюкозы и триглицеридов в сыворотке крови.

Ключевые слова: индекс массы тела (ИМТ), ожирение, триглицериды, уровень глюкозы, HbA1C.

АСАБЛІВЫЯ ФІБРАБЛАСТЫ Ў ХВАСТАВЫМ ПЛАЎНІКУ ГУРАМІ (*TRICHOPODUS TRICHOPTERUS*)

Проведено электронно-микроскопическое исследование хвостового плавника Гурами голубого (*Trichopodus trichopterus*) с целью выявления клеток, содержащих центриоли, – одного из показателей способности клеток к пролиферации. Эти органеллы присутствовали в цитоплазме эпидермоцитов, фибробластов соединительной ткани, эндотелиальных, шванновских и миосателлитных клеток. Кроме того, в структуре хвостового плавника обнаружены особые тесно расположенные клетки – крупные фибробласты, в цитоплазме которых также присутствовали центриоли.

Ключевые слова: гурами, хвостовой плавник, центриоли, крупные фибробласты.

Працяглае існаванне жывёл у межах сваіх экалагічных ніш магчыма толькі з-за іх адаптаванасці да жыцця ў адпаведных умовах. Гэта ўніверсальнае правіла датычыць у т. л. прэснаводных рыб, морфа-функцыянальная арганізацыя якіх мусіць быць прыстасаванай не толькі да актыўнага плавання ў тоўшчы вады, але і да адказу на іншыя чыннікі свайго асяроддзя. Сярод апошніх могуць быць пашкоджальныя ўздзеянні на цела рыб, абумоўленыя як іх сутыкненнямі з вострымі прадметамі, якія знаходзяцца ў вадзе, так і нападам драпежнікаў – птушак, рэптылій, млекакормячых, членістаногіх, драпежных рыб. У сувязі з апошнім у рыб развіта здольнасць рэгенераваць пашкоджаныя ўчасткі цела, у тым ліку хваставы плаўнік (ХП) – орган абсалютна неабходны для актыўнага плавання ў вадзе.

Даследаванні, нацэленыя на выяўленне асаблівасцяў аднаўлення морфа-функцыянальнай паўнавартасці ХП рыб пасля пашкоджання, актыўна праводзяцца на працягу апошніх дзесяцігоддзяў [1; 2]. Раней праведзеныя намі даследаванні паказалі актыўную рэгенерацыю ХП у блакітных гурамі [3]. Аднак дасення не выяўлены ўсе клеткавыя элементы, якія захоўваюць патэнцыял удзелу ў магчымых рэгенераторных падзеях.

У сувязі з гэтым было вырашана выявіць адзначаныя камбіяльныя элементы шляхам знаходжання ў складзе іх цытаплазмы цэнтрыёляў – арганэл, неабходных для працякання паўнавартаснага мітатычнага цыклу. Апошняя задача, як вядома, можа быць вырашана з дапамогай метада электроннай мікраскапіі (ЭМ). Паколькі ў ХП гурамі прысутнічаюць лепідатрыхіі (ЛТ), пабудаваныя з касцявой тканкі, падрыхтоўка да ЭМ-даследавання была адпаведным чынам удасканалена.

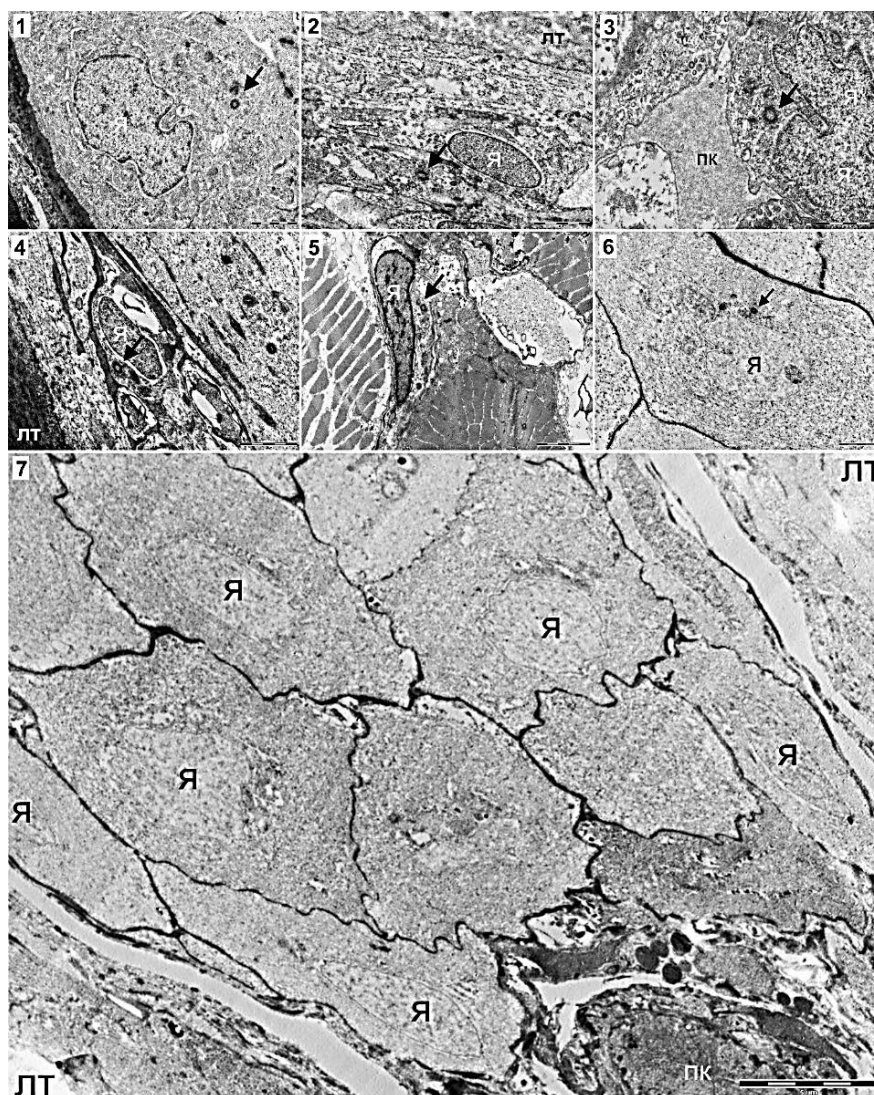
Мэта даследавання: выяўленне ў складзе ХП блакітнага гурамі (*Trichopodus trichopterus*) клетак, патэнцыйна здольных да ўдзелу ў рэгенерацыі органа.

Былі праведзены ЭМ-даследаванні структуры тканак, узятых з трох зон ХП двух гурамі: без лузгі і цягліц; з лузгой; з цягліцамі і лузгой. Тканкі фіксавалі ў 10 %-м фармаліне, затым дэкальцынавалі з дапамогай раствора ЭДТА. Постфіксацыю праводзілі ў 1 %-м раствору частырохвокісі осмія і залівалі ў аралдыт. Ультратонкія зрэзы кантраставалі ўранілацэтатам, цытратам свінца і вывучалі ў электронным мікраскопе JEM-1011.

У ходзе праведзенага даследавання было выяўлена некалькі відаў клетак, у цытаплазме якіх прысутнічалі цэнтрыёлі. Сярод іх былі базальныя і супрабазальныя эпідэрмацыты, фібрабласты падскурнай злучальнай тканкі, эндатэліяцыты крывяносных сасудаў, шванаўскія клеткі, клеткі-сатэліты побач з папярочна-паласатымі цяглічымі валокнамі (малюнак 1).

Разам з тым, у структуры ХП гурамі былі выяўлены асаблівыя буйныя фібрабласты з вялікім, рыхлым ядром і аб'ёмнай цытаплазмай, у якой таксама прысутнічалі цэнтрыёлі. Гэтыя клеткі былі размеркаваны групамі ў прасторы паміж паловамі ЛТ (гемітрыхіямі) і размяшчаліся настолькі шчыльна, што нагадвалі эпідэліяльную тканку (малюнак). Верагодна, дадзеныя клеткі могуць выконваць функцыю камбіяльнага запасу, неабходнага для рэгенерацыі ЛТ ХП.

У прааналізаванай намі навуковай літаратуры ўзгадванне і апісанне гэтых клетак – буйных фібрабластаў ХП рыб – намі выяўлена не было.



Малюнак – клеткі ў ХП гурамі (*Trichopodus trichopterus*) з цэнтрыёлямі (пазначаны стрэлкамі):

1 – эпідэрмацыт базальнага слою эпідэрміса; 2 – фібрабласт; 3 – эндатэліяцыт;

4 – шванаўская клетка; 5 – мясатэліт; 6 – буйны фібрабласт.

На фота 7 паказана група буйных фібрабластаў у прасторы паміж паловамі лепідатрыхій.

Дадаткова пазначана: ЛТ – лепідатрыхій; ПК – прасвет крывяноснага сасуда; Я – ядры клетак

Выснова: у ХП гурамі прысутнічаюць наступныя клеткавыя элементы, здольныя забяспечыць рэгенерацыю пашкоджаннага ХП: базальныя і супрабазальныя эпідэрмацыты, фібрабласти злучальнай тканкі, эндатэліяцыты, шванаўскія клеткі, клеткі-мясатэліты, буйныя фібрабласти.

Спіс выкарыстаных крыніц

1. Regeneration of fin rays in teleosts: a histochemical, radioautographic, and ultrastructural study / J. Becerra [et. al] // Arch. Histol. Cytol. – 1996. – Vol. 59, № 1. – P. 15–35.
2. Regeneration of caudal fin in *Poecilia latipinna*: Insights into the progressive tissue morphogenesis / S. Patel [et. al] // Organogenesis. – 2019. – Vol. 15, № 2. – P. 35–42.
3. Барадзіна, Т. А. Некаторыя аспекты рэгенерацыі хваставага аддзела цела ў гурамі (*Trichopodus trichopterus*) / Т. А. Барадзіна, А. А. Астроўскі // Зоологічныя чтэння : сб. науч. ст., посвящ. 125-лет. д-ра биол. наук Ивана Николаевича Серджанина / ГрГУ им. Янки Купалы ; редкол.: О. И. Янчуревич (гл. ред.), А. В. Рыжая. – Гродно : ГрГУ, 2023. – С. 27–28.

SPECIFIC FIBROBLASTS IN THE CAUDAL FIN OF GOURAMI (*TRICHOPODUS TRICHOPTERUS*)

An ultrastructure study of the caudal fin cells of the blue gourami (*Trichopodus trichopterus*) was carried out in order to identify centrioles as a possible sign of the ability of cells to proliferate. These organelles were present in the cytoplasm of epidermocytes, connective tissue fibroblasts, endothelial cells, Schwann cells and myosatellite cells. In addition, in the structure of the caudal fin, special closely located cells were identified – large fibroblasts, in the cytoplasm of which centrioles were also present.

Keywords: gourami, caudal fin, centriole, large fibroblast.

УДК 615.27:615.9

Н. В. Барулин, А. О. Жарикова

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАНИО РЕРИО (*ZEBRAFISH*) ДЛЯ ОЦЕНКИ НЕЙРОТОКСИЧНОСТИ ВЕЩЕСТВ

Были апробированы методы оценки потенциальных нейротоксических веществ с помощью STC, PMR и LMR тестов, а также сформированы рекомендации к техническим и методическим параметрам, направленные на совершенствование и унификацию использования указанных методик и тестов.

Ключевые слова: данио рерио, zebrafish, модельный объект, токсичность, тестирование.

Многие химические вещества, попавшие в окружающую среду, могут иметь негативные последствия для здоровья человека и животных [1]. В настоящее время тестирование негативного воздействия химических веществ на человека и окружающую среду в значительной степени опирается на животные модели, такие как грызуны и взрослые рыбы [2]. В качестве альтернативы, эмбрионы данио рерио оказались перспективной моделью благодаря своей способности предсказывать токсичность [3].

Пресноводные рыбы данио рерио (*zebrafish*) в последнее время получили широкую популярность в качестве модельного объекта в различных биомедицинских исследованиях, направленных на изучение процессов функционирования генов, развития организма, анатомии, физиологических и поведенческих особенностей, а также в экотоксикологии.

Работа по освоению современных методов использования данио рерио для оценки нейротоксичности химических веществ выполняется на базе специализированной лаборатории «Физиология рыб» кафедры ихтиологии и рыбоводства Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. Для ежедневного получения эмбрионов в лаборатории имеется половозрелое стадо данио рерио дикого типа с ведением учета их плодовитости. Рыбы содержатся с 12 часовым фотопериодом. Самки содержатся совместно с самцами, однако за 12 часов до получения эмбрионов рассаживаются раздельно. В период основного выращивания, половозрелые рыбы питаются высокобелковыми коммерческими кормами Tetra, а также регулярно получают живые корма в виде червя аулофоруса, а также науплий артемии.

Получение эмбрионов осуществляют в специализированных нерестовых емкостях, имеющих отсек, отделяющий взрослых особей от эмбрионов, а также прозрачную перегородку, отделяющую самцов от самок перед началом нереста. После сбора и промывания эмбрионов, они помещаются в различные емкости в зависимости от целей эксперимента: стеклянные или полистироловые чашки Петри, 96 луночных планшетов с круглыми или квадратными лунками. Инкубация эмбрионов осуществляется в термостатах при температуре 28,0 °С в течение 120–144 часов (5–6 суток) после оплодотворения. При исследовании нейротоксичности химических веществ, живые эмбрионы, как правило, через 2 часа после оплодотворения, переносятся в емкости с инкубационной средой, в которую добавляется исследуемый токсикант. Затем они переносятся в 96 луночных планшетов, по 1 эмбриону в каждую

лунку. Один 96 луночный планшет позволяет исследовать 6 различных концентраций (с учетом дубликатов) по 8 экземпляров в 1 дубле.

В ходе исследований осуществляется ежедневная замена инкубационной среды со свежей порцией токсиканта, а также учет летальных, сублетальных и тератогенных эффектов. Через 24, 30 и 120 часов после оплодотворения эмбрионы проходят нейробиологическое тестирование в тесте спонтанного сворачивания хвоста (spontaneous tail coiling, STC); в тесте фотомоторного ответа (photomotor response, PMR) и в тесте локомоторного ответа (locomotor response, LMR), соответственно.

Тест STC – это оценка первой двигательной активности, генерируемой развивающейся нейронной сетью, которая возникает в результате иннервации мышцы [4]. Частотные изменения STC используются в качестве инструмента для обнаружения воздействия нейроактивных химических веществ на развивающийся эмбрион.

Тест PMR – это оценка эмбрионального движения, вызываемого световым стимулом высокой интенсивности. Этот ответ не зависит от восприятия света глазами и опосредуется через фоторецепторы в развивающемся заднем мозге [3]. PMR можно разделить на четыре большие фазы: предстимульная фоновая, латентная, фаза возбуждения и рефрактерная фаза. Визуализация этих фаз PMR используется для химической классификации и скрининга лекарств [3].

Тест LMR – это оценка как спонтанного, так и индуцированного чередования света, локомоторного ответа свободных эмбрионов (личинок). При LMR-тесте эмбрионы слабо двигаются при освещении светом, но демонстрируют увеличение активности при переключении со света на темноту [1]. Поэтому для мониторинга такого поведения применяют циклы свет-темнота. LMR оценивается путем регистрации различных конечных точек плавательной активности, таких как время, расстояние, скорость и угол плавания.

У рыб функциональное вмешательство в сердечно-сосудистую и нервную системы, приводит к синдрому дыхательной недостаточности, что влечет за собой повышенную смертность из-за нехватки кислорода [5]. В отличие от этого, у эмбрионов рыб синдром дыхательной недостаточности отсутствует, поскольку кислород в эмбрионах в основном поступает через кожную диффузию [1]. В результате эмбрионы демонстрируют лишь слабую смертность от нейротоксичных веществ. Однако, некоторые нейроактивные вещества оказывают влияние на поведение при концентрациях значительно ниже летального диапазона [1]. Следовательно, наблюдение за изменениями поведения эмбрионов при сублетальных концентрациях может служить индикатором нейроактивности и/или может быть использовано для вывода о неблагоприятном воздействии.

Тааким образом, эмбрионы рыб являются удобной моделью для оценки нейротоксичности химических веществ. Благодаря простоте содержания и быстрому половому созреванию – данио рерио получили широкое распространение в качестве модельного объекта в различных медико-биологических направлениях.

Потенциал выявления взаимодействия химических веществ с нервной системой с помощью поведенческих тестов на данио рерио был признан мировым сообществом, при этом тесты STC, PMR и LMR претендуют стать наиболее популярными стандартизированными методами при оценке нейротоксичности химических веществ.

Список использованных источников

1. Hypo- or hyperactivity of zebrafish embryos provoked by neuroactive substances: a review on how experimental parameters impact the predictability of behavior changes / A. Ogunbemi [et al.] // *Environ Sci Eur.* – 2019. – Vol. 31. – 88 p.
2. Alternative approaches to vertebrate ecotoxicity tests in the 21st century: a review of developments over the last 2 decades and current status / A. Lillicrap [et al.] // *Environ Toxicol Chem.* – 2016. – Vol. 35. – P. 2637–2646.
3. Rapid behavior-based identification of neuroactive small molecules in the zebrafish / D. Kokel [et al.] // *Nat Chem Biol.* – 2010. – Vol. 6. – P. 231–237.
4. Kimmel, C. B. The development and behavioral characteristics of the startle response in the zebra fish / C. B. Kimmel, J. Patterson, R. O. Kimmel // *Dev Psychobiol.* – 1974. – Vol. 7. – P. 47–60.

5. Development of an adverse outcome pathway for acetylcholinesterase inhibition leading to acute mortality / C. L. Russom [et al.] // Environ Toxicol Chem. – 2014. – Vol. 33. – P. 2157–2169.

H. V. Barulin, A. O. Zharikova
Belarusian State Agricultural Academy

USE OF DANIO RERIO (*ZEBRAFISH*) TO ASSESS NEUROTOXICITY OF SUBSTANCES

Methods of evaluation of potential neurotoxic substances using STC, PMR and LMR tests were tested, and recommendations for technical and methodological parameters aimed at improving and unifying the use of these methods and tests were formed.

Keywords: danio rerio, zebrafish, model object, toxicity, testing.

УДК 574.24;581.5;616-022.82

Н. М. Борабанова, Н. С. Гурина
Белорусский государственный медицинский университет

ОСОБЕННОСТИ МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПЫЛЬЦЕВОЙ АЛЛЕРГИИ

Представлены данные по аэропаллинологическому мониторингу в Республике Беларусь по наиболее распространенным и новым видам аллергенных растений. Исследование проведено с помощью стационарной пыльцевой ловушки Буркарда.

Ключевые слова: пыльца, поллиноз, аэропаллинологический мониторинг, календарь пыления.

Из многих тысяч распространенных во всем мире растений примерно 60 продуцируют пыльцу, которая может вызвать поллиноз. Частота встречаемости аллергических заболеваний, степень их тяжести, правильность постановки диагноза и успешность лечения имеют выраженный региональный характер. Известно, что антигенный состав одноименной пыльцы из различных геоклиматических зон существенно отличается, что выдвигает на первый план изучение роли региональных природных факторов в формировании аллергической активности пыльцы. Особую важность имеет проведение аэробиологического мониторинга, выявление закономерности динамики содержания пыльцы и спор в воздухе города по дням, сезонам и годам. В результате проводимых в Беларуси с 1985 года исследований имеется перечень региональных пыльцевых аллергенов, календарь их нахождения в воздухе, атлас аллергенной пыльцы, установлены доминирующие пыльцевые аллергены и их химический состав [1]. В практическом плане следует отметить, что между годами существуют значительные различия в количественном и качественном составе пыльцы в воздухе, которые зависят от состава растительного покрова, продуктивности растений, количественной динамики и систематического разнообразия аэропаллиоспектров. Поэтому необходимы постоянные аэробиологические исследования совместно с аллергологами для успешной диагностики и лечения пыльцевой аллергии.

Цель работы: исследование состава воздуха для прогнозирования аллергенной обстановки в городе Минске.

В своих исследованиях мы используем ловушку Burkard (Великобритания), которая относится к волюметрическому типу, когда поток воздуха создается принудительно, за счет работы воздушной помпы. Ловушка установлена на высоте 20 м, а скорость всасывания воздуха составляет 10 л/мин. (или 0,6 м³/час), что соответствует, примерно, интенсивности дыхания взрослого человека. Полный цикл вращения барабана с нанесенной клейкой лентой за счет работы часового механизма (скорость вращения 2 мм/час) рассчитан на 7 суток. Анализ пыльцы проводился с применением светового микроскопа БИОЛАМ. Одним из наиболее трудных этапов при проведении аэропаллинологических исследований является дифференциальная диагностика осевшей из воздуха пыльцы. Для успешного выполнения этой задачи нами была создана эталонная коллекция, содержащая пыльцу большинства местных растений. Использовались отечественные и зарубежные определители воздушной пыльцы, а также

ряд работ по споро-пыльцевому анализу. Расчет содержания количества таксонов, к которым принадлежит пыльца, проводили в кубическом метре воздуха за сутки. Данные заносили в рабочий журнал, а затем в таблицы программы Microsoft Office Excel 2016, которые в дальнейшем использовали для составления календаря пыления [2]. На рисунке 1 представлен календарь пыления, полученный за 2023 год.

Пыление может начинаться еще в конце февраля. В весенний период выбрасывают пыльцу древесные растения, такие как ольха, лещина, береза, граб, дуб, ива, тополь, вяз, ясень. Летняя пыльцевая волна отличается обилием пыльцы злаков, таких как тимофеевка, мятлик луговой и овсяница. Осенью обычно берет верх пыльца сорняков. К таким сорнякам относятся амброзия, крапива, полынь, лебеда и щавель.

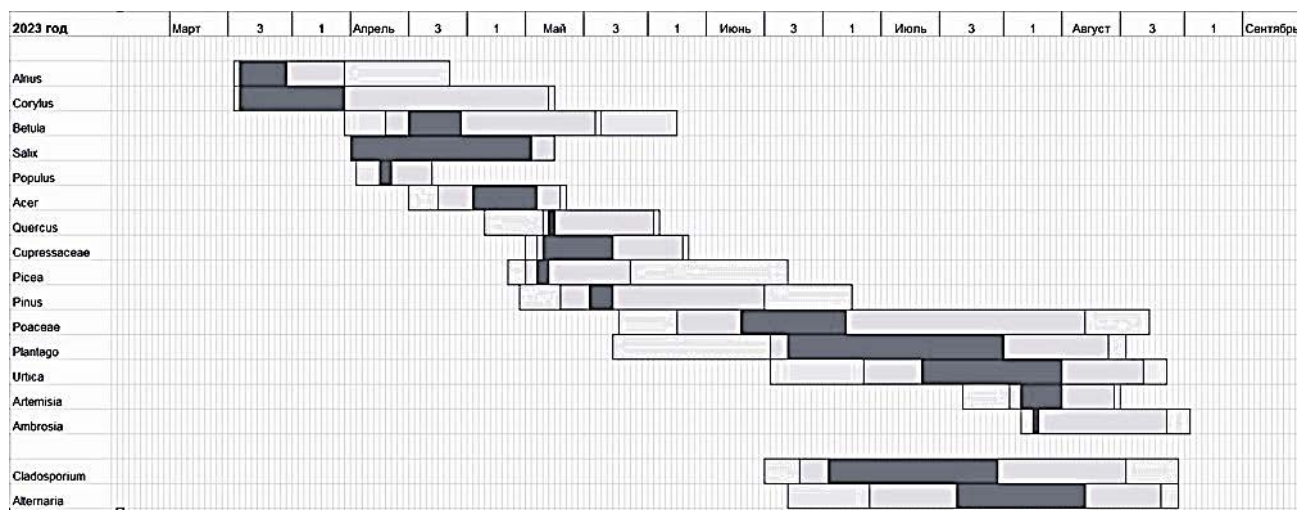


Рисунок – Календарь пыления в Республике Беларусь в 2023 году

Несмотря на относительное постоянство календаря пыления для конкретного региона, каждый сезон имеет свои особенности. Может измениться пыльцевая продуктивность некоторых таксонов, а также срок и продолжительность пыления. Эти особенности связаны в первую очередь с метеорологическими условиями, из-за влияния погодных условий, возможно смещение сроков начала и конца, а также интенсивности цветения на сроки от 7 до 14 дней. Ухудшение экологической обстановки тоже вносит свою лепту, нарушая адаптационные механизмы как у людей, так и у растений. В частности, у растений вместо нормальной пыльцы формируется деформированная: недоразвитые пыльцевые зерна, с оторвавшимися пыльцевыми мешками, разрушенными оболочками или пыльцевые зерна с разорванным телом. В условиях загрязненности окружающей среды пыльцевые зерна, находящиеся в воздухе, также могут адсорбировать на своей поверхности различного рода поллютанты, что способствует образованию несвойственных пыльце аллергенных комплексов и возникновению непредвиденных аллергических реакций. На формирование пыльцы и её деформацию как естественную защитную реакцию растения к новым условиям обитания влияет и характер интродуцированной, парковой флоры. В настоящее время флора и растительность Беларуси, как страны с высокой плотностью населения, развитыми индустрией и сельским хозяйством, претерпевают довольно значительные изменения. Хозяйственное освоение новых территорий привело к нарушению естественных ландшафтов, сокращению ареалов обитавших там видов растений и широкому распространению сорняков и рудеральных трав.

Выявление общих сезонных и многолетних закономерностей изменения качественного и количественного состава пыльцевого спектра, разработка календаря пыления, аэропаллинологических прогнозов позволяет контролировать экологическую обстановку в городе и с определенной долей достоверности прогнозировать наступление аллергенной обстановки в регионе.

1. Поллиноз / Э. А. Доценко [и др.] // Здоровоохранение. – 2001. – № 2. – С. 35–39.
2. Принципы и методы аэропаллинологических исследований / Н. Р. Мейер-Меликян [и др.]. – М., 1999. – 48 с.

N. M. Borabanova, N. S. Gurina
Belarusian State Medical University

FEATURES OF POLLEN ALLERGY MONITORING AND FORECASTING

The article presents data on aeropalynological in the Republic of Belarus, for the most common and new types of allergenic plants. The study was conducted with the help of a stationary pollen trap Burkard.

Keywords: pollen, pollinosis, aeropallinological monitoring, the dusting calendar.

УДК 611.89.018:594.3

О. В. Грасевич¹, Е. М. Федина¹, С. В. Емельянчик², С. М. Зиматкин¹

¹Гродненский государственный медицинский университет

²Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

ОЦЕНКА АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТОВ ЦИТОПЛАЗМЫ НЕЙРОНОВ ЦЕРЕБРАЛЬНЫХ ГАНГЛИЕВ БРЮХОНОГИХ МОЛЛЮСКОВ *LIMAX FLAVUS*

В данном исследовании слизень *Limax flavus* использовался как нейробиологическая модель, проводилось изучение активности ферментов окислительного метаболизма нейронов. Выявлены достоверные различия между отделами церебрального ганглия по активности ферментов НАДФН-ДГ, Г-6-Ф-ДГ и ЛДГ.

Ключевые слова: церебральный ганглий, НАДФН-дегидрогеназа, глюкозо-6-фосфат-дегидрогеназа, лактатдегидрогеназа, сукцинатдегидрогеназа.

Беспозвоночные животные на протяжении длительного времени используются в качестве нейробиологической модели. Несомненным достоинством данных объектов является хорошая приспособляемость к меняющимся условиям окружающей среды, что позволяет оценить влияние различных регуляторных факторов на функционирование нервных центров, а также установить клеточные события, лежащие в основе координации их активности [2].

Цель исследования – оценка активности ферментов окислительного метаболизма в цитоплазме нейронов различных отделов церебрального ганглия брюхоногих моллюсков *Limax flavus*.

Для проведения исследования были отобраны 6 особей *Limax flavus* (Linnaeus, 1758), относящихся к роду *Limax*, семейство *Limacidae*, отряда *Stylommatophora*, подкласса *Pulmonata*, класса *Gastropoda*, тип *Mollusca*. Слизней собирали во влажных местах поймы реки Неман г. Гродно. Для определения видовой принадлежности слизней использовали определитель И. М. Лихарева, А. Й. Виктора «Фауна СССР. Моллюски» [4].

Слизней анестезировали с помощью хлорида магния [6] и разрезали на две половины, использовали переднюю часть, содержащую окологлоточное кольцо ганглиев, помещали на полоски маркированной фильтровальной бумаги, замораживали и хранили в жидком азоте. Серийные срезы толщиной 10 мкм получали на криостате Leica CM1850 (Leica Microsystems GmbH, Германия) при температуре –18 °С.

Для изучения окислительного метаболизма нейронов криостатные срезы обрабатывали на выявление активности оксидоредуктаз, связанных с циклом Кребса: сукцинатдегидрогеназы (СДГ), с гликолизом – лактатдегидрогеназы (ЛДГ), с внемитохондриальным окислением и синтезом нуклеиновых кислот – дегидрогеназы восстановленного НАДФ (НАДФ-ДГ), с пентозофосфатным путем – глюкозо-6-фосфат-дегидрогеназы (Г-6-Ф-ДГ) [1] общепринятыми методами. Исследовали отделы церебрального ганглия: процеребрум, мезocereбрум и метасеребрум.

Полученные цифровые данные обрабатывали с помощью лицензионной компьютерной программы Statistica (версия 10.0) для Windows (StatSoft Inc, США), используя описательную статистику. Для каждого показателя определяли значение медианы (Me), значение нижнего квартиля (LQ) и значение верхнего квартиля (UQ). Объекты исследования набирали в группы

независимо друг от друга, поэтому сравнение групп по одному признаку проводили с помощью критерия Манна-Уитни для независимых выборок (Mann-Whitney U-test). Различия между группами считали статистически значимыми, если вероятность ошибочной оценки не превышала 5 % ($p < 0,05$) [5].

При гистохимическом исследовании нервных клеток различных отделов церебрального ганглия установлено, что активность ферментов в цитоплазме нейронов имеет статистическое различие между некоторыми отделами. Так, для фермента, участвующего в конечных этапах гликолиза, протекающего в анаэробных условиях – ЛДГ [1] установлены достоверные различия между процеребрумом и метациеребрумом (таблица), активность фермента выше в метациеребруме на 7,5 % ($p = 0,005$), при сравнении мезоцеребрального и процеребрального отдела уровень ЛДГ выше в мезоцеребруме на 5,1 % ($p = 0,04$).

По активности НАДФН-ДГ – фермента, связанного с внемитохондриальным окислением и синтезом нуклеиновых кислот [1], имеются достоверные различия между процеребрумом и мезоцеребрумом. Активность фермента выше в цитоплазме нейронов процеребрума на 19,7 % ($p = 0,004$). Также обнаружено повышение активности НАДФН-ДГ в цитоплазме нейронов процеребрума, разница с нейронами метациеребрума составила 18,2 % ($p = 0,002$).

Активность фермента пентозофосфатного пути Г-6-Ф-ДГ [1] различна во всех трех отделах церебрального ганглия. Самые высокие значения активности фермента были в нейронах метациеребрального отдела, самые низкие – в нейронах процеребрума. При сравнении процеребральных нейронов с мезоцеребральными разница составила 35,9 % ($p = 0,0001$), с метациеребральными – 48 % ($p = 0,000001$). Активность фермента также различалась между мезоцеребральными и метациеребральными нейронами и составила 19,0 % ($p = 0,002$).

Таким образом, активность ферментов окислительного метаболизма в цитоплазме нейронов различных отделов церебрального ганглия отличается, а именно, процеребрум характеризуется наиболее высокой активностью ЛДГ, при этом в нем наблюдается более низкая активность НАДФН-ДГ и Г-6-Ф-ДГ в сравнении с другими отделами ганглия, различий по активности СДГ не наблюдается.

Список использованных источников

1. Березов, Т. Т. Биологическая химия : учеб. / Т. Т. Березов, Б. Ф. Коровкин. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Медицина, 1998. – 704 с.
2. Зайцева, О. В. Организация сенсорных систем брюхоногих моллюсков: принцип структурно-функционального параллелизма развития : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.13; 03.00.11 / О. В. Зайцева ; С.-Петербург. гос. ун-т. – СПб., 2000 – 32 с.
3. Гистологические методы исследования : учеб. пособие / С. М. Зиматкин [и др.] ; под ред. С. М. Зиматкина. – Гродно : ГрГМУ, 2015. – 179 с.
4. Лихарев, И. М. Слизни фауны СССР и сопредельных стран (*Gastropoda terrestrial nuda*) / И. М. Лихарев, А. Й. Виктор. – Л. : Наука, 1980. – 438 с.
5. Омелянченко, В. П. Информатика, медицинская информатика, статистика : учеб. / В. П. Омелянченко, А. А. Демидова. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2021. – 608 с.
6. Zeidan, G. C. Efficiency of anesthetics on female gastropod *Littoraria angulifera* [Electronic resource] / G. C. Zeidan, C. Barroso, G. Boehs // Boletim do instituto de Pesca. – 2018. – Vol. 44, iss. 3. – Mode of access: <https://institutodepesca.org/index.php/bip/article/view/1315/1290>. – Date of access: 02.03.2024.

O. V. Grasevich¹, E. M. Phedina¹, S. V. Yemeljanichik², S. M. Zimatkin¹

¹Grodno State Medical University

²Yanka Kupala State University of Grodno

CYTOPLASMIC ENZYME ACTIVITY EVALUATION IN NEURONS OF GASTROPODS CEREBRAL GANGLIA *LIMAX FLAVUS*

In this study, the slug *Limax flavus* was used for the first time as a neurobiological model, and the activity of enzymes of oxidative metabolism of neurons was studied. Reliable differences were revealed between the sections of the cerebral ganglion in the activity of the enzymes NADPH dehydrogenase, glucose-6-phosphate dehydrogenase, lactate dehydrogenase, succinate dehydrogenase.

Keywords: cerebral ganglion, NADPH dehydrogenase, glucose-6-phosphate dehydrogenase, lactate dehydrogenase, succinate dehydrogenase.

А. С. Дробыш

*Гродненский государственный университет имени Янки Купалы***СОДЕРЖАНИЕ ВОССТАНОВЛЕННОГО ГЛУТАТИОНА
И ПРОДУКТОВ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ
ПРИ АЛКОГОЛЬНОЙ ИНТОКСИКАЦИИ В КЛЕТКАХ ПЕЧЕНИ**

Определено содержание восстановленного глутатиона и продуктов перекисного окисления липидов клеток печени при хронической алкогольной интоксикации, а также их присутствие при гепатопротекторном действии флавоноида нарингина.

Ключевые слова: окислительный стресс, антиоксиданты, восстановленный глутатион, перекисное окисление липидов, нарингин.

Во время алкогольной интоксикации печень испытывает повышенный окислительный стресс из-за образования активных форм кислорода (АФК) и ацетальдегида, токсичного побочного продукта метаболизма алкоголя. Это может привести к истощению восстановленного глутатиона. Глутатион – трипептид, который играет жизненно важную роль в поддержании окислительно-восстановительного баланса клеток и защите от окислительного стресса [1]. Повышенное количество АФК приводят к увеличению накопления продуктов перекисного окисления липидов, таких как малоновый диальдегид, 4-гидроксиноненал и других альдегидов, которые разрушают клеточные мембраны, нарушают функцию ферментов и способствуют развитию воспаления и гибели клеток [2]. Нарингин (5,7-тригидроксифлавонон-7-рамноглюкозид), относится к категории флаваноновых гликозидов и содержится в винограде и цитрусовых. Количество нарингина в плодах обычно определяется их зрелостью. Незрелые плоды имеют более высокую концентрацию нарингина. Под его действием происходит повышение активности антиоксидантных ферментов, а также непосредственное поглощение активных форм кислорода [3].

Цель работы – определить содержание восстановленного глутатиона и продуктов перекисного окисления мембранных липидов клеток печени при хронической алкогольной интоксикации и установить гепатопротекторный эффект растительного полифенола – нарингина.

Эксперимент проведен на крысах-самцах линии Wistar с массой тела 200–230 г. Животные были разделены на 4 групп (7 крыс на группу). Крысы группы 1 (контроль) получали физиологический раствор внутривенно. Крысы группы 2 (нарингин) получали суспензию нарингина (40 мг/кг) через желудочный зонд между 9:00 и 10:00 утра в течение 24 недель. Крысы группы 3 (этанол) получали этанол (15 %) в качестве единственного источника питья в течении 24 недель. Крысы группы 4 (этанол + нарингин) получали этанол (15 %) в качестве единственного источника питья в течении 24 недель + суспензию нарингина (40 мг/кг) через желудочный зонд между 9:00 и 10:00 утра в течение 24 недель. Все процедуры, выполняемые в эксперименте, соответствуют Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых для научных целей, руководство по уходу и использованию лабораторных животных (№ 123; пересмотрено в 1986 году).

Метод определения содержания восстановленного глутатиона основан на реакции образования желтого соединения между глутатионом и дитиобензойной кислотой. Оптическую плотность образующегося продукта определяли при длине волны $\lambda = 412$ нм, используя молярный коэффициент экстинкции $\epsilon_{412} = 13\,600\text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$ [4].

Метод определения содержания стабильных продуктов перекисного окисления липидов основан на способности тиобарбитуровой кислоты реагировать с продуктами перекисного окисления липидов. Определение ТБКРС проводили по величине оптической плотности образующегося продукта при длине волны $\lambda = 532$ нм, используя молярный коэффициент экстинкции $\epsilon_{532} = 1,56 \times 10^5\text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$ [5].

Нормальность распределения данных определяли с помощью критерия Шапиро-Уилка. Статистически достоверными признавали результаты с $p < 0,05$. Достоверность межгрупповых различий оценивали, используя однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) с применением теста Тьюки.

Индукцированное алкоголем повреждение печени представляет собой сложный патологический процесс, который включает в себя широкий спектр поражений печени, связанных с усилением печеночного липогенеза, подавлением окисления жирных кислот, воспалением печени и избыточным образованием АФК. Как показало исследование, содержание восстановленного глутатиона в клетках печени третьей группы крыс, принимавшей этанол, снизилось в 5 раз в сравнении с контрольной группой, принимавшей физиологический раствор, что указывает на высокий уровень окислительного стресса в организме. Для группы животных, принимавшей этанол и нарингин, характерно восстановление концентрации глутатиона на 55 % в сравнении с группой, получавшей этанол в качестве единственного источника питья ($p \leq 0,05$).

Содержание продуктов перекисного окисления липидов в клетках печени группы, принимавшей этанол, увеличилось вдвое в сравнении с контрольной группой, принимавшей физиологический раствор. Для группы, принимавшей этанол и нарингин, содержание продуктов перекисного окисления липидов снизилось на 30 % в сравнении с группой, получавшей этанол в качестве единственного источника питья, что связано с антиоксидантными свойствами нарингина ($p \leq 0,05$).

Таким образом, в исследовании наблюдали развитие выраженного поражения печени у животных, получавших в течение длительного времени этанол, что сопровождалось постоянным окислительным стрессом и выраженным нарушением функционального состояния клеток печени. Введение нарингина крысам на фоне алкоголя оказывало гепатопротекторный эффект, снижая содержание продуктов перекисного окисления мембранных липидов и частично восстанавливая содержание глутатиона, что обусловлено антиоксидантным потенциалом нарингина.

Список использованных источников

1. Meister, A. Glutathione / A. Meister, ME Anderson // *Annu Rev Biochem.* – 1983. – Vol. 52. – P. 711–760.
2. Comporti, M. Lipid peroxidation and cellular damage in toxic liver injury / M. Comporti // *Lab Invest.* – 1985. – Vol. 53, № 6. – P. 599–623.
3. Halliwell, B. Free radicals and antioxidants: updating a personal view / B. Halliwell // *Nature reviews. Molecular cell biology.* – 2006. – Vol. 7, № 9. – P. 682–693.
4. Ellman, G. L. Tissue sulfhydryl groups / G. L. Ellman // *Archives of Biochemistry and Biophysics.* – 1959. – Vol. 82, № 1. – P. 70–77.
5. Stocks, J. The autoxidation of human red cell lipids induced by hydrogen peroxide / J. Stocks, T. L. Dormandy // *British Journal of Haematology.* – 1971. – Vol. 20, № 1. – P. 95–111.

A. S. Drobysch

Yanka Kupala State University of Grodno

THE CONTENT OF REDUCED GLUTATHIONE AND LIPID PEROXIDATION PRODUCTS DURING ALCOHOL INTOXICATION IN LIVER CELLS

The content of reduced glutathione and products of lipid peroxidation of liver cells during chronic alcohol intoxication was determined, as well as their content during the hepatoprotective effect of the flavonoid naringin.

Keywords: oxidative stress, antioxidants, reduced glutathione, lipid peroxidation, naringin.

Т. В. Ильич, Т. А. Коваленя, А. И. Савко, Е. И. Халецкая
Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

ПОЛУЧЕНИЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ ВКЛЮЧЕНИЯ САЛИЦИЛАТОВ С ЦИКЛОДЕКСТРИНАМИ⁸

Получены комплексы включения ацетилсалициловой и салициловой кислот с α -, β - и гидроксипропил- β -циклодекстринами. Оценена фазовая растворимость полученных комплексов включения

Ключевые слова: ацетилсалициловая кислота, салициловая кислота, циклодекстрины, комплексы включения.

Циклодекстрины представляют собой циклические олигосахариды, где остатки глюкозы связаны α -1,4-гликозидными связями, с гидрофильной внешней поверхностью и липофильной центральной полостью; α -циклодекстрин, β -циклодекстрин и γ -циклодекстрин природные вещества, но их растворимость ограничена. Модифицированные циклодекстрины более безопасны и хорошо растворимы в воде, такие как 2-гидроксипропил- β -циклодекстрин и натриевая соль сульфобутилового эфира, являются более предпочтительными для создания фармацевтических субстанций.

Циклодекстрин (молекула-хозяин) способен образовывать комплекс включения с лекарственным препаратом (молекула-гость), перенося часть молекулы лиганда в полость циклодекстрина, в результате чего могут изменяться физико-химические свойства включенного вещества. Комплексообразование может повысить растворимость молекулы-гостя в водной среде, повысить химическую и физическую стабильность и улучшить доставку лекарственного препарата через биологические мембраны. Молекулы лиганда легко высвобождаются из комплекса при разбавлении среды или путем конкурентного комплексообразования [1; 2]. Одна или несколько молекул лекарственного средства могут образовывать комплекс с одной молекулой циклодекстрина, а одна или несколько молекул циклодекстрина могут образовывать комплекс с одной молекулой лекарственного вещества. Однако чаще всего одна молекула лекарственного средства образует комплекс с одной молекулой циклодекстрина.

Комплексы включения имеют тенденцию к самосборке в водных растворах с образованием агрегатов. При повышенных концентрациях циклодекстринов эти агрегаты могут увеличиваться в размерах и выпадать в осадок в виде твердых микрочастиц [4]. Кроме того, природные циклодекстрины и их комплексы имеют ограниченную растворимость в водных растворах. Эти ограничения растворимости могут привести к появлению характерных диаграмм фазовой растворимости В-типа, показанных на рисунке.

На данном этапе работы мы оценили фазовую растворимость салициловой и ацетилсалициловой кислот в присутствии α -, β -, гидроксипропил- β -циклодекстринов по методу Хигучи-Коннора (Т. Higuchi и К. А. Connors) [3]. Избыточное количество салицилатов добавляли к водным растворам, содержащим α -, гидроксипропил- β -циклодекстрины в диапазоне концентраций 0–30 мМ, β -циклодекстрин (0–16 мМ). Все эксперименты по комплексообразованию проводились при рН 6.0. Образцы инкубировали в темноте при комнатной температуре в течение 72 часов и затем фильтровали через бумажный фильтр, затем фильтрат центрифугировали при 14 000 g в течение 10 мин. при комнатной температуре. Количество растворенных салицилатов определяли спектрофотометрически UF-VIS. Спектры поглощения регистрировали при комнатной температуре (Jasco V-650, Япония) (λ 190–600 нм) за вычетом оптической плотности соответствующей концентрации циклодекстринов.

В работе были определены молярные коэффициенты экстинкции (ϵ) салицилатов в водном растворе. С этой целью были проведены измерения оптической плотности (УФ) водных растворов салициловой и ацетилсалициловой кислот в диапазоне концентраций

⁸ Работа выполнена при финансовой поддержке гранта БРФФИ – Минобразование М-2024, № Б24МВ-004.

($10 \times 10^{-6} - 10 \times 10^{-3}$ моль/л) при $\lambda_{\max} = 296$, $\lambda_{\max} = 275$ нм в воде соответственно. Молярный коэффициент экстинкции ацетилсалициловой кислоты $\varepsilon = 4760 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$ при $\lambda_{\max} = 275$ нм. Молярный коэффициент экстинкции салициловой кислоты $\varepsilon = 18054 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$ при $\lambda_{\max} = 296$ нм.

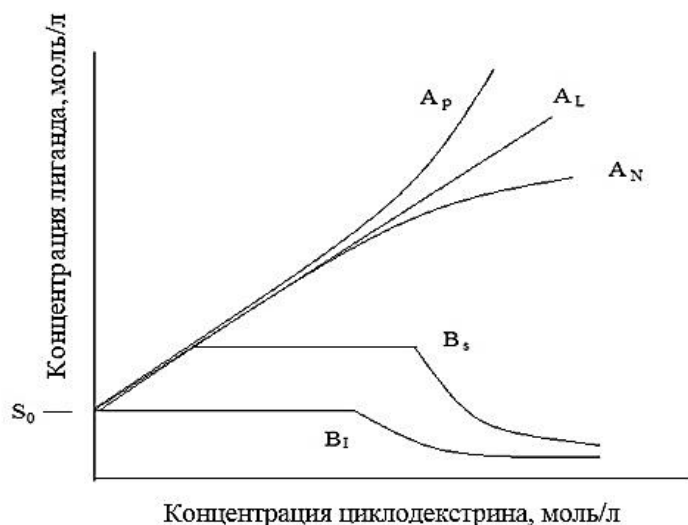


Рисунок – Типы диаграмм фазовой растворимости в соответствии с концепцией Хигучи – Коннора, показывающие, как меняется общая растворимость молекулы-гостя с увеличением концентрации циклодекстринов.

Диаграммы А-типа образуются, когда комплекс включения растворим в водных средах.

Диаграммы В-типа наблюдаются, когда комплекс включения имеет ограниченную растворимость в водных средах.

A_L – линейная диаграмма; A_P – положительное отклонение от линейности;

A_N – отрицательное отклонение от линейности; B_S – комплекс имеет ограниченную растворимость;

B_I – комплекс нерастворим

На втором этапе оценена растворимость салицилатов в присутствии различных концентраций α -, гидроксипропил- β -циклодекстринов (0–30 мМ) и β -циклодекстрина (0–16 мМ). Растворимость ацетилсалициловой кислоты практически не изменяется при увеличении концентрации α -, β -, гидроксипропил- β -циклодекстринов. При концентрации гидроксипропил- β -циклодекстринов 16 мМ растворимость салициловой кислоты увеличивается в 2 раза. Диаграммы фазовой растворимости салицилатов в соответствии с концепцией Хигучи – Коннора (Т. Higuchi и К. А. Connors) скорее может быть классифицирована как диаграмма B_S -типа, что предполагает ограниченную растворимость комплексов включения.

Список использованных источников

1. The effect of parenterally administered cyclodextrins on the pharmacokinetics of coadministered drugs / S. V. Kurkov [et al.] // J. Pharm. Sci. – 2012. – Vol. 101. – P. 4402–4408.
2. Pharmacokinetics of cyclodextrins and drugs after oral and parenteral administration of drug/cyclodextrin complexes / T. Loftsson [et al.] // J. Pharm. Pharmacol. – 2016. – Vol. 68. – P. 544–555.
3. Higuchi, T. Phase solubility techniques / T. Higuchi, K. A. Connors // Journal of Analytical Chemistry. – 1965. – Vol. 4, № 2. – P. 117–212.
4. Jansook, P. Cyclodextrins: Structure, physicochemical properties and pharmaceutical applications / P. Jansook, N. Ogawa, T. Loftsson // Int. J. Pharm. – 2018. – Vol. 535. – P. 272–284.

T. V. Ilyich, T. A. Kavalenia, A. I. Savko, E. I. Khaleckaya
Yanka Kupala State University of Grodno

PREPARATION OF NANOSTRUCTURED INCLUSION COMPLEXES SALICYLATES WITH CYCLODEXTRINS

Inclusion complexes of acetylsalicylic and salicylic acids with α -, β - and hydroxypropyl- β -cyclodextrins were obtained. The phase solubility of the resulting inclusion complexes was assessed

Keywords: acetylsalicylic acid, salicylic acid, cyclodextrins, inclusion complexes.

**Т. В. Ильич, А. И. Савко, Т. А. Коваленя,
С. С. Ануфрик, С. Н. Анучин, И. Б. Заводник**
Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

МЕХАНИЗМЫ ТОКСИЧНОСТИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И НАНОЧАСТИЦ МЕТАЛЛОВ У КРЫС И МОЛЛЮСКОВ

Углеродные нанотрубки, продукты современных нанотехнологических производств, обладают высокой токсичностью. Острая интоксикация многостенными углеродными нанотрубками крыс (50 мг/кг) вызывала развитие окислительного стресса в эритроцитах, но не митохондриях печени, повышала чувствительность митохондрий к присутствию ионов кальция. Токсическое воздействие нанотрубок на виноградную улитку (*Helix pomatia*) (апликация на поверхность тела – 50 мг/особь, трижды) также свидетельствует о роли окислительного стресса в токсическом поражении.

Ключевые слова: углеродные нанотрубки, интоксикация, крысы, виноградная улитка, окислительный стресс.

Наночастицы (НЧ) – частицы разнообразной формы, которые в любом из размеров не превышают 100 нм [1]. Углеродные нанотрубки, продукты современных нанотехнологических производств, в основном состоят из элементарного углерода, обладают высокой поверхностной реакционной способностью, токсичностью, исключительными механическими, химическими свойствам и имеют множество применений во многих научных и технологических сферах [2]. Присутствуя в наноразмерном состоянии, многие вещества могут приобретать новые свойства, что делает их значительно более активными в физическом, химическом, биологическом, фармакологическом и токсическом отношении. Классические исследования наночастиц открывают новые возможности их использования в области биомедицины, фармакологии, производстве продуктов питания, при решении экологических и сельскохозяйственных проблем. Все возрастающее использование наночастиц в результате деятельности человека увеличивает их поступление в окружающую среду, резко увеличивает вероятность контакта человека с нанополлютантами. Выявление клеточных и молекулярных механизмов токсичности НЧ позволяет обосновать биохимические маркеры токсичности, которые необходимо использовать для оценки воздействия НЧ и эффективности фармакологической и иммунофармакологической профилактики и терапии заболеваний, вызываемых НЧ [3]. Цель настоящей работы – выяснить эффекты и маркеры повреждающего действия многостенных углеродных наночастиц (диаметр – 50–90 нм) при интоксикации крыс (однократно в дозе 50 мг/кг массы) и улитки виноградной (*Helix pomatia*) (апликация на поверхность тела – 50 мг/особь, трижды в течение 7 дней) в эксперименте.

Мы не обнаружили в результате острой интоксикации крыс нанотрубками достоверного повышения в плазме крови уровня маркеров поражения печени (содержание билирубина и активности аминотрансфераз), но продемонстрировали развитие окислительного стресса в эритроцитах (мы наблюдали рост содержания продуктов перекисного окисления липидов и истощение восстановленного глутатиона в эритроцитах), но не митохондриях печени крыс. Токсическое воздействие не изменило респираторную активность и мембранный потенциал митохондрий печени крыс, но повысило чувствительность митохондрий к присутствию ионов кальция. Подобным образом, ранее при пероральном введении мышам одностенных наночастиц длиной более 1 мкм в высокой дозе (1000 мг/кг) не было обнаружено признаков токсичности в отличие от внутрибрюшинного введения, приводившего к развитию гранулем во внутренних органах [4]. Можно предположить отсутствие быстрого всасывания и распределения в тканях крупных гидрофобных углеродных нанотрубок в результате однократного введения. Токсическое воздействие нанотрубок на виноградную улитку (*Helix pomatia*) приводило к накоплению (более 30 %) продуктов перекисного окисления липидов, истощению восстановленного глутатиона (25 %), повышению активности ферментов антиоксидантной защиты в печени, что отражает роль окислительного стресса в токсическом поражении моллюсков.

В эксперименте *in vitro* наночастицы металлов серебра, кобальта, неметалла селена (0,1–10 мкг/мл) эффективно ингибировали респираторную активность изолированных митохондрий печени крыс: скорость АДФ-стимулируемого потребления кислорода V_3 , коэффициент дыхательного контроля V_3/V_2 и коэффициент фосфорилирования АДФ/О выражено уменьшались, свидетельствуя о дозозависимом нарушении сопряжения окисления и фосфорилирования. Наиболее выражено, в концентрации 0,1–0,5 мкг/мл, наночастицы серебра, характеризующиеся наименьшим из исследуемых наночастиц размером, нарушали респираторную активность митохондрий. Ингибирование респираторной активности митохондрий в присутствии наночастиц сопровождалось выраженной деполяризацией митохондриальных мембран. Мы предполагаем, что разобщающий эффект наночастиц связан с переносом электронов от электрон-транспортной цепи митохондрий на положительно заряженную поверхность наночастиц и зависит от размеров наночастиц.

Список использованных источников

1. Nanoparticle Effects on Stress Response Pathways and Nanoparticle-Protein Interactions / S. J. Cameron [et al.] // *Int J Mol Sci.* – 2022. – Vol. 23, № 14. – 7962 p.
2. In vitro study of carbon black nanoparticles on human pulmonary artery endothelial cells: Effects on calcium signaling and mitochondrial alterations / J. Deweirdt [et al.] // *Arch. Toxicol.* – 2020. – Vol. 94. – P. 2331–2348.
3. Углеродные нанотрубки: механизмы действия, биологические маркеры и оценка токсичности *in vivo* (обзор литературы) / И. В. Гмошинский [et al.] // *Гигиена и санитария.* – 2017. – Vol. 96, № 2. – P. 176–186.
4. In vivo behavior of large doses of ultrashort and full-length single-walled carbon nanotubes after oral and intraperitoneal administration to Swiss mice / J. Kolosnjaj-Tabi [et al.] // *ACS Nano.* – 2010. – Vol. 4, № 3. – P. 1481–1492.

T. V. Pyich, A. I. Savko, T. A. Kovalenya, S. S. Anufrik, S. N. Anuchin, I. B. Zavodnik
Yanka Kupala State University of Grodno

MECHANISMS OF CARBON NANOTUBES AND METAL NANOPARTICLES TOXICITY IN RATS AND SHELLFISHES

Carbon nanotubes, products of modern nanotechnological production, consist of elemental carbon, possess high surface reactivity, as well as high toxicity. Acute intoxication of rats by a single injection of multilayer carbon nanotubes (50 mg/kg) did not influence the level of markers of liver damage in the blood plasma, but demonstrated the increase of the oxidative stress level in erythrocytes, but not in mitochondria and did not change the respiratory activity and membrane potential of rat liver mitochondria, but increased the sensitivity of mitochondria to the presence of calcium ions. The toxic effect of nanotubes on the grape snail (*Helix pomatia*) (application to the body surface – 50 mg/animal, three times) also indicates the role of oxidative stress in toxic damage.

Keywords: carbon nanotubes, intoxication, rats, grape snail, oxidative stress.

УДК 577.121.55:616.831

Н. П. Канунникова^{1,2}, О. В. Титко², Д. С. Семенович³

¹Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

²Институт биохимии биологически активных соединений НАН Беларуси

³НИИ физико-химической биологии имени А. Н. Белозерского,

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова

АНАЛИЗ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ МЕЖДУ ПОКАЗАТЕЛЯМИ РЕДОКС-БАЛАНСА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕТАБОЛИЗМА В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МОДЕЛИ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА

В нарушениях окислительно-восстановительного баланса в больших полушариях мозга при нейротоксикозе участвуют не только активация ПОЛ, но и выраженное угнетение систем антиоксидантной защиты, сопровождающихся значительным снижением восстановительного потенциала системы глутатиона, который, в свою очередь, зависит от наличия восстановленных эквивалентов и эффективности энергетического метаболизма.

Ключевые слова: мозг, нейротоксикоз, окислительный стресс, система глутатиона, энергетический метаболизм, пентозофосфатный путь.

Одним из наиболее распространенных нейродегенеративных заболеваний в настоящее время является болезнь Паркинсона (БП), так как кроме генетического фактора предрасположенности к этой патологии, в 70 % случаев риск развития болезни связывают с действием вредных факторов окружающей среды (пестицидов, загрязнений воздуха выхлопными газами), ожирением и старением [1; 2]. Для поддержания клеточного гомеостаза и выживания клеток необходима жесткая регуляция всех звеньев клеточного метаболизма. В патогенезе нарушений в ткани мозга существенную роль играют изменения окислительно-восстановительного равновесия, поддержание которого в мозге в первую очередь определяется системой глутатиона [3]. Целью нашего исследования была оценка взаимосвязи изменений показателей окислительного стресса, системы глутатиона и энергетического метаболизма в мозге животных при моделировании БП.

Нейродегенеративную патологию моделировали на крысах после введения ротенона, угнетающего I комплекс электронтранспортной цепи митохондрий и вызывающего развитие морфологических изменений в ткани мозга, характерных для БП [4]. В крови и ткани мозга определяли показатели окислительного стресса, перекисного окисления белков, системы глутатиона, энергетического метаболизма и пентозофосфатного пути.

Нами установлено, что введение ротенона приводит к развитию окислительного стресса на уровне целого организма, проявляющегося в активации процессов перекисного окисления липидов, но без изменения перекисного окисления белков, уровня белковых тиолов и карбонилированных белков в плазме крови. В больших полушариях мозга на фоне действия ротенона проявления окислительного стресса значительно более выражены. Так, в этой структуре мозга отмечается активация перекисного окисления липидов, а также угнетение активности супероксиддисмутазы, что свидетельствует о значительном повышении процессов образования продуктов свободнорадикального окисления и снижении активности систем антиоксидантной защиты. Обнаруженное нами повышение активности ферментов пентозофосфатного пути свидетельствует об усилении образования восстановленных эквивалентов.

Снижение уровня восстановленного глутатиона и снижение соотношения восстановленной формы глутатиона к окисленной, уменьшение содержания белковых тиолов и повышение уровня S-глутатионилированных белков в этой структуре мозга, активация глутатионтрансферазы, очевидно, являются следствием активного участия системы глутатиона в поддержании редокс-баланса в ткани мозга на фоне метаболического дисбаланса, обусловленного действием ротенона. Это подтверждает данные литературы о нарушениях системы глутатиона при введении ротенона крысам [5; 6]. Есть сведения о более низком уровне восстановленного глутатиона в посмертных образцах ткани мозга пациентов с БП по сравнению с тканью мозга пациентов без неврологической симптоматики [7]. Более заметные нарушения окислительно-восстановительного баланса в ткани мозга, чем в плазме крови, очевидно, обусловлены тем, что ротенон обладает выраженной нейротропностью в отношении структур мозга. Это согласуется с данными литературы о том, что активация систем антиоксидантной защиты, которая сопровождается повышением редокс-потенциала системы глутатиона, защищает дофаминергические нейроны от гибели [8]. По-видимому, важную роль в поддержании редокс-баланса в ткани мозга играет система тиол-дисульфидов, в которой принимает участие не только система самого глутатиона, но и другие тиол-дисульфидные соединения, в частности, белковые тиолы, изменения которых приводят к посттрансляционной модификации белков и существенным сдвигам редокс-баланса.

Таким образом, в нарушениях окислительно-восстановительного баланса в больших полушариях мозга при нейротоксикозе участвуют не только активация ПОЛ, но и выраженное угнетение систем антиоксидантной защиты, сопровождающихся значительным снижением восстановительного потенциала системы глутатиона, который, в свою очередь, зависит от наличия восстановленных эквивалентов и эффективности энергетического метаболизма.

Список использованных источников

1. Targeting energy metabolism via the mitochondrial pyruvate carrier as a novel approach to attenuate neurodegeneration / E. Quansah [et al.] // *Mol. Neurodegener.* – 2018. – Vol. 13 (1). – P. 28. – doi: 10.1186/s13024-018-0260-x.
2. Proteomic changes driven by urban pollution suggest particulate matter as a deregulator of energy metabolism, mitochondrial activity, and oxidative pathways in the rat brain / J. F. Araujo [et al.] // *Sci Total Environ.* – 2019. – Oct 15. – Vol. 687. – P. 839–848. – doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.06.102
3. Age-related changes in glutathione and glutathione-related enzymes in rat brain / Yu. Zhu, P. M. Carvey, Z. Ling // *Brain Res.* – 2006. – Vol. 1090, № 1. – P. 35–44.
4. Subcutaneous rotenone rat model of Parkinson's disease: dose exploration study / Z. N. Zhang [et al.] // *Brain Res.* – 2017. – № 1655. – P. 104–113.
5. Glutathione depletion and overproduction both initiate degeneration of nigral dopaminergic neurons / M. Garrido [et al.] // *Acta Neuropathol.* – 2011. – Vol. 121. – P. 475–485.
6. Gu, F. Glutathione redox imbalance in brain disorders / F. Gu, V. Chauhan, A. Chauhan // *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care.* – 2015. – Vol. 18. – P. 89–95.
7. Johnson, W. M. Dysregulation of Glutathione Homeostasis in Neurodegenerative Diseases / W. M. Johnson, A. L. Wilson-Delfosse, J. J. Mieyal // *Nutrients.* – 2012. – Vol. 4. – P. 1399–1440.
8. Panthenol and succinate as modulators of changes of redox balance and energy metabolism in the experimental model of Parkinson's disease / D. S. Semenovich [et al.] // *Indian Journal of Applied Research.* – 2018. – Vol. 8, № 8. – P. 436–438.

N. P. Kanunnikova^{1,2}, O. V. Titko², D. S. Semenovich³

¹Yanka Kupala State University of Grodno

²Institute of Biochemistry for Biologically Active Substances, National Academy of Science

³Lomonosov Moscow State University

ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN INDICATORS OF REDOX BALANCE AND ENERGY METABOLISM IN AN EXPERIMENTAL MODEL OF PARKINSON'S DISEASE

Disturbances in the redox balance in the cerebral hemispheres during neurotoxicosis involve not only the activation of LPO, but also a pronounced inhibition of antioxidant defense systems, accompanied by a significant decrease in the reduction potential of the glutathione system, which, in turn, depends on the presence of reduced equivalents and the efficiency of energy metabolism.

Keywords: brain, neurotoxicosis, oxidative stress, glutathione system, energy metabolism, pentose phosphate pathway.

УДК 577.13

А. В. Капица

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ ФЛАВОНОИДА КВЕРЦЕТИНА С ИОНАМИ МЕДИ

С каждым годом актуальность изучения растительных полифенолов и их свойств возрастает все больше. И связано это с тем, что они способны хелатировать ионы металлов, тем самым проявляя антиоксидантные свойства и защищая организм от окислительного стресса. Чтобы подтвердить данное утверждение, было проведено исследование комплексообразования между кверцетином и ионами меди.

Ключевые слова: полифенолы, ионы металлов, хелатирование, антиоксидантная активность, комплексообразование.

Биоактивные полифенолы – это природные соединения различной химической структуры, уменьшают пул активных форм кислорода, а также нейтрализуют потенциально канцерогенные метаболиты [1].

Ионы переходных металлов с доступными d-орбиталями необходимы для критических биологических процессов. В этих процессах ионы металлов являются структурными и метаболическими кофакторами, а также переносчиками электронов. Но также могут образовываться радикалы, вызывающие окислительный стресс в организме [2]. Этому процессу препятствуют полифенолы, так как из-за благоприятной биологической совместимости химически активных фенольных гидроксильных групп они могут хелатировать ионы металлов [3].

В работе использовали кверцетин, производства Acros Organics, США, сульфат меди, этанол соответствовали квалификации Ч.Д.А. (ЛенРеактив / Реахим, Россия).

Методом Джоба [4] определяли стехиометрическое соотношение между полифенолом и ионом металла для их комплексообразования в этаноле; путем смешивания растворов обоих компонентов эквимолярной концентрации (0,003 М) в различных соотношениях от 1:9 до 9:1. Затем измеряли поглощение в диапазоне волн 230–520 нм. Взаимодействие кверцетина с ионами металлов исследовали без и с инкубацией в течение 2 часов.

При проведении анализа комплексообразования без инкубации кверцетина с сульфатом меди мы наблюдали появление спектров поглощения в диапазоне от 230 до 700 нм. Пробы 1–6 продемонстрировали отсутствие характерных пиков для кверцетина, в связи с малой концентрацией последнего. В пробах 7, 9–11 наоборот преобладает содержание кверцетина, поэтому кривые обладают характерными полосами поглощения. Проба 8 (помечена звездочкой) подтверждает процесс формирования комплекса. Происходит сдвигание полосы А на 270 нм, полоса В исчезает и наблюдается новая полоса на 417 нм, которая характеризует начало формирования комплекса при добавлении сульфата меди (рисунок 1).

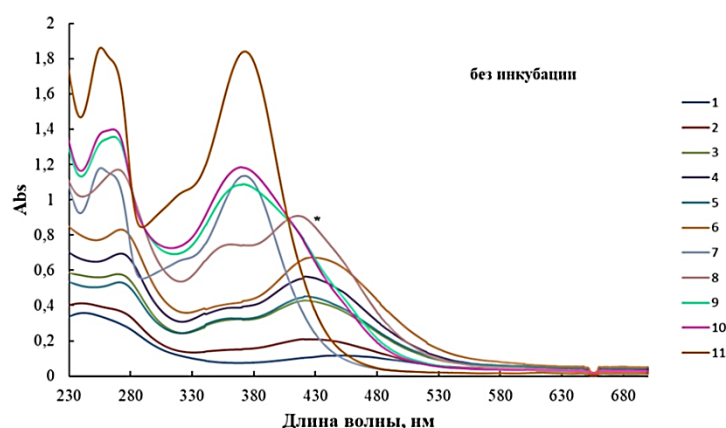


Рисунок 1 – Спектры поглощения смеси медь-кверцетин с увеличивающейся мольной долей кверцетина в зависимости от длины волны (без инкубации)

При проведении анализа комплексообразования с 2-часовой инкубацией кверцетина с сульфатом меди мы наблюдали появление спектров поглощения в диапазоне от 230 до 700 нм. Пробы 1–6 продемонстрировали полное отсутствие характерных пиков для кверцетина. В пробах 7, 9–11 наоборот преобладает содержание кверцетина, поэтому кривые обладают характерными полосами поглощения. Проба 8 (помечена звездочкой) подтверждает формирования комплекса. Происходит уменьшение полосы поглощения кверцетина с 373 нм, наблюдается новая полоса на 441 нм, которая характеризует формирование комплекса при добавлении сульфата меди (рисунок 2).

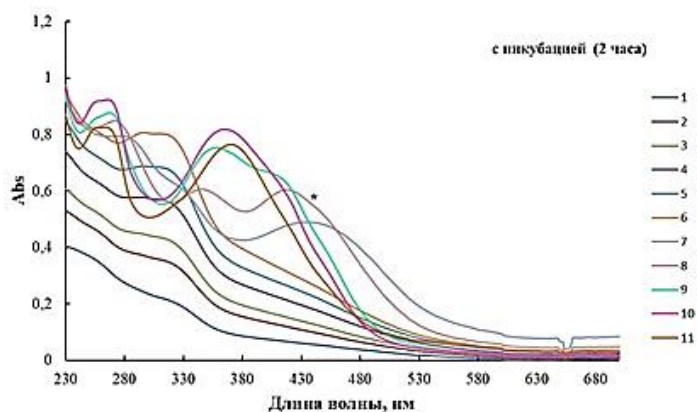


Рисунок 2 – Спектры поглощения смеси медь-кверцетин с увеличивающейся мольной долей кверцетина в зависимости от длины волны (с инкубацией)

В ходе анализа было установлено, что формирование комплекса кверцетин-медь возможно после длительной инкубации (2 часа), соответственно можно сделать вывод, что флавоноид кверцетин способен хелатировать ионы меди.

Список использованных источников

1. Potential Health Benefits of Olive Oil and Plant Polyphenols / M. Gorzynik-Debicka [et al.] // Int. J. Mol. Sci. – 2018. – Vol. 19, iss. 3. – P. 686.
2. Polyphenols as Potential Metal Chelation Compounds Against Alzheimer's Disease / J. Lakey-Beitia [et al.] // J Alzheimers Dis. – 2021. – Vol. 82, suppl. 1. – P. S335–S357.
3. Advances in the Development and Antimicrobial Applications of Metal–Phenolic Networks / Y. Li [et al.] // Adv Sci (Weinh). – 2022. – Vol. 9, iss. 27. – P. 220–268.
4. Harris, D. C. Quantitative Chemical Analysis / D. C. Harris. – New York : W. H. Freeman and Company, 2007. – 828 p.

A. V. Kapitsa

Yanka Kupala State University of Grodno

COMPLEXATION OF THE FLAVONOID QUERCETIN WITH COPPER IONS

Every year the relevance of studying plant polyphenols and their properties is increasing more and more. This is due to the fact that they are able to chelate metal ions, thereby exhibiting antioxidant properties and protecting the body from oxidative stress. To confirm this statement, a study of complex formation between quercetin and copper ions was conducted.

Keywords: polyphenols, metal ions, chelation, antioxidant activity, complexation.

УДК 577.112.3:616.15-006

П. А. Каравай¹, А. А. Глазев², С. Д. Клиса², Л. И. Нефёдов²

¹*Островецкая центральная районная клиническая больница*

²*Гродненский государственный университет имени Янки Купалы*

**ИЗМЕНЕНИЯ В ФОРМИРОВАНИИ АМИНОКИСЛОТНЫХ ПУЛОВ
ПЛАЗМЫ И ФОРМЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КРОВИ
ПРИ ЧРЕСКОЖНОМ ВМЕШАТЕЛЬСТВЕ И КОРОНАРОГРАФИИ**

Представлены современные литературные сведения и собственные экспериментальные результаты специфической регуляции формирования пула свободных аминокислот при патологии сердца и сосудов.

Ключевые слова: регуляция метаболизма, свободные аминокислоты, сердечно-сосудистая патология.

Причины и последствия сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) и хронической сердечно-сосудистой недостаточности (ХСН) требуют совершенствования методов оценки эффективности лечения и прогноза [1]. Кроме того, остается неопределённым ряд метаболических предпосылок и прогрессирования указанной патологии, включая особенности формирования аминокислотного пула.

В наших предыдущих исследованиях для оценки метаболических нарушений при патологии сердца и сосудов продемонстрированы результаты определения широкого спектра свободных аминокислот и родственных соединений в биологических жидкостях и тканях [2].

Актуальность характеристики процессов формирования физиологического пула свободных аминокислот обусловлена клинической значимостью указанных соединений в профилактике, диагностике и лечении ССЗ [3], включая оценку регуляторного действия эндогенных концентраций свободных аминокислот и родственных соединений. Очевидно, что такого рода характеристики при чрескожном вмешательстве и коронарографии могут быть обусловлены изменениями в пулах свободных аминокислот плазмы и форменных элементах крови.

В исследование нами включены 12 пациентов обоего пола среднего возраста 56–68 лет, которым было произведено чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ) и коронарография на фоне острого коронарного синдрома, ОКС). Средний объем использованного контрастно-

го вещества 260 мл. Свободные аминокислоты в хлорнокислых экстрактах плазмы крови и гемолизатах эритроцитов после двукратного центрифугирования определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) [4].

Статистически достоверных различий в концентрациях определяемых соединений в плазме крови и эритроцитах до и после ЧКВ не выявлено, что свидетельствует не только об относительной безопасности, но и метаболической обоснованности применяемого метода коронарного вмешательства. Примечательно, что после ЧКВ концентрация глутатиона в эритроцитах значительно снижается, что свидетельствует об активации окислительных процессов. Вместе с тем, ранее нами выявлена тенденция к изменению концентраций в уровнях таурина, глицина и цистеина и аргинина, ангио- и кардиопротекторные свойства которых следует считать достаточно обоснованными и перспективными [5].

Важным для метаболизма аминокислот является и то, что их накопление в миокарде почти исключительно зависит от артериального содержания и даже незначительное повышение концентрации аминокислот в артериальной крови индуцирует значимое увеличение поглощения их миокардом и активацию анаболизма активацией реакций анаболизма в миокарде. На практике аминокислоты широко применяются в качестве кардиозащитных средств, способствующих коррекции метаболизма миокарда в анаэробных условиях и ситуациях гипоксии [6].

Список использованных источников

1. Karavay, P. Correction of Metabolic Imbalance and Formation of Amino Acid Pool in Cardiovascular Pathology (Review) / P. Karavay, P. Tabola, L. Nefyodov // J. Hematol. Blood. Transfus. Disord. – 2022. – Vol. 9. – P. 8–20.
2. Karavay, P. Pool of Free Blood Plasma Amino Acids in Cardiovascular Insufficiency and Substantiation of Methods for Its Metabolic Correction (Mini-Review) / P. Karavay, L. Nefyodov, N. Karavay // Progress in Medical Sciences. – 2021. – Vol. 5, № 1. – P. 1–4.
3. Karavay, P. Amino Acid Imbalance in Atherosclerosis / P. Karavay, L. Nefyodov // International Journal of Nutrition. – 2022. – Vol. 5, № 2. – P. 15–23.
4. Satomi, S. Branched-Chain Amino Acids-Induced Cardiac Protection Against Ischemia/Reperfusion Injury / S. Satomi // Life Sciences. – 2020. – Vol. 15, № 237. – P.117–138.
5. Nitz, K. Amino Acids and Their Metabolism in Atherosclerosis / K. Nitz, M. Lacy, D. Atzler // Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol. – 2019. – Vol. 39, № 3. – P. 319–330.
6. Nefyodov, L.I. Regulatory action of free amino acids and development on the basis of highly of substances infusion solutions with pathogenetic deterministic composition / L. I. Nefyodov, P. A. Karavay, N. L. Karavay // Laboratory diagnosis Eastern Europe. – 2014. – Vol. 3. – P. 111–115.

P. A. Karavay¹, A. A. Glazev², C. D. Klisa², L. I. Nefyodov²

¹Ostrovetsky Central Regional Clinical Hospital

²Yanka Kupala State University of Grodno

FREE AMINO ACIDS AS METABOLISM REGULATORS IN CARDIOVASCULAR PATHOLOGY

The use of specialized amino acid preparations in the pathology of the heart and blood vessels is rational, and the strategy for their use should be based on the elimination of the amino acid imbalance existing in this disease, correction of the fund of free amino acids, including the use of taurine, arginine and lysine, angiо- and cardioprotective properties of which should be considered reasonable.

Keywords: regulation of metabolism, free amino acids, cardiovascular pathology.

УДК 612.19

С. И. Карелин

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

НЕКОТОРЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ НАРУШЕНИЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

Показано влияние вредных привычек (алкоголь, табакокурение) на развитие нарушений работы сердечно-сосудистой системы посредством анкетирования-опроса пациентов кардиологического отделения больницы.

Ключевые слова: сердечно-сосудистые заболевания, социальные факторы, стресс.

С развитием человеческого общества люди получили большое количество благ в виде электричества, радио, телевидения, компьютера, интернета, современного транспорта и др. Это способствовало уменьшению двигательной активности, увеличению нервного напряжения, химическому загрязнению различных объектов окружающей среды и другие отрицательные явления, которые связаны с научно-техническим прогрессом в мире. Всё это приводит к существенным изменениям в образе жизни человека [1; 2].

Цель работы – установить влияние экологических факторов на заболевания сердца человека в современных условиях по данным учреждения здравоохранения «N-ская центральная районная больница».

Для достижения данной цели было проведено анкетирование и интерпретирование результатов по определению опасности развития сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) среди пациентов данной больницы. Определён уровень социальных факторов способствующих данной патологии – употребление алкоголя и табакокурения.

Статистическая обработка материала выполнялась с использованием программы статистика для «Windows» и Microsoft Office Excel 2012. За критерий достоверности различий средних величин принят уровень 95 % ($p < 0,05$) [3].

В анкетировании приняли участие 100 пациентов (53 мужчины и 47 женщин) в возрасте – от 30 до 80 лет, в основном это были пациенты 40–70 лет.

На вопрос активности в течение дня респонденты ответили следующим образом: пешком проходят менее 1,5–3 км в день – 35,6 % женщин и 39,3 % мужчин; более 3 км в неделю проходят – 28,4 % женщин и 47,2 % мужчин и менее 1,5–3 км в неделю ответили 36,0 % и 13,5 % человек соответственно.

Избыточный вес наблюдается у – 18,0 % мужчин и 21,0 % женщин. На вопрос о курении положительный ответ дали 23,2 % женщин и 72,8 % мужчин.

Не принимают алкоголь 35,5 % опрошенных женщин и 6,2 % мужчины, 1 раз в неделю – 24,4 % женщин и 47,3 % мужчин, 1–2 раза в месяц – 40,1 % женщин и 46,5 % мужчин.

Нормальный среднесуточный рацион питания, который включает 5–6 перечисленных ингредиентов, наблюдается у 18,8 % женщин и 21,3 % мужчин, 3–4 перечисленных в анкете ингредиента наблюдаются в рационе питания 52,5 % женщин и 48,8 % мужчин и лишь 1–2 перечисленных ингредиента встречается у 28,7 % женщин и у 29,9 % мужчин.

Наиболее устойчивыми к стрессу оказались мужчины. Пациентами женского пола отмечены практически все перечисленные в анкете признаки, тогда как мужчинами отмечена только бессонница, трудное сосредоточение на выполняемой работе и физическая слабость.

В результате интерпретации результатов получены следующие результаты: менее 15 баллов не набрал ни один из принимающих в анкетировании респондентов, от 16 до 30 баллов набрали 35 человек (у них умеренная опасность к ССЗ), от 31 до 45 баллов – 52 человека (у них выраженная опасность к ССЗ), свыше 46 баллов набрали 13 человек (у них высокая опасность к ССЗ).

Анализ анкет показал, что группы лиц с высоким риском и выраженным риском развития сердечно-сосудистых заболеваний составляют 13,0 и 52,0 % соответственно. Группа с умеренной опасностью к таким заболеваниям составляет 35,0 %. Причем к группе, не имеющих ни каких рисков, не относятся ни один из опрошенных респондентов. Соотношение количества мужчин к женщинам по степени риска составило 3 к 1 (основная причина – вредные привычки – алкоголь, табакокурение).

Таким образом, делая вывод о взаимосвязи образа жизни и развития заболеваний сердца можно с уверенностью сказать, что соблюдение разумного подхода к своему здоровью имеет первостепенное значение, в плане профилактики – это намного лучше, чем для лечения этих заболеваний.

Список использованных источников

1. Большаков, А. М. Оценка и управление рисками влияния окружающей среды на здоровье населения / А. М. Большаков, В. Н. Крушько, Е. В. Пуцшио. – М. : Химия, 2005. – 342 с.

2. Ревич, Б. А. Загрязнение окружающей среды и здоровье населения. Введение в экологическую эпидемиологию : учеб. пособие / Б. А. Ревич. – М. : МНЭПУ, 2001. – 325 с.
3. Реброва, О. Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA / О. Ю. Реброва. – М. : Медиа Сфера, 2003. – 312 с.

S. I. Karelin

Yanka Kupala State University of Grodno

SOME ECOLOGICAL ASPECTS OF CARDIOVASCULAR DISORDERS

In this work, it is shown the role of bad habits (alcohol, smoking) in the development of cardiovascular disorders through a questionnaire survey of patients in the hospital cardiology department.

Keywords: cardiovascular diseases, social factors, stress.

УДК 579.253.44

С. В. Мальцева, Е. Р. Грицкевич, И. Э. Бученков, А. Г. Сыса, Х. Ахмед

*Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова
Белорусского государственного университета*

ОЦЕНКА ВСТРЕЧАЕМОСТИ АУКСОТРОФНЫХ И ПОЛИАУКСОТРОФНЫХ ВАРИАНТОВ БАКТЕРИЙ РОДА *BACILLUS* В ПРОБАХ ПОЧВ, НАХОДИВШИХСЯ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ И ЕСТЕСТВЕННОГО ФОНОВОГО УРОВНЯ

Исследования, изучающие изменения разнообразия и структуры почвенной микробиоты в ответ на действие ионизирующего излучения, немногочисленны. В частности, последствия длительного воздействия продуктов распада радионуклидов редко изучаются из-за уникальности условий. В данной работе были исследованы видовой состав и питательные потребности микробных сообществ бактерий рода *Bacillus*, выделенных из почв разных регионов Беларуси, находившихся в условиях длительного воздействия ионизирующего излучения и естественного фонового уровня.

Ключевые слова: ионизирующее излучение, питательные потребности, бактерии рода *Bacillus*, микробиом, видовой состав.

Авария на Чернобыльской АЭС 26 апреля 1986 года привела к крупнейшему выбросу радиоактивного материала в истории человечества. Высокий уровень радиации, возникший в результате аварии, оказал серьезное воздействие на все живые организмы в этом районе, включая микробиоту почвы [1]. Исследования, проведенные после аварии, показали, что радиоактивное загрязнение привело к сокращению видового разнообразия, многочисленным физиологическим издержкам и увеличению повреждений ДНК.

Микробные сообщества имеют решающее значение для поддержания функций экосистемы из-за их роли в круговороте, удержании и высвобождении основных питательных веществ и почвенного углерода. Хроническое воздействие загрязняющих веществ, включая ионизирующее излучение, может поставить под угрозу разнообразие и состав микробных сообществ [2]. Кроме того, микробиом, связанный с человеком, в основном ограничен микроорганизмами, которые он может рекрутировать из окружающей среды, а состав и разнообразие образующейся микрофлоры оказывает важное влияние на его здоровье. Таким образом, изменения в составе микробиомов окружающей среды в результате длительного воздействия ионизирующего излучения могут оказывать косвенное воздействие на население за счет изменения доступных симбионтов, присутствующих в окружающей среде [3].

В этом исследовании мы изучили влияние длительного воздействия ионизирующего излучения и естественного фонового уровня на видовой состав и питательные потребности микробных сообществ бактерий рода *Bacillus*, выделенных из проб дерново-подзолистых почв на лессовидных суглинках. Понимание того, как ионизирующее излучение изменяет ви-

довой состав и питательные потребности данного рода, имеет решающее значение для комплексной оценки радиоактивно загрязненных экосистем, благодаря его повсеместному распространению.

Отбор проб почв проводился на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (ПГРЭЗ), находившейся под длительным воздействием ионизирующего излучения, а также на территории Оршанского района и Березинского биосферного заповедника (ББЗ) (естественный фоновый уровень ионизирующего излучения). Пробы каждого исследуемого участка (25 м²) отбирались по «конверту» (четыре точки по углам и одна в центре).

Для изучения питательных потребностей и состава микробных сообществ бактерий рода *Bacillus* на каждом участке были использованы следующие методики: анализ морфологических признаков с использованием микроскопического метода; биохимические тесты (анализ амилолитической, протеолитической и каталазной активности); оценка частоты встречаемости ауксотрофных вариантов бактерий рода *Bacillus*, определяемых по неспособности роста на минимизированной агаризованной среде (300 мл 2 %-го водяного агара, 100 мл солевого концентрата (NH₄Cl – 20 г, NH₄NO₃ – 4 г, Na₂SO₄ – 8 г, K₂HPO₄ – 12 г, KH₂PO₄ – 4 г, MgSO₄ × 7 H₂O – 0,4 г, дистиллированная вода – 1000 мл) и 4 мл 20 %-го раствора глюкозы)); оценка частоты встречаемости полиауксотрофных вариантов бактерий рода *Bacillus*, имеющих потребность в 5-ти и более дополнительных факторах роста (аминокислотах), добавляемых к минимизированной питательной среде. Всего в работе было использовано 17 аминокислот с концентрацией 2 мг/мл (аргинин, гистидин, лизин, пролин, лейцин, цистеин, тирозин, серин, метионин, глутамин, аспарагин, глицин, триптофан, фенилаланин, аланин, изолейцин, треонин).

В ходе работы были изучены питательные потребности 68 культур представителей рода *Bacillus*. Средняя частота встречаемости ауксотрофных вариантов бактерий рода *Bacillus* проб почв Оршанского района и ББЗ составила $11,7 \pm 2 \%$ и $16,5 \pm 1,5 \%$ соответственно, из них $33,8 \pm 2 \%$ и $51,4 \pm 3 \%$ представителей рода были отнесены к полиауксотрофам.

Уровень ауксотрофности изолятов, выделенных из проб почв ПГРЭЗ составил $27,8 \pm 2 \%$, из них $58,75 \pm 2 \%$ представителей рода *Bacillus* были отнесены к полиауксотрофам.

Полученные результаты могут указывать на возникновение точечных мутаций в генах, ответственных за биосинтетические процессы. Несмотря на низкую частоту встречаемости ауксотрофных вариантов исследуемых бактерий, были отмечены значительные изменения в их питательных потребностях (широкое проявление полиауксотрофии), что может влиять на нарушение нормального функционирования почвенной биоты.

Список использованных источников

1. Слинчак, А. И. Экологические и социальные последствия радиационной катастрофы на Чернобыльской АЭС / А. И. Слинчак. – М. : Медиа, 2018. – С. 98–106.
2. Аристовская, Т. В. Микроорганизмы как трансформаторы и стабилизаторы биосферы. Почвоведение / Т. В. Аристовская. – М. : МИА, 2013. – С. 76–82.
3. Добровольский, Г. В. Функции почвы в биосфере и экосистемах / Г. В. Добровольский, Е. Д. Никитин. – М. : Наука, 2003. – 260 с.

S. V. Maltava, E. R. Gritskevitch, I. E. Buchenkov, A. G. Sysa, H. Ahmed
International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University

ASSESSMENT OF THE OCCURRENCE OF AUXOTROPHIC AND POLYAUXOTROPHIC VARIANTS OF BACTERIA OF THE GENUS *BACILLUS* IN SOIL SAMPLES EXPOSED TO PROLONGED EXPOSURE TO IONIZING RADIATION AND NATURAL BACKGROUND LEVELS

There are few studies examining changes in the diversity and structure of the soil microbiota in response to ionizing radiation. In particular, the effects of prolonged exposure to radionuclide decay products are rarely studied due to the uniqueness of the conditions. In this work, the species composition and nutritional needs of microbial communities of bacteria of the genus *Bacillus* isolated from soils of different regions of Belarus, which were under long-term exposure to ionizing radiation and natural background levels, were studied.

Keywords: ionizing radiation, nutritional needs, bacteria of the genus *Bacillus*, microbiol, species composition.

С. Ю. Скалевая

*Гродненский государственный университет имени Янки Купалы***СЕРОСОДЕРЖАЩИЕ АМИНОКИСЛОТЫ ПЛАЗМЫ КРОВИ КРЫС
ПРИ ВВЕДЕНИИ ТРИПТОФАНА**

Исследовали влияние экзогенного триптофана (80 мг/кг в сут. в течение 7 сут.) на уровни серосодержащих аминокислот и родственных соединений в плазме крови крыс. Свободные аминокислоты определяли методом ВЭЖХ. Установлено, что введение триптофана привело к повышению уровня таурина, а также цистеин-сульфиновой кислоты в плазме крови, т. е. имела место стимуляция синтеза таурина, вероятно, на уровне цистеиндиоксигеназной реакции. Это может являться одной из составляющих его терапевтического действия.

Ключевые слова: триптофан, серосодержащие аминокислоты, ВЭЖХ, плазмы крови.

Триптофан является предшественником серотонина, который играет важную роль в регуляции настроения и контроле аппетита [1]. Триптофан применяется в качестве лекарственного препарата при расстройствах сна, тревожных и депрессивных состояниях. Было показано, что дополнительное введение таурина оказывает влияние на уровень триптофана, в частности, в структурах головного мозга [2]. Представляет интерес выявление возможного обратного влияния экзогенного триптофана на показатели, характеризующие метаболизм серосодержащих аминокислот. Такое влияние требовалось бы учитывать при длительном назначении триптофана в терапевтических дозах.

Цель – исследовать влияние экзогенного триптофана при его длительном введении на уровни серосодержащих аминокислот и родственных соединений в плазме крови крыс.

В эксперименте использовано 18 белых крысы-самцов гетерогенной популяции массой тела в начале эксперимента 100–120 г, находившихся на стандартном рационе вивария со свободным доступом к воде. Перед началом эксперимента крыс рандомизировали по массе тела. Животным опытных групп дважды в сутки внутривентрикулярно вводили триптофан в дозе 80 мг/кг в сутки. Животные контрольной группы получали внутривентрикулярно воду в объёме 20 мл/кг в сутки. Концентрация раствора триптофана составляла 4 г/л. Суточные дозы препарата распределялись на два введения равномерно. Триптофан вводили 7 суток. Форменные элементы осаждали центрифугированием при 3000 g в течение 15 мин., отделяли плазму крови аспирацией. Плазму крови депротеинизировали 1М HClO₄, после чего центрифугировали при 5 °С 15 мин., 13 000 g; хлорнокислые экстракты немедленно отделяли аспирацией и использовали для определения свободных аминокислот методом ВЭЖХ с предколоночной дериватизацией ОРА-3-МРА [3].

Условия разделения: колонка Zorbax Eclipse Plus C18, 3,5 мкм, 2,1 × 150 мм. Подвижная фаза: 0,1 М Na-ацетатный буфер, pH 6,15, содержащий 20 мг/л ЭДТА (А); ацетонитрил/вода 7/3 (об/об) (В), метанол/вода 7/3 (об/об) (С), 0,1 М Na-ацетатный буфер, pH 5,55, содержащий 20 мг/л ЭДТА (D). Разделение проводили с градиентным элюированием от 3,5 до 100 % В, с изменением соотношения В/С и А/D в ходе анализа, за 69,5 мин. (полный цикл до начала дериватизации следующей пробы – 81 мин.); температура колонки 35 °С.

Растворы стандартов, использованные для отработки разделений и калибровки хроматографической системы, обрабатывали аналогичным способом.

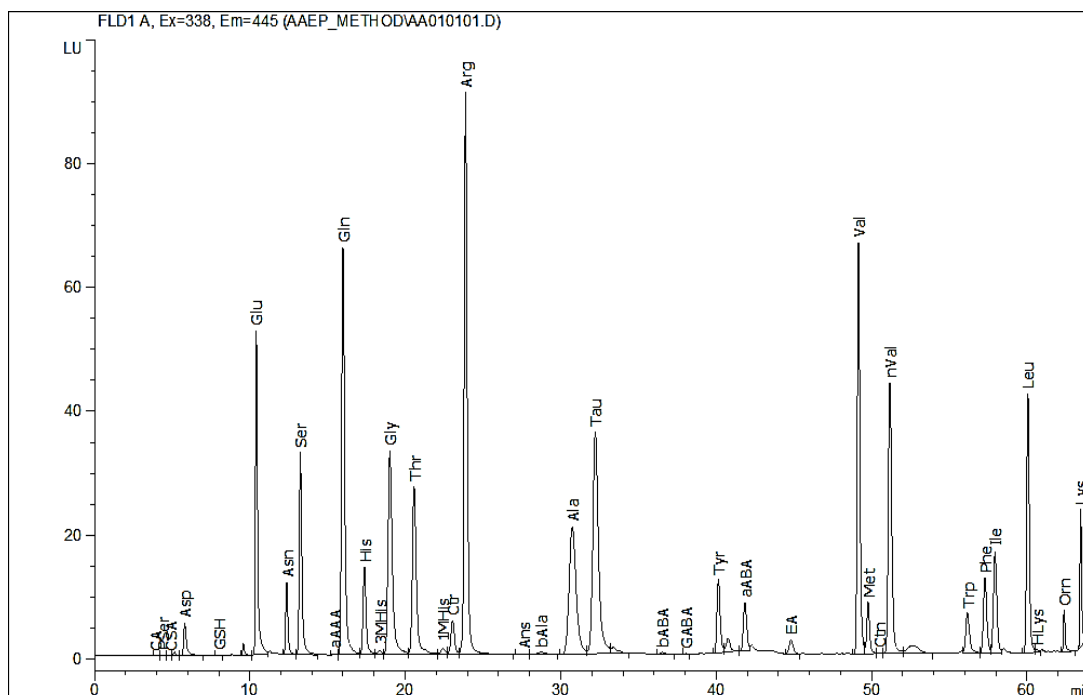
Хроматограмма стандартной смеси аминокислот представлена на рисунке 1а, хлорнокислотного экстракта плазмы крови – на рисунке 1б.

Использовали хроматограф Agilent 1200 в конфигурации, включающей 4-канальную систему подачи растворителя G1311А с вакуумным дегазатором, термостатируемый автосамплер (ALS) G1329А, термостат колонок G1316А, детектор флуоресценции G1321С.

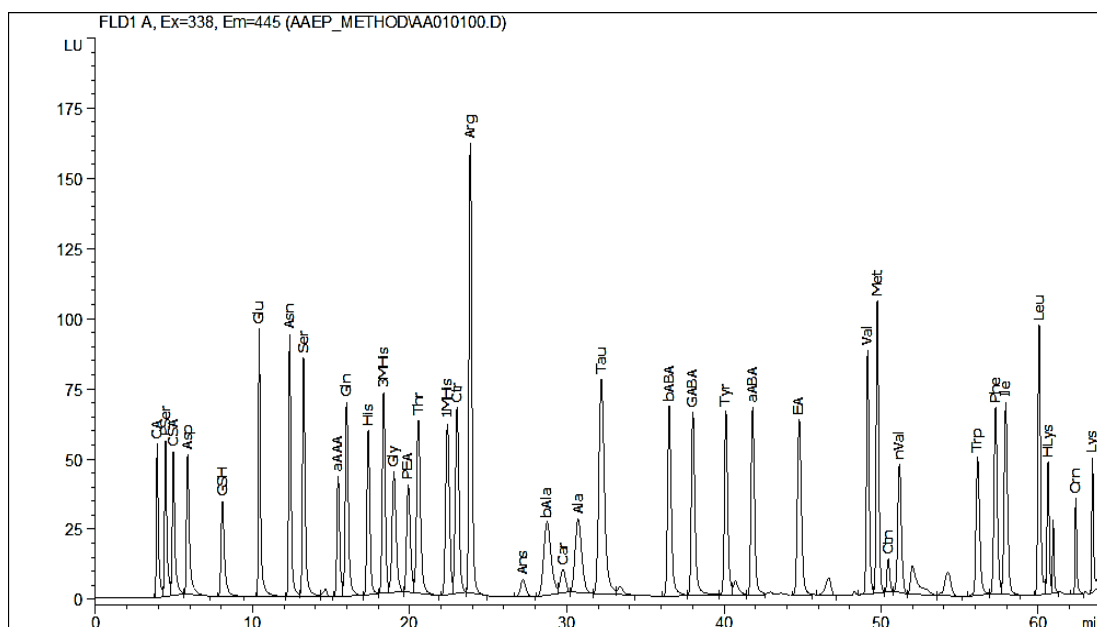
Для исследуемых показателей определяли базовые параметры описательной статистики. Отклонение распределения значений показателя в выборке от нормального оценивали с помощью критерия Колмогорова – Смирнова и Шапиро – Уилка. Для всех показателей группа считалась однородной. Сравнение значений в группах оценивали с помощью t-критерия

Стьюдента для независимых выборок с учетом сравнения дисперсий. Так как индивидуальные значения показателей в исследуемых группах часто характеризовались распределением, существенно отличающимся от нормального, а в ряде случаев дисперсии значений в группах значимо различались, при сравнении групп для проверки достоверности парных сравнений использовали медианный тест Манна-Уитни.

Использованные методы анализа данных реализованы с помощью пакета программ Statistica 10.0 (SN AXAR207F394425FA-Q).



a



б

Рисунок 1 – (а) Хроматограмма стандартной смеси аминокислот и их производных для плазмы крови при разделении их методом обращённо-фазной хроматографии с предколонной дериватизацией.

Каждый пик соответствует концентрации 100 мкМ соединения;

(б) Хроматограмма свободных аминокислот и их производных плазмы крови крысы

Введение триптофана крысам в течение 7 суток в дозе 80 мг/кг в сут. привело к повышению уровня таурина, а также его основного предшественника цистеинсульфиновой кислоты (таблица).

Таблица – Концентрации свободных серосодержащих аминокислот и родственных им соединений в плазме крови крыс после введения триптофана, мкМ

	Контроль, n = 10	Триптофан 80 мг/кг/сут., 7 сут., n = 8
CA	0.1226 ± 0.01379	0.1811 ± 0.02658
CSA	0.0819 ± 0.00899	0.1244 ± 0.00816*
HCA	0.1933 ± 0.00908	0.2015 ± 0.01032
Ser	239.3895 ± 13.53950	262.2751 ± 9.97961
Gly	548.0130 ± 59.70860	729.3182 ± 47.15843*
Tau	676.3130 ± 43.19029	823.2608 ± 29.33954*
aABA	10.6293 ± 1.63633	5.0144 ± 0.44570*
Ctn	4.5146 ± 0.28505	5.1111 ± 0.23710
Met	56.1658 ± 2.07747	58.2163 ± 2.79951

Таким образом, можно предполагать, что вводимый триптофан стимулировал синтез таурина, возможно, на уровне превращений цистеина (цистемидиоксигеназной реакции), но не его образования, так как снижение уровня альфа-аминомасляной кислоты и повышение уровня глицина при неизменном уровне серина свидетельствуют против предположения о стимуляции транссульфурирования.

Введение экзогенного триптофана крысам повышает уровень и синтез таурина, что может являться одной из составляющих терапевтического действия триптофана.

Список использованных источников

1. Комаров, Ф. И. Хронобиология и хрономедицина / Ф. И. Комаров, С. И. Рапопорт. – М. : Триада–Х, ИД «Успех», 2000. – 488 с
2. Смирнов, В. Ю. Пулы свободных аминокислот крови, периферических тканей и головного мозга при хронической интоксикации у крыс / В. Ю. Смирнов, Ю. Е. Разводовский, Е. М. Дорошенко // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2014. – № 4 (48). – С. 70–74.
3. Дорошенко, Е. М. Структура пула свободных аминокислот и их производных плазмы крови у пациентов с ишемической болезнью сердца и проявлениями хронической сердечной недостаточности / Е. М. Дорошенко, В. А. Снежицкий, В. В. Лелевич // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2017. – Т. 15, № 5. – С. 551–556.

S. Y. Skalevaya

Yanka Kupala State University of Grodno

SULFUR-CONTAINING AMINO ACIDS OF RAT BLOOD PLASMA UNDER TRYPTOPHAN ADMINISTRATION

The effect of exogenous tryptophan (80 mg/kg per day for 7 days) on the levels of sulfur-containing amino acids and related compounds in the blood plasma of rats was studied. Free amino acids were determined by HPLC. It was found that the administration of tryptophan led to an increase in the level of taurine, as well as cysteine sulfinic acid in blood plasma, i.e. there was a stimulation of taurine synthesis, probably at the level of the cysteine dioxygenase reaction. This may be one of the components of its therapeutic effect.

Keywords: tryptophan, sulfur-containing amino acids, HPLC, blood plasma.

**ВЛИЯНИЕ ОСТРОГО ХОЛЕСТАЗА НА КЛЕТКИ ПУРКИНЬЕ КОРЫ МОЗЖЕЧКА
В ЭКСПЕРИМЕНТЕ**

Показано влияние прекращения тока желчи на некоторые показатели снабжения кислородом нейронов коры мозжечка, в частности клеток Пуркинье. Установлено, даже краткосрочный холестаза приводит к уменьшению количества белка нейроглобина ответственного за транспорт кислорода в нейронах.

Ключевые слова: клетки Пуркинье, холестаза, нейроглобин, клеточное дыхание, кора мозжечка.

Нейроглобин (Ngb) – это представитель группы глобинов, который является кислород-связывающим белком. Экспрессируется преимущественно в нервной системе. Белок нейроглобин необходим для депонирования и переноса кислорода к митохондриям нейронов, может связывать свободные радикалы, такие как монооксид азота [1]. В свою очередь, нейроглобин выступает в качестве нейропротектора и регулятора клеточного дыхания, нейтрализуя активные форм кислорода и азота, количество которых активно увеличивается при оксидативном стрессе, ишемии/гипоксии мозга [3].

Экспериментальная часть работы выполнена на базе лаборатории кафедры гистологии, цитологии и эмбриологии УО «Гродненский государственный медицинский университет». При проведении исследований мы соблюдали принципы гуманного обращения с животными и учитывали рекомендации Рабочей группы Федерации европейского сообщества по науке о лабораторных животных, и на выполнение данных исследований получено разрешение этического комитета Гродненского государственного медицинского университета.

Материал для исследования взят от 12 животных (шесть опытных и шесть контрольных). Моделирование холестаза проводили общепринятыми методами.

Образцы мозга от всех животных обрабатывали параллельно и в одинаковых условиях. Для этого их фиксировали в цинк-этанол-формальдегиде при +4 °С (на ночь), а затем заключали в парафин. Стандартные парафиновые срезы толщиной 5 мкм готовили с помощью микротомы (LeicaRM 2125 RTS, Германия) и монтировали на предметные стекла. Срезы окрашивали 0,1 % толуидиновым синим по методу Ниссля на выявление в нейронах хромотофильной субстанции, общей оценки цитологии нейронов.

Для иммуногистохимического выявления нейроглобина применяли первичные моноклональные мышинные антитела фирмы Abcam (Великобритания, ab. 37258) в разведении 1:600. Для выявления связавшихся первичных антител использовали набор EXPOSE Mouse and Rabbit specific HRP/DAV detection IHC kit Abcam (Великобритания, ab. 80436).

Для гистохимического исследования другие образцы тех же отделов мозга, предварительно заморозив парами азота, помещали для хранения в жидкий азот, а затем в криостат Leica CM 1840 (Leica Microsystems GmbH, Германия) (-15 °С) из них готовили срезы толщиной 10 мкм. Их обрабатывали для выявления оксидоредуктаз, связанных с циклом Кребса – сукцинатдегидрогеназы (СДГ) и с транспортом электронов – дегидрогеназы восстановленного НАД (НАДН-ДГ).

Цитофотометрию клеток Пуркинье в парафиновых сагиттальных срезах, окрашенных по методу Ниссля и иммуногистохимического метода, проводили с помощью программы компьютерного анализа изображений Image Warp (Bit Flow, США) «Bioscan NT» 2.0 (Беларусь – США).

Полученные данные статистически обрабатывали с помощью программы Statistica 8.0 для Windows с нахождением U-test (Mann – Whitney). Достоверными считали различия между контрольной и опытной группами при значениях $p < 0,05$ [2].

Двухсуточный холестаза приводит к снижению активности СДГ на 4,2 % ($p > 0,05$), а также к снижению активности НАДН-ДГ на 5 % ($p > 0,05$). Пятисуточный холестаза приводит

к снижению активности СДГ на 2,4 %, а также к снижению активности НАДН-ДГ на 8,3 % ($p < 0,05$) по сравнению с контролем. Иммунореактивность кислород-депонирующего белка нейроглобина спустя 2 суток холестаза в перикарионах клеток Пуркинье снижается на 15,0 % ($p < 0,05$), а через 5 суток – на 23,0 % ($p < 0,05$) по сравнению с контролем.

Таким образом, нарушение циркуляции компонентов желчи в организме приводит к нарушению структурных и метаболических изменений в клетках Пуркинье коры мозжечка. Данные изменения могут свидетельствовать о активных перестроечных процессах, происходящих в клетках Пуркинье.

Список использованных источников

1. Иммуногистохимическое исследование головного мозга / Д. Э. Коржевский [и др.] ; под ред. Д. Э. Коржевского. – СПб. : СпецЛит, 2016. – 143 с.
2. Реброва, О. Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA / О. Ю. Реброва. – М. : Медиа Сфера, 2003. – 312 с.
3. Xie, L. K. Brain globins in physiology and pathology / L. K. Xie, S. H. Yang // Med. Gas. Res. – 2016. – Vol. 6, № 3. – P. 154–163.

E. A. Slonevskaya

Yanka Kupala State University of Grodno

THE EFFECT OF ACUTE CHOLESTASIS ON PURKINJE CELLS OF THE CEREBELLAR CORTEX IN AN EXPERIMENT

The paper shows the effect of cessation of bile flow on some indicators of oxygen supply to neurons of the cerebellar cortex, in particular Purkinje cells. It has been found that even short-term cholestasis leads to a decrease in the amount of the protein neurooglobin responsible for oxygen transport in neurons.

Keywords: Purkinje cells, cholestasis, neurooglobin, cellular respiration, cerebellar cortex.

УДК 57:579.6

В. А. Токарев

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

ФУНГИЦИДНЫЕ СВОЙСТВА МУЧНОГО КЛЕЯ С ЦИПРОДИНИЛОМ

Исследовали фунгицидные свойства мучного клея с ципродинилом, который проявлял высокую фунгитоксическую активность по отношению к *Aspergillus brasiliensis* и *Penicillium citrinum*. Ципродинил предают грибостойкость мучному клею и может использоваться для реставрации архивных документов.

Ключевые слова: фунгицидность, мучной клей, ципродинил, *Aspergillus brasiliensis*, *Penicillium citrinum*.

Защита от разрушительного воздействия микромицетов на материалы осуществляется введением фунгицидных препаратов в состав этих материалов. Фунгициды способны не только ингибировать рост микроскопических грибов, но и стимулировать их рост, создавать благоприятные условия для развития микроорганизмов [1, с. 121]. Занимаясь реставрацией и консервацией архивных документов, перед учёными стоит поиск эффективных фунгицидных средств для борьбы с плесневым поражением, а также создание фунгитоксичных реставрационных материалов.

В работе использовали стандартный мучной клей: пшеничная мука 5 % и вода дистиллированная 95 % (соотношение компонентов по массе). Для предания клею биостойкости к 9 мл клея добавляли по 1 мл раствора ципродинила разной концентрации. Для этого предварительно готовили 1 %; 0,1 %; 0,01 %; 0,001 % растворы фунгицида.

В исследованиях использовали коммерческий фунгицидный препарат Хорус 75 WG (действующее вещество ципродинил 750 г/кг), который обладает высокой эффективностью против различных видов гнили плодов, ягод и винограда. Ципродинил – бежевый порошок, по химической природе анилопиримидин, ингибирует биосинтез метионина. Малотокси-

чен для теплокровных животных (ЛД50 для крыс – более 2000 мг/кг). Не вызывает раздражения кожи и глаз кроликов [2].

Для проверки фунгицидности приготовленных клевых смесей (с разной концентрацией ципродинила) использовали луночный метод. В чашки Петри на среду Чапека – Докса засеивали споры *Aspergillus brasiliensis* и *Penicillium citrinum*. В заранее приготовленные лунки (в агаризованной среде) заливали клей с разной концентрацией ципродинила и без фунгицида (контроль). Чашки помещали в термостат при 28 °С. Через трое, пять, семь и десять суток измеряли зону задержки роста тест-культур микромицетов по которой судили о чувствительности плесневых грибов к биоцидному средству и их адаптационных возможностях [3, с. 49].

Полученные результаты показали, что возле лунок с клеевым раствором, содержащем разные концентрации ципродинила, отмечали зоны отсутствия роста тест-культур *Aspergillus brasiliensis* и *Penicillium citrinum* (рисунок и таблица). В контроле (клей без фунгицида) уже на третьи сутки наблюдали интенсивное спорообразование по всей поверхности агара, ингибирующая зона отсутствовала.

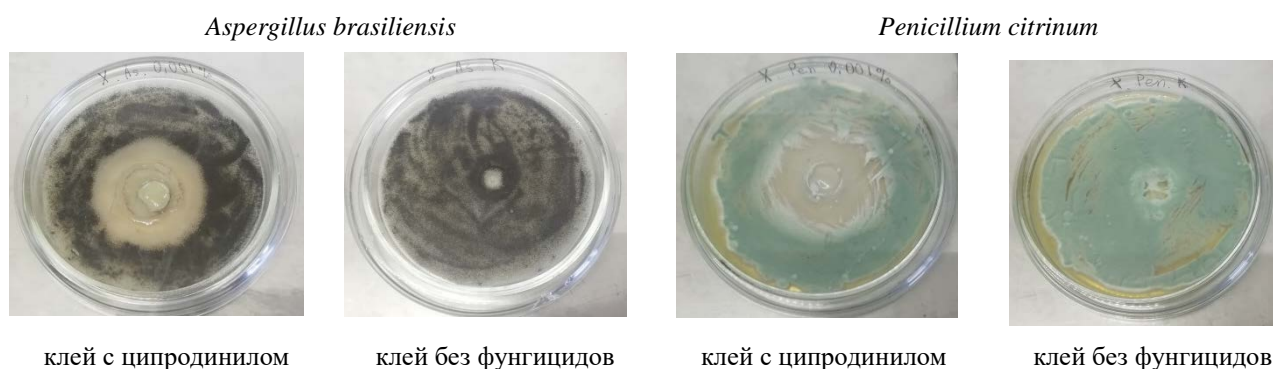


Рисунок – Оценка луночным методом фунгитоксичности клеевого раствора, содержащего 0,001 % ципродинила, на третьи сутки после посева тест-культур

Таблица – Рост микромицет на среде возле лунок с мучным клеем с различной концентрацией растворов ципродинила

Тест-культуры / Концентрация ципродинила в клею	Время экспозиции / Диаметр зоны ингибирования роста тест-культур (мм)			
	3 сут.	5 сут.	7 сут.	10 сут.
<i>Aspergillus brasiliensis</i>				
1 %	34,6	20	18,3	4,2
0,1 %	32,6	26	22	10
0,01 %	26,6	13,3	10	2,3
0,001 %	18,6	11	9	0
0 % (контроль)	0	0	0	0
<i>Penicillium citrinum</i>				
1 %	33	26,6	17,6	9,7
0,1 %	32	18,3	14,2	8,6
0,01 %	25,3	13,3	11,6	3,2
0,001 %	15	10	9,4	3
0 % (контроль)	0	0	0	0

Эффективность воздействия испытуемого клея на рост микромицетов зависела от концентрации содержащегося в нем фунгицида и времени экспозиции. По отношению к тест-культурам клей с ципродинилом проявлял наибольший фунгицидный эффект на третьи сутки

после посева микроскопических грибов. С уменьшением концентрации фунгицида в клею снижался его фунгитоксический эффект. Но добавление в клей даже небольшого количества (0,001 %) ципродинила предавало ему высокие фунгицидные свойства (рисунок). С течением времени зона ингибирования роста тест-культур уменьшалась, а на десятые сутки в клею с низкими концентрациями фунгицида спороношение наблюдалось и в зоне ингибирования, однако более рассеянное по сравнению с контролем, что указывает на фунгистатический эффект. Клеевой раствор с высоким содержанием ципродинила (1 % и 0,1 %) продолжал проявлять сильный фунгицидный эффект даже на десятые сутки.

Таким образом, ципродинил проявлял высокую фунгицидную активность и может использоваться для получения клея с фунгитоксическими свойствами в реставрации архивных документов.

Список использованных источников

1. Сабадаха, Е. Н. Повышение биозащитных свойств лакокрасочного покрытия за счет биостойкости и фунгитоксичности входящих в него компонентов (обзор литературы. Часть I) / Е. Н. Сабадаха, А. Л. Прокопчук, А. Л. Шутова // Труды БГТУ. Сер. 2, Химические технологии, биотехнология, геоэкология. – Минск : БГТУ. – 2017. – № 2 (199). – С. 120–126.
2. Ганиев, М. М. Химические средства защиты растений / М. М. Ганиев, В. Д. Недорезков. – М. : Колосс, 2006. – 248 с.
3. Гончарова, И. А. Методы лабораторных исследований при решении проблем обеспечения микологической безопасности архивов / И. А. Гончарова. – Минск : БелНИИДАД, 2023. – 56 с.

V. A. Tokarev

Yanka Kupala State University of Grodno

FUNGICIDAL PROPERTIES OF FLOUR GLUE WITH CYPRODINIL

The fungicidal properties of flour glue with cyprodinil, which showed high fungitoxic activity against *Aspergillus brasiliensis* and *Penicillium citrinum*, were studied. Cyprodinil imparts fungal resistance to flour glue and can be used for the restoration of archival documents.

Keywords: fungicide, flour glue, cyprodinil, *Aspergillus brasiliensis*, *Penicillium citrinum*.

УДК 579.69

К. А. Ходосевич

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

УСТОЙЧИВОСТЬ ТКАНЕВЫХ МАСОК ИЗ ХЛОПКА И КУПРЫ К ПОРАЖЕНИЮ *ASPERGILLUS VERSICOLOR* И *PENICILLIUM FUNICULOSUM* (56-ДНЕВНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

Рассматривается процесс биодegradации тканевых масок из хлопка и купры под действием микроорганизмов-деструкторов, таких как плесневые грибы родов *Aspergillus* и *Penicillium*. В ходе исследования было установлено, что плесневые грибы способны разрушать целлюлозу, являющуюся основным компонентом тканевых масок. Данный процесс приводит к биодegradации тканей. Кроме того, были выявлены существенные различия в воздействии двух конкретных видов грибов – *Aspergillus versicolor* и *Penicillium funiculosum*. Так, было показано, что *Aspergillus versicolor* обладает большей эффективностью в разложении целлюлозы по сравнению с *Penicillium funiculosum*.

Ключевые слова: биодegradация, тканевые маски, хлопок, купра, *Aspergillus versicolor*, *Penicillium funiculosum*.

Тканевая маска – востребованное и доступное на сегодняшний день средство по уходу за кожей. Действуя как окклюзионный барьер, она плотно прилегает к коже, предотвращая испарение сыворотки и обеспечивая полное проникновение влаги и питательных веществ в эпидермис [1]. Представляя собой универсальное средство маски подходят для всех типов и проблем кожи [2]. Но, несмотря на всеобщее убеждение о его доступности и эффективности, этот косметический продукт оказался совсем не идеальным [3]. Сама маска зачастую сделана

из синтетических, нетканых, плохо разлагаемых материалов. В связи с этим встает вопрос о корректной утилизации тканевых масок. Возможным решением данного вопроса может стать процесс биодegradации – разрушения полимера под действием микроорганизмов-деструкторов.

Основу купры и хлопковой ткани составляет целлюлоза. Согласно ГОСТу 9.802-84, основными микроорганизмами, ответственными за биодеструкцию хлопка, и купры являются плесневые грибы рода *Aspergillus* и *Penicillium* [4]. Информации о других биодеструкторах в источниках информации нет. В процессе своей жизнедеятельности грибы синтезируют и выделяют ферменты, пигменты, органические кислоты, в следствие чего происходит серьезная деструкция целлюлозосодержащих материалов [5; 6].

Целью исследования являлось изучение особенностей дегradации тканевых масок, изготовленных из хлопка и купры, вызванной микроорганизмами-деструкторами.

Работа проводилась согласно модифицированному методу, описанному в ГОСТ 9.802-84 «Ткани и изделия из натуральных, искусственных, синтетических волокон и их смесей. Метод испытания на грибостойкость». Метод заключается в том, что образцы, очищенные и не очищенные от эссенции, заражают водной суспензией спор грибов в количестве 1,0–1,5 см³/элементарную пробу, и выдерживают в условиях при температуре (29 ± 2) °С и относительной влажности воздуха не менее 90 %, в течение 56 суток. В качестве материала для исследования были выбраны одни из наиболее доступных для покупателей одноразовые тканевые маски: из хлопка – Elizavecca Fruits Deep Power Ringer Mask Pack (Южная Корея), из купры – JMsolution Camellia Glacier Water Iceland Mask Snow (Южная Корея). Для заражения использовались микроорганизмы *Aspergillus versicolor* и *Penicillium funiculosum*. Распределение количества проб по группам указано в таблице 1.

После окончания испытания элементарные пробы вынимали, осматривали невооруженным глазом при освещении дневным светом. При отсутствии видимых невооруженным глазом изменений осмотр продолжали при увеличении ×40 светового микроскопа. Грибостойкость тканей определяли по шкале ГОСТ 9.048-75 [7].

По итогам испытания каждому образцу, зараженному определенной культурой плесневых грибов, был присвоен балл, отражающий степень биодegradации.

Таблица 1 – Группы проб

Вид ткани		Количество образцов
Хлопок	Купра	
Контрольная группа с эссенции	Контрольная группа с эссенции	3
Контрольная группа без эссенции	Контрольная группа без эссенции	3
С эссенцией, зараженный <i>Aspergillus versicolor</i>	С эссенцией, зараженная <i>Aspergillus versicolor</i>	3
Без эссенции, зараженный <i>Aspergillus versicolor</i>	Без эссенции, зараженная <i>Aspergillus versicolor</i>	3
С эссенцией, зараженный <i>Penicillium funiculosum</i>	С эссенцией, зараженная <i>Penicillium funiculosum</i>	3
Без эссенции, зараженный <i>Penicillium funiculosum</i>	Без эссенции, зараженная <i>Penicillium funiculosum</i>	3

По истечении срока 56-суточного испытания контрольная группа образцов в ходе испытания не показала роста микроорганизмов, что свидетельствует о «чистоте» проведенного исследования (таблица 2). В группе хлопковых образцов с эссенцией, зараженных *A. versicolor*, наблюдалось интенсивное изменение окраски, роста мицелия нет. По образцам хлопка без эссенции, зараженных *A. versicolor*, видимое развитие мицелия и пигментация выражены довольно активно. В случае хлопка с эссенцией, видимого роста не наблюдалось, это может

быть связано с тем, что образцы не были очищены от эссенции, и та в свою очередь в некоторой степени ингибировала рост микроорганизмов. Изменение окраски происходило за счет выделения пигментов – меланинов [8] (таблица 2).

Таблица 2 – Хлопок, заражённый *Aspergillus versicolor*

№ образца с эссенцией	Характеристика	Балл	№ образца без эссенции	Характеристика	Балл
1	Под микроскопом виден развитый мицелий, возможно спороношение	2	1	Невооруженным глазом отчетливо видно развитие грибов, покрывающих менее 25 % испытываемой поверхности	4
2	Под микроскопом виден развитый мицелий, возможно спороношение	2	2	Невооруженным глазом мицелий и (или) спороношение едва видны, но отчетливо видны под микроскопом	3
3	Под микроскопом виден развитый мицелий, возможно спороношение	2	3	Невооруженным глазом отчетливо видно развитие грибов, покрывающих более 25 % испытываемой поверхности	5

После 56-суточного испытания на образцах из группы хлопка с эссенцией, зараженных *P. funiculosum*, проявилось очень незначительное изменение окраски. Что касается образцов из группы хлопка без эссенции, здесь наблюдались интенсивное изменение окраски, видимый рост и спороношение. Результаты представлены в таблице 3. Окраска образцов изменялась по причине того, что плесневые грибы рода *Penicillium* в процессе своей жизнедеятельности выделяют пигменты – каротиноиды [9].

Результаты по образцам купры с эссенцией, зараженным *A. versicolor*, в ходе всего испытания оставались неизменными: незначительные изменения окраски и малозаметный рост колоний микроорганизмов. При анализе полученных результатов по группе образцов купры без эссенции, но, также, зараженных *A. versicolor*, было выявлено изменения в виде появления окраски и едва заметного мицелия. Результаты представлены в таблице 4.

На образцах купры с эссенцией, зараженных плесневыми грибами *P. funiculosum*, наблюдается очень мало изменений, как по окраске, так и по прорастанию мицелия. Купра без эссенции, зараженная теми же грибами, имеет немного больше изменений, в частности, по окраске образцов с белого на желтый, результаты отображены в таблице 5.

Таблица 3 – Хлопок, заражённый *Penicillium funiculosum*

№ образца с эссенцией	Характеристика	Балл	№ образца без эссенции	Характеристика	Балл
1	Под микроскопом видны проросшие споры и незначительно развитый мицелий	1	1	Невооруженным глазом отчетливо видно развитие грибов, покрывающих более 25 % испытываемой поверхности	5
2	Под микроскопом видны проросшие споры и незначительно развитый мицелий	1	2	Невооруженным глазом отчетливо видно развитие грибов, покрывающих более 25 % испытываемой поверхности	5
3	Под микроскопом видны проросшие споры и незначительно развитый мицелий	1	3	Невооруженным глазом отчетливо видно развитие грибов, покрывающих менее 25 % испытываемой поверхности	4

Таким образом, при проведении исследования по изучению особенностей деградации тканевых масок из хлопка и купры в течение 56 суток, вызванной *Aspergillus versicolor* и *Penicillium funiculosum*, можно сказать о том, что плесневые грибы вида *Aspergillus versicolor* показали себя лучше в испытаниях как с хлопком, так и купрой. Это связано с тем, что у *Aspergillus versicolor* комплекс выделяемых пигментов и кислот шире и более приспособлен для разрушения целлюлозы.

Таблица 4 – Купра, заражённая *Aspergillus versicolor*

№ образца с эссенцией	Характеристика	Балл	№ образца без эссенции	Характеристика	Балл
1	Под микроскопом видны проросшие споры и незначительно развитый мицелий	1	1	Под микроскопом виден развитый мицелий, возможно спороношение	2
2	Под микроскопом видны проросшие споры и незначительно развитый мицелий	1	2	Невооруженным глазом мицелий и (или) спороношение едва видны, но отчетливо видны под микроскопом	3
3	Под микроскопом видны проросшие споры и незначительно развитый мицелий	1	3	Под микроскопом видны проросшие споры и незначительно развитый мицелий	1

Таблица 5 – Купра, заражённая *Penicillium funiculosum*

№ образца с эссенцией	Характеристика	Балл	№ образца без эссенции	Характеристика	Балл
1	Под микроскопом видны проросшие споры и незначительно развитый мицелий	1	1	Под микроскопом виден развитый мицелий, возможно спороношение	2
2	Под микроскопом видны проросшие споры и незначительно развитый мицелий	1	2	Под микроскопом видны проросшие споры и незначительно развитый мицелий	1
3	Под микроскопом прорастания спор и конидий не обнаружено	0	3	Под микроскопом прорастания спор и конидий не обнаружено	0

Процесс деградации интенсивнее проходил на образцах, очищенных от эссенции. Поэтому при утилизации одноразовых тканевых масок, стоит обратить внимание на очищение масок. Что касается образцов ткани – хлопка и купры, биodeградации лучше поддается хлопковая. Вероятнее всего это связано с тем, что купра является по большей части синтетической тканью и процесс ее разрешения протекает хуже.

Таким образом, применение процесса биodeградации для утилизации тканевых масок является многообещающим направлением, способным содействовать решению вопроса переработки материалов и повышению экологической безопасности этого косметического продукта.

Список использованных источников

1. GARNIER Skin Care Tips [Электронный ресурс] // Benefits of Sheet Mask: 3 Sheet Mask Benefits Should Know. – Режим доступа: <https://www.garnier.in/skin-care-tips/3-benefits-of-sheet-masks>. – Дата доступа: 18.03.2024
2. LIMONI [Электронный ресурс] // Гид по косметике: всё о тканевых масках. – Режим работы: <https://limoni.ru/articles/kak-vybrat-tkanevuyu-masku>. – Дата доступа: 30.03.2024
3. GLAMOUR [Электронный ресурс] // Sheet masks may be great for your skin, but apparently they're destroying the planet. – Режим доступа: <https://www.glamourmagazine.co.uk/article/sheet-masks-environmental-damage>. – Дата доступа: 07.04.2024

4. ГОСТ 9.802-84 «Ткани и изделия из натуральных, искусственных, синтетических волокон и их смесей. Метод испытания на грибостойкость».
5. Рыбаков, Ю. А. Тест-культуры микромицетов для проведения исследований антимикотиков и оценки грибостойкости промышленных материалов / Ю. А. Рыбаков // Биотехнология. – 2022. – Т. 38, № 6. – С. 101–111.
6. Болтовский, В. С. Ферментативный гидролиз растительного сырья: состояние и перспективы / В. С. Болтовский // Весн. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. хім. навук. – 2021. – Т. 57, № 4. – С. 502–512.
7. ГОСТ 9.048-75. Единая система защиты от коррозии и старения. Изделия технические. Метод лабораторных испытаний на устойчивость к воздействию плесневых грибов.
8. Связывание ионов тяжелых металлов мицелием грибов рода *Aspergillus*, колонизирующих картон / А. Э. Томсон [и др.] // Природопользование. – 2022. – № 1. – 158 с.
9. Fungal Pigments: Carotenoids, Riboflavin, and Polyketides with Diverse Applications / M. Afroz Toma [et al.] // Journal of Fungi. – 2023. – Vol. 9, № 4. – P. 3–7.

K. A. Khadasevich

Yanka Kupala State University of Grodno

**RESISTANCE OF COTTON AND CUPRA FABRIC MASKS TO *ASPERGILLUS VERSICOLOR*
AND *PENICILLIUM FUNICULOSUM* DAMAGE (56-DAY STUDY)**

This article examines the process of biodegradation of cotton and cupra fabric masks under the action of destructive microorganisms such as mold fungi of the genus *Aspergillus* and *Penicillium*. During the study it was found that mold fungi are able to destroy cellulose, which is the main component of tissue masks. This process leads to tissue biodegradation. In addition, significant differences were found in the effects of two specific species of fungi – *Aspergillus versicolor* and *Penicillium funiculosum*. Thus, it has been shown that *Aspergillus versicolor* has greater efficiency in the decomposition of cellulose compared to *Penicillium funiculosum*.

Keywords: biodegradation, fabric masks, cotton, cupra, *Aspergillus versicolor*, *Penicillium funiculosum*.

РАЗДЕЛ 5.
**ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В КОНТЕКСТЕ
УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ**

УДК 615.324:582.272:543.062

**А. В. Бурминский¹, О. Н. Писаренко¹, В. Н. Оробинская¹,
И. Н. Пушмина², Т. Н. Лаврова¹**

¹*Пятигорский институт (филиал), Северо-Кавказский федеральный университет*

²*Институт торговли и сферы услуг, Сибирский федеральный университет*

**ГИДРОБИОНТЫ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ
В ПРОИЗВОДСТВЕ ЦЕЛЕВЫХ ПРОДУКТОВ СЕЛЕКТИВНОГО ДЕЙСТВИЯ**

В современных условиях разработка функциональных продуктов, обеспечивающих содержание в них полезных ингредиентов до уровня, соотносимого с физиологическими нормами потребления, является одним из актуальных направлений персонализированного питания. Биологически активные соединения гидробионтов уникальны по своей структуре и превосходят по биологической или фармакологической активности наземных организмов. В этой связи в настоящее время поиск новых высокоэффективных, малотоксичных биологически активных соединений из гидробионтов, изучение механизмов их действия и конструирование на их основе биологически активных добавок (БАД) к пище и продуктов лечебно-профилактического и функционального действия актуальны. В работе проанализированы биологически активные соединения гидробионтов растительного происхождения и возможность их использования в производстве кисломолочных продуктов питания (обогащенного йогурта и йогурта греческого обогащенного); определены физико-химические, микробиологические, органолептические показатели экспериментальных образцов.

Ключевые слова: гидробионты, сульфитированные полисахариды, спирулина, фукус, ламинария, инновационные пищевые продукты, йогурт, греческий йогурт

Основа концепции здорового питания – сбалансированность по основным важнейшим компонентам соотносимого с физиологическими нормами потребления и с учетом индивидуальных особенностей жизнедеятельности человека (уровень физической и умственной нагрузки), на основе персонализированного питания. Проблема здорового питания усугубляется тем, что «...потребность населения в продуктах питания полностью не удовлетворяется и осложняется не равномерностью распределения, как производства, так и потребления продовольствия между отдельными регионами, государствами и группами населения...» [1]. Как отмечают в своих исследованиях М. Е. Цибизова, А. А. Кильмаев, «...Мировые тенденции связаны с созданием ассортимента продуктов, обладающих пищевой ценностью, вкусовыми качествами и оказывающие физиологическое воздействие на органы и системы организма человека...» [1].

Биотехнологическое использование гидробионтов сегодня одна из основных составляющих биотехнологической сферы деятельности человека. Исследования российских и зарубежных ученых доказали, что биологически активные соединения гидробионтов растительного и животного происхождения структурно уникальны и превосходят биологически активные соединения наземных организмов по биологической или фармакологической активности [2].

Разработка, получение новых высокоэффективных, малотоксичных биологически активных соединений из морских гидробионтов, изучение механизмов их действия и конструирование на их основе биологически активных добавок (БАД) к пище и продуктов лечебно-профилактического направления – актуальное и перспективное направление пищевой биотехнологии [3].

Одним из поставщиков морских сырьевых ресурсов является Дальний Восток России – доступная база для получения функциональных и специализированных пищевых продуктов. [3]. Одним из сырьевых компонентов являются гидробионты растительного происхождения – зеленые и бурые морские водоросли, позволяющие обогатить пищевой рацион дефицитными для большинства продуктов биогенными элементами, йодсодержащими соединениями, по-

линенасыщенными жирными кислотами, пищевыми кислотами. Биологически активные вещества водорослей обладают многоаспектным положительным действием на организм человека [1]. Из литературных источников известно, что *Costaria costata*, сопровождающая *Laminaria japonica* на плантациях, и просматриваемая как сорняк, является ценным сырьем: в ней содержится от 5–15 % белка, 70 % углеводов, 1–3 % липидов. В состав углеводов входят маннит, ламинит, полиуронины – альгиновая и фуриновая кислоты, фуксидин, ламинарин (водорослевый крахмал), целлюлоза («альгулеза»), при этом соотношение белкового и небелкового азота составляет 1:1.

В последнее время ведутся разработки по выделению новых сульфатированных полисахаридов (SPS) из морских зеленых водорослей, оказывающих биологически активное действие на здоровье человека (ним относятся сульфатированные рамнаны из *Monostroma*, сульфатированные арабиногалактаны из *Codium*, сульфатированные галактаны из *Caulerpa* и некоторые сульфатированные маннаны из различных видов зеленых водорослей).

Сульфитированные полисахариды проявляют широкий спектр биологической активности: антикоагулянтной, противовирусной, антиоксидантной, противоопухолевой, иммуномодулирующей, антигиперлипидемической и антигепатотоксической.

Сульфитированные полисахариды (SPS), полученные из морских водорослей – потенциальное сырье для получения функциональных продуктов питания и биологически активных добавок (БАД).

В качестве экспериментального образца нами была разработана технология получения и рецептура с использованием комбинированной смеси в качестве обогатителей: спирулины, фукуса, ламинарии.

Спирулина, или *Arthrospira platensis* и *Arthrospira maxima*, является важнейшим потенциальным обогатителем и ингредиентом по содержанию витаминов, макро- и микроэлементов, превосходящая некоторые продукты питания, как растительного, так и животного происхождения. Так, по содержанию витамина А спирулина превосходит сливочное масло и сыр в 400 раз, яйца – в 1500 раз, творог и огурцы – в 2500 раз, молоко – в 10 000 раз; витаминов группы В (В1, В2, В3, В5, В6, В9, В12) содержится в спирулине в 40–150 раз больше, чем в молоке, сыре, твороге, мясе, рыбе, яйцах, сливочном масле [3– 6]. В спирулине содержится γ -линоленовая кислота (GLA), присутствуют α -линоленовая и линолевая кислоты (LA) [3–6]. Стеарионовая кислота, известная также под наименованием морковная кислота является важным компонентом многих биохимических реакций, провитамином омега-3 и важнейшим соединением быстрого синтеза длинноцепочечных жирных кислот, основных структурных элементов мембранных клеточных структур, а также соединений внутренних липидов [3–6]. Комплекс данных веществ обладает мембранопротекторным, ангиопротекторным, антиатеросклеротическим, дерматотропным, иммуномодулирующим, противовоспалительным, обезболивающим, язваживляющим действием, улучшает реологические свойства крови, метаболизм мозга.

Эйкозапентаеновая кислота (EPA), докозагексаеновая кислота (DHA) относятся к группе омега-3 кислот, являются эссенциальными, регулируют уровень триглицеридов типа ЛПОНП и ЛПНП в крови, снижая их уровень, уменьшая риски атеросклероза и образования холестериновых бляшек [1–6]. Результаты исследования GISSI-Prevenzione показали значительное снижение риска смертности от инфаркта миокарда и инсульта (снижение относительного риска происходит на 15 % [3–6]).

Арахидоновая кислота – одна из наиболее значимых эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) в нашем организме – незаменима при построении клеточных мембран организма человека.

Фикоцианин, входящий в состав спирулины – сильнейший из известных стимуляторов иммунной системы организма, недостаток его ведёт к снижению действия иммунного рефлекса и к заболеваниям, связанным с иммунодефицитными состояниями; в желудочно-кишечном тракте частично распадаясь, образует цианолевые соли, подавляя развитие пато-

генной микрофлоры. Применение фикоцианина в чистых формах началось относительно недавно и требует дополнительных исследований.

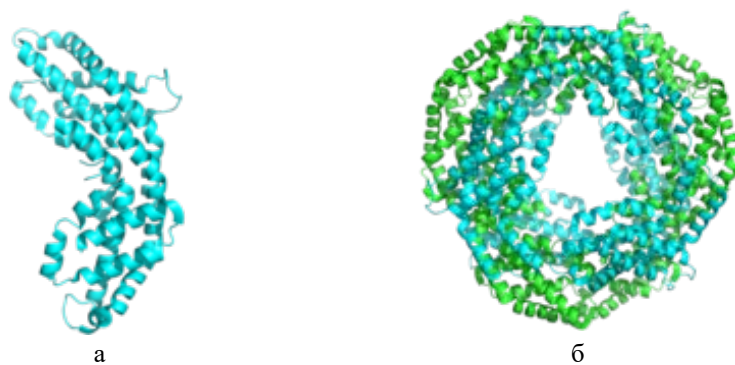


Рисунок 1 – Структурные формулы фикоцианина (а – мономер фикоцианина (αβ), б – фикоцианин (αβ) 6 гексамер) [3–6]

Фикоцианин является не только антиокислительным и антиоксидантным средством, Фикоцианин С-РС обладает свойством поглощать пероксильные аклоксильные и гидроксильные радикалы, связывать металлы (ртуть и свинец), при этом пероксильные радикалы стабилизируются хлороформом (функциональный элемент фитоцианина), что препятствует развитию воспалительных процессов, а также является гепатопротектором [3–6].

Фукоидан, фукоидная кислота представляет собой полисахарид с длинной цепью сульфата (рисунок 2) с молекулярной формулой: $(C_6H_9O_3SO_3)_n$. В своем естественном состоянии фукоидан представляет собой твердое кристаллическое вещество. Этот полисахарид, который содержится в различных видах бурых водорослей, а коммерчески доступный обычно извлекается из таких видов водорослей, как: *Fucus vesiculosus*, *Cladosiphon okamuranus*, *Laminaria japonica* и *Undaria pinnatifida*. Обладает антикоагулянтным действием (более выраженным, чем у гепарина), используется для профилактики тромбозов; оказывает антивирусное воздействие (в качестве профилактического средства при иммунодефицитных состояниях), онкопротекторное действие и способствует выведению свинца из организма [3–6]. Из анализа таблицы 1 видно, что наибольшее содержание фукоидина наблюдается в *F. vesiculosus*.

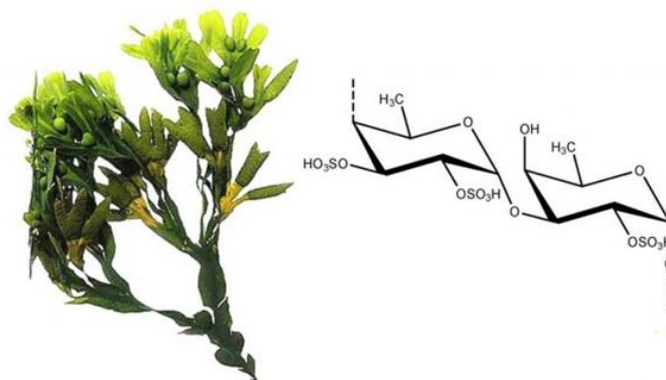


Рисунок 2 – Структурная формула фукоидина [5; 6]

Таблица 1 – Содержание фукоидина в водорослях [5; 6]

Латинское наименование водоросли	Содержание фукоидина, % СВ	Латинское наименование водоросли	Содержание фукоидина, % СВ	Примечание
<i>Laminaria japonica</i>	2,54	<i>Kjellmanella crassifolia</i>	3,32	[5; 6]
<i>L. bongardiana</i>	3,6	<i>Sargassum pallidum</i>	4,0	[5; 6]
<i>L. cichorioides</i>	2,88	<i>Fucus evanescens</i>	6,04	[5; 6]
<i>Cystoseira crassipes</i>	5,4	<i>F. vesiculosus</i>	7,2	[5; 6]

Исследования Т. В. Саниной доказали, что фукоидин оказывает выраженное пребиотическое действие на бактерии *Bifidobacterium bifidum*, что способствует нормализации микрофлоры кишечника человека и стимулирует развитие заквасочных микробных культур.

На основании проведенного анализа в качестве инновационного продукта в категории кисломолочных продуктов нами был выбран йогурт, один из наиболее популярных продуктов персонализированного питания с использованием нетрадиционных обогатителей (спирулины и фукусу). Проведены экспериментальные исследования по производству инновационного продукта; лабораторная экспертиза качества и безопасности йогурта, обогащенного и йогурта греческого в аккредитованной лаборатории и определены следующие физико-химические показатели разработанных инновационных пищевых продуктов (таблица 2).

Таблица 2 – Физико-химические показатели экспериментальных образцов

Определяемые параметры	Экспериментальные образцы	
	Обогащённый йогурт	Йогурт греческий обогащённый
Кислотность, °Т	87 ± 2,7	92 ± 3,24
Массовая доля белка, г/100 мл	2,83 ± 0,84	3,56 ± 0,62
СОМО, %	7,21 ± 0,21	10,47 ± 1,12
Жиры, %	2,23 ± 0,16	3,2 ± 0,13
Сухие вещества общие, мг	10,27 ± 0,17	16,24 ± 1,52
Фосфатаза и пероксидаза	Отсутствует	Отсутствует

По физико-химическим показателям экспериментальные образцы соответствуют нормативам ГОСТ РФ, предъявляемым к йогуртам.

Микробиологические показатели кисломолочных продуктов определяются согласно требованиям, предъявляемым к йогуртам, согласно нормативным документам ГОСТ РФ. Результаты исследований микробиологических параметров экспериментальных кисломолочных продуктов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Микробиологические показатели инновационных продуктов (обогащённый йогурт и греческий йогурт обогащённый)

Исследуемый параметр	Заключение
Общая микробиота	В образце выявлены колонии микроорганизмов различные по морфологическим признакам, соответствующие заквасочным культурам. Бактерии подвижны и активны
Кишечная палочка <i>E. coli</i> (БГКП) (по ГОСТ Р 32901)	В исследовании на питательной среде эндо не обнаружена
<i>Staphylococcus aureus</i> (по ГОСТ Р 30347)	В исследовании на дифференциальной среде не обнаружены
Дрожжи (по ГОСТ Р 10444.12)	Обнаружены штаммы сахаромисцетов, входящих в состав закваски.
Плесневые культуры (по ГОСТ Р 10444.12)	В исследуемых пробах не обнаружены. Анализ на дифференциальной среде отрицателен.
Молочнокислые микроорганизмы и бифидобактерии (по ГОСТ Р 33924)	В исследовании на дифференциальной среде Бифидум были обнаружены кокки, диплококки, палочки, бациллы. При дифференциальной окраске (метиленовый синий) была определена принадлежность к молочнокислым микроорганизмам
КОЕ (по ГОСТ Р 31747)	7×10 ⁸

Органолептические показатели полученных инновационных продуктов представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Органолептические показатели функциональных продуктов питания (йогурт и греческий йогурт)

Наименование органолептических показателей	Показатели качества инновационного продукта	
	Йогурт греческий обогащенный	Йогурт обогащенный
Внешний вид и консистенция	Однородная, с нарушенным сгустком при резервуарном способе производства в меру вязкая, кремообразная. Наличие включений нерастворимых частиц, характерных для внесенных компонентов	Однородная, с нарушенным сгустком (резервуарный способ производства), с меру вязкая, кремообразная. Нерастворимые частицы присутствуют
Вкус и запах	Чистый, кисломолочный с привкусом йода. Запах водорослей с кислотным оттенком без сторонних примесей.	Чистый, кисломолочный в меру сладкий с привкусом йода. Запах чистый, без сторонних примесей.
Цвет	Травяной цвет, с частицами композита	Травяной цвет, с частицами композита

Анализ представленных данных позволяет сделать вывод, что получившиеся инновационные кисломолочные продукты соответствуют действующим нормативным актам и могут быть использованы в пищевом производстве.

Список использованных источников

1. Цибилова, М. Е. Концепция рационального питания и проектирование функциональных продуктов и гидробионтов / М. Е. Цибилова, А. А. Кильмаев // Нефтегазовые технологии и экологическая безопасность. – 2005. – С. 173–178.
2. Смертина, Е. С. О возможности использования гидробионтов растительного происхождения в производстве пищевых продуктов функционального назначения / Е. С. Смертина, Л. Н. Федянина, Т. К. Каленик // Экологическая, продовольственная и медицинская безопасность человечества : материалы Первого международного конгресса (14–17 нояб. 2011 г.). – М. : ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Плеханова», 2011. – Ч. 2. – С. 120–123.
3. Подкорытова, А. В. Морские водоросли – уникальное сырье для обогащения продуктов питания / А. В. Подкорытова // Пищевая промышленность. – 2004. – № 5. – С. 18–21.
4. *Spirulina platensis* (Arthrospira) / A. Vonshak (ed.) // *Physiology, Cell-biology and Biotechnology*. – London : Taylor & Francis, 1997.
5. Tokusoglu, O. Biomass Nutrient Profiles of Three Microalgae: *Spirulina platensis*, *Chlorella vulgaris*, and *Isochrysis galbana* (англ.) / O. Tokusoglu, M. K. Unal // *Journal of Food Science : journal*. – Vol. 68, no. 4. – P. 2003.
6. Fucoidan: chemical formula, occurrence in nature, properties [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://antropocene.it/en/2023/02/23/fucoi-dan>. – Дата доступа: 15.03.2024.

A. V. Burminsky¹, O. N. Pisarenko¹, V. N. Orobinsky¹, T. N. Lavrova¹, I. N. Pushmina²

¹*Pyatigorsk Institute (branch), North Caucasus Federal University, Russia*

²*Institute of trade and services, Siberian Federal University, Russia*

HYDROBIONTS OF PLANT ORIGIN IN THE PRODUCTION OF TARGET PRODUCTS OF SELECTIVE ACTION

In modern conditions, the development of functional products that ensure the content of useful ingredients in them to a level consistent with the physiological norms of consumption is one of the relevant areas of personalized nutrition. Biologically active compounds of hydrobionts are unique in their structure and exceed the biological or pharmacological activity of terrestrial organisms. In this regard, currently, the search for new highly effective, low-toxic biologically active compounds from hydrobionts, the study of the mechanisms of their action and the construction of biologically active additives (dietary supplements) to food and products of therapeutic, preventive and functional action on their basis are relevant. The article analyzes biologically active compounds of hydrobionts of plant origin and the possibility of their use in the production of fermented dairy foods (fortified yogurt and enriched Greek yogurt); physicochemical, microbiological, organoleptic parameters of experimental samples are determined

Keywords: hydrobionts, sulfated polysaccharides, spirulina, fucus, kelp, innovative food products, yogurt, Greek yogurt.

А. С. Кучер

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

АНАЛИЗ РЫНКА ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ г. ГРОДНО И ДОЛИ ЗАВЕДЕНИЙ ПО ПРОИЗВОДСТВУ КОНДИТЕРСКИХ И ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Рассматривается сфера индустрии питания г. Гродно, приводится анализ рынка и классификация объектов общественного питания. Дается оценка доли объектов общественного питания, специализирующихся на производстве кондитерских и хлебобулочных изделий. Характеризуются факторы, способствующие развитию и улучшению качества услуг в данной сфере, локации данных типов заведений, их ценовая политика и контингент. Отмечается важность внедрения эффективных способов привлечения гостей.

Ключевые слова: общественное питание, кондитерские изделия, сегмент рынка, ценовая политика, целевая аудитория.

Отрасль общественного питания в Гродно представляет собой большое количество объектов питания с различным уровнем обслуживания, качеством продукции, разнообразием используемого оборудования и предоставляемых услуг. И с каждым годом количество объектов общественного питания становится всё больше, происходят значительные качественные изменения, внедряются новые технологии производства и предоставляемого сервиса. Кондитерские и хлебобулочные изделия – один из наиболее развитых секторов рынка общественного питания, который характеризуется высокой конкуренцией, требующей гибкой и продуманной маркетинговой и ассортиментной политики.

По состоянию на 01.01.2024 обслуживание населения г. Гродно осуществляют 566 объекта общественного питания на 29,22 тыс. мест. На одну тысячу жителей города обеспеченность местами в общедоступной сети общественного питания составляет 48,0 места. Значительную долю среди объектов общественного питания занимают специализированные, в том числе на производстве кондитерских и хлебобулочных изделий. Данный сегмент характеризуется высокой активностью ввиду высокого потребительского спроса, средней ценовой категории, а также высокой маржинальности продукции.

На начало 2024 года на территории города Гродно наибольший удельный вес в структуре объектов общественного питания, специализирующихся на производстве кондитерских и/или хлебобулочных изделий или имеющих кондитерский цех, составила группа заготовочный объект (цех) – 35 %. Основная часть данных объектов находится в ведомственной принадлежности крупных торговых сетей: ООО «Санта Ритейл», ООО «ГРИНрозница», ООО «БелМаркетКомпани» и др. Среди объектов общественного питания, имеющих посадочные места в зале, наибольший удельный вес составила группа кафе – 19 % (общее количество мест – 301), группа кофейни составила 15 % (общее количество мест – 120), рестораны – 10 % (общее количество мест – 532) [1].

Анализируя локации, в которых размещены специализированные объекты общественного питания, стоит отметить, что устойчивую долю занимает такое расположение, как «иное» (в нежилые зданиях, предназначенных для размещения торговых объектов общественного питания) и «объект на торговых площадях магазина» [2]. Большая часть объектов (34 из 62) расположена в Ленинском районе г. Гродно. Такие заведения как рестораны, кафе, кофейни, бары преимущественно размещаются в центре города, на оживленных улицах, где пересекаются различные потоки населения, мини-кафе и кафетерии – в административных зданиях либо на торговых площадях магазинов. Заготовочные объекты, в свою очередь, расположены в составе сетевых торговых объектов.

Как правило, все заведения имеют красивый дизайн и работают по концепции all-day dining. Активно развиваются простые заведения, обеспечивающие своим гостям возможность не готовить дома, закрывая эту потребность доставками, покупкой готовой еды или

быстрого питания вне дома. Целевую аудиторию рассматриваемых объектов общественного питания условно можно разделить на группы в соответствии с их характеристиками, потребностями и предпочтениями: любители сладостей и выпечки всех возрастов; организаторы или участники мероприятий (дни рождения, свадьбы, выпускные и т. д.), как правило, нуждающиеся в приобретении изделий с индивидуальным дизайном; подарочный сегмент (подарки в виде сладостей и десертов с оригинальным дизайном и упаковкой); диетическая аудитория – приверженцы правильного питания, лица с диетическими ограничениям (например, веганские, безглютеновые); объекты общественного питания, не имеющие собственного производства или кондитерского цеха.

Потребление кондитерских и хлебобулочных изделий зависит от ряда факторов, основными из которых являются гастрономические привычки потребителей, ценовая политика заведения, уровень денежных доходов населения [3]. Анализ цен на кондитерские и хлебобулочные изделия показал, что наибольший их уровень преобладает в ресторанах, кафе, барах и кофейнях. В заготовочных объектах общественного питания цены значительно ниже на данную продукцию – в среднем на 100 %. При этом необходимо отметить, что высоко- и средне-ценовой сегмент испытывает серьезные сложности – с одной стороны, в связи с ростом затрат на ингредиенты и рабочую силу, а с другой – в связи с невозможностью пропорционально поднять розничные цены без потери числа посетителей. Кроме того, целевая аудитория этих заведений сократилась как по геополитическим причинам, так и в связи со снижением располагаемых доходов. В это же время заготовочные объекты, размещающиеся в составе розничной сети, продолжают не только расширять ассортимент кондитерских и хлебобулочных изделий, но и открывать кафетерии и фуд-холлы на своих площадях.

Таким образом, можно сделать вывод, что в настоящее время конкуренция на рынке общественного питания г. Гродно приобрела такую остроту. И сегмент объектов общественного питания, специализирующихся на производстве кондитерских и/или хлебобулочных изделий, представляет собой разнообразие форм, типов, особенностей предприятия. Новые техники и технологии производства продукции, нетрадиционные виды сырья, вкусовые сочетания и текстуры стремительными темпами входят в работу данных объектов. Высокая конкуренция, постоянный рост ожиданий современного гостя объектов общественного питания требует особой изюминки от предприятий. Одним из самых эффективных способов привлечения гостей является разработка новой актуальной продукции, учитывающей последние тренды в мире гастрономии.

Список использованных источников

1. Общественное питание. Термины и определения : СТБ 1209-2005. – Введ. 19.07.2005. – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2005. – 20 с.
2. О классификации объектов общественного питания по типам [Электронный ресурс] : Постановление М-ва антимонопольного регулирования и торговли Респ. Беларусь, 12 апр. 2021 г., № 26 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – Минск, 2021.
3. Попов, Е. В. Продвижение товаров и услуг / Е. В. Попов. – М. : Прогресс, 2015. – 220 с.

A. S. Kucher

Yanka Kupala State University of Grodno

ANALYSIS OF THE PUBLIC FOOD MARKET IN GRODNO AND THE SHARE OF ESTABLISHMENTS PRODUCING CONFECTIONERY AND BAKERY PRODUCTS

The article examines the sphere of the food industry in Grodno, provides a market analysis and classification of public catering facilities. An assessment is made of the share of public catering facilities specializing in the production of confectionery and bakery products. The factors contributing to the development and improvement of the quality of services in this area, the locations of these types of establishments, their pricing policy and contingent are characterized. The importance of introducing effective ways to attract guests is noted.

Keywords: catering, confectionery, market segment, pricing policy, target audience.

ПОТЕНЦИАЛ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В УСТРАНЕНИИ ПЕКТИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ КОЛЛОИДНЫХ СИСТЕМ НАПИТКОВ

Рассмотрено исследование сорбционных свойств бентонита (классического вспомогательного материала в технологии фруктово-ягодных вин) и хитозана, полученного экспериментальным путем методом кислотно-щелочного гидролиза к пектиновым веществам, высокое содержание которых в соках и винах вызывает коллоидные помутнения, что влечет за собой ухудшение органолептических показателей готового продукта.

Ключевые слова: фильтрация, бентонит, хитозан, пектиновые вещества, качество, стабильность.

Анализ исследований ученых в области стабилизации напитков из плодового и ягодного сырья, однозначно свидетельствует о природе и характере формирования помутнений физико-химической этиологии, которые обусловлены как отдельными высокомолекулярными веществами (белковые, фенольные, пектиновые и др.), так и образованием сложных комплексных соединений высокомолекулярных веществ, связующим элементом которых является катион металла (железо, медь, алюминий, цинк и др.). Пектиновые вещества входят в состав структурных элементов клеточной ткани растений. Данные вещества в большом количестве находятся в сырье для производства плодово-ягодных и фруктово-ягодных вин, а также напитков. Пектиновые вещества, находящиеся в плодах, представлены протопектином, пектином и пектовой кислотой. Высокое содержание пектиновых веществ в соках и винах вызывают коллоидные помутнения, что влечет за собой ухудшение органолептических показателей [1; 2]. В настоящее время накоплен достаточно большой опыт в области получения и применения технологических вспомогательных материалов. Вместе с тем, особая актуальность остается в разработках, направленных на создание усовершенствованных форм сорбентов, посредством их модификации и/или композиции.

Цель – установить сорбционный потенциал классического (бентонит) технологического вспомогательного материала и полученного экспериментально технологического вспомогательного материала (хитозана) к пектиновым веществам.

Метод определения основан на осаждении пектовых кислот в виде кальциевых солей. В зависимости от цели исследования можно определить отдельно растворимый пектин, протопектин или сумму пектиновых веществ. Раствор протопектина предварительно нейтрализуют NaOH до прибавления щелочи, необходимой для его гидролиза. Для гидролиза пектиновых веществ к 50 мл исследуемого раствора прибавляют равный объем 0,4 %-го (1н) раствора NaOH и оставляют на 8–10 ч при комнатной температуре. По истечении этого времени раствор подкисляют тем же объемом 1н уксусной кислоты. Образовавшиеся пектовые кислоты осаждают 50 мл 10 %-го раствора CaCO₃. Полученный осадок пектата кальция отфильтровывают через заранее высушенный до постоянной массы и взвешенный с бюксом бумажный фильтр. Осадок на фильтре промывают 0,5 %-м раствором CaCl₂, затем 5, 6 раз холодной дистиллированной водой для удаления ионов хлора (проверка по реакции на Cl⁻ с азотнокислым серебром). Для снижения зольности осадок дополнительно промывают 3, 4 раза горячей дистиллированной водой. Фильтр с осадком переносят в бюкс и сушат до постоянной массы при температуре 100–105 °С. Массу осадка, полученную по разности между массой бюкса с осадком на фильтре и массой бюкса с фильтром, умножают на 0,9235 для пересчета на пектовую кислоту.

В качестве объектов исследования использовались 4 различных образца продуктов винодельческой промышленности: сок яблочный сброженно-спиртованный; сок черноплодной рябины; виноматериал яблочный натуральный столовый обработанный после года отстаивания, вино фруктово-ягодное натуральное «Софи». Отбор проб соков и виноматериалов осуществлялся по СТБ-1384-2010 «Продукты винодельческой промышленности. Правила приемки и методы отбора проб».

Установлено, что все исследуемые продукты плодового виноделия характеризуются наличием одного из потенциальных мутеобразующих компонентов – пектовой кислоты (рисунок 1).

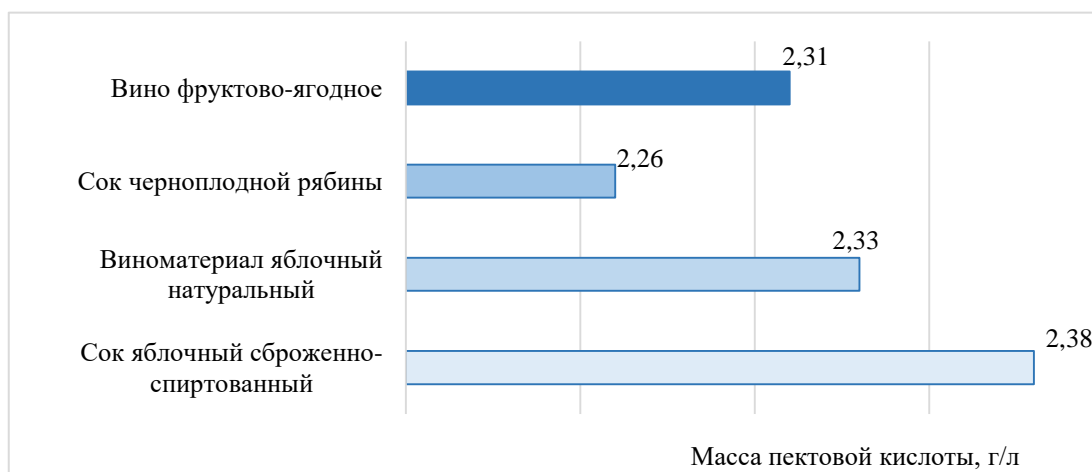


Рисунок 1 – Содержание пектовой кислоты в продуктах плодового виноделия

Исследование сорбционных свойств хитозана, показало, что максимальная адсорбционная активность сорбента проявляется при экспозиции 90 мин. (рисунок 2), что характерно для всех образцов продуктов плодового виноделия. Так эффективность сорбции хитозана при экспозиции 90 минут составляет: 20,85 % в образце сока яблочного сброженно-спиртованного; 42,86 % в образце виноматериала яблочного натурального столового обработанного; 18,75 % в образце сока черноплодной рябины; 24,35 % в образце вина фруктово-ягодного натурального «Софи».

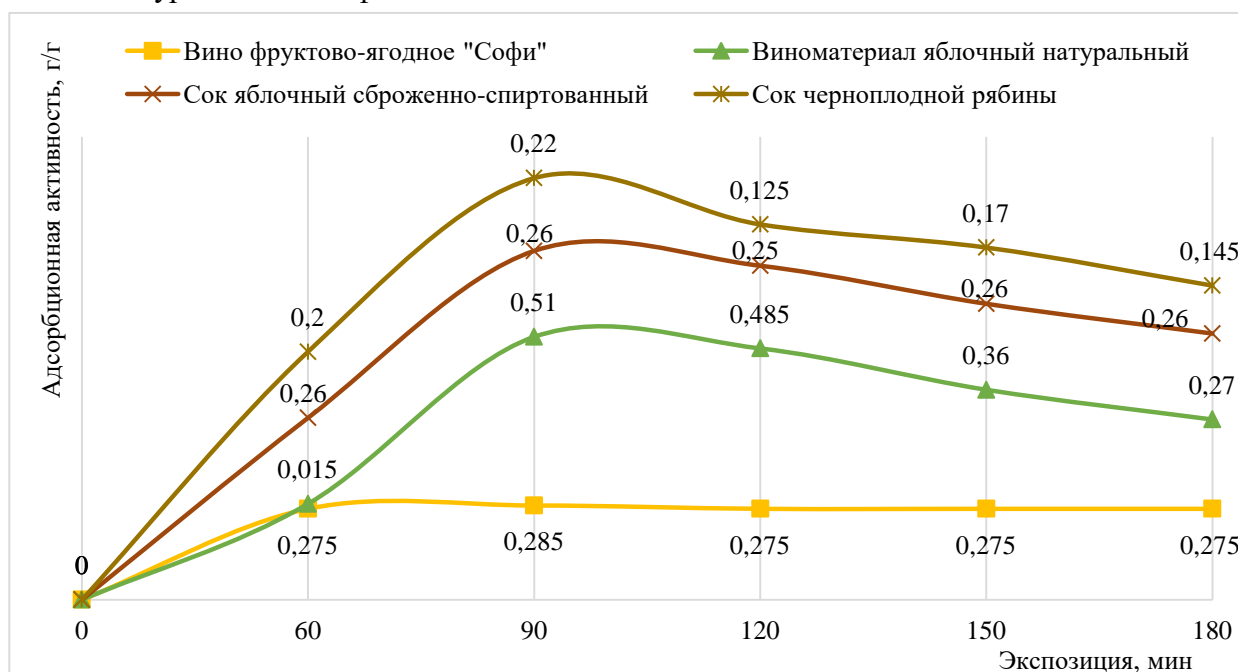


Рисунок 2 – Адсорбционная активность хитозана к пектиновым веществам на образцах продуктов плодового виноделия

Исследование сорбционных свойств бентонита (классического вспомогательного материала в технологии фруктово-ягодных вин), показало, что максимальная адсорбционная активность сорбента проявляется при экспозиции 90 мин. (рисунок 3), что характерно для всех образцов продуктов плодового виноделия. Так, эффективность сорбции бентонита при экспо-

зиции 90 минут составляет: 21,74 % в образце вина фруктово-ягодного натурального «Софи»; 19,48 % в образце виноматериала яблочного натурального столового обработанного; 16,07 % в образце сока черноплодной рябины; 19,15 % в образце сока яблочного сброженно-спиртованного.

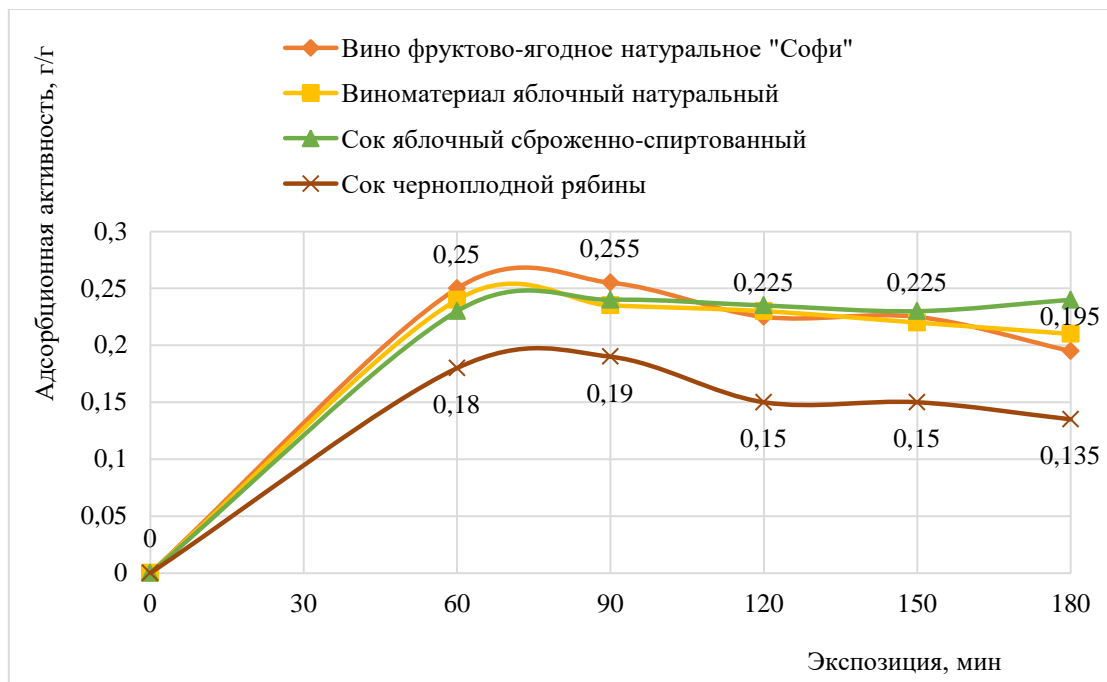


Рисунок 3 – Адсорбционная активность бентонита к пектиновым веществам на образцах продуктов плодового виноделия

Таким образом, исследование сорбционных свойств бентонита (классического вспомогательного материала в технологии фруктово-ягодных вин), показало, что максимальная адсорбционная активность 16,07–21,74 % проявляется при экспозиции 90 мин., что характерно для всех образцов продуктов плодового виноделия. Исследование сорбционных свойств хитозана, показало, что максимальная адсорбционная активность 18,75–42,86 % проявляется при экспозиции 90 мин., что характерно для всех образцов продуктов плодового виноделия. Выявлено, что максимальная адсорбция пектиновых веществ на 1 г хитозана в виноматериале яблочном натуральном столовом обработанном – 19,80 г при экспозиции 90 минут, что на 54,6 % больше таковой бентонита. Адсорбция пектиновых веществ на 1 г хитозана в образцах продуктов плодового виноделия: вина фруктово-ягодного натурального «Софи» – 11,20 г при экспозиции 90 минут, что на 10,7 % больше таковой бентонита; сока яблочного сброженно-спиртованного – 9,80 г при экспозиции 90 минут, что на 8,2 % больше таковой бентонита; сока черноплодной рябины – 8,40 г при экспозиции 90 минут, что на 14,3 % больше таковой бентонита. Необходимо отметить, что при нахождении хитозана в растворе продолжительное время масса пектиновых веществ снова начинает увеличиваться, что свидетельствует о том, что связи хитозана с пектиновыми веществами разрушаются. Результаты имеют важное прикладное значение для разработки усовершенствованных форм сорбентов, посредством их модификации и/или композиции для увеличения сорбционного потенциала и применения с целью интенсификации процессов стабилизации напитков.

Список использованных источников

1. Султыгова, З. Х. Физико-химические основы взаимодействия компонентов виноматериала с адсорбентами и флокулянтами / З. Х. Султыгова. – М. : Инкоцентр, 2001. – 36 с.
2. Самонин, В. В. Сорбционные свойства хитозана и возможность его применения для очистки жидких сред / В. В. Самонин, И. Ю. Амелина, Ю. Н. Ведерников, В. А. Доильницын // Журнал физической химии. – 1999. – № 3. – С. 880–883.

THE POTENTIAL OF SORPTION MATERIALS IN THE ELIMINATION OF PECTIN SUBSTANCES OF COLLOIDAL BEVERAGE SYSTEMS

The article considers the study of the sorption properties of bentonite (a classic auxiliary material in the technology of fruit and berry wines) and chitosan obtained experimentally by acid-base hydrolysis to pectin substances, the high content of which in juices and wines causes colloidal turbidity, which leads to a deterioration in the organoleptic parameters of the finished product.

Keywords: filtration, bentonite, chitosan, pectin substances, quality, stability.

УДК 628.4.032

В. Пищиков¹, Г. Б. Юнусова¹, Г. Г. Юхневич²

¹Костанайский региональный университет имени А. Байтұрсынұлы

²Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ПИЩЕВЫМИ ОТХОДАМИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ ГОРОДА КОСТАНАЙ

Исследование в Костанайской области показало неразвитость системы обращения пищевых отходов. В ходе исследования получены данные об объеме образования пищевых отходов и структуре системы их обращения. Предложена модельная система обращения пищевых отходов от предприятий общественного питания, которая включает источники и переработчиков, размещенных относительно друг друга по принципам «шаговой доступности» и индустриального симбиоза.

Ключевые слова: система управления пищевыми отходами, город Костанай, Казахстан.

С 2021 года в Казахстане согласно Экологическому кодексу РК запрещено на полигонах размещать пищевые отходы. Экологическая опасность пищевых отходов связана в том числе и с влиянием на климатические изменения. Около 8–10 % выбросов парниковых газов связаны с неиспользованными продуктами питания [1].

Местные исполнительные органы должны организовать мероприятия по сокращению захоронения биологически разлагаемых отходов, включая меры по их рециклингу, компостированию, производству биогаза и (или) использованию в целях производства продукции или энергии. Например [2], в Акмолинской области, город Акколь, Казахстан, уже установили 5 электрокомпостеров французской фирмы Sycotom, которые перерабатывают пищевые отходы в 5 организациях. Как показал анализ местных СМИ Костанайской области, оперативно освещающих новости в регионе, в г. Костанай пищевые отходы частично передают на корм скоту, частично принимают на полигон для вермикомпостирования. В пилотном порядке в некоторых дворах города Костанай поставлены контейнеры для пищевых отходов. Таким образом, на сегодняшний день, в отличие от Акмолинской области, в Костанайской области не апробируются технологии переработки пищевых отходов в промышленных масштабах.

На наш взгляд, причиной этой ситуации является отсутствие системы обращения пищевых отходов в городе Костанай. *Цель нашей работы* – разработка модельной системы сбора и переработки пищевых отходов от предприятий общественного питания в городе по принципу индустриального симбиоза.

Известно [3], что существует 3 основных источника образования пищевых отходов в сфере потребления: оптовая и розничная торговля, общественное питание, домохозяйства. Вклад разных источников меняется по странам. Например, во Франции 11 % пищевых отходов образуется в магазинах, 17 % – в кафе и ресторанах, 67 % – в домохозяйствах [4].

Для сбора информации о существующей городской системе обращения с пищевыми отходами и ее анализа использованы общенаучные методы поиска информации, сравнения, классификации, по аналогии. Для оценки объема образования пищевых отходов в Костанайской области применен пересчет данных объема ТБО с учетом морфологического состава.

Объем пищевых отходов в городе Костанай рассчитан по аналогии. Визуализация системы обращения пищевых отходов в городе Костанай выполнена в картографическом приложении 2ГИС.

Пересчитав данные Агентства по статистике РК [5] по объемам ТБО в Костанайской области за период 2009–2021 гг. с учетом морфологического состава (доля пищевых отходов по [6]), получим динамику объема образования пищевых отходов в Костанайской области (рисунок 1).

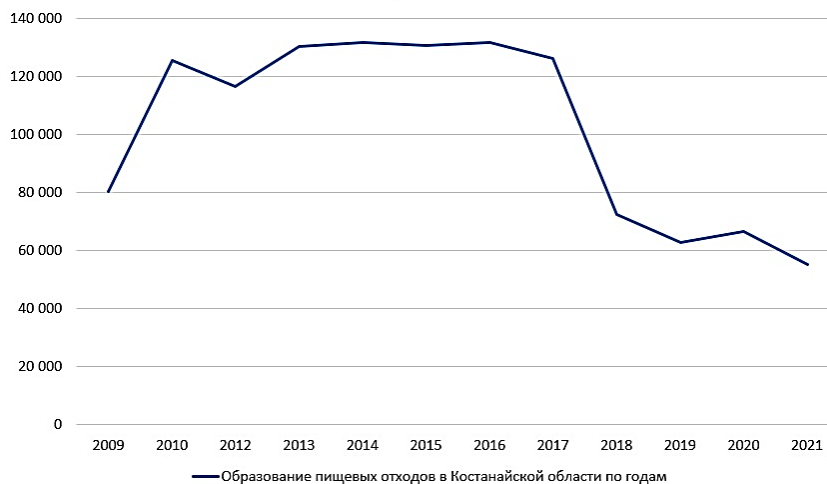


Рисунок 1 – Образование пищевых отходов в Костанайской области, 2009–2021 гг.

Как показывает рисунок 1, динамика изменяется с моментом активного развития раздельного сбора отходов в Костанайской области. В целом, объем образования пищевых отходов области сопоставим с объемом образования пищевых отходов от г. Хельсинки [7].

Расчет объема пищевых отходов в г.Костанай проведен нами на основе данных о количестве посещений предприятий общественного питания [8] и количества пищевых отходов (съедобной части) на 1 посетителя [9]. Объем образующихся таких пищевых отходов составил 28,382 тыс. т за год, что в совокупности с пищевыми отходами из ТБО (домохозяйствами) составит примерно треть от общего объема городских пищевых отходов.

Картографические данные показывают тип и пространственное размещение по городу Костанай предприятий общественного питания (рисунок 2). Консультации с сотрудниками нескольких кафе и ресторанов города показали, что в настоящее время образование и сбор пищевых отходов организован, но постоянной переработки нет. С учетом принципа «шаговой доступности», чтобы отходы не успевали разложиться, принципа индустриального симбиоза, предлагаем размещение новых предприятий по переработке пищевых отходов на территории города (рисунок 2).

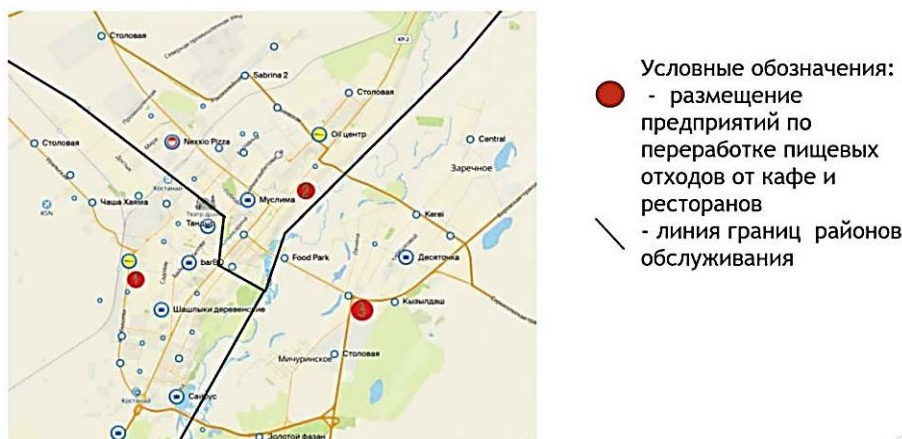


Рисунок 2 – Предлагаемая схема обращения пищевых отходов от предприятий общественного питания г. Костанай

Таким образом, если наряду с образователями отходов – предприятиями общественного питания появятся предприятия по переработке пищевых отходов, то можно говорить о создании законченной системы обращения пищевых отходов от такого специфического источника. Предложенная система является модельной, для создания реальной системы необходимо провести углубленное исследование.

Список использованных источников

1. Food wastage footprint & Climate Change [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.fao.org/fileadmin/templates/nr/sustainability_paths/docs/FWF_and_climate_change.pdf.
2. В Акколе будет запущен проект по переработке органических отходов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://recycle.kz/ru/novosti/elimizde-organikaly-aldytardy-dejtin-tysh-zhoba-klde-iske-osylady>.
3. Estimates of European food waste levels. – Stockholm : IVL Swedish Environmental Research Institute, 2016. – 80 p.
4. Франция решает, что делать с «лишними» продуктами [Электронный ресурс]. – 18 авг. 2015 г. – Режим доступа: https://www.bbc.com/russian/international/2015/08/150818_france_destroying_products.
5. Об обращении с коммунальными отходами в Республике Казахстан. Агентство по статистике Республики Казахстан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://stat.gov.kz/ru/industries/environment/stat-eco>.
6. Татиева, Б. М. Экологическая обстановка Костанайской области / Б. М. Татиева, А. Д. Михайличенко. – Костанай : ТОО Эколеспорт, 2018. – 76 с.
7. Silvennoinen, K. Food waste amount, type, and climate impact in urban and suburban regions in Finnish households / K. Silvennoinen, S. Nisonen, J.-M. Katajajuuri // Journal of Cleaner Production. – 2022. – Vol. 378. – doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134430.
8. Сыздыкова, Д. Рынок общественного питания в Казахстане [Электронный ресурс] / Д. Сыздыкова // Маркетинговые исследования потребителей. – 2022. – Режим доступа: <https://marketingcenter.kz/20/rynok-obschepit-market-research.html>.
9. Study of Food Waste in the Catering Industry in Beijing / C. Xiaochang [et al.] // Journal of Resources and Ecology. – 2020. – Vol. 11 (6). – P. 562–569. – doi.org/10.5814/j.issn.1674-764x.2020.06.003.

V. Pishchikov¹, G. B. Yunussova¹, G. G. Yukhnevich²

¹A. Baitursynuly Kostanay Regional University

²Yanka Kupala State University of Grodno

DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR MANAGEMENT OF FOOD WASTE FROM PUBLIC FOOD ENTERPRISES IN THE KOSTANAY CITY

A study in the Kostanay region showed the underdevelopment of the food waste management system. The study obtained data on the volume of food waste generation and the structure of the waste management system. A model system for food wastes from public catering enterprises is proposed, which includes sources and processors located relative to each other according to the principles of «walking distance» and industrial symbiosis.

Keywords: food waste management system, Kostanay city, Kazakhstan.

УДК 664.8.047

А. Н. Поперечный, В. А. Антонова, В. Г. Корнийчук, С. В. Владимиров

*Донецкий национальный университет экономики и торговли
имени Михаила Туган-Барановского*

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА СУШКИ АБРИКОСОВ В СУШИЛКЕ С ИНФРАКРАСНЫМ НАГРЕВОМ

В данной работе объектом исследования выступает процесс сушки абрикосов в конвективной сушилке и сушилке с использованием инфракрасного излучения. Проведены экспериментальные исследования по влиянию способа сушки, основных технологических параметров и предварительной подготовки абрикосов на время сушки. Определены рациональные параметры процесса сушки абрикосов.

Ключевые слова: абрикос, процесс, сушка, предварительная заморозка, время сушки, скорость сушки.

Ввиду плохой экологической ситуации в регионе Донбасса и большого процента риска заболеваемости актуальной становится проблема снабжения населения фруктами. Фрукты важны для организма человека. Высокое содержание легко усвояемых сахаров, органических

кислот, витаминов свидетельствует о важности фруктов для организма человека. В связи с высоким содержанием воды, фрукты не относятся к продуктам длительного хранения. Их можно хранить на специальных складах максимум 5–6 месяцев, если это возможно. Поэтому фрукты необходимо подвергать дополнительной обработке.

Среди разновидностей термической обработки сырья выделяется сушка, которую проводят различными способами с применением или без применения предварительной обработки. Высушенный продукт легко дозировать, загружать, разгружать и хранить.

Сушка – это не только сложный процесс тепло- и массообмена, но также и самый сложный технологический процесс. Высушенный пищевой продукт должен иметь высокие показатели качества, как органолептические, так и физико-химические. Рациональный режим сушки должен осуществляться при минимальном расходе энергии и заключаться в максимальном сохранении химико-технологических показателей качества сырья, используемого для сушки.

Одной из основных особенностей процесса сушки растительного сырья является ограничение по времени и температуре. Под воздействием высоких температур происходят химические изменения, которые приводят к распаду комплексов липидов с белками и углеводами, происходит окислительный распад витаминов и других биологически активных веществ, денатурация белков, меняется естественная окраска, запах и вкус, понижается способность набухать и удерживать воду, сухие продукты становятся менее стойкими в хранении [1–3].

В последние годы на территории Донбасса среди косточковых растений особое место занимает абрикос, который содержит большое количество различных витаминов, например таких, как А, В, С, Е, РР. Кроме того, абрикос содержит в достаточном количестве калий, магний, железо, а также каротин. Сухофрукты абрикоса могут выступать как лекарством, так и профилактическим средством при многих заболеваниях.

На предприятиях пищевой промышленности самым распространенным методом получения сушеных пищевых продуктов является конвективный метод. При использовании данного метода тепло передается продукту за счет конвекции [4]. На сегодняшний день не существует идеальной сушильной установки, которая будет отвечать всем заданным параметрам при получении конечного продукта, это в первую очередь связано со способом сушки и соответственно с конструкцией, а также с разным способом передачи теплоты.

Однако в последнее время для сушки фруктов на небольшие предприятия все чаще стали использовать инфракрасное излучение. Инфракрасное излучение обладает рядом преимуществ перед другими способами, а именно простота конструкции оборудования, относительно низкая энергоемкость и возможность получения качественного продукта из-за использования низких температур при сушке. Однако, до сих пор нет универсальных расчетных зависимостей для расчетов технологического процесса.

Целью данной работы было определение влияния конвективного способа сушки абрикосов и сушки с использованием ИК нагрева, технологических параметров (температуры и скорости воздуха в сушильной камере) и предварительной подготовки абрикосов (предварительная заморозка) перед сушкой [5].

Эксперименты проводили на стендах конвективной сушки и сушилки с инфракрасным нагревом с использованием стандартных методик. По полученным данным были построены зависимости изменения влагосодержания абрикосов от времени сушки и зависимости изменения скорости сушки.

Полученные экспериментальные данные позволяют сделать следующие выводы:

1. При использовании сушки с ИК нагревом, время сушки уменьшается на 50 %, по сравнению с конвективной сушкой, при прочих равных условиях.
2. При изменении размеров кусочков абрикосов с 10×10×20 мм до 5×5×5мм, время сушки при прочих равных условиях, снижается на 25 %.
3. Изменение температуры сушки при ИК нагреве с 50 до 70 °С снижается на 55 %, а с 60 до 70 °С снижается на 45 %.

4. Рациональным параметром скорости воздуха в сушильной камере при проведении процесса сушки абрикосов является скорость воздуха 2 м/с, что позволяет сократить время сушки на 15 %.

5. Предварительная заморозка позволяет сократить продолжительность сушки абрикосов практически на 40 % по сравнению с традиционной технологической схемой.

Из полученных данных следует, что с целью снижения времени сушки абрикос и получения качественного продукта рационально процесс проводить в сушилках с ИК нагревом, при минимально возможном размере кусков и температуре порядка 60 °С, скорости воздуха в сушильной камере 2 м/с. Абрикосы перед сушкой необходимо заморозить.

Список использованных источников

1. Киселева, Т. Ф. Технология сушки : учеб.-метод. комплекс / Т. Ф. Киселева ; Кемеров. технолог. ин-т пищевой промышленности. – Кемерово, 2007. – 117 с.
2. Яшин, И. С. Обзор современных сушильных установок для овощей и фруктов и способы повышения их энергоэффективности / И. С. Яшин, Д. А. Тихомиров // Агротехника и энергообеспечение. – 2022. – № 4 (37). – С. 175–181.
3. Зарипова, Э. Х. Получение пищевых порошков из растительного сырья в вибрационной сушилке-мельнице : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.12 / Э. Х. Зарипова. – 2011. – 181 л.
4. Попов, И. А. Инфракрасный способ сушки плодов абрикоса различных сортов / И. А. Попов, А. М. Жуков, В. И. Манжесов // Теория и практика инновационных технологий в АПК. – Воронеж, 2022. – С. 86–94.
5. Кинетика процесса сушки абрикосов в сушилке с инфракрасным нагревом / В. А. Антонова [и др.] // Теория и практика инновационных технологий в АПК. – Воронеж, 2024. – С. 223–230.

A. N. Poperechny, V. A. Antonova, V. G. Korniyuchuk, S. V. Vladimirov
Donetsk National University of Economics and Trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky

INTENSIFICATION OF THE PROCESS OF DRYING APRICOTS IN A DRYER WITH INFRARED HEATING

In this work, the object of study is the process of drying apricots in a convective dryer and a dryer using infrared radiation. Experimental studies were carried out on the influence of the drying method, basic technological parameters and preliminary preparation of apricots on the drying time. Rational parameters for the apricot drying process have been determined.

Keywords: Apricot, process, drying, pre-freezing, drying time, drying speed.

УДК 637.053

М. Д. Смолянская, Е. М. Третьякова
Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕНИ СКАШИВАНИЯ НА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДОМАШНЕГО ЙОГУРТА

Выявлена зависимость органолептических свойств домашнего йогурта от времени сквашивания молока: чем больше время сквашивания, тем более плотной будет консистенция.

Ключевые слова: домашний йогурт, время сквашивания, органолептические свойства, вкусовые качества.

Йогурт – кисломолочный продукт с нарушенным или ненарушенным сгустком, повышенным содержанием сухих обезжиренных веществ молока. Йогурт, как и другие кисломолочные продукты, в результате биохимических процессов, протекающих при сквашивании молока, приобретает диетические и лечебные свойства. Производится на предприятиях молочной промышленности. Также возможен вариант приготовления и в домашних условиях, но принцип приготовления в целом очень схож с промышленной технологией производства йогурта термостатным способом [1]. Домашний йогурт может получиться различным по консистенции: очень вязким с неплотным сгустком, похожим на питьевой йогурт из магазина или с плотным сгустком, который удобнее есть ложкой, что, возможно, может зависеть от времени сквашивания молока.

Оборудование, приборы: ёмкость объёмом 2 л, термометр ртутный стеклянный с диапазоном измерения от 0 °С до 100 °С, с ценой деления шкалы 1,0 °С, ложка столовая, термостойкий мерный цилиндр объёмом на 50 мл, йогуртница Vesta VA5386, 6 порционных стаканчиков, таймер электронный.

Ингредиенты: молоко ультрапастеризованное, бактериальная йогуртная закваска «Здоровеево».

Способ приготовления домашнего йогурта.

1. Нагревание 1,8 л (2 упаковки) ультрапастеризованного молока до 40 °С.
2. Внесение содержимого 1 порции (пакета) закваски в молоко, тщательно перемешивание смеси.
3. Розлив по порционным стаканчикам по 100 мл смеси, установка их в корпус йогуртницы.
4. Скваживание в течение 5–8 часов.
5. Отключение йогуртницы от сети по истечении времени, отведённого на сквашивание.
6. Охлаждение образцов йогурта в холодильнике. Хранение не более 3 суток.

Перед использованием порционных стаканчиков, ложки столовой, кастрюли, мерного цилиндра они подвергались кипячению около 5 минут для соблюдения условной стерильности. Поверхность фиксатора для порционных стаканчиков и крышки йогуртницы нужно протереть ватой, смоченной в 96 % -м растворе этилового спирта.

Проводилось 3 параллельных сквашивания молока: 5 часов – минимум диапазона рекомендованного времени для сквашивания в соответствии с инструкцией к закваске, 8 часов – максимум рекомендованного времени и 6,5 часов – среднее время между максимумом и минимумом диапазона рекомендуемого времени для сквашивания.

Обратный отсчёт времени сквашивания производился электронным таймером с момента нагрева йогуртницы с помещёнными в неё порционными стаканчиками со смесью.

Сразу после истечения времени сквашивания стаканчики охлаждались при комнатной температуре до температуры от плюс 15 °С до плюс 20 °С и проводился органолептический анализ запаха и вкуса образцов йогурта.

Отбор проб производился по Государственному стандарту Республики Беларусь ГОСТ ISO 707-2013 Молоко и молочные продукты [3], органолептический анализ производился по Государственному стандарту Республики Беларусь СТБ 1552-2017 Йогурты. Общие технические условия [4].

В результате проведения органолептического анализа были получены следующие **данные:**

- При времени сквашивания 5 часов во всех образцах наблюдалась однородная *очень вязкая жидкость с нежным нарушенным сгустком* без комочков с кисломолочным запахом и вкусом без посторонних привкусов и запахов молочно-белого цвета;

- При времени сквашивания 6,5 и 8 часов во всех образцах наблюдалась однородная *в меру вязкая жидкость с плотным ненарушенным сгустком* без комочков. Вкус, цвет и запах были идентичны таковым в образцах при времени сквашивания 5 часов.

Проанализировав данные, можно сделать следующие **выводы:**

1) время сквашивания в процессе приготовления домашнего йогурта влияет на внешний вид и консистенцию йогурта: чем больше время сквашивания, тем плотнее становится сгусток йогурта. Это можно объяснить накоплением в сквашиваемом молоке молочной кислоты, вырабатываемой молочнокислыми бактериями закваски. При небольшом времени сквашивания её накапливается недостаточное количество, коагуляция казеина проходит слабо, сгусток образуется рыхлый, легко нарушаемый. Увеличение времени сквашивания способствует большему накоплению кислоты, при этом происходит почти полная коагуляция казеина, сгусток формируется плотный;

2) время сквашивания не повлияло на запах, вкус и цвет домашнего йогурта.

В процессе своей жизнедеятельности молочнокислые бактерии образуют ряд химических веществ, придающих йогурту специфические вкус и аромат. К ним относятся летучие кислоты (уксусная, пропионовая и др.), карбонильные соединения (диацетил, ацетоин, ацетальдегид), спирт и углекислый газ. Их накопление в сквашиваемой смеси также зависит от времени, но минимальный выбранный предел времени сквашивания (5 часов) оказался достаточным: содержания вышеназванных химических веществ, накопившихся за данный промежуток времени, хватило для восприятия кисломолочного вкуса и аромата йогурта. Время сквашивания не должно влиять на цвет йогурта без добавления пищевых красителей – при сквашивании молока не должно образовываться окрашивающих йогурт веществ вне зависимости от времени, отведенного на сквашивание [2].

Таким образом, данное исследование показывает, что время сквашивания влияет на консистенцию и плотность сгустка и при изготовлении домашнего йогурта можно подбирать его в зависимости от вкусовых предпочтений.

Список использованных источников

1. Технология молока и молочных продуктов / Г. Н. Крусь [и др.]. – М. : Колос, 2008. – 455 с.
2. Догарева, Н. Г. Физико-химические и биохимические процессы при производстве и хранении молочных продуктов : учеб. пособие / Н. Г. Догарева, М. В. Клычкова. – Оренбург : ОГУ, 2019. – 181 с.
3. Молоко и молочные продукты. Руководство по отбору проб = Малако і малочныя прадукты. Кіраўніцтва па адборы проб : ГОСТ ISO 707-2013. – Взамен СТБ ISO 707-2011. – Введ. РБ 01.03.2014. – Минск : Госстандарт, 2013. – 36 с.
4. Йогурты. Общие технические условия: СТБ 1552-2017. – Взамен СТБ 1552-2012. – Введ. РБ 11.04.2017. – Минск : Госстандарт, 2017. – 27 с.

M. D. Smolyanskaya, E. M. Tretyakova
Yanka Kupala State University of Grodno

THE EFFECT OF FERMENTATION TIME ON THE ORGANOLEPTIC PROPERTIES OF HOMEMADE YOGURT

The dependence of the organoleptic properties of homemade yogurt on the time of milk fermentation has been revealed: the longer the fermentation time, the more dense the consistency will be.

Keywords: homemade yogurt, fermentation time, taste properties.

УДК 640.438

Л. В. Улейчик

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

АНАЛИЗ АССОРТИМЕНТА МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ, РЕАЛИЗУЕМЫХ В ПРЕДПРИЯТИЯХ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ И ВОСТРЕБОВАННЫХ ЖИТЕЛЯМИ ГОРОДА ГРОДНО

Сделан анализ ассортимента мучных кондитерских изделий, востребованных жителями города Гродно и реализуемых в торговых объектах общественного питания в условиях экономических санкций. В ходе исследования определено, что в заведениях общественного питания изготавливают и реализуют многообразный ассортимент как классических мучных кондитерских изделий известных и любимых жителям Гродно, так и авторских эксклюзивных изделий с пониженной калорийностью, но с повышенной пищевой ценностью за счет использования различных полуфабрикатов на основе ягод, фруктов и даже овощей. В ходе исследования проанализирован ассортимент кондитерских изделий собственного производства в ранее открытых предприятиях, и в предприятиях, открытых в 2024 году. Также определены трендовые направления в производстве мучных кондитерских изделий в связи с запросами населения.

Ключевые слова: ассортимент, мучные кондитерские изделия, торты, пирожные, предприятия общественного питания.

Мучные кондитерские изделия всегда пользовались спросом у жителей города Гродно, также, как и у населения всех континентов. Определенному историческому периоду в зависимости от сложившихся экономических ситуаций соответствует ассортимент мучных кондитерских изделий, который готовили и реализовывали в объектах общественного питания.

В 1990–2000 годах в кондитерских цехах Республики Беларусь изготавливали кондитерские мучные изделия в соответствии с рецептурой и технологией приготовления изделий, расположенных в действующих в то время сборниках рецептур на кондитерские и булочные изделия. Вносить изменения в рецептуры и технологию приготовления запрещалось, а утвердить новый и разработанный ассортимент было проблематично из-за длительности его рассмотрения и утверждения. Со временем в Министерстве торговли Республики Беларусь было принято решение о предоставлении возможности в предприятиях самим разрабатывать, утверждать и реализовывать ассортимент продукции, пользующейся спросом у населения. В 2010 году вступил в действие стандарт СТБ 1210-2010 «Общественное питание. Кулинарная продукция, реализуемая населению. Общие технические условия» на основании, которого можно было разрабатывать новый (фирменный) ассортимент кулинарной и кондитерской продукции на производстве и после утверждения руководителем предприятия изготавливать в рамках своего предприятия.

Автором статьи исследован ассортимент традиционных и авторских мучных кондитерских изделий собственного производства, реализуемых в объектах общественного питания и популярных у жителей Гродно в условиях экономических санкций и выявлены новые направления в производстве мучных кондитерских изделий.

Материалы и методы исследования. На основании определения мучных кондитерских изделий из СТБ 1209-2005 «Общественное питание. Термины и определения» к мучным кондитерским изделиям относятся кондитерские изделия из муки преимущественно с большим содержанием сахара, жира и яиц: торты, пирожные, кексы, печенье, вафли. Но продукция с большим содержанием сахара и жира не очень полезна для здоровья человека, особенно из-за риска заболеваний сердечно-сосудистой системы и системы обмена веществ. Благодаря средствам массовой информации и социальным сетям с каждым годом повышается грамотность населения Республики Беларусь о здоровьесберегающих технологиях, одним из принципов которых является принцип здорового питания. Уменьшение в рационе продукции, содержащей сахара, животные жиры и муку пшеничную высшего сорта – одно из направлений здорового питания. При исследовании рынка мучных кондитерских изделий приоритетным является поиск продукции целевого назначения с измененной пищевой и энергетической ценностью путем повышения содержания белка и пищевых волокон и снижение содержания жиров и углеводов, в том числе с заменой основного сырья и/или использованием нетрадиционного сырья [1].

В торговых объектах общественного питания города Гродно также следуют принципам здорового питания и удовлетворения запросов населения. Разрабатывая новый ассортимент мучных кондитерских изделий заменяют продукты с большим содержанием сахара и жира на продукты менее калорийные и решают вопрос об удовлетворении спроса жителей не только на классическую и брендовую продукцию многих мировых кухонь, но и пользующуюся спросом у населения. Познание культуры питания других стран присуще белорусскому народу.

Для изучения реализуемого ассортимента мучных кондитерских изделий с повышенной пищевой ценностью, современных и востребованных жителями Гродно, исследован реализуемый ассортимент в кафе-кондитерских, кафе-пекарнях, кофейнях города Гродно, где в своих цехах готовят весь ассортимент, так как жители города отдают предпочтение продукции, приготовленной непосредственно в предприятии. Меньше пользуются спросом сладкие изделия после шоковой заморозки. В этих объектах общественного питания реализуется широкий ассортимент авторских кондитерских изделий, разработанных кондитерами на основе известных брендов, но с изменением рецептуры для повышения пищевой ценности за счет добавления продуктов или новых полуфабрикатов на основе ягод, фруктов, овощей, орехов или заменой масла сливочного на молочные продукты с пониженным содержанием жира, таких как сливки 33 % жирности или творожно-сливочных сыров.

Особый вкус придает мучным кондитерским изделиям крем карамельный с ягодно-фруктовыми муссами. Муссовые торты и пирожные, разработанные кондитерами, также повы-

шают пищевую ценность продукции и снижают ее калорийность за счет использования муссов, конфи, компоте из вишни, клубники, черники, черной смородины, груш, яблок, голубики, бананов, киви, содержащих клетчатку. Название реализуемых пирожных раскрывает основной состав этих изделий: «Манго-черника», «Клубника-смородина», «Суфлейное с ягодами».

Как основу для новых изделий чаще используют шифоновый бисквит. В отличие от классического бисквита в шифоновый бисквит добавляют масло растительное, разрыхлитель и молоко, поэтому структура мякиша бисквита более пористая и слегка влажная, чем у основного бисквита. Готовый бисквит не нужно пропитывать сахарным сиропом.

В Гродно каждый год открываются новые кафе-кондитерские, кафе-пекарни. Кондитерское мастерство постоянно развивается и внедряются изделия с новыми вкусами, формами и натуральным составом. В январе 2024 года в Гродно на улице Кирова открылось кафе-кондитерская «Myloverberry», в котором есть цех по изготовлению пирожных, тортов, чизкейков, круассанов, подарочных букетов из ягод в шоколаде. В кафе реализуется большой ассортимент авторских муссовых корпусных пирожных и пирожных покрытых кондитерским велюром, для приготовления которых используют свежие ягоды и фрукты, произрастающие в достаточном количестве в Беларуси. Технология приготовления муссовых корпусных пирожных требует от кондитеров высокой квалификации. Пирожные имеют не обычные формы и вкус. В кафе можно заказать изделия, известные как бренды мировых кухонь, например, традиционный десерт японской кухни на основе рисовой муки и сливочно-муссовой начинки под названием «Моти». Известное пирожное «Картошка» приготовлено как корпусное пирожное в шоколаде и имеет новый вкус.

Новый вид продукции жители Гродно заказывают в кафе «Ягода» на улице Молодежной, которое открылось в марте месяце 2024 года. В кафе изготавливают шоколад и шоколадные наборы ручной работы, букеты из ягод в шоколаде, фрукты и ягоды в шоколаде.

Мучные кондитерские изделия от кондитерского цеха кулинарии «Золотой теленок» известны жителям Гродно не только как продукцией высокого качества, но и эстетичной формой, и авторским оформлением ягодами, фруктами, орехами. Не менее девяти наименований тортов есть в продаже в кулинариях «Золотого теленка»: «Сникерс», «Морковный», «Клубнично-банановый», «Шпинат-клубника», «Птичье молоко», «Медовик», «Наполеон», «Киевский», «Красный бархат». В кулинариях, как и ресторане реализуют пирожные, капкейки, эклеры с муссовыми начинками, макарон. Особый спрос у жителей Гродно на хрустящие круассаны с шоколадным или заварным кремом, со вкусом пломбира или кокоса.

В кофейне «Сap&Саке», расположенной на улице 1 Мая в меню ежедневно пирожные, торты, круассаны, трайфлы. Из пирожных и тортов пользуются спросом «Тирамису», «Красный бархат», «Муравейник», «Дамские пальчики», «Панчо с орехами», «Молочная девочка». В кофейне можно купить торты, изготавливаемые в кондитерском цехе агрогородка Поречье: «Гора самоцветов», «Вишня «Премьера», «Киевский», «Слоеный».

Чтобы полакомится мучными кондитерскими изделиями собственного производства с чашечкой кофе жители любят посещать кафе-кондитерские на улице Советской: «Профитроля», «Семья», «Раскоша». В этих заведениях реализуют большой ассортимент тортов, пирожных как давно известных жителям Гродно, так и с загадочными рецептурами. Можно заказать торты или пирожные приготовленные по традиционным рецептурам, но с дизайнерским оформлением: «Киевский», «Медовый», «Слоеный», «Сказка», «Прага», «Наполеон», «Трюфельный». В этих предприятиях изготавливают и более новые, но уже любимые жителям торты и пирожные: «Захер», «Медовик карамельный», «Трюфель – вишня», «Маковый», «Клубника со сливками», «Морковный».

В кофейнях сети «Какао», расположенных на улицах Буденного и Советской, готовят как классические, так и эксклюзивные кондитерские изделия. Можно попробовать пирожные «Опера», «Эстерхази», «Трюфельное» и «Киевское», а также муссовые и корпусные, приготовленные по авторской рецептуре в виде фруктов: груш, лимонов, бананов. В широком ас-

сортименте тарты с соленой карамелью, фисташками и малиной, клубникой и лаймом, шоколадом и вишней.

В Гродно в 2020 году открылась ремесленная семейная пекарня «Хлебна Крама». Пекарня специализируется на изготовлении хлеба на собственных заквасках по технологии длительного брожения, а также готовят кондитерские изделия: торты, пирожные, круассаны, тарты, чизкейки. Из пекарня доставляют свежее выпеченную продукцию в сеть своих магазинов, расположенных в торгово-развлекательных центрах «Тринити», «Олдсити», в торговом доме «Неман», а также в некоторые кофейни, кафе, рестораны, бары города.

Свежую продукцию покупают жители Гродно в кондитерской лавке «Пончесса», расположенной в «Тринити». Каждый день здесь выпекают donatsy, берлинеры с фруктовыми начинками, покрытые разноцветной глазурью и посыпками.

Новинкой в кондитерском производстве являются бенто-торты, которые готовят по предварительным заказам для населения во многих кондитерских цехах города. В переводе с японского языка слово «бенто» означает «упакованное блюдо на одного человека». При приготовлении бенто-тортов соблюдают обязательные условия: вес мини-торта должен быть 400–500 граммов, диаметр – 10 см, высота – 5 см.

Интересен жителям Гродно новый вид продукции под названием «Крунж» – сплюснутые круассаны. Эти изделия оформляют цветной глазурью, орехами, дропсами, топперами, шоколадной глазурью.

Заключение. В ходе исследования определено, что в предприятиях общественного питания ежедневно изготавливают и реализуют разнообразный и многочисленный ассортимент классических, брендов мировых кухонь и авторских мучных кондитерских изделий, разработанных на основе принципов здорового питания для удовлетворения спроса населения. Жители Гродно посещают кофейни, кафе-кондитерские, кафе-пекарни, рестораны, кафе, бары и не отказывают себе в десертах, а также стремятся посетить открываемые предприятия общественного питания с новыми концепциями и продегустировать эксклюзивные кондитерские изделия повышенной пищевой ценности и менее калорийные.

Список использованных источников

1. Василевская, М. Н. Перспективы использования нетрадиционного растительного сырья при разработке мучных сладостей с дифференцированным содержанием основных нутриентов [Электронный ресурс] / М. Н. Василевская // Научно-технический журнал «Пищевая промышленность: наука и технологии». – Минск, 2022. – Т. 15, № 4. – 2022. – С. 13–24. – Режим доступа: <https://foodindustry.belal.by/jour/article/view/571>. – Дата доступа: 05.07. 2024.
2. Сборник технологических карт кондитерских и булочных изделий для торговых объектов общественного питания / сост. В. Ф. Ерофеевко [и др.]. – Минск : ООО «НИЦ-БАК», 2007. – 736 с.
3. Общественное питание. Термины и определения : СТБ 1209-2005. – Введ. 10.09. 2005. – Минск : Государственный стандарт Республики Беларусь, 2005. – 20 с.
4. Общественное питание. Кулинарная продукция, реализуемая населению. Общие технические условия : СТБ 1210-2010. – Введ. 19.10. 2010. – Минск : Государственный стандарт Республики Беларусь, 2010. – 18 с.

L. V. Uleichyk

Yanka Kupala State University of Grodno

ANALYSIS OF THE RANGE OF FLOUR CONFECTIONERY PRODUCTS SOLD IN PUBLIC CATERING ENTERPRISES AND IN DEMAND BY RESIDENTS OF THE CITY OF GRODNO

The author of the article has studied and analyzed the range of flour confectionery products in demand by residents of the city of Grodno and sold in retail catering establishments under conditions of economic sanctions. During the study, it was determined that catering establishments produce and sell a diverse assortment of both classic flour confectionery products known and loved by the residents of Grodno, as well as exclusive designer products with reduced calorie content, but with increased nutritional value due to the use of various semi-finished products based on berries, fruits and even vegetables. The study analyzed the range of confectionery products of own production in previously opened enterprises, and in enterprises opened in 2024. Also defined trending directions in the production of flour confectionery products in connection with the needs of the population.

Keywords: assortment, flour confectionery products, cakes, pastries, catering establishments.

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСА «МАГНИЙ-ВИТАМИН В₆» НА КАЧЕСТВО ЙОГУРТА

Показано влияние комплекса «магний-витамин В₆» на качество йогурта.

Ключевые слова: витамин В₆, магний, йогурт, молоко, молочнокислые продукты, сквашивание.

В настоящее время вопросам питания придается большое значение. Установлено, что недостаточное потребление витаминов и минералов усиливает разрушающее действие негативных факторов на организм человека. Магний является важным микроэлементом, необходимым для нормального функционирования организма, в то время как витамин В₆ улучшает его усвоение и служит проводником внутрь клетки. Наиболее действенным мероприятием по профилактике витаминной и минеральной недостаточности является обогащение ими продуктов массового потребления. Одними из представителей такого ряда являются кисломолочные продукты. Наиболее известный и популярный среди них – йогурт. Можно расширить его ассортимент введением в рецептуру комплекса магния с витамином В₆ [1].

Целью данной работы является исследование влияния комплекса магний-витамин В₆ на качество йогурта.

Материалы и методы исследования. Для исследования использовали молоко цельное пастеризованное фирмы «Молочный Мир» жирности 3,2 %, закваску Vita содержащую бактериальную микрофлору: *Streptococcus salivarius*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii*, *Lactobacillus bulgaricus*, раствор комплекса магний-витамин В₆.

Закваска вносилась в емкость с нормализованным пастеризованным молоком и перемешивалась в течении двух минут. Полученная смесь в объеме по 250 мл разливалась в четыре колбы: образец № 1 (контроль) йогурт без добавления комплекса магний-В₆; образец № 2 с добавлением комплекса в минимальном количестве – 500 МЕ; образец № 3 с внесением комплекса в среднем количестве – 1000 МЕ; образец № 4 с внесением комплекса в максимальном количестве – 1500 МЕ. Далее содержимое колб перемешивали и полученные таким образом пробы помещали на 12 часов в термостат с температурой 37 °С для протекания процесса сквашивания. Полученный йогурт охлаждался в резервуаре до 25 °С [2].

Анализ проб йогурта проводился по следующим показателям: органолептические показатели (внешний вид, вкус, запах, консистенция); кислотность; качественная реакция на витамин В₆.

Из таблицы 1 видно, что йогурт-контроль и йогурт, изготовленный с добавлением витаминно-минеральным комплексом в минимальном дозе соответствуют требованию стандарта. В образцах с добавлением комплекса в среднем и максимальном количествах – вкус и запах ухудшался. Чувствовался привкус вносимого комплекса, а консистенция йогурта становилась более жидкой.

Таблица 1 – Органолептические показатели йогурта с комплексом «магний-В₆»

Наименования показателя	Требования стандарта	Образец № 1 (контроль)	Образец № 2	Образец № 3	Образец № 4
Внешний вид и консистенция	Однородная масса, в меру вязкая без ослизнения. Приятный кремовый оттенок	Однородная масса в меру вязкая. Молочно-белый по всей массе цвет	Соответствует стандарту	Более жидкая консистенция по сравнению с контролем	Более жидкая консистенция по сравнению с контролем
Вкус и запах	Кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов	Вкус и запах свойственный кисломолочным продуктом	Соответствует стандарту	Незначительный привкус комплекса	Сильно выраженный вкус комплекса

В целом в ходе проводимых исследований выявлено, что добавление комплекса влияет на закваску, незначительно повышая кислотность (таблица 2). Выбирая дозу внесения комплекса в йогурт для дальнейшего его производства, остановились на минимальном количестве в 500 МЕ. В этом случае органолептические показатели не менялись (таблица 1).

Таблица 2– Определение показателей качества продукта

Анализируемый образец	Кислотность, °Т	Наличие окраски в качественной реакции на витамин В ₆
Образец № 1 (контроль)	83,0	не наблюдается
Образец № 2	94,5	имеется
Образец № 3	93,5	имеется
Образец № 4	85,5	имеется

При проведении качественной реакции на витамин В₆ в образцах с комплексом наблюдается темно-красное окрашивание, что свидетельствует о сохранении его в йогурте после процесса сквашивания (таблица 2).

Таким образом, добавление комплекса магний-В₆ к исследуемым образцам йогурта улучшает его органолептические и физико-химические показатели. При исследовании дозировок комплекса по отношению к количеству сквашиваемого молока было определено, что наиболее оптимальная его концентрация составляет 500 МЕ на порцию. Увеличение концентрации комплекса в йогурте снижает качество продукта: понижается кислотность, консистенция становится более жидкая и чувствуется его запах и вкус.

Список использованных источников

1. Обогащение пищевых продуктов как фактор профилактики микронутриентной недостаточности / Л. А. Маюрникова [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2020. – Т. 50, № 1. – С. 124–139.
2. Промышленная микробиология : учеб. пособие / З. А. Аркадьева [и др.] ; под общ.ред. Н. С. Егорова. – Минск : Высш. шк., 1989. – 688 с.

M. A. Shkrobot, V. S. Slyshenkov
Yanka Kupala State University of Grodno

INFLUENCE OF MAGNESIUM-VITAMIN B6 COMPLEX ON THE QUALITY OF YOGURT

The effect of the magnesium-vitamin B6 complex on the quality of yogurt is shown.

Keywords: vitamin B6, magnesium, yogurt, milk, lactic acid products, fermentation.

РАЗДЕЛ 6.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ПРОСВЕЩЕНИЕ В ИНТЕРЕСАХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

УДК 378+577.1

А. В. Битук, В. И. Резяпкин

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

ЭЛЕКТРОННЫЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ РЕСУРС «ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ВИРУСА ГРИППА»

Электронный образовательный ресурс «Жизненный цикл вируса гриппа» предназначен для организации управляемой самостоятельной работы студентов. В ресурсе приведена информация об этапах жизненного цикла вируса гриппа.

Ключевые слова: электронный образовательный ресурс, вирус гриппа.

Мы живем во времени глобальной информатизации, когда компьютерные технологии внедряются практически во все сферы деятельности и становятся частью массовой культуры. Благодаря распространению информационно-коммуникативных технологии в образовательном процессе расширяется спектр приемов и форм организации учебного процесса.

Электронный ресурс по теме «Жизненный цикл вируса гриппа» создавался на платформе программы Microsoft PowerPoint и имеет вид презентации. Презентации эффективно используются как на различных этапах занятия, так и во внеурочное время, что позволяет глубже и более наглядно воспринимать материал.

Оформление ресурса должно соответствовать содержанию, категории пользователя и должно обеспечивать комфортность восприятия текстовой, видео и звуковой информации.

Электронный образовательный ресурс содержит в себе разделы: «Введение», «Таксономическое положение», «Структура вируса», «Жизненный цикл», «Устойчивость вируса гриппа», «Патогенез».

В разделе «Введение» собраны общие сведения о вирусе гриппа, описано его открытие и дальнейшее научное изучение.

В разделе «Таксономическое положение» описано положение вируса гриппа в общепринятой систематике.

В разделе «Структура вируса» описывается химический состав и строение генома, более подробно освещаются аспекты строения самого вируса, а также описываются основные составляющие сегменты вируса. Присутствует таблица полипептидов вируса грипп А.

В разделе «Жизненный цикл» досконально описаны все этапы жизненного цикла вируса от его прикрепления к клетке до его выхода из нее. Представлена общая схема жизненного цикла вируса. Также раздел содержит в себе сведения о реассортации вирусных геномов.

В разделе «Устойчивость вируса гриппа» приводится краткая информация о временном промежутке жизни вируса вне организма носителя. А также представлена информация о возможных способах заражения вирусом гриппа и сроках протекания болезни.

В разделе «Патогенез» написано о процессах, развивающихся на всех этапах репродукции вируса.

Использование электронных образовательных ресурсов, позволяет обучаемым самостоятельно знакомиться с новым материалом, эффективно усваивать новые знания. В связи с этим внедрение разработанных электронных образовательных ресурсов в учебный процесс способствует осознанию студентами целостной картины изучаемых тем, позволяет эффективно обеспечить самостоятельное усвоение материала, индивидуализировать процесс усвоения новых знаний, совершенствовать контроль и самоконтроль, повысить результативность образования. Таким образом, разработка и использование современного электронного образовательного контента, его внедрение в учебный процесс являются в настоящий момент актуальным и востребованным.

Список использованных источников

1. Литусов, Н. В. Вирусы гриппа : иллюстр. учеб. пособие / Н. В. Литусов. – Екатеринбург : УГМУ, 2018. – 22 с.
2. Ильичева, Т. Н. Практикум по микробиологии «Вирусы гриппа» : метод. пособие / Т. Н. Ильичева, С. В. Нетесов, В. Н. Гуреев. – Новосибирск : НГУ, 2012. – 85 с.
3. Пиневиц, А. В. Вирусология : учеб. / А. В. Пиневиц, А. К. Сироткин, О. В. Гаврилова, А. А. Потехин. – СПб. : Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2012. – 432 с.
4. Борисов, Л. Б. Медицинская микробиология, вирусология, иммунология : учеб. / Л. Б. Борисов. – М. : ООО «Медицинское информационное агентство», 2005. – 736 с.
5. Ортомиксовирусы – вирусы гриппа А, В, С. Структурные особенности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://helpiks.org/1-87132.html>. – Дата доступа: 17.02.2023.

A. V. Bituk, V. I. Rezyapkin

Yanka Kupala State University of Grodno

ELECTRONIC EDUCATIONAL RESOURCE «THE LIFE CYCLE OF THE INFLUENZA VIRUS»

The electronic educational resource «The life cycle of the influenza virus» is intended for the organization of controlled independent work of students. The resource provides information about the stages of the life cycle of the influenza virus.

Keywords: electronic educational resource, influenza virus.

УДК 37.068

Г. А. Богдан, О. В. Колодко

Средняя школа № 12 имени В. В. Бабко г. Гродно

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ШКОЛЕ: ВИРТУАЛЬНЫЙ ФОРМАТ

Представлен опыт средней школы № 12 г. Гродно по организации практик ОУР в сфере энергосбережения в условиях проектного интернет-взаимодействия обучающихся, педагогов, родителей.

Ключевые слова: практики ОУР, проекты, энергосбережение, интернет-игра.

В настоящее время Интернет является неотъемлемой частью жизни миллиардов людей. Круг возможностей, доступных с использованием Сети, стремительно расширяется. Интернет-сегмент рынка виртуальных услуг постоянно увеличивается, что воздействует на экономическую и социальную жизнь людей, в частности, через изменение форм коммуникации. Аудитория Интернета молодеет – дети и подростки осваивают новые технологии гораздо быстрее взрослых и, соответственно, быстро приобщаются к ним [2].

Интернет становится самым востребованным и привлекательным информационно-коммуникативным ресурсом для обучающихся. А применение информационно-коммуникационных технологий (далее – ИКТ) существенно повышает в их глазах ценность образовательных практик. При этом и педагоги получают больше образовательных технических возможностей.

В государственном учреждении образования «Средняя школа № 12 имени В. В. Бабко г. Гродно» применение ИКТ имеет многосферный и системный характер. Активно действуют школьные сетевые сообщества, блоги, Инстаграм-канал. Для международных проектов используются платформы ZOOM, Teams, Яндекс. Телемост.

Школьные Интернет-ресурсы предоставляют широкие возможности взаимодействия и в ходе реализации проектов по вопросам энергоэффективности. Акции, приуроченные к Международному Дню энергосбережения, Часу Земли имеют виртуальную составляющую, охватывающую полезными практиками тысячи людей в Гродно и далеко за его пределами.

На протяжении десятка лет школа активно внедряет принципы образования в интересах устойчивого развития (далее – ОУР) в образовательное взаимодействие местного сообщества, успешно реализуя их и через участие в Интернет-проектах. Так, участие в серии международных Интернет-игр «Наша Беларусь: Цели устойчивого развития: думай и действуй»

(БГПУ им. М. Танка) принесло учреждению десятки дипломов лауреатов и полезные компетенции в плане самостоятельной организации игр.

В рамках проекта «Вовлечение общественности в экологический мониторинг и улучшение управления охраной окружающей среды на местном уровне», реализуемого Программой развития ООН в Беларуси в партнёрстве с Минприроды Республики Беларусь, успешной оказалась Интернет-игра «Экономим больше – экономим лучше!». Более 400 участников из пяти стран проявили высокую степень осведомленности в вопросах энерго-сбережения, создали десятки ценных тематических разработок.

Интернет-игра «Гродна+++» (2023) обобщила лучший опыт учреждения в области энергоэффективности. Игра была направлена на формирование компетенций участников в сфере энергоэффективности через выполнение серии заданий; популяризацию энерго-эффективного образа жизни посредством образовательного и творческого взаимодействия 120 участников из учреждений образования Беларуси.

Игра проводилась в четыре этапа (теоретический, практический, творческий, оценочно-рефлексивный). Платформой игры стал организационно-игровой кейс открытого сетевого ВК-сообщества учреждения «СШ12 Гродно. Школа рачительных хозяев» [1], где разместились анонс, цели и задачи, регламент, правила игры, а также задания и ответы участников.

В заданиях использованы материалы сайта Департамента по энергоэффективности, тест-платформы Online Test Pad, Интерактивная карта использования ВИЭ электростанциями Гродненской области (авторская разработка).

Игра стала призером республиканского конкурса «Энергомарафон».

При поддержке Ассоциации школ Российской Федерации и Республики Беларусь школа провела Интернет-игру «Зажги свою свечу!» [3], приуроченную к международной акции «Час Земли». Целью игры явилось повышение информированности участников об истории и традициях проведения международной акции «Час Земли»; создание условий для проявления и популяризации их экологической активности. В ходе игры участники смогли больше узнать о традициях Часа Земли, рассказать о том, как они включаются в сохранение природных и энергетических ресурсов планеты; проверить свой экологический след, продемонстрировать свою эко-позицию и творческие способности, а также присоединиться к Международной акции на интерактивной карте игры.

Всего в игре приняло участие около ста индивидуальных участников, десятки школьных или семейных команд учреждений образования Беларуси и России.

В рамках игр учащиеся изучали теорию; отвечали на проблемные вопросы; играли в компьютерные игры; проверяли свой уровень осведомленности и практических действий в условиях онлайн тестов; применяли полученные знания на практике; создавали творческие продукты; оценивали свои и чужие ответы.

Участники смогли повысить свои компетенции в сфере энергоэффективного образа жизни; воспользоваться актуальными образовательными ресурсами; познакомиться с деятельностью Департамента по энергоэффективности, интеллектуального объединения «Школа рачительных хозяев»; получить консультационную поддержку от организаторов игры; представить свои инициативы и способности; освоить навыки проведения Интернет-мероприятий по энергосбережению в сети Интернет.

Как показывает практика, представленный формат взаимодействия является привлекательным и достаточно эффективным дидактическим средством продуктивной коммуникации детей и взрослых в практическом взаимодействии по вопросам формирования их ценностного отношения к ответственному потреблению энергоресурсов.

Формат игры обеспечил открытость, инновационность, вариативность, гибкость методов и подходов, универсальность, доступность и удобный режим выполнения заданий. Игры несложно дублировать на любых сетевых площадках, адаптировать к конкретному событию.

Организаторы планируют продолжить практику проведения подобных мероприятий и выражают готовность поделиться опытом и практической помощью с педагогами, студента-

ми, представителями общественных объединений, другими заинтересованными активистами местных сообществ. Школа рачительных хозяев открыта для сотрудничества и готова поддерживать инициативы единомышленников в интересах устойчивого развития.

Список использованных источников

1. Интернет-игра «ГроднА+++» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://vk.com/topic-77444455_49454656. – Дата доступа: 24.04.2023.
2. Интернет в жизни современных подростков: проблема и ресурс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://psyjournals.ru/journals/jmfp/archive/2015_n1/76176. – Дата доступа: 24.04.2023.
3. Час Земли 2024: вместе мы сможем больше! [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://vk.com/topic-77444455_49576360. – Дата доступа: 24.04.2023.

G. A. Bogdan, O. V. Kolodko

Secondary school No. 12 named after V. V. Babko, Grodno

ENERGY SAVING AT SCHOOL: VIRTUAL FORMAT

The experience of secondary school No. 12 in Grodno in organizing ESD practices in the field of energy saving in the context of project-based Internet interaction between students, teachers, and parents is presented.

Keywords: ESD practices, projects, energy saving, Internet game.

УДК 378.147

Т. А. Бонина, Е. В. Цытрон

Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка

ВОПРОСЫ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ

Рассматриваются особенности формирования естественнонаучной грамотности в вопросах сохранения биоразнообразия в рамках освоения учебной дисциплины «Безопасность жизнедеятельности человека» студентами педагогического учреждения высшего образования.

Ключевые слова: биологическое разнообразие, естественнонаучная грамотность, инвазивные виды.

Одной из целей формирования естественнонаучной грамотности обучающихся является развитие осознанного ценностного отношения к живой природе и биологическому разнообразию, которое определяет дальнейшее сохранение жизни на Земле. Данная проблема особенно актуальна при подготовке специалистов педагогического профиля, которые в дальнейшем в ходе своей профессиональной деятельности должны быть готовы к реализации просветительской миссии по экологическому воспитанию подрастающего поколения. При этом первостепенной задачей выступает информирование о необходимости участия каждого в действиях по сохранению биоразнообразия и охране экосистем, влиянии кризисных экологических ситуаций на здоровье человека и его безопасность. Педагогические работники должны обладать профессиональными экологическими компетенциями и владеть функциональной экологической грамотностью для формирования у обучающихся целевых и смысловых установок в своих поступках и действиях по отношению к природе, здоровью и здоровью окружающих [1].

В учреждении образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка» учебными планами подготовки будущих учителей всех специальностей предусмотрена учебная дисциплина «Безопасность жизнедеятельности человека», одной из задач которой является формирование экологической грамотности будущего учителя, обеспечение трансформации экологического знания в умения и навыки применять их в повседневной жизнедеятельности для обеспечения безопасности на индивидуальном и коллективном уровнях. Изучение интегрированной учебной дисциплины «Безопасность жизнедеятельности человека» осуществляется в рамках компетентностной модели подготовки специалиста, а содержание дисциплины носит практико-ориентированный характер.

Одним из разделов учебной программы данной дисциплины является «Экологическая безопасность жизнедеятельности», в лекционные и практические занятия которого включены в том числе и вопросы по сохранению биоразнообразия. Следует отметить, что в последнюю редакцию программы наряду с традиционными вопросами охраны природы, защиты редких и исчезающих видов в Республике Беларусь, путях их сохранения, включён вопрос о проблеме экспансии чужеродных видов в ходе природного процесса, интродукциях, об опасностях инвазивных видов, экологических и социально-экономических последствиях биологических инвазий.

На сегодняшний день в природных экосистемах Беларуси зафиксировано около 30 видов чужеродных животных и не менее 600 видов чужеродных растений, что связано в первую очередь с хозяйственной деятельностью человека [2; 3]. Наибольшее распространение получили такие виды растений, как борщевик Сосновского, золотарник канадский, люпин многолистный, клен американский, дуб северный, робиния лжеакация, элодея канадская и др. Среди чужеродных видов позвоночных животных чаще всего встречаются енотовидная собака, американская норка, ондатра и др., а также ряд беспозвоночных видов, в первую очередь – вредителей. Процесс инвазии значительно ускорился в связи с глобальным потеплением климата и увеличением транспортных потоков. Из-за безответственного отношения человека многие домашние животные, особенно экзотические, могут стать угрозой биоразнообразию экосистем. В настоящее время инвазии чужеродных видов признаны глобальной экологической проблемой. Эффективность мер по борьбе с инвазивными видами в значительной степени зависит от поддержки общества и большую роль при этом играет информирование об инвазивных видах и их влиянии на экосистему, а также о способах борьбы с нежелательными вселенцами.

В процессе преподавания данной учебной дисциплины авторами статьи был проведён анализ уровня информированности студентов по данной проблеме, уровня осведомленности об опасности инвазивных видов для биоразнообразия природных экосистем Республики Беларусь, о значимости участия в решении данной проблемы каждого человека.

Анализ проводили методом анкетирования. В опросе участвовали 97 студентов очной и заочной форм получения образования. При первичном опросе 67 % респондентов продемонстрировали полное или частичное отсутствие знаний по инвазивным видам и их опасности для живой природы и биоразнообразию. Более того, 1–2 % признались, что неосознанно способствовали распространению некоторых инвазивных видов, выращивая на дачных участках золотарник канадский, высаживая рядом с домом робинию лжеакацию. Результаты первичного опроса позволяют сделать вывод о недостаточной просветительской деятельности по данной проблеме и о необходимости включения данного вопроса в большем объёме в учебные программы экологической направленности на всех уровнях системы образования. Около 80 % респондентов не были информированы об ответственности за административные правонарушения против экологической безопасности, в том числе за распространение некоторых инвазивных видов на территории Республики Беларусь и об ограничениях в содержании некоторых видов домашних животных.

Вторичное анкетирование проводилось после практического занятия, посвящённому опасному влиянию инвазивных видов растений и животных на видовое разнообразие с целью оценки изменения уровня осознанного отношения к данной проблеме. В итоге 99 % респондентов отметили, что рассматриваемая тема крайне важна и полученные знания повышают активную гражданскую позицию и ответственность за сохранение биоразнообразия на Земле.

На основе проведённого анализа можно сделать вывод о необходимости более глубокого рассмотрения вопросов об опасности инвазий биологических видов, экологических и экономических последствий их распространения и о важности участия каждого человека в решении данной проблемы, при формировании естественнонаучной грамотности будущего учителя как важнейшей составляющей эколого-гражданского развития личности.

1. Жук, О. Л. Направления и механизмы подготовки будущих педагогов к формированию у школьников функциональной грамотности / О. Л. Жук // *Весті БДПУ. Сер. 1.* – 2021. – № 3. – С. 6–12.
2. Черная книга инвазивных видов животных Беларуси / сост.: А. В. Алехнович [и др.] ; под общ. ред. В. П. Семенченко. – Минск : Беларус. навука, 2016. – 105 с.
3. Семенченко, В. Проблема чужеродных видов в фауне и флоре Беларуси / В. Семенченко, А. Пугачевский // *Наука и инновации.* – 2006. – № 10 (44). – С. 15–20.

T. A. Bonina, E. V. Tsytron

Belarusian State Pedagogical University named after Maxim Tank

ISSUES OF BIODIVERSITY CONSERVATION IN THE FORMATION OF NATURAL SCIENCE LITERACY OF A FUTURE TEACHER

The article discusses the features of the formation of natural science literacy in matters of biodiversity conservation within the framework of mastering the academic discipline «Human Life Safety» by students of a pedagogical institution of higher education.

Keywords: biological diversity, science literacy, invasive species.

УДК 574.2:316.6

Г. З. Гуцева¹, Н. В. Телицына²

¹*Институт радиобиологии НАН Беларуси*

²*Средняя школа № 194 г. Минска имени В. С. Гризодубовой*

ПОВЫШЕНИЕ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ НАСЕЛЕНИЯ ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ РИСКОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИЗЛУЧЕНИЙ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ

Представлены особенности информационной работы с населением по снижению рисков для здоровья человека в результате воздействия на организм электромагнитного излучения от бытовых электроприборов и средств сотовой связи, а так же воздействия радиационного излучения, которому подвергается население, проживающее в регионах, пострадавших от катастрофы на ЧАЭС (на основе социологических исследований).

Ключевые слова: радиоэкологическая культура, социологическое исследование, излучение, радионуклиды, информирование.

В настоящее время интенсивное развитие электротехники, радио, телевидения, сотовой связи, электротранспорта и т. п. привело к глобальному неионизирующему (электромагнитному) излучению. По оценкам экспертов за последние 10–15 лет уровень электромагнитных полей в наших квартирах увеличился в 5–6 раз. Кроме того, около миллиона жителей Республики Беларусь живут в условиях радиоактивного загрязнения окружающей среды, в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС, и подвергаются действию ионизирующего (радиационного) излучения. Излучения окружают нас всюду, но мы этого не видим и не чувствуем, так как они не обнаруживаются органами чувств человека, чем усугубляется опасность воздействия.

Одной из ведущих проблем радиоэкологической культуры поведения остается проблема осознания населением возможности безопасного проживания в условиях лучевой нагрузки различной природы. Центральное место в этой проблеме принадлежит информационному обеспечению реальными и объективными знаниями о электромагнитном и радиационном риске. В то же время, информация о воздействиях ионизирующих и неионизирующих излучений на здоровье человека, для обывателя является достаточно специфичной с точки зрения коммуникативных и эвристических функций. Информацию обсуждают люди, зачастую далекие от специальных знаний, закладывая не всегда адекватные поведенческие практики, основанные на опасной халатности или же неадекватных фобиях. В этих условиях большая роль принадлежит правильно организованной информационной работе, которую необходимо проводить, начиная со школьной скамьи.

Для выявления реального уровня информированности населения, по вопросам воздействия ионизирующего и неионизирующего излучений, а также определения наиболее эффективных способов проведения информационно-просветительской работы, для минимизации рисков воздействия данных излучений на здоровье человека, нами были проведены социологические исследования.

Социологический опрос был проведен в феврале-марте 2022 года среди различных групп населения загрязненной радионуклидами Гомельской и «условно чистой» Витебской областей ($N = 1180$, $\Delta = \pm 4,0\%$ при доверительной вероятности 95,0 %).

Объектом исследования являлись различные социально-демографические группы населения, выделенные по типу населенного пункта, возрасту, уровню образования и виду занятости.

В результате социологического исследования было выявлено, что, в восприятии части населения районов Витебской области, радиационная обстановка как в конкретных населенных пунктах, так и в Беларуси в целом является опасной и требует мер предосторожности, что не соответствует действительности, так как эти регионы не загрязнены радионуклидами и относятся к «условно чистым» территориям. А значительная часть населения, загрязненных радионуклидами регионов Гомельской области, наоборот, недооценивает уровень возможных негативных последствий несоблюдения мер предосторожности на своих территориях, так как считают их безопасными или близкими к норме. Что касается осведомленности населения о воздействии электромагнитного излучения, то анализ полученных данных позволяет констатировать, что значительная часть населения исследуемых регионов не владеет информацией об установленных нормах и рекомендуемых правилах использования различных технических устройств и видов связи в быту и считает их использование безопасным для здоровья.

Учитывая вышесказанное, возрастает социальная значимость организации информационной работы с населением, направленной на повышение радиоэкологической культуры поведения. При проведении информирования следует учитывать, что для слушателя информативными становятся лишь те сведения, которые он способен понять, осмыслить, запомнить, и, в конечном счете, использовать в своей деятельности или передать другим. Таким образом, на современном этапе, нами предлагаются следующие подходы и методы информационной работы:

- адресная организация обучающих семинаров по формированию радиологической культуры среди населения, с учетом особенностей региона;
- привлечение к информационной работе специалистов, пользующихся наибольшим доверием среди населения;
- предоставление правдивой информации, с учетом предпочтений населения в плане источников информирования;
- разработка интернет ресурсов для внедрения защитных мероприятий по снижению воздействия ионизирующих и неионизирующих излучений на организм человека;
- широкое использование интерактивных форм обмена информацией;
- популяризация научных разработок по медицинским последствиям воздействия ионизирующих и неионизирующих излучений на организм человека;

При подготовке информационно-просветительских материалов по тематике особое внимание следует уделять специфике целевой аудитории для проведения информирования. С одной стороны, правильно построенная информационная работа поможет снять у определенной части населения необоснованные страхи, а, с другой, – позволит акцентировать внимание на необходимости соблюдения норм и правил, направленных на снижение действия на организм человека ионизирующих и неионизирующих излучений.

INCREASING THE RADIOECOLOGICAL CULTURE OF THE POPULATION IN CONDITIONS OF INCREASING IMPACT OF RADIATIONS OF DIFFERENT NATURES

The article presents the features of information work with the population to reduce risks to human health as a result of exposure to electromagnetic radiation on the body from household electrical appliances and cellular communications, as well as the combined effects of radiation to which the population living in the regions affected by the Chernobyl disaster is exposed. (based on sociological research).

Keywords: radioecological culture, sociological research, radiation, radionuclides, information.

УДК 167.1:502.12

А. И. Девятаева, И. В. Мишин

Хакасский государственный университет имени Н. Ф. Катанова

К ВОПРОСУ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ

Приведены результаты уровня экологических базовых знаний городского населения с учетом возрастных групп, полученных на основе онлайн-опроса.

Ключевые слова: возрастная группа, экологические базовые знания, респонденты.

В обществе вопрос формирования экологической культуры остается приоритетным. В настоящее время экологическую культуру следует рассматривать, как степень сформированности человека для компетентного и оптимального взаимодействия с природной средой в условиях осуществления той или иной хозяйственной деятельности [1].

Процесс экологической культуры подразумевает необходимость наличия базовых знаний в области экологии. Следует отметить то, что дисциплины экологической направленности присутствуют в образовательной среде средних общеобразовательных школ, средних и высших образовательных учреждениях. Однако доля их в учебных программах и учебных планах в настоящее время снижается. В связи с этим исследование, направленное на выявление наличия базовых экологических знаний у населения различных возрастных групп, может быть актуальным.

Для определения уровня базовых экологических знаний у населения города Абакана нами был осуществлен онлайн-опрос, который проводился на базе информационной платформы через интерактивную анкету, размещенную на сайте и заполняемую с компьютера или мобильного устройства в режиме онлайн. Общее количество респондентов составило 237. Для объективной интерпретации полученных данных нами учитывалась принадлежность респондентов к возрастной группе. Так, наибольшую активность при опросе проявили респонденты, возраст которых – 19–21 год. Их доля среди всех участников составляет 69,3 % (164 участника). Наименьшую активность проявили респонденты самой молодой возрастной группы – 14–18 лет (школьники), участие которых определяется всего 3 % от общего числа. Вклад участников в опрос таких возрастных групп как 22–35 и 35+ составляет 24,1 и 3,6 % соответственно.

Участникам онлайн-опроса предлагалось ответить на 10 вопросов с помощью сервиса «florm» (рисунок 1).

Данные проведенного исследования свидетельствуют о том, что 50,6 % респондентов возрастной группы 19–21 год имеют средний уровень знаний в области экологии, поскольку дали правильные ответы на 4–6 из 10 заданных вопросов (рисунок 2).

По количеству правильных ответов производилось ранжирование уровня базовых знаний респондентов.

Доля респондентов, обладающих высоким уровнем знаний, составляет 30,5 %, низким уровнем характеризуются 18,9 % респондентов от общего числа анкетированных.

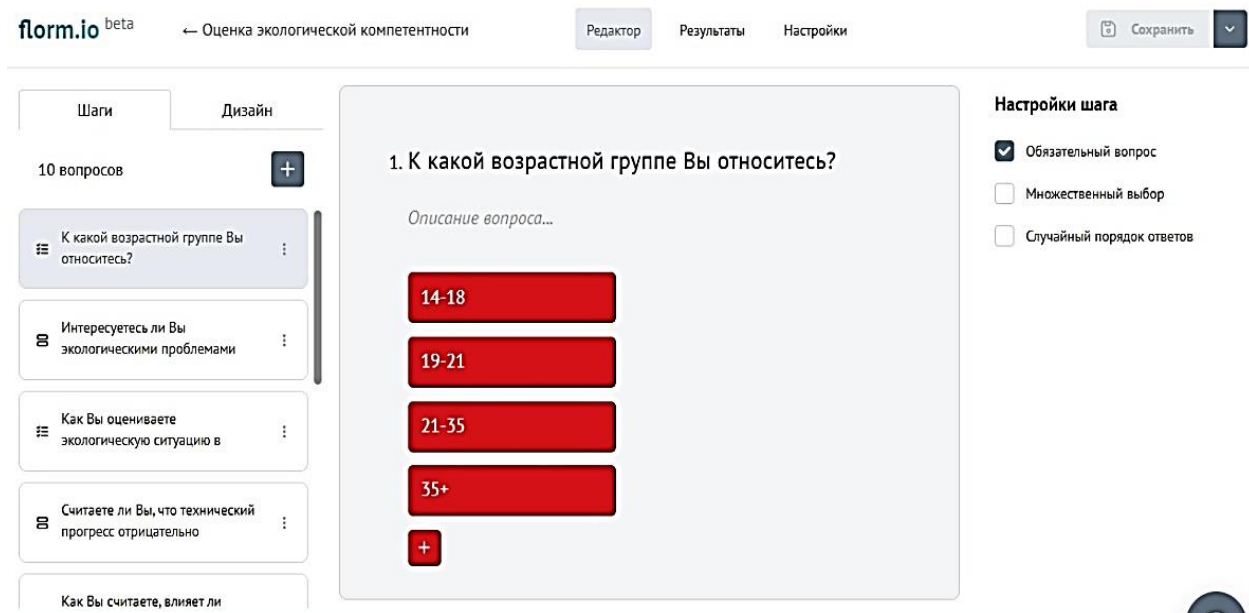


Рисунок 1 – Изображение онлайн-опроса на сайте «florm» [2]

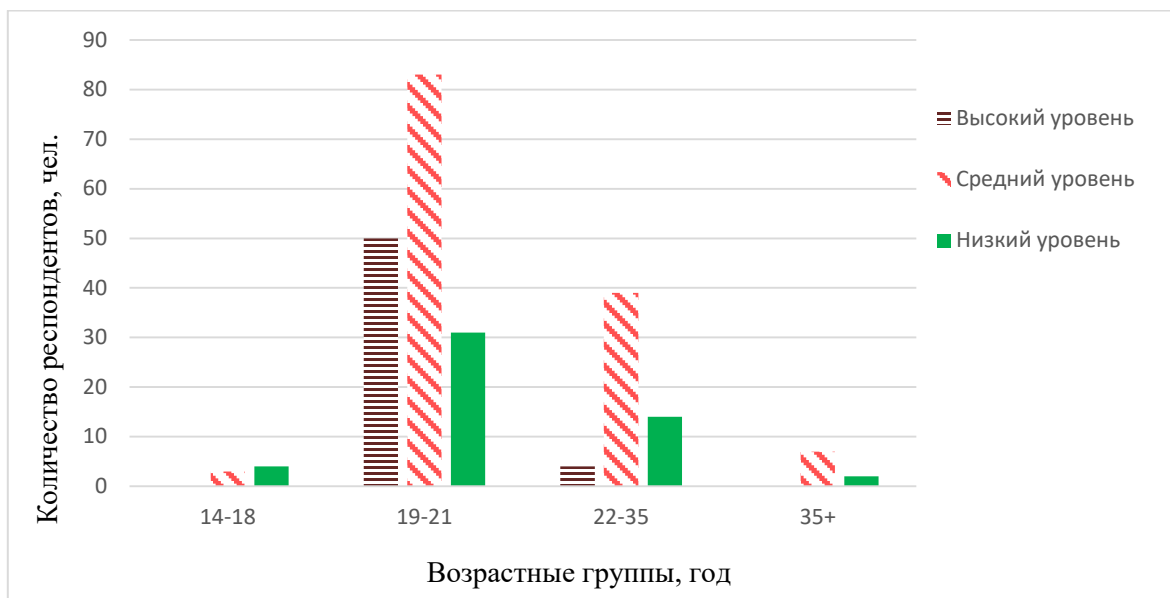


Рисунок 2 – Распределение ответов анкетированных

Для возрастной группы 14–18 лет зафиксированы лишь средний и низкий уровень базовых знаний в области экологии. При этом их соотношение равно 1:1,33, то есть почти 60 % респондентов имеют низкий уровень экологических знаний.

Распределение респондентов возрастной группы 22–35 лет с учетом уровня знаний высокий, средний, низкий происходит 7,0, 68,4, 24,6 %, соответственно. Доминирующим в этой группе является средний уровень базовых знаний в области экологии. Доля респондентов с высоким уровнем – малочисленна.

Для возрастной группы 35+ также, как и для самой молодой группы участников, были зафиксированы лишь средний и низкий уровни базовых знаний, доля респондентов, обладающих средним и низким уровнем, составляет 77,8, 22,2 %, соответственно.

Таким образом, на основе полученных результатов, можно сделать следующие выводы: высокую активность участия в онлайн-опросе проявили респонденты в возрасте 19–35 лет, что определяется активной жизненной позицией населения данного возраста. Низкую заин-

тересованность в опросе проявили молодое (подростковое) и наиболее зрелое поколения. Количество респондентов, обладающих высоким уровнем экологических знаний, наибольшее в возрастной группе 19–21 год. Молодое (подростковое) население и население 35+ характеризуются средним и низким уровнем базовых знаний в области экологии.

Список использованных источников

1. Качан, Ю. Д. Исследование уровня экологической грамотности обучающихся и рекомендации по его повышению / Ю. Д. Качан // Форум молодых ученых : сб. ст. / Ин-т управления и социально-экономического развития гос. ун-та. – Шахты, 2018. – С. 908–912.
2. Florm [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://florm.io>.

A. I. Devyataeva, I. V. Mishin
Khakass State University named after N. F. Katanov

ON THE ISSUE OF ENVIRONMENTAL LITERACY OF THE POPULATION

The article presents the results of the level of environmental basic knowledge of the urban population, considering age groups, obtained on the basis of an online survey.

Keywords: age group, environmental basic knowledge, respondents.

УДК 37:372.857

К. Ю. Заливко, Л. И. Нефёдов

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

**МЕТОДИЧЕСКИЙ РЕСУРС
НА ТЕМУ «БИОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ АМИНОКИСЛОТ»**

Создан методический ресурс «Биологические функции аминокислот» на основе программы PowerPoint.

Ключевые слова: функции, аминокислоты, экологичность, структура, ресурс.

Аминокислоты – крайне важный и обширный объект изучения. В связи с тем, что аминокислоты были открыты более двухсот лет назад и с тех пор было проведено большое количество исследований, информация требует структуризации. Структуризация этой информации и заложена в основу методического ресурса.

Ресурс имеет массу преимуществ, основные из них:

1. Доступность и гибкость. Электронные методические ресурсы обеспечивают широкий доступ к образовательной информации, позволяя учащимся и преподавателям получать информацию в любое удобное время.

2. Интерактивность и мультимедийный контент. Электронно-методические ресурсы могут содержать интерактивные учебные материалы, видеуроки, аудиозаписи, анимации и другие формы мультимедийного контента, что способствует более эффективному усвоению материала.

3. Актуальность и обновляемость. Электронные ресурсы могут быстро обновляться и модифицироваться, что позволяет отслеживать последние тенденции и обновления в образовании. Возможность мгновенного обновления информации делает электронные методические ресурсы более актуальными по сравнению с традиционными учебными пособиями.

4. Экологическая эффективность. Использование электронных методических ресурсов способствует сокращению использования бумажных материалов, что благоприятно влияет на окружающую среду.

Результаты исследований и их обсуждение. Методический ресурс «Биологические функции аминокислот» описывает важные свойства, связанные с аминокислотами в организме человека.

Ресурс включает следующие разделы:

1. Аминокислоты, их структура и свойства.

Что такое аминокислоты, зачем они нужны. Их отличительные особенности.

2. Классификация аминокислот.

Классификация по А. И. Врублевскому [1].

3. Заменяемые и незаменимые аминокислоты.

Описание 22 стандартных аминокислот и их различий. Уточнение о потребности человека и животных в получении незаменимых аминокислот через прием пищи [2].

4. Функции аминокислот.

Определение аминокислот и их важность в процессе построения пептидов и прочих жизненно необходимых функций организма [3].

Этот методический ресурс представляет собой ценный источник информации о биологических функциях аминокислот, их классификации и значимости для организма человека. Методический ресурс – это возможность визуально и обширно рассказать об значимости аминокислот на организм. Изучение аминокислот имеет большое значение для понимания многих процессов, происходящих в живых организмах. Важность электронного ресурса: электронный ресурс предоставляет удобный и доступный способ изучения и понимания биологических функций аминокислот.

Список использованных источников

1. Врублевский, А. И. Химия. Полный курс для подготовки к ЦТ / А. И. Врублевский. – Минск : Попурри, 2019. – 704.
2. Современные проблемы биохимии : учеб. пособие / под ред. А. А. Чиркина, А. П. Солодкова. – Витебск : ВГУ им. П. М. Машерова, 2010. – 384 с.
3. Артемук, Е. Г. Структурная биохимия : учеб. пособие / Е. Г. Артемук, Н. Ю. Колбас, О. В. Корзюк. – Брест : БрГУ им. А. С. Пушкина, 2020. – 300 с.

K. Y. Zalivko, L. I. Nefedov

Yanka Kupala State University of Grodno

METHODOLOGICAL RESOURCE ON THE TOPIC «BIOLOGICAL FUNCTIONS OF AMINO ACIDS»

A methodological resource «Biological functions of amino acids» has been created, based on the PowerPoint program.

Keywords: functions, amino acids, ecological, structure, resource.

УДК 378.1

Г. И. Камалова, Л. Н. Гараева

Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма

НЕПРЕРЫВНОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ СПЕЦИАЛИСТОВ-ЭНЕРГЕТИКОВ В РОССИИ

Проведен анализ федеральных государственных образовательных стандартов всех уровней образования с целью определения экологической компоненты, а также обоснована необходимость разработки новой модели непрерывного экологического образования специалистов-энергетиков.

Ключевые слова: непрерывное экологическое образование, экологическая культура, экологическое обучение.

Потребление энергетических ресурсов в России ежегодно возрастает, несмотря на внедрение нетрадиционных источников энергии, таких как ветряные электростанции (ВЭС), солнечные электростанции (СЭС) и т. д. При этом основная доля вырабатываемой электроэнергии по-прежнему приходится на традиционные электростанции: тепловые (ТЭС), гидравлические (ГЭС) и атомные (АЭС) (таблица 1) [1].

Таблица 1 – Объём электрической генерации в России за 2022 год

Вид электрических станций	Объём вырабатываемой нагрузки, ГВт
ТЭС	73,9 (56,4 %)
ГЭС	22,8 (17,4 %)
АЭС	25,5 (19,5 %)
ВЭС и СЭС	0,9 (0,7 %)
Иные	8,0 (6,0 %)

Энергетика является одной из ведущих отраслей экономики России с ежегодной выработкой около одного триллиона кВт·ч электроэнергии и с установленной мощностью электростанций более 240 ГВт [2]. При этом ежегодные выбросы парниковых газов имеют тенденцию к росту, также как и образование отходов при добыче топливно-энергетических полезных ископаемых [3].

Постоянный рост потребления, в том числе и электроэнергии, приводит к ухудшению окружающей среды и грозит глобальными природными катастрофами. Техногенная цивилизация и общество глобального потребления исчерпали свои возможности для дальнейшего стабильного развития [4]. Сегодня активно продвигается концепция устойчивого развития общества, одной из идей которой является удовлетворение потребностей человека при сохранении окружающей среды и ресурсов. При этом значительную роль для воплощения данной идеи играет система образования.

Стоит отметить, что Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (РФ) на 2024 год выделено 12 810 бюджетных мест для обучения в вузах по направлению «Электро- и теплоэнергетика». При этом в 2023 году из вузов страны выпустилось 11 884 специалистов-энергетиков, а всего обучается свыше 60 000 студентов [5]. Кроме того, отмечается высокая востребованность специалистов-энергетиков на рынке труда (таблица 2) [6–8].

Таблица 2 – Востребованность специалистов-энергетиков на рынке труда

Сервис поиска работы	Запрос (вся Россия)	Количество вакансий на 12.02.2024
HeadHunter	энергетик	14 961
	электромонтер	11 280
Superjob	энергетик	196
	электромонтер	12 749
Работа России	энергетик	7641
	электромонтер	36 565

Таким образом, значительная доля населения России привлечена к профессиональной деятельности в энергетической отрасли, что подчеркивает необходимость формирования экологических знаний и экологического мировоззрения у специалистов-энергетиков. Для этого необходима логически выстроенная система непрерывного экологического образования, сформированная путем анализа всех ее уровней: от дошкольного до дополнительного профессионального образования.

В предшествующих публикациях мы выделяем две составляющие экологической проблематики [4]:

1. *Необходимость знания о допустимом антропогенном влиянии на биосферу, о пределе такого влияния.*

2. *Необходимость выработки и актуализации нравственных норм и ценностей, воплощенных на таком уровне экологической культуры каждого конкретного индивидуума и*

общества в целом, который не позволяет человеку в своей жизнедеятельности данный предел нарушить.

Ранее в своих публикациях мы уже писали о формировании экологической культуры и об экологизации профессиональной подготовки студентов-энергетиков [9; 10]. Однако, учитывая современные запросы общества, в части применения информационных технологий в профессиональной деятельности, стоит в комплексе рассмотреть не только вопросы непрерывного экологического обучения и воспитания, но и возможность применения современных информационных технологий и искусственного интеллекта, как необходимой составляющей применяемых педагогических технологий в процессе непрерывного экологического образования [11–13].

Проведенный нами анализ Федеральных государственных образовательных стандартов РФ (ФГОС) различного уровня образования [14–16] на наличие в них экологической компоненты (таблица 3) показал, что экологическое воспитание и обучение начинается с уровня дошкольного образования и продолжается в школе до среднего общего образования, постепенно расширяя охват в виде увеличения школьных предметов, направленных на формирование экологических представлений, умений и экологической культуры.

Таблица 3 – Анализ содержания образовательных стандартов некоторых уровней образования

ФГОС	Содержание программы (экологическая компонента)
1	2
Дошкольное образование	Развитие детей, включающее обучение и воспитание, направленное на: <ul style="list-style-type: none"> – формирование целостной картины мира, представлений об объектах окружающего мира, их свойствах и отношениях; – формирование основ экологической культуры, знаний о взаимосвязях внутри природных сообществ и роли человека в природе, правилах поведения в природной среде, воспитание гуманного отношения к природе.
Начальное общее образование	Экологическое воспитание: <ul style="list-style-type: none"> – бережное отношение к природе; – неприятие действий, приносящих ей вред. Экологическое обучение через школьный предмет «Окружающий мир»: <ul style="list-style-type: none"> – приобретение опыта положительного эмоционально-ценностного отношения к природе; – стремления действовать в окружающей среде в соответствии с экологическими нормами поведения.
Основное общее образование	Экологическое воспитание: <ul style="list-style-type: none"> – повышение уровня экологической культуры, осознание глобального характера экологических проблем и путей их решения; – готовность к участию в практической деятельности экологической направленности. Экологическое обучение через школьный предмет «Биология» (на базовом уровне): <ul style="list-style-type: none"> – сформированность представлений об экосистемах и значении биоразнообразия; о глобальных экологических проблемах, стоящих перед человечеством и способах их преодоления; – сформированность основ экологической грамотности: осознание необходимости действий по сохранению биоразнообразия и охране природных экосистем; умение выбирать целевые установки в своих действиях и поступках по отношению к живой природе. Экологическое обучение через школьный предмет «Технология»: <ul style="list-style-type: none"> – понимание социальных и экологических последствий развития технологий промышленного и сельскохозяйственного производства, энергетики и транспорта. Экологическое обучение через школьный предмет «Основы безопасности жизнедеятельности»: <ul style="list-style-type: none"> – освоение основ экологической культуры, методов проектирования собственной безопасной жизнедеятельности с учетом природных, техногенных и социальных рисков на территории проживания.

1	2
Среднее общее образование	<p>Экологическое воспитание:</p> <ul style="list-style-type: none"> – сформированность экологической культуры, понимание влияния социально-экономических процессов на состояние природной и социальной среды, осознание глобального характера экологических проблем; – планирование и осуществление действий в окружающей среде на основе знания целей устойчивого развития человечества; – активное неприятие действий, приносящих вред окружающей среде; – умение прогнозировать неблагоприятные экологические последствия предпринимаемых действий, предотвращать их; – расширение опыта деятельности экологической направленности. <p>Экологическое обучение через школьный предмет «Физика» (базовый уровень):</p> <ul style="list-style-type: none"> – сформированность умения применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе и для принятия практических решений в повседневной жизни сохранения здоровья и соблюдения норм экологического поведения в окружающей среде; понимание необходимости применения достижений физики и технологий для рационального природопользования. <p>Экологическое обучение через школьный предмет «Химия» (углубленный уровень):</p> <ul style="list-style-type: none"> – сформированность представлений о месте и значении химии в обеспечении устойчивого развития человечества: в решении проблем экологической и энергетической безопасности, в создании новых источников энергии, в обеспечении рационального природопользования, в формировании мировоззрения и общей культуры человека, а также экологически обоснованного отношения к своему здоровью и природной среде; – сформированность умений прогнозировать, анализировать и оценивать с позиций экологической безопасности последствия бытовой и производственной деятельности человека, связанной с переработкой веществ; использовать полученные знания для принятия грамотных решений проблем в ситуациях, связанных с химией. <p>Экологическое обучение через школьный предмет «Биология» (углубленный уровень):</p> <ul style="list-style-type: none"> – сформированность знаний о месте и роли биологии в системе естественных наук, в решении экологических проблем человечества и рационального природопользования; в формировании ценностного отношения к природе. <p>Экологическое обучение через школьный предмет «Основы безопасности жизнедеятельности» (базовый уровень):</p> <ul style="list-style-type: none"> – сформированность представлений об экологической безопасности, ценности бережного отношения к природе, разумного природопользования.
Среднее профессиональное образование	ОК-07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.
Высшее образование – бакалавриат	УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов.
Высшее образование – магистратура	Компетенции отсутствуют

При анализе уровней среднего профессионального и высшего образования (бакалавриат) присутствуют общекультурная и универсальная компетенции, также включающие экологическую направленность. Однако во ФГОС высшего образования уровня магистратуры отдельно выделенная или включающая экологическую компоненту компетенция отсутствует. Достаточно сложно оценить виды и содержание программ дополнительного профессионального образования (ДПО) в связи с отсутствием регламентирующих документов данного

уровня образования в части содержания и огромным множеством представленных на образовательной плоскости предлагаемых программ ДПО. Для оценки содержания в программах ДПО экологической компоненты необходимо проведение дополнительных исследований.

Из представленного анализа (таблица 3) видно наличие непрерывности экологического образования практически на всех уровнях, однако экологическая компонента на уровнях среднего профессионального и высшего образования представлена лишь в одной компетенции, или представлена как часть компетенции, или вовсе отсутствует во ФГОС. В связи с этим возникает необходимость для проведения дальнейших исследований и разработки новой модели непрерывного экологического образования специалистов-энергетиков, в том числе включающего дополнительное профессиональное образование.

Список использованных источников

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.so-ups.ru/fileadmin/files/company/reports/ups-review/2022/ups_review_0922.pdf. – Дата доступа: 12.02.2024.
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.so-ups.ru/functioning/ups/ups2023>. – Дата доступа: 03.04.2024.
3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194>. – Дата доступа: 03.04.2024.
4. Гришаева, Ю. М. Идеи устойчивого развития цивилизации в контексте современного экологического образования: описательный обзор / Ю. М. Гришаева, А. В. Гагарин, Г. И. Камалова // Педагогика. Вопросы теории и практики. – 2021. – Т. 6, № 5. – С. 729–738.
5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minobrnauki.gov.ru/action/stat/highed>. – Дата доступа: 03.04.2024.
6. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://hh.ru/?customDomain=1>. – Дата доступа: 12.02.2024.
7. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://trudvsem.ru>. – Дата доступа: 12.02.2024.
8. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.superjob.ru>. – Дата доступа: 12.02.2024.
9. Камалова, Г. И. К вопросу об экологизации профессиональной подготовки будущих специалистов энергетической отрасли / Г. И. Камалова, Ю. М. Гришаева // Экологическое равновесие: геоэкология, краеведение, туризм : материалы XI междунар. науч.-практ. конф., С.-Петербург, 10 нояб. 2023 г. – СПб. : Ленинград. гос. ун-т им. А. С. Пушкина, 2023. – С. 106–111.
10. Камалова, Г. И. Экологическая культура студентов-энергетиков в условиях цифрового образования / Г. И. Камалова, Ю. М. Гришаева // Педагогическая информатика. – 2021. – № 3. – С. 97–105.
11. Гараева, Л. Н. Применение искусственного интеллекта в системе высшего образования / Л. Н. Гараева, Д. Б. Горобец, Л. И. Сулейманова // Цифровая трансформация образования: современное состояние и перспективы : сб. науч. тр. по материалам II междунар. науч.-практ. конф., Курск, 17–18 нояб. 2023 г. – Курск : Курск. гос. мед. ун-т, 2024. – С. 119–123.
12. Камалова, Г. И. Готовность преподавателей вузов к деятельности в цифровой образовательной среде вуза / Г. И. Камалова, Л. Н. Гараева // Международный форум KAZAN DIGITAL WEEK – 2023 : сб. материалов, Казань, 20–22 сент. 2023 г. / сост.: Р. Ш. Ахмадиева, Р. Н. Минниханов ; под общ. ред. Р. Н. Минниханова. – Казань : Науч. центр безопасности жизнедеятельности, 2023. – С. 829–834.
13. Камалова, Г. И. Цифровые компетенции в системе профессиональной подготовки будущих энергетиков в контексте энергетической безопасности / Г. И. Камалова, Ю. М. Гришаева // Россия в XXI веке в условиях глобальных вызовов: проблемы управления рисками и обеспечения безопасности социально-экономических и социально-политических систем и природно-техногенных комплексов : сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф., Москва, 26–27 апр. 2022 г. / Рос. акад. наук, Междунар. независимый эколого-политологический ун-т, Гос. ун-т управления. – М. : Гос. ун-т управления, 2022. – Т. 2. – С. 191–196.
14. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта начального общего образования : Приказ М-ва просвещения Рос. Федер. от 31 мая 2021 г. № 286.
15. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования : Приказ М-ва просвещения Рос. Федер. от 31 мая 2021 г. № 287.
16. Об утверждении Федерального Государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 13.02.01 Тепловые электрические станции : Приказ М-ва просвещения Рос. Федер. от 25 авг. 2021 г. № 598.

CONTINUOUS ENVIRONMENTAL EDUCATION OF ENERGY SPECIALISTS IN RUSSIA

This article analyzes federal state educational standards at all levels of education in order to determine the environmental component, and also substantiates the need to develop a new model of continuous environmental education for energy specialists.

Keywords: Continuous environmental education, environmental culture, environmental training.

УДК 378.147

Н. С. Карташова

Тулский государственный педагогический университет имени Л. Н. Толстого

РЕАЛИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ СТУДЕНТОВ

Представлено обоснование значения педагогической практики студентов в формировании профессиональных компетенций в области экологического образования. Приведены примеры реализации блочно-модульной, модульной, проектной и кейс-технологий в процессе организации урочной, внеурочной и внеклассной работы учащихся в процессе педагогической практики будущих учителей биологии.

Ключевые слова: экологическое образование, педагогическая практика, учитель биологии, педагогические технологии.

Педагогическая практика имеет большое значение в процессе подготовки будущих учителей биологии к осуществлению разнообразной профессиональной деятельности, в том числе в области экологического образования. Реализация задач педагогической практики происходит в контексте модернизации процесса подготовки педагогических кадров и специалистов, обеспечивающих обновление системы экологического образования и формирования экологической культуры учащихся [1]. Экологическое образование в большинстве российских школ осуществляется в рамках многопредметной модели, или экологизации учебных предметов. Экологическое образование также происходит в рамках внеурочной и внеклассной работы по предмету. Учебный предмет «Биология» традиционно играет ключевую роль в решении задач экологического образования. В связи с этим содержание педагогической практики призвано формировать разнообразные компетенции будущих учителей биологии в области экологического образования в рамках урочной, внеурочной, внеклассной работы: умение планировать и корректировать образовательные задачи и требования к планируемым результатам урока и воспитательных мероприятий с учетом индивидуальных особенностей детей; умение проектировать и отбирать методы осуществления воспитательной деятельности с учетом поставленных целей в соответствии с требованиями ФГОС ООО и спецификой учебного предмета; использовать методы и формы организации коллективных творческих дел, экскурсий, походов, экспедиций и других мероприятий с учетом специфики предмета; проектировать внеурочные мероприятия по предмету и давать им оценку; владеть навыками организации различных видов внеурочной деятельности.

Подготовка студентов к реализации задач экологического образования происходит в разнообразных формах обучения. Изучение теоретических основ, принципов отбора и компонентов содержания, моделей, традиционных и инновационных технологий экологического образования происходит на лекционных занятиях. В процессе самостоятельной аудиторной и внеаудиторной работы студенты проектируют технологические карты уроков, включающие модули экологического содержания. При этом в конструкцию уроков включаются такие методы обучения, как решение ситуационных заданий, познавательные задачи разнообразных типов, знаково-символические модели [2]. В рамках методики обучения по разделу «Общая биология» изучаются технологии проектного и проблемного обучения, использования циф-

ровых инструментов. Подготовка к реализации внеурочной и внеклассной работы по экологии включает формирование умений и навыков по разработке методических рекомендаций для: организации предметной недели по экологии, реализации факультативов и кружков по блочно-модульной технологии, использованию модульной технологии в процессе внеурочной работы, организации внеурочной работы экологического содержания на пришкольном участке и в уголке живой природы [3]. В процессе выполнения курсовых и выпускных квалификационных работ, в рамках прохождения педагогической практики происходит дальнейшее формирование профессиональных компетенций студентов в области экологического образования.

Приведем примеры реализации разнообразных технологий экологического образования в условиях педагогической практики. В течение ряда лет реализуется проектная технология. Так, в ряде школ был реализован проект «Город-сад». Проект был направлен на преобразование пришкольной территории в соответствии с требованиями ландшафтного дизайна и зеленой архитектуры. В процессе внеклассной работы на занятиях кружков и факультативов учащиеся изучали особенности экологических условий пришкольной территории, правила подбора зеленых насаждений в зависимости от разнообразных экологических факторов, правила ландшафтного планирования. Продуктом проекта выступал конкретный план озеленения пришкольного участка. Другим примером могут служить природоохранные проекты, например, «Сбережем лес вместе», «Очистим планету сообща». Сочетание экологического образования и эстетического воспитания происходило в рамках реализации проекта «Букеты России». На внеклассных занятиях учащиеся изучали особенности экологических условий и растительного покрова разнообразных биоценозов и охраняемые растения, внесенные в Красную книгу Тульской области.

Часть занятий в рамках проекта была посвящена изучению традиций и правил составления букетов, характерных для территорий центральной России. Учащиеся приобретали навыки составления композиций в стиле полевого букета, букета в корзине и глиняной посуде, флористического венка и гирлянды. В качестве итогового продукта проекта выступал эскиз композиции из растений определенного фитоценоза: букет поля, букет луга, букет леса, букет болота, букет пруда, букет степи. Подобные композиции учащиеся могли создать в реальных условиях в период летней практики или каникул. Интересной формой организации экологического образования в процессе педагогической практики выступали интерактивные экскурсии в Приокско-Террасный заповедник, на природные объекты заповедника Тульские засеки. Еще одной формой внеклассной работы по экологическому образованию была работа по изданию школьных экологических журналов. Издателями журнала были учащиеся одного класса. Журналы имели название, девиз, определенную периодичность издания и несколько рубрик. Как правило, рубрики журнала соответствовали принципу «экологической матрешки»: отражали экологические события и проблемы от глобального, всемирного уровня до локального уровня, например, в рамках отдельной школы или отдельного человека. Над каждой рубрикой работали отдельные группы учащихся. В качестве отчета о проделанной работе были организованы экологические конференции в рамках предметной недели по биологии или экологии, а также выставки интерактивных плакатов.

Список использованных источников

1. Концепция экологического образования в системе общего образования [Электронный ресурс] // Банк документов Министерства просвещения Российской Федерации. – Режим доступа: <https://docs.edu.gov.ru/document/id/3210>. – Дата доступа: 18.06.2024.
2. Карташова, Н. С. Методика обучения экологии : учеб.-метод. пособие / Н. С. Карташова. – М. : Берлин: Директ-Медиа, 2021. – 61 с.
3. Карташова, Н. С. Инновационное обучение биологии общеобразовательных заведениях : учеб. пособие / Н. С. Карташова, Е. В. Кулицкая. – М. : Берлин: Директ-Медиа, 2017. – 78 с.

N. S. Kartashova

Tula State Pedagogical University named after L. N. Tolstoy

IMPLEMENTATION OF ENVIRONMENTAL EDUCATION TECHNOLOGIES IN THE PROCESS OF STUDENTS' PEDAGOGICAL PRACTICE

The rationale for the importance of students' teaching practice in the formation of professional competencies in the field of environmental education is presented. Examples are given of the implementation of block-modular modular, project and case technologies in the process of organizing classroom, extracurricular and extracurricular work of students in the process of pedagogical practice of future biology teachers

Keywords: environmental education, teaching practice, biology teacher, educational technologies.

УДК 372.857

Л. В. Ковалевская, К. С. Камыно

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ КАК СРЕДСТВА ФОРМИРОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГРАМОТНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Определяется понятие функциональной грамотности обучающихся. Раскрывается роль задач биологического содержания как средства формирования функциональной грамотности при изучении биологии как в учреждениях общего среднего, так и высшего образования.

Ключевые слова: функциональная грамотность, компетенции, компетентностный подход, биологические задачи.

Функциональная грамотность – способность человека использовать приобретаемые в течение жизни знания для решения широкого круга задач в различных сферах деятельности. Для оценки функциональной грамотности используется компетентностный компонент, который включает в себя работу с информацией, умение формулировать, применять и оценивать результаты реальной проблемы, давать научные объяснения и применять естественнонаучные методы исследования [1].

Основным показателем качества образования являются образовательные результаты. Для оценки качества образования проводятся международные исследования, одним из которых является PISA (Programme for International Student Assessment). Именно в исследованиях PISA функциональная грамотность выступает в качестве объекта оценивания. В Беларуси исследование PISA проводилось в 2018 году на базе 236 учреждений образования. Участие в нем приняли 5830 обучающихся [2]. На основании анализа предложенных заданий и полученных результатов для мониторинга качества общего среднего образования были разработаны республиканские контрольные работы, которые проводятся по отдельным учебным предметам с 2019 года. Задания контрольной работы направлены как на проверку усвоения учебного материала, так и на определение уровня сформированности умений применять полученные знания.

Анализ республиканской контрольной работы по биологии для 7-го класса, которая проводилась в 2021/2022 учебном году показал, что если с заданиями 1 и 2 уровня справились практически все учащиеся, то уже задания 5 уровня, где необходимо применять знания в новой ситуации, правильно выполнили только 1,2 % обучающихся, 66,4 % учащихся допустили ошибки, а 32,4 % вообще задание не выполнили. Полученные результаты говорят о том, что на уроках необходимо целенаправленно формировать функциональную грамотность у обучающихся [2].

В образовательном процессе учреждений образования применяются разнообразные методы и методические приемы формирования функциональной грамотности обучающихся. На наш взгляд, наиболее эффективно на уроках биологии использовать текстовые задачи биологического содержания.

Биологические задачи – это возникшие в естественных условиях или искусственно сформулированные ситуации, которые возникают в процессе изучения биологических объ-

ектов, процессов и систем. Решение задач помогает осуществить связь теоретических знаний учащихся с практикой. Особую ценность представляют задачи, решение которых требует применения умений анализировать, сопоставлять, использовать имеющиеся знания в новой ситуации. Правильно подобранные задачи и задания для учащихся во время организации самостоятельной работы, а также для выполнения домашних заданий, обучение решению и подходам к решению задач любого уровня сложности обеспечивают активное, творческое приобретение знаний и устраняет проблемы в понимании предмета.

Подбирая задачи и организуя их решение, необходимо дать понять учащимся, что любая, даже сложная, задача может быть доступной и понятной, увлекательной и интересной. Решение задач формирует умения рассуждать, анализировать, обобщать, делать выводы, формулируя ответ.

Весьма эффективно на уроках биологии применять ситуационные задачи, которые направлены на применение теоретических знаний в нестандартных ситуациях, на развитие коммуникативных навыков, критического мышления, творческого подхода к решению проблемы. Ситуационные задачи можно использовать на разных этапах урока: мотивации, осмысления и применения новых знаний, рефлексии. Они являются единицами учебной деятельности и важным средством формирования универсальных учебных действий и ключевых компетенций учащихся. Особенно эффективны такие задачи, если в качестве материала для них предлагаются репродукции картин известных художников, отрывки из художественных произведений.

Решение задачи необходимо начинать с вдумчивого прочтения и анализа предложенной ситуации. Учитель, формулируя вопросы, направляет рассуждения учащихся, способствует пониманию предложенной в задаче информации.

Например, при изучении темы «Эндокринная система» в 9-м классе, на этапе мотивации обучающимся можно предложить в качестве ситуационной задачи отрывок из рассказа И. С. Тургенева «Живые мощи»: «Передо мной лежало живое человеческое существо, но что это было такое? Голова совершенно высохшая, одноцветная, бронзовая – ни дать, ни взять икона старинного письма; нос узкий, как лезвие ножа; губ почти не видать – только зубы белеют и глаза, да из-под платка выбиваются на лоб жидкие пряди желтых волос». Выделите наиболее существенные признаки заболевания. С нарушением работой какой железы оно может быть связано? Учащиеся высказывают свои предположения и к этим же вопросам мы возвращаемся после изучения нового материала. Эту же задачу можно предложить и на этапе применения новых знаний. Но уже при ответе необходимо привести аргументы для подтверждения своих высказываний.

В 7-м классе при изучении темы «Голосеменные растения» или в 10-м классе, рассматривая действие экологических факторов, школьникам предлагаем рассмотреть репродукцию картины И. Шишкина «Сосновый бор» и сравнить сосны, растущие на опушке и в глубине леса. В ходе сравнения, учащиеся делают выводы об отношении сосны к свету, почвенным условиям, о влиянии на окружающие растения.

Использование биологических задач в образовательном процессе позволяет глубже понять взаимоотношения организмов, разобраться в биологических явлениях и процессах, учит применять на практике полученные знания, т. е. способствует формированию функциональной грамотности обучающихся.

Список использованных источников

1. Алексашина, А. Ю. Формирование и оценка функциональной грамотности учащихся : учеб.-метод. пособие / И. Ю. Алексашина, О. А. Абдулаева, Ю. П. Киселев ; науч. ред. И. Ю. Алексашина. – СПб. : КАРО, 2019. – 160 с.
2. Государственное учреждение образования «Академия образования». Рекомендации по результатам республиканской контрольной работы по учебному предмету «Биология» (VII класс) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://monitoring.edu.by/attachments/article/56/Биология_рекомендации.pdf. – Дата доступа: 27.02.2024.

USING BIOLOGICAL TASKS AS A MEANS OF FORMING FUNCTIONAL LITERACY OF STUDENTS

The article defines the concept of functional literacy of students. The role of tasks of biological content as a means of developing functional literacy in the study of biology both in institutions of general secondary education and higher education is revealed.

Keywords: functional literacy, competencies, competency-based approach, biological tasks.

УДК 504.05

А. Д. Фальченко, М. В. Наталевич, Т. Ф. Манцерова
Белорусский национальный технический университет

РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК

Анализируется использование биогазовых установок в качестве эффективного решения экологических проблем. Рассматриваются современные технологии утилизации биогаза. Приводится опыт использования биогазовых установок в Республике Беларусь и зарубежных странах.

Ключевые слова: биогаз, полигон, захоронения, свалочный газ, ТБО, выбросы, утилизация.

Биогаз – это газ, получаемый путем переработки органического материала (например, навоза или растительных отходов) в специальных биогазовых установках. Биогаз может использоваться для производства тепла и электроэнергии, а также как топливо для транспорта. Использование биогаза и биотоплива в сельском хозяйстве имеет большой потенциал для улучшения экологии, сокращения затрат на энергию и повышения прибыльности фермерского бизнеса [1].

Биогаз является возобновляемым источником энергии. Использование биогаза вместо нефти, угля или природного газа помогает сократить зависимость от ископаемого топлива, которое является ограниченным ресурсом и способствует изменению климата. Его можно производить локально из органических отходов, что способствует устойчивости и независимости энергетической системы. Биогаз гораздо чище и имеет меньший уровень выбросов, которые являются причинами заболеваний дыхательных путей и загрязнения воздуха. Использование биогаза помогает сократить количество отходов, которые попадают на свалки или разлагаются под воздействием анаэробных условий, выделяя метан в атмосферу. Производство биогаза может стимулировать развитие сельского хозяйства и сельских районов, предоставляя новые возможности для фермеров и создавая рабочие места.

Распространенным способом удаления твердых бытовых отходов является захоронение в приповерхностной геологической среде. Данный способ характерен и для Республики Беларусь. При этом отходы активно разлагаются, в результате чего образуется свалочный газ. В состав биогаза входят не только парниковые газы (метан и диоксид углерода), но и такие токсичные соединения, как оксид углерода, оксиды азота, сероводород, диоксид серы.

Сжигание отходов требует дорогостоящих систем очистки, поэтому более широко распространено во всем мире полигонное захоронение твердых бытовых отходов. Основное достоинство технологии захоронения – простота, сравнительно малые капитальные и эксплуатационные затраты, и относительная безопасность. В ЕС принята Директива, в которой установлено требование сбора и утилизации свалочного газа со всех свалок, где были захоронены биологически разлагающиеся отходы, для минимизации вредных воздействий на окружающую среду и здоровье человека. Образующийся на свалках биогаз с начала 80-х гг. интенсивно добывается во многих странах. В настоящее время общее количество используемого биогаза составляет примерно 1,2 млрд м³/год, что эквивалентно 430 тыс. т метана, или 1 % его глобальной эмиссии. Всего в мире в настоящее время используется или разрабатывается около 60 разновидностей биогазовых технологий [2].

Выброс свалочных газов оказывает негативное влияние на окружающую среду. Из общего количества метана, поступающего в атмосферу 40–70 % образуется в результате человеческой деятельности, более 20 % из них приходится на полигоны твердых бытовых отходов. Одна тонна твердых бытовых отходов дает 200 м³ биогаза.

Первые 15–20 лет выделяется до 7,5 м³ биогаза в год. В последующие годы объем выделяемого газа значительно сокращается. Теплота сгорания биогаза зависит от содержания метана, и составляет от 15 до 25 МДж/м³ (3600–4800 ккал/м³), что эквивалентно 50 % теплоты сгорания природного газа. Средняя теплота сгорания биогаза составляет 4200 ккал/м³. По теплоте сгорания 1 м³ биогаза эквивалентен: 0,8 м³ природного газа, 0,7 кг мазута или 1,5 кг дров. Наличие биогаза на полигонах повышает вероятность их возгорания. При содержании в воздухе от 5 до 15 % метана и 12 % кислорода образуется взрывоопасная смесь. Биогаз насыщает поровое пространство почвы, вытесняя из нее кислород, и тем самым угнетает растительный покров полигона и прилегающих территорий. Еще одним негативным фактором воздействия биогаза на окружающую среду является парниковый эффект. Таким образом, уменьшение количества выбрасываемого биогаза улучшает экологические показатели.

Опыт использования биогазовых установок в Республике Беларусь позволяет судить о том, что биогаз является перспективным источником альтернативной энергии на данной территории в условиях недостатка гидро-, солнечной и ветровой энергий.

Республика Беларусь может активно участвовать в международных проектах и программах, связанных с развитием биогазовых установок. Это позволит обмениваться опытом, получать финансовую поддержку и привлекать экспертов, что способствует более эффективному решению экологических проблем. Важно проводить регулярные аудиты и оценки воздействия на окружающую среду для биогазовых установок, чтобы гарантировать их безопасное и экологически устойчивое функционирование.

Биогаз добывается в значительных объемах в Нидерландах, Франции, Италии, Дании, Китае. В последнее время в обращении с коммунальными отходами в мире прослеживается новая тенденция, направленная на развитие энергетической утилизации твердых бытовых отходов (Waste-to-Energy). Она связана с получением энергоносителей, экологически чистых с точки зрения производства и дальнейшего применения. Это сбор и утилизация биогаза полигонов и получение биогаза из коммунальных отходов путем анаэробной ферментизации (сбраживания биомассы в метатенках).

Наибольших успехов в области промышленной переработки ТБО достигла Германия. На сегодняшний день в Германии эксплуатируется или находится на стадии строительства и проектирования около 90 предприятий термической переработки ТБО, а суммарная мощность действующих установок достигает 18 млн т ТБО в год [3].

В целом, биогазовые установки представляют собой перспективное и целесообразное решение, способное содействовать решению ряда экологических, энергетических и социальных проблем. Их внедрение в различных областях обещает создать более устойчивую и экологически чистую энергетическую систему.

Список использованных источников

1. Фальченко, А. Д. The impact of natural disasters on the global economy / А. Д. Фальченко, М. В. Наталевич ; науч. рук. К. К. Лукашевич // Знание иностранного языка как основной фактор для работы в инновационных условиях : материалы 79-й студ. науч.-техн. конф. БНТУ, Минск, 20 апр. 2023 г. / Бел. нац. техн. ун-т, фак. горного дела и инженерной экологии ; редкол.: С. А. Хоменко, С. П. Личевская. – Минск : БНТУ, 2023.
2. Об отходах [Электронный ресурс] : Директива Европейского Парламента и Совета Европейского Союза от 19 нояб. 2008 г. № 98 // Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации. – Режим доступа: <https://wescoop.eu/wp-content/uploads/2020/04/Директива-Европейского-Парламента-и-Совета-Европейского-Союза-200898ЕС.pdf> . – Дата доступа: 24.06.2024.
3. Фельдман, К. А. Проектирование электростанции полигона твердых бытовых отходов «Новый Свет-Эко» : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 13.04.02 / К. А. Фельдман ; СПбПУ, Ин-т энергетических и транспортных систем. – СПб., 2016. – 83 с.

A. D. Falchenko, M. V. Natalevich
Belarusian National Technical University

SOLVING ENVIRONMENTAL PROBLEMS WHEN USING BIOGAS PLANTS

The use of biogas plants as an effective solution to environmental problems. Modern technologies of biogas utilization are considered. The use of biogas plants in the Republic of Belarus and the experience of foreign countries.

Keywords: biogas, landfill, landfills, landfill gas, solid waste, emissions, disposal.

УДК 574.4:379.85:908

A. В. Филиппова, О. Н. Михина

Оренбургский государственный аграрный университет

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ТУРИСТИЧЕСКИЙ МАРШРУТ КАК ЭЛЕМЕНТ ЭКОПРОСВЕЩЕНИЯ

Затрагиваются вопросы развития экологического туризма как элемента экологического просвещения. Приводится анализ предпочтений туристических маршрутов у студентов. В качестве примера представлена разработка туристического маршрута и предлагается к обсуждению проблема развития экологического туризма как элемента экологического просвещения. Описываются характеристики структуры экосистем, выбранных для экотуризма, локаций.

Ключевые слова: экологический туризм, природное наследие, природные памятники, национальный парк, Бузулукский бор, туристический маршрут.

Оренбургская область обладает большим потенциалом ландшафтно-природных территорий, которые можно задействовать в экологическом туризме. На территории Оренбургской области 340 памятников природы, два заповедника на четырех участках степных ландшафтов и одном лесо-степном, множество интересных как в геологическом, так и ботаническом отношении участков. Несмотря на наличие большого количества рекреационных ресурсов, принципиального желания населения путешествовать отсутствует. Как показывает практика, успешность туризма зависит не только от уникальности объектов природного наследия, но ещё и от интерпретации их в качестве туристического товара. Поэтому частью работы стало изучение предпочтений студентов. Для начала были разработаны анкеты, с вопросами о туристических предпочтениях студенческой аудитории.

Анализ данных по предпочтениям видов туризма показывает, что 73 % выбрали внутренний туризм, и лишь 27 % – зарубежный. На вопрос «Какое направление вы бы выбрали для себя и своих друзей?» – 45 % выбрали экологический туризм, 35 % – спортивный туризм, 20 % – деревенский туризм. На вопрос «Какие развлекательно-познавательные мероприятия вы бы предпочли находясь в экологическом путешествии?» 4 % респондентов выбирают экскурсии в музеи (минералогические, краеведческие), 16 % – экскурсии по экотропам, 10 % – посещение вольеров и дендрариев, 40 % – наблюдение за животными в естественной среде обитания, 15 % – активные занятия (сплавы, велопрогулки, катание на лошадях и т. д.), 15 % – лекции по экологической проблематике. Во время экотура оказать помощь посещаемой территории согласились 53 % опрошенных. Из них 40 % согласны поработать несколько часов по благоустройству территории, а 13 % предпочли внести благотворительный материальный взнос. Проведенное анкетирование дало понимание, что следует развивать в экологическом туризме.

В процессе проведения экскурсии на маршруте мы должны выработать умение наблюдать за природой, за ее изменениями, сформировать экологически ответственное поведение по отношению к окружающей природе. Для такой просветительской работы подходит маршрут по Бузулукскому сосновому бору, который находится в 15 км к северу от г. Бузулука к нему удобно приезжать как с Оренбургской, Самарской областей, так и с Башкирии. Через

бор проходит железная дорога, хорошие автомобильные дороги, на территории есть несколько посёлков, где можно снять домик [1]. Для логистики путешествия это очень важно, ведь турист, добравшись до стартовой точки, должен отдохнуть с дороги и выспаться. Ландшафтно бор расположен в степной зоне, в обширной и глубокой приречной котловине реки Боровки – главной артерии леса [2]. Это уникальная экосистема реликтового соснового массива, и ценный объект научного наследия, где с конца XIX века создавались эталонные лесонасаждения, обогатившие мировую лесную науку. Характерной чертой для этого Национального парка является разнотипность видов боров. Данный территориальный комплекс разделяется на сложные сосновые популяции в смешении с широколиственными видами деревьев, которые занимают древнеаллювиальные равнины с аллювиальными и делювиальными почвами. На основании анализа методом Браун–Бланке мы выделили сообщество: сосновые ассоциации с дубом и липой, которые относят к асс. *Coculo avellonae – Penetum sulvestris Bulokhov et Sokomesh* 2003, класса *Capino-Fagetea sylvaticae Jakues ex Passarge* 1968. В работах В. Н. Сукачева [3] в таких сложных борах, выделяются еще и сосняки с подлеском из лещины как отдельный тип, мы такие синтаксоны тоже отмечали на территории сложных боров и с лещиной и подлеском из бересклета бородавчатого. Есть в Бузулукском бору типичные Сырые боры, они являются мало распространенными, занимая лишь узкие полосы вокруг болот. По наличию в них характерного представителя из мхов, кукушкина льна, выделяют только один тип – сосняк долгомошный. Почвы сильноподзолистые, торфянистоглеевые, сырые. В таком месте было обнаружено хищное растение – росянка, которая питается насекомыми, ученые считали его исчезнувшим на территории Национального парка.

На территории бора есть уникальная экосистема – Паникинский Яр, это единственное место в Бузулукском бору, где можно посмотреть коренные породы возрастом 250 миллионов лет, которые лежат под песками бора. И в этом месте наблюдается погодная аномалия за счет микрорельефа, где выпадает наибольшее количество осадков, создавая богатое разнообразие травянистого полога.

На территории Бузулукского бора есть озера, болота и пруды, которые имеют свои особенности. Так уникальный пруд Студёное, получившее своё название от ручья Студёнка, является привлекательным местом для туристов. Это живописный пруд, окруженный лиственным лесом и имеющий вытянутую форму бассейна. Берег пруда, заросший ряской, кустарниковой ивой, стрелолистом обыкновенным, жёлтой кубышкой. Затем под обзор туристов попадает пруд Холерный – это искусственный пруд, построенный в шестидесятых годах XX века, получивший своё название так же, как и озеро студёное, только от ручья Холерка. Сейчас это озеро носит уже другое название «Холодные пруды». Стоит отметить, что это не один пруд, а целая система из трех прудов, два из которых соединены плотиной. Пруд Холерное интересное место для экологического просвещения туристов, так как в пруду обитают уникальные поющие лягушки – жерлянки. Имя жерлянки указывает на место обитания этого земноводного, так как слово «жерело» («джерело») на многих славянских языках обозначает «источник», «родник». Рядом с озером оборудована площадка для отдыха, а также спуск к воде. Добраться до озера можно по грунтовой дороге.

Таким образом, экологическое просвещение как элемент общей культуры человека, по нашему мнению, должно способствовать ознакомлению с «малой родиной» и ее уникальными территориями, повышать экологическую ответственность, учить правилам сосуществования в единении с природой. Это лучше всего осуществить на природе в пешем экологическом маршруте. Маршруты следует создавать различных уровней сложности и соответственно предпочтениям, выявленным в опросах.

Список использованных источников

1. Национальный парк «Бузулукский бор» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://buzulukskiybor.ru>.

2. Высоцкий, Г. Н. Бузулукский бор и его окрестности / Г. Н. Высоцкий // Лесной журнал. – 1909. – Вып. 10. – С. 1133–1178.
3. Сукачёв, В. Н. Избранные труды в трех томах / В. Н. Сукачёв ; под ред. Е. М. Лавренко. – Л. : Наука. – Т. 1 : Основы лесной типологии и биогеоценологии. – 1972. – 419 с.

A. V. Filippova, O. N. Mikhina
Orenburg State Agrarian University

**ECOLOGICAL TOURIST ROUTE
AS AN ELEMENT OF ECOLOGICAL EDUCATION**

The article touches upon the issues of development of ecological tourism as an element of ecological education. The analysis of preferences of tourist routes among students is given. The development of a tourist route is given as an example. The problem of development of ecological tourism as an element of ecological education is proposed for discussion. The characteristics of the structure of ecosystems selected for ecotourism are given.

Keywords: ecological tourism, natural heritage, natural monuments, national park, Buzuluk pine forest, tourist route.

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ 1. РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ И ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ, МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ.....	3
<i>Азаренок Т. Н., Матыченкова О. В., Дыдышко С. В., Воробей М. В.</i> О создании справочно-информационного ресурса «Фотоколлекция почв Беларуси».....	3
<i>Верес Ю. К., Адамович Б. В.</i> Элементы углеродного баланса эвтрофного озера Баторино (Нарочанские озёра, Беларусь).....	5
<i>Волчек А. А., Образцов Л. В.</i> Прогнозные оценки стока рек бассейна Немана.....	7
<i>Дорошко Е. Ю., Янута Ю. Г.</i> Донные отложения как фактор вторичного загрязнения водных экосистем.....	9
<i>Еременко А. А., Верех-Белюсова Е. И.</i> Изучение состава атмосферных осадков в условиях промышленного города (на примере г. Луганска).....	11
<i>Железняк В. Ю.</i> Пространственно-временные закономерности изменчивости гидрохимических показателей малых рек.....	13
<i>Захарова О. Л., Девятаева А. И., Мишин И. В.</i> Предложения по утилизации шлама содовых растворов алюминиевого производства.....	15
<i>Калисецкая А. Д., Гриневич А. З.</i> Комплексная оценка качества водоёмов г. Гродно по гидрохимическим показателям.....	17
<i>Колесник И. М., Белова Е. А., Авраменко Е. О.</i> Динамика качества воды некоторых родников в г. Гродно.....	19
<i>Курчейко А. В., Прибыловская Н. С.</i> Структура фитопланктона некоторых малых рек Новогрудского района (на примере рек Негримовка и Изовка).....	21
<i>Лосевич Е. Б., Турук Е. В., Синевич Т. Г., Зверинская Н. И.</i> Оценка влияния избыточного активного ила на агрохимические показатели почв.....	23
<i>Марсов Ф. Д.</i> Динамика содержания углекислого газа в воздухе помещений детского сада.....	24
<i>Марчик Т. П., Кучинская А. И.</i> Загрязнение атмосферного воздуха от автотранспорта в условиях градостроительной застройки города Борисова (Минская область, Беларусь)...	26
<i>Метельская Н. С., Чайковский А. П.</i> Трансграничный перенос аэрозоля в атмосферу Беларуси в 2022–2023 гг.	28
<i>Муравьёва Н. А., Куликова Ю. В., Бабич О. О.</i> Оценка сорбционных свойств угольного остатка, полученного из соломы пшеничной.....	30
<i>Ракович В. А., Ратникова О. Н., Сосновская Н. Е., Ярмошук Т. Д.</i> Рациональное использование выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений Гродненского района Гродненской области.....	32
<i>Сакаева Э. Х., Юдина Д. Р.</i> Воздействие нефтяных углеводородов на биологическую активность почв.....	34
<i>Федоренчик А. А., Алещенко З. М., Ананьева И. Н.</i> Растительно-микробная ассоциация для фиторемедиации загрязнённой нефтепродуктами почвы.....	36
<i>Шагун К. С., Букель Д. В., Юхневич Г. Г.</i> Воздействие текстильных красителей на нитчатые бактерии активного ила аэротенков.....	38

РАЗДЕЛ 2. УСТОЙЧИВОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА.....	40
<i>Головач Д. Н., Селевич Т. А.</i> Разногодичная изменчивость видового состава сосудистых растений озера Белое Брестской области.....	40
<i>Дятчик А. С., Созинов О. В.</i> Изменчивость морфо-ценотических характеристик ценопопуляций <i>Galium verum</i> луговой катены долины р. Неман (г. Гродно).....	42
<i>Ефимова А. А., Селевич Т. А.</i> Флористические комплексы сосудистых растений реки Пины и её старицы вблизи южной границы города Пинска.....	44
<i>Жебрак И. С., Созинов О. В., Чирук С. Л.</i> Микотрофность <i>Ledum palustre</i> болотных сосняков.....	46
<i>Жушма И. А., Селевич Т. А.</i> Особенности видового состава сосудистых растений Лясковичского водохранилища Брестской области.....	48
<i>Карпаева А. Ю.</i> Сезонные различия фитопланктона озёр разного трофического статуса.....	50
<i>Колбышевская М. С., Жих П. П., Кривецкая Д. М., Дятчик А. С., Сакович А. А.</i> Методические приёмы стабилизации мохообразных.....	52
<i>Конопацкая М. В.</i> Рост, развитие и продуктивность растений картофеля при разной исходной нагрузке <i>Globodera rostochiensis</i> (Woll., 1923) Behrens.....	54
<i>Кравчук В. В., Кравчук В. Г.</i> Современное распространение <i>Hordelymus europaeus</i> (L.) Harz в Беловежской пуще.....	56
<i>Кельник А. С., Сакович А. А.</i> Таксономическая структура брикомлекса и ценотическая изменчивость <i>Brachythecium salebrosum</i> Bruch. на <i>Carpinus betulus</i> L. в лесопарке «Румлёво» (Гродно).....	57
<i>Латышев С. Э., Мержвинский Л. М., Высоцкий Ю. И.</i> Флористические особенности микроэкоотопов озёр Белорусского Поозерья.....	60
<i>Микулич Д. А., Зотиков А. К., Анисько П. Е.</i> Получение комплексных органоминеральных удобрений из готовых почвенных субстратов путём электроэкстракции.....	62
<i>Мирин Д. М., Новикова О. А.</i> Изменение заповедных елово-широколиственных лесов за последние 13 лет (Центрально-Лесной биосферный заповедник).....	64
<i>Паршина Е. И.</i> Перспективы использования лекарственных растений Республики Коми.....	65
<i>Пашкевич Л. В., Кабашикова Л. Ф., Лукаш В. И., Артемчук Я. Н., Даркович М. А.</i> Научные аспекты повышения устойчивости культурных растений к фитопатогенам.....	67
<i>Пашкевич П. А., Ромашева А. А., Амелишко А. М.</i> Влияние возделывания люпина на агрохимические показатели почвы.....	69
<i>Садковская А. И., Созинов О. В.</i> Ценотическая изменчивость фармакопейного вида <i>Vaccinium vitis-idaea</i> L. в возрастном ряду культуры Pinetum pleurozium.....	71
<i>Севницкая Н. Л.</i> Разработка биологического препарата «ИПСБОВЕР» для контроля численности короедов в хвойных насаждениях.....	73
<i>Селевич Т. А., Гресь А. А.</i> Видовой состав сосудистых растений и фитопланктона пруда в аг. Коптёвка Гродненского района Гродненской области.....	75

<i>Стальмах А. В., Литвенкова И. А.</i> Сравнительная характеристика жизненного состояния древесной растительности в трёх районах города Витебска.....	77
<i>Хох А. Н.</i> Влияние условий произрастания и фазы вегетации на элементный состав ксилемы сосны обыкновенной.....	79
<i>Хох А. Н.</i> Сравнительный анализ аномалий структуры годичных колец у березняков из контрастных экологических условий.....	81
РАЗДЕЛ 3. УСТОЙЧИВОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ЖИВОТНОГО МИРА.....	84
<i>Буневич А. Н., Коротя С. А., Горустович Е. А.</i> Рациональное использование зубров резервного генофонда в Беловежской пуще.....	84
<i>Гляковская Е. И., Шумская А. И.</i> Экологические аспекты дендрофагов основных древесных пород в окрестностях промышленных зон г. Гродно.....	86
<i>Гулаков А. В., Дроздов Д. Н.</i> Динамика доз внутреннего облучения популяций <i>Carpeolus carpeolus</i> L., обитающих на территории Полесского радиационно-экологического заповедника.....	88
<i>Дробенков С. М.</i> Питание и трофические взаимоотношения в природных сообществах земноводных и пресмыкающихся-энтомофагов наземных и водных экосистем Беларуси.....	90
<i>Ермолаева И. А., Лещенко А. В., Гайдученко Е. С., Полетаев А. С., Охременко Ю. И., Равко А. В., Ризевский В. К.</i> Предварительные данные о видовом составе рыб водных объектов бассейна р. Ловать в пределах Беларуси.....	92
<i>Змачинский А. С.</i> Распространение амурского чебачка <i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck et Schlegel, 1846) в г. Минске и его окрестностях.....	94
<i>Иванович С. Д., Янчуревич О. В.</i> Видовое разнообразие батрахофауны урбанизированных территорий городов Гродно и Барановичи.....	96
<i>Иванцов Д. Н.</i> Численность американской норки в охотничьих угодьях Полесского государственного радиационно-экологического заповедника.....	98
<i>Кондратович Д. И.</i> Видовой состав ихтиофауны водоёмов Вороновского района.....	100
<i>Коротеева Д. О.</i> Таксономический состав жалоносных перепончатокрылых (Hymenoptera: Aculeata) – посетителей соцветий золотарников (<i>Solidago</i> L.) в условиях г. Лиды.....	103
<i>Короткая А. А., Созинов О. В.</i> Морфо-ценотическая изменчивость <i>Impatiens glandulifera</i> в пойменных биотопах г. Гродно.....	105
<i>Короткова А. А., Дубинин М. С.</i> К вопросу об использовании насекомых для оценки качества среды.....	107
<i>Круглова О. Ю.</i> Паразитизм в популяциях инвазивной азиатской коровки (<i>Harmonia axyridis</i> (Pallas, 1773)) (Coleoptera: Coccinellidae) из г. Гродно.....	109
<i>Кузьмицкий А. Н.</i> Распространение мухоловки-белошейки (<i>Ficedula albicollis</i>) в Беловежской пуще.....	111
<i>Кулеш В. Ф.</i> Направления распространения восточной речной креветки (<i>Macrobrachium nipponense</i>) на Европейском континенте.....	113

<i>Лайкова А. А., Янчуревич О. В.</i> Видовой состав и особенности распространения птиц на территории г. Гродно в зонах с разной степенью антропогенной нагрузки.....	116
<i>Лапука И. И.</i> Влияние концентрации растворённого кислорода и температуры на пространственное распределение численности зообентоса.....	118
<i>Ласица Ю. Н., Рыжая А. В.</i> Видовой состав и структура сообществ кокциделл в урбоценозах городов Гродно и Речицы (Беларусь).....	120
<i>Левина К. Б., Гайдученко Е. С.</i> Сравнительный анализ морфологии шиповки обыкновенной бассейна р. Днепр (Беларусь) и р. Москва (Россия).....	122
<i>Левыкина С. С., Александрович П. Е., Швед А. А.</i> Тандемные повторы в некодирующих областях митохондриальных геномов белокрылок (<i>Aleyrodoidea</i>).....	124
<i>Машиков Е. И., Кришук И. А.</i> Видовое разнообразие и биотопическая приуроченность мелких млекопитающих западного региона Беларуси.....	126
<i>Миколайчик И. А.</i> Морфометрические параметры <i>Apodemus agrarius</i> в разных типах моноагроценозов Щучинского района.....	128
<i>Мяжкова К. В.</i> Естественная смертность рачкового сообщества (<i>Cladocera</i> , <i>Copepoda</i>) водоёма-охладителя Лукомльской ГРЭС.....	129
<i>Надина Н. Г.</i> Динамика заражённости енотовидной собаки распространёнными видами гельминтов (зона отчуждения Чернобыльской АЭС).....	130
<i>Островский А. М.</i> Феноструктура наземного моллюска <i>Sepaea hortensis</i> (<i>Gastropoda</i> , <i>Pulmonata</i>) в пригороде г. Гомеля.....	132
<i>Охременко Ю. И., Гайдученко Е. С.</i> Видовая идентификация рыб рода <i>Ameiurus</i> , обитающих в водных объектах Беларуси.....	135
<i>Ризевский В. К.</i> Трансформация пространственно-видовой структуры рыбного населения водных объектов Беларуси.....	138
<i>Рыжая А. В., Гляковская Е. И.</i> Таксономическое разнообразие членистоногих-фитофагов Гожского лесничества (ландшафтный заказник «Гродненская пуца»).....	140
<i>Сауткин Ф. В., Яковчик Ф. Г., Буга С. В.</i> Встречаемость минирующих фитофагов широколиственных древесных пород в лесах Национального парка «Нарочанский».....	142
<i>Федоринчик К. А., Сахвон В. В.</i> Некоторые параметры гнездования сороки (<i>Pica pica</i>) в естественных и агроландшафтах Беларуси.....	144
<i>Юрченко И. С., Домбровский В. Ч., Иванцов Д. Н., Надина Н. Г., Шатило Д. О., Чекан А. М., Шаркевич В. А., Шкробат С. И.</i> Животный мир в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС.....	146
РАЗДЕЛ 4. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БИОХИМИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ И МЕДИЦИНА.....	148
<i>Цуяс I. К. Н.</i> The influence of obesity on glucose and cholesterol homeostasis.....	148
<i>Барадзіна Т. А., Астроўская А. Б., Астроўскі А. А.</i> Асаблівыя фібрабласты ў хваставым плаўніку гурамі (<i>Trichopodus trichopterus</i>).....	150
<i>Барулин Н. В., Жарикова А. О.</i> Использование данио рерио (<i>zebrafish</i>) для оценки нейротоксичности веществ.....	152
<i>Борабанова Н. М., Гурина Н. С.</i> Особенности мониторинга и прогнозирования пыльцевой аллергии.....	154

Грасевич О. В., Федина Е. М., Емельянчик С. В., Зиматкин С. М. Оценка активности ферментов цитоплазмы нейронов церебральных ганглиев брюхоногих моллюсков <i>Limax flavus</i>	156
Дробыш А. С. Содержание восстановленного глутатиона и продуктов перекисного окисления липидов при алкогольной интоксикации в клетках печени.....	158
Ильич Т. В., Коваленя Т. А., Савко А. И., Халецкая Е. И. Получение наноструктурированных комплексов включения салицилатов с циклодекстринами.....	160
Ильич Т. В., Савко А. И., Коваленя Т. А., Ануфрик С. С., Анучин С. Н., Заводник И. Б. Механизмы токсичности углеродных нанотрубок и наночастиц металлов у крыс и моллюсков.....	162
Канунникова Н. П., Титко О. В., Семенович Д. С. Анализ взаимоотношений между показателями редокс-баланса и энергетического метаболизма в экспериментальной модели болезни Паркинсона.....	163
Капица А. В. Комплексообразование флавоноида кверцетина с ионами меди.....	165
Каравай П. А., Глазев А. А., Клиса С. Д., Нефёдов Л. И. Изменения в формировании аминокислотных пулов плазмы и форменных элементов крови при чрескожном вмешательстве и коронарографии.....	167
Карелин С. И. Некоторые экологические аспекты нарушений сердечно-сосудистой системы.....	168
Мальцева С. В., Грицкевич Е. Р., Бученков И. Э., Сыса А. Г., Ахмед Х. Оценка встречаемости ауксотрофных и полиауксотрофных вариантов бактерий рода <i>Bacillus</i> в пробах почв, находившихся в условиях длительного воздействия ионизирующего излучения и естественного фонового уровня.....	170
Скалевая С. Ю. Серосодержащие аминокислоты плазмы крови крыс при введении триптофана.....	172
Слоневская Е. А. Влияние острого холестаза на клетки Пуркинье коры мозжечка в эксперименте.....	175
Токарев В. А. Фунгицидные свойства мучного клея с ципродинилом.....	176
Ходосевич К. А. Устойчивость тканевых масок из хлопка и купры к поражению <i>Aspergillus versicolor</i> и <i>Penicillium funiculosum</i> (56-дневное исследование).....	178
РАЗДЕЛ 5. ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В КОНТЕКСТЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ	183
Бурминский А. В., Писаренко О. Н., Орбинская В. Н., Пушмина И. Н., Лаврова Т. Н. Гидробионты растительного происхождения в производстве целевых продуктов селективного действия.....	183
Кучер А. С. Анализ рынка общественного питания г. Гродно и доли заведений по производству кондитерских и хлебобулочных изделий.....	188
Павлова О. В. Потенциал сорбционных материалов в устранении пектиновых веществ коллоидных систем напитков.....	190
Пищиков В., Юнусова Г. Б., Юхневич Г. Г. Разработка системы обращения с пищевыми отходами на предприятиях общественного питания города Костанай.....	193

<i>Поперечный А. Н., Антонова В. А., Корнийчук В. Г., Владимиров С. В.</i>	195
Интенсификация процесса сушки абрикосов в сушилке с инфракрасным нагревом.....	
<i>Смолянская М. Д., Третьякова Е. М.</i> Влияние времени сквашивания на органолептические свойства домашнего йогурта.....	197
<i>Улейчик Л. В.</i> Анализ ассортимента мучных кондитерских изделий, реализуемых в предприятиях общественного питания и востребованных жителями города Гродно.....	199
<i>Шкробот М. А., Слышенков В. С.</i> Влияние комплекса «магний-витамин В ₆ » на качество йогурта.....	203
РАЗДЕЛ 6. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ПРОСВЕЩЕНИЕ В ИНТЕРЕСАХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ.....	205
<i>Битук А. В., Резякин В. И.</i> Электронный образовательный ресурс «Жизненный цикл вируса гриппа».....	205
<i>Богдан Г. А., Колодко О. В.</i> Энергосбережение в школе: виртуальный формат.....	206
<i>Бонина Т. А., Цытрон Е. В.</i> Вопросы сохранения биоразнообразия при формировании естественнонаучной грамотности будущего учителя.....	208
<i>Гуцева Г. З., Телицына Н. В.</i> Повышение радиоэкологической культуры населения для минимизации рисков воздействия излучений различной природы.....	210
<i>Девятаева А. И., Мишин И. В.</i> К вопросу экологической грамотности населения.....	212
<i>Заливко К. Ю., Нефёдов Л. И.</i> Методический ресурс на тему «Биологические функции аминокислот».....	214
<i>Камалова Г. И., Гараева Л. Н.</i> Непрерывное экологическое образование специалистов-энергетиков в России.....	215
<i>Карташова Н. С.</i> Реализация технологий экологического образования в процессе педагогической практики студентов.....	220
<i>Ковалевская Л. В., Камыно К. С.</i> Использование биологических задач как средства формирования функциональной грамотности обучающихся.....	222
<i>Фальченко А. Д., Наталевич М. В., Манцерова Т. Ф.</i> Решение экологических проблем при использовании биогазовых установок.....	224
<i>Филиппова А. В., Михина О. Н.</i> Экологический туристический маршрут как элемент экопросвещения.....	226

Научное издание

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ

Сборник научных статей,
посвящённый 60-летию факультета биологии и экологии

Издаётся в авторской редакции
Ответственные за выпуск: *О. В. Янчуревич, Т. В. Ильич*

Техническое редактирование: *М. В. Вахмянина, Я. Я. Пекарь*
Компьютерная вёрстка: *И. П. Зимницкая*
Подготовка обложки: *А. И. Соболева*

Подписано в печать 10.10.2024. Формат 60×84^{1/8}.
Бумага офсетная. Ризография. Гарнитура Таймс.
Усл. печ. л. 24,44. Уч.-изд. л. 28,0. Тираж 81 экз. Заказ 055

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования
«Гродненский государственный университет
имени Янки Купаль».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/261 от 22.02.2024.
Ул. Ожешко, д. 22, 230023, Гродно