



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра общей экологии и методики преподавания биологии

MINISTRY OF EDUCATION OF THE REPUBLIC OF BELARUS
BELARUSIAN STATE UNIVERSITY
BIOLOGY FACULTY
Department of general ecology and methods of biology teaching

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БИОЭКОЛОГИИ

**Материалы Международной научной конференции,
посвященной 40-летию образования кафедры общей экологии
и методики преподавания биологии
23–25 октября 2014 г., Минск**

ACTUAL PROBLEMS OF BIOECOLOGY

**Proceedings of the International Scientific Conference,
devoted to the 40-th anniversary of the Department of general ecology
and methods of biology teaching
October 23–25, 2014, Minsk**

**Минск
Издательский центр БГУ
2014**

УДК 574(063)
ББК 28.080я431
А43

Редакционная коллегия:

д-р биол. наук, зав. каф. общ. экологии
и методики преподавания биологии БГУ *В.В. Гричик*;
д-р биол. наук *Л.В. Камлюк*; д-р биол. наук *Я.К. Куликов*;
канд. биол. наук *Т.А. Макаревич*; канд. биол. наук *А.А. Жукова*;
канд. биол. наук *Г.А. Семенюк*; канд. биол. наук *Н.Г. Еремова*

Актуальные проблемы биоэкологии : материалы Междунар.
А43 науч. конф., 23–25 окт. 2014 г., Минск = **Actual problems of
bioecology** : Proceedings of the International Scientific Conference,
October 23–25, 2014, Minsk. – Минск: БГУ, 2014. – 135 с.
ISBN 978-985-553-223-2.

В издании представлены материалы Международной научной конференции, в которых рассматриваются актуальные проблемы современной экологической науки как в региональном, так и в международном формате, а также вопросы экологической педагогики. Издание предназначено для широкого круга специалистов: научных сотрудников, преподавателей высших и средних учебных заведений, аспирантов и студентов экологического профиля.

The publication presents the proceedings of the International Conference, in which the actual problems of modern environmental science, both in the region and in the international format, as well as issues of ecological pedagogy. The edition is intended for a wide range of specialists: scientists, teachers of higher and secondary educational institutions and students of the environmental profile.

УДК 574(063)
ББК 28.080я431

ISBN 978-985-553-223-2

© Оформление. РУП «Издательский центр БГУ», 2014

ПРЕДИСЛОВИЕ

В 2014 году исполнилось 40 лет с того дня, когда на биологическом факультете Белорусского государственного университета стала функционировать новая кафедра, ныне именуемая кафедрой общей экологии и методики преподавания биологии. Экологический профиль ее научной и учебно-методической специализации был предопределен научной школой, на базе которой был сформирован штат кафедры – школой гидробиологической направленности, возглавляемой в тот период Г.Г. Винбергом. Именно Г.Г. Винберг, объединив в единое русло до этого разрозненную гидроэкологическую тематику сотрудников нескольких кафедр, придал проводимым исследованиям комплексный характер, поставив первоочередной задачей разработку важнейших вопросов гидроэкологической науки и практических задач рыбного хозяйства. За два года до этого, в 1965 г., также по инициативе Г.Г. Винберга в БГУ была организована особая лаборатория гидробиологической направленности, существующая и по сегодняшний день и функционирующая в тесной связи с кафедрой.

За свою 40-летнюю историю кафедра развивалась, в том числе, и по пути формирования новых направлений научно-исследовательской деятельности. Кроме ставших традиционными гидроэкологических исследований, здесь ведется и изучение популяционной экологии наземных позвоночных, в частности птиц и некоторых млекопитающих, экологии и феногеографии наземных беспозвоночных животных, почвенной экологии. Особый блок деятельности, в который вовлечены все преподаватели кафедры, представляет научно-методическая работа – подготовка учебников для школ и вузов, разработка учебных программ и образовательных стандартов. Уже 20 лет кафедра готовит специалистов высокой квалификации по специальности «Биоэкология»; сотни ее выпускников работают в сферах научно-исследовательской, природоохранной и педагогической деятельности.

В предлагаемом вашему вниманию сборнике материалов конференции, посвященной 40-летию юбилею кафедры, в какой-то мере отражены как основные направления научных исследований ее преподавателей, аспирантов и выпускников, так и многих других исследователей в нашей стране и за рубежом, работающих в различных направлениях экологической науки. Первых три сообщения сборника посвящены непосредственно истории кафедры и современной ее

деятельности. Далее, в алфавитном порядке фамилий авторов, следуют материалы остальных пленарных докладов, а затем, в таком же порядке, объединённые материалы сообщений по всем направлениям работы конференции. Участники конференции представляют широкий спектр регионов и научных направлений, что позволяет надеяться на то, что конференция даст новый стимул для развития как кафедры общей экологии и методики преподавания биологии, так и многих других учреждений и организаций, в той или иной мере связанных с кафедрой в рамках единой интеграционной системы мирового сообщества экологов.

*Заведующий кафедрой общей экологии и
методики преподавания биологии
д.б.н. В.В. Гричик*

**К 40-ЛЕТИЮ ОБРАЗОВАНИЯ КАФЕДРЫ ОБЩЕЙ ЭКОЛОГИИ
И МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ БИОЛОГИИ
БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Л.В. Камлюк, В.В. Гричик

Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь, ecodept@tut.by

В 1974 г. на биологическом факультете Белорусского государственного университета произошли структурные преобразования: две кафедры зоологии беспозвоночных и зоологии позвоночных были объединены в единую кафедру зоологии с выделением новой кафедры общей экологии, гидробиологии и охраны природы. Эта оправданная структурная перестройка была следствием длительной и интересной предыстории.

Корни экологических, а точнее гидрoэкологических, исследований уходят в предвоенные годы, когда в 1936 г. кафедру зоологии беспозвоночных возглавил ученый с мировым именем, выдающийся океанолог академик АН СССР Л.А. Зенкевич. В это время сотрудниками биологического факультета был обследован целый ряд водоемов Беларуси.

В послевоенный период гидробиологические и рыбохозяйственные исследования вновь возобновились и признанным центром работ этого направления стали сотрудники кафедры зоологии беспозвоночных, которую до 1947 г. продолжал возглавлять Л.А. Зенкевич. Одновременно он заведовал и кафедрой зоологии беспозвоночных биологического факультета Московского государственного университета.

Еще более широкий размах гидробиологические исследования приобрели после того, как в 1947 г. по рекомендации Л.А. Зенкевича на заведование кафедрой был приглашен д.б.н. профессор Г.Г. Винберг. Последующие двадцать лет научной, педагогической и общественной деятельности Георгия Георгиевича связаны с биологическим факультетом БГУ, где он руководил кафедрой зоологии беспозвоночных и читал лекционные курсы по общей биологии, зоологии беспозвоночных, гидробиологии, экологической физиологии, сравнительной анатомии беспозвоночных, общей и сельскохозяйственной энтомологии и т. д. Именно в этот период наиболее ярко проявился талант Георгия Георгиевича как ученого-исследователя и блестящего педагога. Своей необычайно широкой эрудицией, интеллектуальной и духовной щедростью он привлекал многочисленных учеников и последователей, способствовал созданию белорусской школы гидробиологов. Благодаря деятельности Г.Г. Винберга Минск стал крупным гидробиологическим центром, получившим широкую известность не только в СССР, но и за рубежом.

Здесь выросло несколько поколений гидробиологов – учеников Георгия Георгиевича, в том числе более 25 кандидатов и 6 докторов наук.

Г.Г. Винберг, объединив разрозненную гидроэкологическую тематику сотрудников нескольких кафедр биологического факультета, при активном участии академиков Т.Н. Годнева и М.Е. Макушка придал проводимым исследованиям комплексный характер, поставив первоочередной задачей разработку важнейших вопросов гидроэкологической науки и практических задач рыбного хозяйства.

Сотрудниками научно-исследовательского института биологии (существовавшем в тот период при биологическом факультете, директор М.Е. Макушок), а также преподавателями и студентами биологического факультета был организован ряд экспедиций для исследования водоемов Беларуси. Так, в 1947-1948 гг. были обследованы озера Браславской группы, в 1949 г. – пойменные водоемы среднего течения р. Припяти и оз. Червоное, в 1950 г. – озера Полесья и Поставского района (Винберг, 1956; Винберг, Жуков, Домбровский, 1964). Широкий размах экспедиционных работ дал возможность в короткий срок получить сведения, необходимые для выяснения роли важнейших водных сообществ и доминирующих видов в функционировании водных экосистем. Это позволило рыбохозяйственным организациям более объективно судить о продукционных возможностях водоемов с целью их рационального использования.

В начале 1950-х годов одной из важнейших задач, которые ставились перед гидробиологами Беларуси, было изучение озер и речных систем в связи с широко развернутыми мелиоративными работами на территории Белорусского Полесья. Это вызвало необходимость организации в 1953 г. комплексной экспедиции Белорусского государственного университета и Белорусского института санитарии и гигиены, которая работала под руководством Г.Г. Винберга. Следует отметить, что для обработки проб и анализа результатов экспедиции, кроме белорусских ученых привлекались также и крупнейшие специалисты Советского Союза, например Е.И. Лукин (по пиявкам) и Н.Л. Сокольская (по олигохетам).

Одновременно с исследованиями на озерах и реках Г.Г. Винбергом при активном участии Т.Н. Годнева были развернуты исследования по разработке рациональной системы минерального удобрения рыбоводных прудов. На пяти рыбхозах Беларуси было показано, что для планктона прудов необходим азот, что противоречило принятой в то время теории безазотного удобрения прудов. В последующие годы эти исследования были продолжены и обобщены в монографии Г.Г. Винберга и В.П. Ляхновича "Удобрение прудов" (1965), переизданной в Канаде и Польше.

В 1946 г. по предложению Л.А. Зенкевича была создана Нарочанская биологическая станция, сыгравшая исключительно важную роль в развитии гидробиологических исследований (Винберг, Жуков, Домбровский, 1964; Сущенко, 1999; Остапеня, 2003). Наличие постоянной базы позволило гидробиологам университета, не ограничиваясь экспедиционными работами, перейти к более углубленным исследованиям, избрав в качестве модельных водоемов три разнотипных по трофности озера – Нарочь, Мясстро и Баторино. Выполняемые на них систематические многолетние исследования позволили выявить количественные характеристики основных биопродукционных процессов и особенности биологического круговорота вещества и потока энергии.

Особенно широкий размах получили начатые ранее Г.Г. Винбергом работы по изучению первичной продукции. Основные итоги этих исследований обобщены в монографии "Первичная продукция водоемов" (1960), переизданной в США. Серьезные достижения в этой области и их широкое признание послужило основанием для созыва в Минске в 1960 г. Всесоюзной конференции по первичной продукции.

Результаты исследований, полученные гидробиологами биологического факультета под руководством Г.Г. Винберга к 1960 г., позволили перейти к следующему этапу – изучению закономерностей утилизации первичной продукции гетеротрофными организмами. В основу этих исследований были положены два взаимообусловленных процесса – экологический и продукционно-биологический. Большое внимание было уделено изучению эколого-физиологических характеристик массовых видов и целых сообществ водных организмов, позволяющих судить об их интенсивности процессов метаболизма, продукции, а следовательно, и об их функциональной роли в водоемах. В этом плане особое внимание заслуживают исследования, выполненные Л.М. Сущенко в конце 1950-х годов по питанию пресноводного зоопланктона фитопланктоном. Этими исследованиями была заложена основа дальнейшего изучения количественных закономерностей трансформации вещества и энергии организмами различных трофических уровней.

В гидробиологических исследованиях, проводимых под руководством Г.Г. Винберга, все шире применялся энергетический принцип оценки продукционных процессов в водоемах. Примером подобного рода работ служат комплексные гидробиологические исследования, проведенные в 1964 г. на эвтрофном озере Дривяты. В ходе этих работ были получены данные, позволившие оценить поток энергии через все трофические звенья. Результаты этих исследований

были обобщены в монографии под редакцией Г.Г. Винберга "Биологическая продуктивность эвтрофного озера" (1970).

В 1965 г. по инициативе Г.Г. Винберга была организована Проблемная лаборатория экспериментальной биологии Белгосуниверситета, ядром которой стала гидробиологическая группа, состоящая полностью из выпускников кафедры зоологии беспозвоночных. Впоследствии эта группа приобрела статус сектора гидробиологии, а затем и лаборатории гидроэкологии при биологическом факультете, которая активно работает и в настоящее время. Развивая идеи Г.Г. Винберга, сотрудники этой лаборатории внесли большой вклад в изучение процессов формирования качества вод, биологического самоочищения и продуктивности водоемов.

После перехода Г.Г. Винберга на работу в Зоологический институт АН СССР с 1967 по 1974 г. кафедрой руководил П.Г. Петрович. В этот период коллектив кафедры зоологии беспозвоночных, продолжая развивать идеи Г.Г. Винберга, активно участвовал в выполнении Международной биологической программы (Петрович, 1981).

Начиная с 1971 г., на протяжении многих лет преподаватели кафедры общей экологии (В.П. Ляхнович, П.Г. Петрович, С.И. Гаврилов и др.) сотрудничали с биологической группой лаборатории озероведения и активно участвовали в ее работе. Сотрудниками биологической группы было проведено гидробиологическое обследование около 600 озер Беларуси.

Таким образом, явно выраженная экологическая направленность исследований преподавателей кафедры зоологии беспозвоночных и достигнутые успехи послужили основанием для реорганизации кафедр зоологии беспозвоночных и зоологии позвоночных в объединенную кафедру зоологии и кафедру общей экологии, гидробиологии и охраны природы, что и произошло в 1974 г.

Первым ее заведующим стал ученик Г.Г. Винберга доцент В.П. Ляхнович. Кафедра общей экологии была одной из первых в СССР университетской кафедрой этого профиля. Была проделана огромная работа по подготовке программы, методических пособий для обучения студентов, т.к. все надо было начинать практически с нуля. Много сил отдавал Владимир Петрович и подготовке специалистов высшей квалификации. Среди его учеников – один доктор и 13 кандидатов наук.

Научное направление кафедры в тот период было почти исключительно гидробиологическим, что нашло свое отражение и в названии кафедры. Сотрудники кафедры в большинстве своем принадлежали к школе Г.Г. Винберга и продолжали поддерживать с ним тесные научные связи.

Возглавив кафедру, В.П.Ляхнович значительно расширил круг своих научных интересов, создав из преподавателей, сотрудников и студентов кафедры группу по исследованию водоемов-охладителей Беларуси. В ходе многолетних исследований подогреваемых озер Лукомское и Белое были получены интересные сведения по воздействию подогрева на самые разнообразные аспекты структуры и функционирования водных сообществ. Результаты этих исследований опубликованы в более чем 100 печатных работах и обобщены в докторской диссертации А.Ю. Каратаева "Структура и функционирование сообществ донных и перифитонных беспозвоночных водоемов-охладителей" (1992).

В конце 1970-х годов под руководством Владимира Петровича на кафедре были начаты исследования по проекту "Вид и его продуктивность в ареале" международной программы ЮНЕСКО "Человек и биосфера". Из списка модельных видов, предложенных ЮНЕСКО для детальных исследований был выбран двустворчатый моллюск *Dreissena polymorpha*. Владимир Петрович был одним из редакторов-составителей монографии по дрейссене, вышедшей под эгидой ЮНЕСКО в издательстве "Наука" в 1994 г. Изучение экологии этого активного вселенца продолжает занимать одно из центральных мест в научной тематике кафедры и до настоящего времени.

С 1985 по 1996 г. кафедру общей экологии возглавляла д.б.н. профессор Н.М. Крючкова, внесшая большой вклад в исследование функционирования зоопланктонного сообщества. До перехода на кафедру Нина Михайловна много лет проработала в лаборатории гидроэкологии, защитив в 1984 докторскую диссертацию. В период руководства кафедрой общей экологии Н.М. Крючковой усилились научные связи кафедры с лабораторией гидроэкологии. В рамках выполнения совместного проекта «Экологический мониторинг озер Белоруссии. Оценка эффективности трансформации вещества и энергии в основных звеньях пищевых цепей в связи с проблемой продуктивности и качества воды» преподаватели кафедры изучали сообщества зоопланктона и зообентоса Нарочанских озер. Большое место в научной тематике кафедры заняли и исследования водоемов урбанизированных территорий, в частности р.Свислочь и каскада ее водохранилищ в границах г. Минска и его окрестностей, проводимые доцентами Г.А. Семенюк и Н.Г. Еремовой. Исследования этого направления продолжаются и в настоящее время.

Изучение функционирования рыбоводных прудов, начатые В.П. Ляхновичем, были продолжены профессором Л.В. Камлюк. Эти исследования касались вопросов перестройки структурной организации и функционирования одного из наиболее мощных звеньев прудовой

экосистемы – зоопланктонного сообщества, происходящих в результате перехода от автохтонного типа рыбоводства к аллохтонному, сопровождающемуся резким повышением нагрузок органического вещества на единицу прудовой площади. Результаты, полученные в ходе проведения этих исследований, легли в основу докторской диссертации Л.В. Камлюк "Закономерности функционирования зоопланктонного сообщества экосистем рыбоводных прудов" (1992 г.).

С 1997 по 2000 г. кафедрой возглавил один из первых ее выпускников, ученик В.П. Ляхновича, д.б.н. А.Ю. Каратаев. Исследования этого периода связаны с установлением факторов, лимитирующих появление дрейссены в водоемах, изучением закономерностей ее распространения и разработкой прогноза заселения моллюском озер Беларуси. Изучалась роль дрейссены как кормового объекта для рыб, исследовалась паразитофауна дрейссены. Велась работа по созданию информационно-справочной системы "Лимнофауна-лимнофлора Беларуси", которая включала морфометрические, гидрохимические и гидробиологические данные по 553 озерам и каталоги животных и растений, обитающих в озерах Беларуси. Информационная система внедрена в Комитете рыбоохраны Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды.

С 2001 г. по настоящее время кафедрой заведует д.б.н. В.В. Гричик. Под его руководством на кафедре начаты исследования по популяционной экологии наземных позвоночных, в частности птиц и некоторых мелких млекопитающих (д.б.н. В.В. Гричик, асс. М.Ю. Немчинов), экологии и феногеографии жуслиц (ст. препод. М.Л. Минец), почвенной экологии агроценозов (д.б.н. Я.К. Куликов, асс. Е.Е. Гаевский). Доцентами Т.А. Макаревич и А.А. Жуковой активно ведется изучение структуры и функционирования сообществ автотрофного звена озерных и речных экосистем (перифитона, метафитона, микрофитобентоса и фитопланктона).

Сегодня в составе кафедры общей экологии и методики преподавания биологии 10 преподавателей, в том числе 3 доктора наук и 5 кандидатов наук. Кафедра осуществляет чтение 10 общих курсов и 9 специальных курсов в рамках специальности «биоэкология». На двух потоках для студентов четырех специальностей второго, третьего и пятого курсов биологического факультета читаются 6 общефакультетских курсов.

С 1996 г. в связи с большим объемом проводимой методической работы, название кафедры было изменено и дополнено, и она стала называться кафедрой общей экологии и методики преподавания биологии. Для этого было полное основание. Так, кафедра осуществляет чтение лекций и практические занятия по общим курсам «Методика

преподавания биологии», «Методика воспитательной работы», является ответственной по факультету за организацию педагогических практик в средних общеобразовательных учреждениях. Ведется также и исследовательская работа в области методики. Так, В.В. Гричик является автором ряда научно-методических разработок в области дидактики биологии. Под его руководством разработан учебно-методический комплекс по факультативным занятиям биологического профиля для общеобразовательной школы. Василий Витальевич является главным редактором республиканского научно-методического журнала «Біялогія: праблемы выкладання», автором трех учебных пособий для общеобразовательной школы. Л.В. Камлюк – автор и соавтор более 10 учебных пособий по биологии для учащихся средних школ республики и 4 учебных пособий для абитуриентов.

При кафедре функционирует аспирантура и магистратура. На базе Березинского бисферного заповедника открыт филиал кафедры. Кафедра имеет научные связи с экологическими и зоологическими учреждениями Беларуси, ближнего и дальнего зарубежья.

За 40 лет существования выпускниками кафедры стали около 500 студентов, которые работают в самых различных отраслях народного хозяйства Беларуси, включая различные ВУЗы, академические и отраслевые институты, школы и т.д.

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ И ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ РАБОТЫ НА КАФЕДРЕ ОБЩЕЙ ЭКОЛОГИИ И МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ БИОЛОГИИ БГУ

В.В. Гричик

Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь, gritshik@mail.ru

В сложившейся системе учебной работы на биологическом факультете БГУ кафедра общей экологии и методики преподавания биологии является выпускающей кафедрой по специальности «Биоэкология», а также обеспечивает преподавание ряда общих курсов на других специальностях («Экология и рациональное природопользование», «Биометрия», «Методика преподавания биологии» и др.). В тесной связи с этим находятся и научные исследования, выполняемые на кафедре силами ее преподавателей, аспирантов и студентов. Эти исследования развиваются в трех основных направлениях:

1. Исследование структуры и функционирования водных и наземных сообществ организмов в условиях Беларуси, включая

решение практических задач мониторинга экосистем, сохранения и устойчивого использования биологического разнообразия.

2. Разработка путей экологической оптимизации использования почвенных ресурсов, включая методы повышения качества и плодородности почв.
3. Дидактическая разработка учебно-методических комплексов по учебному предмету **Биология** общеобразовательной школы и по учебным курсам биологических специальностей вузов.

Характеризуя первое из названных направлений, следует отметить, что на кафедре успешно продолжается исследовательская деятельность в русле, заложенном научной гидроэкологической школой члена-корреспондента АН СССР Г.Г. Винберга (Л.В. Камлюк, Т.А. Макаревич, Г.А. Семенюк, Н.Г. Еремова, А.А. Жукова). В частности, на сегодняшний день усилия направлены в первую очередь на исследование структуры и экологических функций автотрофных и гетеротрофных сообществ водоемов. Активно ведутся исследования перифитона, его роли в формировании первичной продукции водных экосистем, а также особенностей его функционирования в условиях очистных сооружений, включая его использование в процессах очистки городских сточных вод. Изучается структура сообществ гидробионтов водоемов г. Минска и озер Национального парка «Нарочанский», также продолжают исследования роли видов-вселенцев в водных сообществах (в частности, *Dreissena polymorpha*), и др. Гидроэкологические исследования на кафедре тесно интегрированы с тематикой НИР лаборатории гидроэкологии БГУ и лаборатории гидроэкологии НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам. Значительная часть исследований выполняется на базе Учебно-научного центра «Нарочанская биологическая станция имени Г.Г. Винберга». В определенной мере в качестве базы для проведения как научных исследований, так и учебных занятий и практик студентов использовался Березинский биосферный заповедник. С созданием на его базе в 2014 году филиала кафедры степень интеграции с этим природоохранным учреждением будет возрастать.

В рамках названного научного направления ведутся также исследования биологического разнообразия наземных экосистем, в первую очередь сообществ наземных позвоночных и беспозвоночных животных (В.В. Гричик, М.Л. Минец, М.Ю. Немчинов). В последние годы такие исследования были сосредоточены на изучении биологического разнообразия сообществ наземных животных пойменных ландшафтов и агроландшафтов Беларуси. В рамках популяционной биологии продолжают исследования внутривидовой пространственной изменчивости

наземных позвоночных, в первую очередь птиц, в том числе и в экологическом аспекте (В.В. Гричик). Разработана модель биохорологической структуры вида, основанная на современной популяционно-биологической концепции подвида, пригодная для решения ряда прикладных задач сохранения и устойчивого использования природных популяций наземных животных. В основном силами студентов, специализирующихся на кафедре, с 2004 г. ведется ежегодный мониторинг численности мелких млекопитающих (в первую очередь мышевидных грызунов), являющихся важным компонентом сообществ наземных позвоночных животных и представляющих кормовую базу для многих хищников.

Прикладной аспект научных исследований кафедры этого направления реализуется также в решении задач мониторинга водных и наземных экосистем, сохранения и устойчивого использования биологического разнообразия, ведения «Красной книги Республики Беларусь», и др.).

Проводимые на кафедре исследования экологии почв целиком ориентированы на прикладные задачи (Я.К. Куликов, Е.Е. Гаевский). Они ведутся в направлениях оптимизации биологической активности дерново-подзолистых песчаных почв на основе торфования и землевания с целью повышения ее плодородия и экологической устойчивости, исследования структуры сообществ водорослей в почвах на разных стадиях их оптимизации, и др.

Важной составляющей научно-исследовательской работы на кафедре являются научно-методические разработки, направленные на совершенствование преподавания биологических и экологических дисциплин в общеобразовательной школе и в вузе. К числу важных достижений кафедры в этом направлении является существенный вклад в разработку учебно-методических комплексов (УМК) по инвариантному и вариативному компонентам обучения для общеобразовательной школы». Работа над этими УМК включает создание учебных пособий по биологии для учащихся общеобразовательных школ (Л.В. Камлюк), разработку комплектов для факультативных занятий биологического профиля для школьников (В.В. Гричик, М.Ю. Немчинов), разработку интерактивных контрольно-обучающих материалов на основе компьютерных программ (В.В. Гричик, М.Л. Минец), и др.

Не менее значим также вклад преподавателей кафедры в подготовку учебных пособий для биологических и экологических специальностей вузов. Только в последние годы увидели свет такие пособия, как «Экология и рациональное природопользование» (2013 г., авторы В.В. Гричик, Л.В. Камлюк, Г.А. Семенюк), «Почвенные

ресурсы» (2013 г., Я.К. Куликов), «Экологический мониторинг, контроль и экспертиза» (2012 г., Т.А. Макаревич, С.П. Уточкина), «Методика преподавания биологии» (2012 г., В.В. Гричик), и др.

Важной частью работы кафедры является разработка научно-методической базы для подготовки студентов по специальности 1-33 01 01 Биоэкология, по которой на первую ступень обучения, согласно новым учебным планам, отводится 4 года. Перед разработчиками учебного плана стояла задача, с одной стороны, не допустить снижения профессионального уровня специалистов-биоэкологов, с другой – избежать их перегруженности второстепенными, мало востребованными в профессиональной деятельности знаниями. Это потребовало, во-первых, внесения изменений, касающихся государственного и вузовского компонентов цикла специальных дисциплин. Взамен нескольких исключенных из преподавания общебиологических дисциплин введены несколько новых, в частности, «Экологическая биотехнология». Во-вторых, специализация студентов, в соответствии с новым учебным планом, начинается с 4 семестра и предполагает выполнение двух курсовых работ – на втором (теоретическая, реферативная) и на третьем курсах. В связи с этим учебная зоолого-ботаническая практика после второго курса сокращается с 5 недель «старого» учебного плана до 2 недель. В дополнение к ней вводится 3-недельная учебная ознакомительная практика, которая для студентов специальности Биоэкология должна быть экологической и включать три основных раздела: основы гидроэкологии, ознакомление с методами почвенно-экологических исследований и методами изучения экологии наземных животных.

НИЛ ГИДРОЭКОЛОГИИ И КАФЕДРА ОБЩЕЙ ЭКОЛОГИИ И МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ БИОЛОГИИ: ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ

Т.М. Михеева, Б.В. Адамович

Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь, mikheyeva@tut.by

НИЛ гидроэкологии создана в январе 1965 г. на базе биологического факультета БГУ по решению ГКНТ и Совета Министров для развития производственно-энергетического направления в гидробиологии, разрабатывавшегося выдающимся гидробиологом-лимнологом, основателем лаборатории (тогда она называлась Проблемной лабораторией экспериментальной биологии), членом-корреспондентом АН СССР, заслуженным деятелем науки РСФСР Г.Г. Винбергом, заведовавшим на факультете кафедрой зоологии беспозвоночных животных, выпускники которой стали ядром вновь образовавшейся лаборатории и кафедры общей

экологии, гидробиологии и охраны природы, созданной в 1974 г. по инициативе ученика Г.Г. Винберга канд. биол. наук, доцента В.П. Ляхновича. Г.Г. Винберг руководил лабораторией по 1967 г. до своего перехода на работу в ЗИН АН СССР. С 1967 г. по февраль 2012 г. бессменным руководителем НИЛ гидроэкологии был его ученик доктор биол. наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси А.П. Остапеня, а после ухода его из жизни – лабораторией заведовала ученица Г.Г. Винберга доктор биол. наук, доцент Т.М. Михеева, в настоящее время заведующим НИЛ гидроэкологии является ее ученик канд. биол. наук Б.В. Адамович. Таким образом, и в лаборатории, и на кафедре сохранялась преемственность проводившихся научных исследований. Разработанные Г.Г. Винбергом методы и оригинальный энергетический подход к решению центральной проблемы гидробиологии – изучению продуктивности водоемов – фактически создали новое направление гидробиологических исследований – продукционную гидробиологию. Научная школа продукционной гидробиологии, многие воспитанники которой работали или продолжают работать в лаборатории и на кафедре, которая называется сейчас кафедрой общей экологии и методики преподавания биологии, завоевала широкое мировое признание.

Направлением деятельности лаборатории было и остается исследование механизмов функционирования водных экосистем, процессов биологического самоочищения и формирования качества вод на основе энергетического подхода в связи с проблемой сохранения природных особенностей, оценкой экологической устойчивости и изменений водоемов и водотоков под влиянием антропогенной деятельности и изменяющихся экологических и климатических условий.

Исследования белорусской школы продукционной гидробиологии внесли серьезный вклад в решение фундаментальных и прикладных проблем современной гидроэкологии. Среди них: роль сестона и детрита в механизмах функционирования водных экосистем; место пикопланктона в структуре планктонных сообществ; изменение структуры фитопланктонного сообщества при эвтрофировании и деэвтрофировании озер; взаимоотношения фито- и зоопланктона; значение перифитона в функционировании озерных экосистем; значение соотношения внешней и внутренней нагрузки в процессах эвтрофирования озер; взаимодействие водной толщи и донных отложений в озерах; роль биологических процессов в седиментации взвешенных веществ и др. Обоснован концептуальный подход к изучению перифитона с точки зрения трофометаболического единства водорослей, бактерий, грибов, беспозвоночных и мертвого органического вещества (детрита). Создан

таксономический каталог альгофлоры Беларуси и определены краснокнижные виды водорослей. Накоплены материалы, составляющие уникальную базу данных, необходимую для понимания процессов, происходящих в загрязненных радионуклидами водоемах разного биологического типа. Результаты проводимых исследований являются научной основой для разработки методов управления озерными экосистемами и для их рационального использования.

В лаборатории изучались аспекты биотического круговорота вещества и энергии, непосредственно связанные с исследованием синтеза органического вещества и его вступления в круговорот, ролью взвешенных веществ (сестона), детрита и планктонных организмов в функционировании водных экосистем. В результате выполненных работ на Нарочанских озерах предложен ряд научно-обоснованных рекомендаций по охране оз. Нарочь от эвтрофирования и сохранению природного потенциала этого уникального озера в Беларуси, даны рекомендации по стратегии эксплуатации природных ресурсов бассейна оз. Нарочь, разработан перечень показателей качества воды, учитывающих экологические особенности водоемов и приоритеты их хозяйственного использования. Полученные результаты исследований, помимо очевидной практической значимости для республики, имеют высокую научную значимость на мировом уровне, о чем могут свидетельствовать публикации в изданиях с высоким рейтингом.

Во всех этих исследованиях НИЛ гидроэкологии тесно взаимодействовала и продолжает сотрудничать с профильной кафедрой **общей экологии и МПБ**. Ряд сотрудников кафедры – выходцы из лаборатории: это канд. биол. наук, доцент Г.А. Семенюк, канд биол. наук, доцент Т.А. Макаревич, канд. биол. наук, доцент А.А. Жукова. С 1985 по 1996 г. кафедру возглавляла Н.М. Крючкова, работавшая в лаборатории с ее основания и получившая в ней степень доктора биологических наук. В 1997 г. с приходом на заведование кафедрой ученика В.П. Ляхновича доктора биологических наук А.Ю. Каратаева в состав лаборатории был включен сектор водной экологии географического факультета (Л.Е. Бурлакова, Г.Г. Вежновец, И.А. Рудаковский), с сотрудниками которого НИЛ гидроэкологии до сих пор поддерживает научные связи, несмотря на последующий переход их в другие учреждения.

Помимо участия в научных исследованиях лаборатории сотрудники кафедры сильно представлены на ней гидробиологического направления, и сотрудники лаборатории, со своей стороны активно участвуют в педагогическом процессе кафедры. Сотрудниками лаборатории читался на кафедре ряд авторских курсов, в которых широко использовались результаты собственных исследований: это магистерские курсы «Экологический

метаболизм в водных экосистемах» и «Лимнология» (А.П. Остапеня); общий курс «Гидроэкология» (А.П. Остапеня); специальные курсы «Альгология и гидрофлора» (Т.М. Михеева), «Радиоэкология» (А.П. Павлютин), «Органическое вещество в водных экосистемах» (А.П. Остапеня). В.Ф. Иконников на протяжении ряда лет проводил лабораторные занятия по курсу «Биометрия» и читал разработанный им курс «Математическое моделирование в экологии». Сотрудники лаборатории Р.З. Ковалевская, Т.М. Михеева, Н.В. Дубко, Н.В. Никитина, Р.А. Деренговская на базе лаборатории проводили различные разделы специального практикума, что позволяло студентам знакомиться с современными методами исследования и приобретать практические навыки.

Под руководством сотрудников лаборатории на ее базе выполнен ряд магистерских диссертаций. Выпускники кафедры разных лет обучались в аспирантуре при НИЛ гидроэкологии и успешно защитили кандидатские диссертации (Т.А. Макаревич – научный руководитель Т.М. Михеева; О.В. Трифонов, А.А. Жукова и Ю.К. Верес – научный руководитель А.П. Остапеня). Ежегодно студенты кафедры выполняют в лаборатории курсовые и дипломные работы, используя лабораторное и полевое оборудование, собранные усилиями сотрудников многочисленные определители по разным группам гидробионтов (в особенности по альгофлоре) и получая консультативную помощь высококвалифицированных специалистов – сотрудников лаборатории.

Новые результаты исследований, получаемых при выполнении разных проектов и тем в лаборатории, внедряются в соответствующие курсы учебной программы кафедры. На базе лаборатории проходили научную стажировку и некоторые преподаватели кафедры (проф. Л.В. Камлюк, доценты Г.А. Семенюк и Н.Г. Еремова).

Сотрудники кафедры и лаборатории проводят совместные семинары по апробации кандидатских диссертаций, участвуют в организации международных конференций, в работе студенческого научного кружка. Ряд преподавателей кафедры выполняют роль рецензентов выпускаемого с 1999 г. НИЛ гидроэкологии «Бюллетеня экологического состояния озер Нарочь, Мясро, Баторино» (проф. Л.В. Камлюк, д.б.н. В.В. Гричик, к.б.н. Т.А. Макаревич, к.б.н. Г.А. Семенюк). Сотрудники НИЛ гидроэкологии рецензируют значительную часть дипломных работ, магистерских диссертаций и научно-методических работ преподавателей кафедры.

В настоящее время, когда пресная вода является стратегическим ресурсом, проблеме качества поверхностных вод уделяется первостепенное внимание во всем мире. Разработка и эффективное применение методов сохранения и улучшения качества вод поверхностных водоемов возможны

только при детальном изучении и выявлении механизмов функционирования водных экосистем, процессов превращения вещества и энергии, что требует концентрации усилий ученых не только одного направления, но и работающих на стыке разных наук, а это может принести наиболее перспективные результаты.

В будущем, кроме традиционных направлений исследований (мониторинг и изучение структурных и функциональных аспектов биологических сообществ водоемов и водотоков, как необходимой основы для оценки изменений в экосистеме озер, вызванных межгодовыми естественными флуктуациями климатических факторов и нарушениями в результате антропогенной деятельности, в особенности озер Нарочанской группы), НИЛ гидроэкологии планирует в содружестве с сотрудниками кафедры и УНЦ «Нарочанская биологическая станция им. Г.Г. Винберга», а также другими возможными партнерами развивать следующие перспективные направления, которые отвечают критериям прорывных направлений согласно «Методике оценки прорывных направлений научных исследований», разработанной и утвержденной НАН Беларуси и ГКНТ:

1. Изучение биологических механизмов функционирования водных экосистем с целью управления процессами формирования качества вод и ресурсным потенциалом водоемов и оценки их экологической устойчивости;
2. Изучение потоков и трансформации органического вещества в процессах функционирования водных экосистем и их связи с самоочистительной способностью водных объектов с разным уровнем антропогенного воздействия;
3. Исследование механизмов и количественных характеристик эмиссии диоксида углерода экосистемой озер, в рамках активно развивающегося в мире направления, целью которого является изучение баланса диоксида углерода между атмосферой и поверхностными водоемами;
4. Изучение особенностей развития и функционирования синезеленых водорослей (цианобактерий) – продуцентов опасных токсинов различного спектра действия, с использованием молекулярно-генетических и микроскопических методов исследований на геномном уровне, выявление генов синтеза токсинов и анализ воздействия токсинов на состояние водоемов и водотоков республики. Изучение закономерностей развития синезеленых водорослей (цианобактерий) в рыбоводческих прудах Беларуси с целью оценки и предотвращения их негативного влияния на объекты аквакультуры.

HYDROECOLOGICAL CONDITIONS OF FUNCTIONING OF INVERTEBRATE GROUPS IN OXBOW LAKES WITH DIFFERENT HYDROLOGICAL CONNECTIVITY TO RIVERBED

K.T. Obolewski

Pomeranian University in Słupsk, Poland
Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Poland

Biotope of oxbow lakes is a combination of lotic and lentic features. That forms unique habitats assigned to protection within the Habitats Directive Natura 2000 as subtype “Oxbow lakes and small reservoirs” (code 3150-2). Phytosociological indicators of that habitat are submerged unattached macrophytes (*Potamion* and partly *Nymphaeion*), floating attached as well as floating unattached macrophytes (*Lemnetea*). Those unique plant communities in oxbow lakes are accompanied by fauna of equally unique structure. Particularly interesting are benthic fauna communities, which condition indicates the ecological state of aquatic ecosystems. Their presence and structure in oxbow lakes depend on the connectivity with the main river. Benthic fauna is particularly abundant in the contact zone between riverine and oxbow waters while limited hydrological connectivity lowers its density. In cut-off oxbow lakes, which undergo quick succession and shallowing, plants constitute alternative habitat for benthofauna (Strzałek, Koperski 2009). Thanks to “ecological plasticity” some species may survive in anaerobic conditions, which occur in lentic oxbows mainly during summer.

Irrespective of the fact, that the distinguished hydrodynamic types of oxbow lakes favour the occurrence of specific hydrobionts, those reservoirs are important ecological centres, so called “**hot spots**”, on a scale of a river valley or even a region, which form diverse habitats for numerous flora and fauna representatives (Ward, Stanford 1995, Bornette et al. 1998). Relationships between riverbed and river valley are reflected by complex functions, such as production, decomposition and consumption, which are influenced by systematic floods and oscillations of water level (Sparks et al. 1990). According to the “**flood pulse**” theory, alternating periods of floods and streamflow drought favour decomposition and the circulation of nutrients, which increase biological diversity and productivity of ecotones water/land (Zalewski 2006).

Scientific studies conducted so far have revealed that the following factors influence the taxonomic and functional structures of invertebrates in oxbow lakes:

1. hydrological connectivity between the river and oxbow lake, which determines the rate of water and matter exchange;
2. environmental conditions;
3. presence of vegetation and artificial substrate as habitats for invertebrates.

Hydrological connectivity seems to be the key factor which influences ecological state of an oxbow ecosystem. Differences in surface contact with the main river obviously have impact on taxonomic and functional structures of zoocenoses. Cut-off and eutrophicated oxbow lakes were predominated by Chironomidae or Crustacea (mainly *Asellus aquaticus* L.). In partly open and open oxbows the main component of benthic fauna were Crustacea representatives while in oxbows connected with the main river by melioration ditches the main role played Ephemeroptera larvae. Hydrological connectivity between river and adjacent wetlands reflects in the biodiversity of a river valley. The highest Shannon index (around 1) was recorded for open oxbow lakes and often it was higher than in the main river. In turn, the lowest diversity values were noted in closed oxbows, where the Shannon diversity index usually did not exceed 0.5 (Obolewski 2011). It turns out, that invertebrate diversity slightly increases with increasing hydrological connectivity while the invertebrate abundance has unimodal distribution (Tockner et al. 1999b, Ward 1998, Amoros, Bornette 2002, Ward et al. 2002, Whiles, Goldowitz 2005, Gallardo et al. 2008, Obolewski 2011). The most optimal connection is a partial one – semi-lotic – or alternatively the full contact. Most of the studies conducted so far have revealed that such types of hydrological connectivity favour habitat diversity within one reservoir. As a result, considerable amount of benthic invertebrates appears. Moreover, hydrological connectivity improves environmental conditions in oxbow lakes (Glińska-Lewczuk 2009).

In semi-open oxbows the highest abundance of macrozoobenthos is usually recorded in the oxbow arms, which are in contact with the main river. A considerable number of taxa are observed in such ecosystems but the total density is low: not exceeding 2000 indiv.m⁻². The open oxbow lakes, with moderate flow velocity, the distribution of consecutive invertebrate taxa is more even, however benthic invertebrates tend to group in the oxbow arms. Benthofauna diversity in such oxbows is moderate (around 20 taxa) while density reaches 2000 indiv. m⁻². In turn, the benthic fauna in cut-off oxbow lakes is of low diversity; however its abundance can vary considerably, reaching even a few thousand indiv. m⁻² (Gallardo 2009, Obolewski 2011). Limited water flow (i.e. stable conditions) favours Crustacea, mainly A.

aquaticus (Obolewski 2011), which domination increases with hydrological connectivity and reaches its maximum at the level of 50%.

Hydrological connectivity within a river valley may be treated as a key parameter which influences qualitative and quantitative structure of benthic invertebrates. Regardless of the oxbow-river connection, the abundance of invertebrates in oxbows is usually considerably higher than in watercourses (5-fold in semi-lotic oxbows, 6-fold in lentic and 8-fold in lotic oxbows). Any rapid events within riverbed, which are followed by the elimination of some invertebrate fauna components in the river, can be interacted by organisms inhabiting oxbow lakes. Therefore, the wetlands within a floodplain are “**biological centres**” of recolonization for river valleys.

Oxbow-river hydrological connectivity triggers water movement of different scale and wavy motion, which considerably alter habitat conditions. Intensive water movement prevents the deposition of sediments while stable waters favour the existence of isolated still water pools. Moreover, water flow and waves equalize water temperature and differences in other parameters between consecutive zones of an oxbow environment. They also favour the inflow of food, oxygen and outflow of metabolic products. In terms of water movement, it is clear to divide oxbow lakes into lotic and lentic. More complex situation is observed in semi-open oxbows, which combine the features of both closed and open reservoirs.

Apart from the type of oxbow-river connectivity, the level of connection should be also considered, since it influences the volume of flowing water as well as the velocity and distribution of currents. The strength of currents varies between the oxbow types but also within the same type of such reservoirs. Strong currents occur in open arms of an oxbow lake and in the surface zone. Therefore, habitats differ between lotic reservoirs (favoured by rheophilic organisms), lentic oxbows (preferred by rheoxenic species) and many intermediate environments. That has been confirmed by the research on invertebrates in a lotic oxbow lake, where fauna more abundantly inhabited the zone of river water inflow. The more intensive water flow, the higher abundance of benthofauna species, particularly Crustacea, and their biomass, mostly of Oligochaeta, Hirudinea and Crustacea. In case of Diptera larvae, Trichoptera, Ephemeroptera and Mollusca, their abundance and biomass varied considerably. Water flow in the studied oxbow also influenced invertebrates being a part of periphyton. Water movement particularly favoured Nematoda, which feed in many ways and Protista, predominated by sedimentators - Peritricha (Piesik 1992).

Suspended material and re-suspended bottom sediments are for them the source of food.

The studies carried out on **floodplain water bodies** have proved that water quality directly and indirectly influence hydrobiont communities (e.g. Wang et al. 2007). Flooded wetlands are supplied with nutrients from natural and artificial sources, both external (inflow) and internal (productivity) and their highest content is observed in cut off reservoirs (Tockner et al. 1999). The lack of **flood pulse** increases the rate of sediment deposition and eutrophication. Additionally, anthropogenic influences such as agricultural use and urbanization result in higher trophy of floodplain areas. Sedimentation of heavy particles and their immobility cause that small water bodies and oxbow lakes are so called ecological traps for contaminants migrating within a river valley. Therefore, oxbow lakes are sometimes used as settling basins but the accumulated matter is also a source of food for a wide range of invertebrates. In turn, epiphytic invertebrates, like Peritricha (Protista) and Rotifera (sedimentators), feed on fine particles suspended in water (Piesik 1992). In spite of small size, their considerable density cause that they are able to eliminate most of the suspended matter and improve light conditions in a reservoir. Those processes are intensified thanks to filtrators, represented in periphyton mainly by *Chydrous sphaericus* O.F. Müller.

Water quality has undeniable influence on living organisms and either favours their development or leads to their elimination from aquatic environment. Many studies aim at the assessment of relationships between abiotic factors and macroinvertebrates (e.g. Sadin 2003, Gallardo et al. 2008). More dynamic thermics of water in oxbow lakes, comparing to other aquatic ecosystems, determines the abundance of invertebrate communities. In this aspect, biodiversity in floodplain areas can be closely connected with global climatic changes (Burgmer et al. 2007).

Apart from physical factors, habitat conditions of invertebrates also significantly depend on chemical properties of water. The most important influence on taxonomic and functional structure of the discussed communities has been recorded for nitrogen compounds and sulphates (Blumenshine et al. 1997, Gallardo et al. 2008). Nitrites are soluble compounds, common in riverine waters, and therefore can be used as an indicator of water quality and integrity of aquatic ecosystems (Smith et al. 2007). As a transitional form of nitrogen in geochemical transformations, nitrites influence biodiversity and abundance of invertebrate fauna. Their presence is a sign of dynamic changes in floodplain areas. Low oxygen concentration, particularly in lentic oxbow lakes, results in the occurrence of

toxic ammonia, which eliminates the presence of most of invertebrate species. At higher oxygen concentration the nitrate nitrogen is formed, which can be assimilated by aquatic plants. In such conditions a rich food base and habitats favourable for invertebrates appear. The role of nitrite nitrogen in the functioning of invertebrate communities indicates the need of better hydrological connectivity in floodplain areas. Another important chemical parameter in oxbow waters is the concentration of sulphates. The lack of oxygen, particularly in wetlands with limited hydrological connection to the main river, causes the transformations of sulphur compounds and hydrogen sulphide appears, toxic for benthofauna. In turn, sulphate ions can be assimilated by vegetation, which favours their development. Then, the atrophy of plants is followed by the release of sulphur in the form of hydrogen sulphide. In lentic and semi-lotic (one closed arm) oxbow lakes that chemical compound appears regularly.

Conclusions

1. Oxbow lakes are a transitional form between river and lake ecosystems which are important in increasing biodiversity of river valleys and contribute to the recolonization of zoocenoses in riverbed. That role is determined by the following factors: (1) hydrological connectivity and the rate of water exchange; (2) hydrochemical conditions;.
2. The main factor which influences zoocenoses in oxbow lakes is the oxbow-river hydrological connectivity. Semi-lotic and lotic connections with moderate water flow seem to be the optimal types.
3. Oxbows function as biogeochemical filters and the content of nutrients in their waters increase with limited hydrological oxbow-river connectivity. Dynamic hydrochemical changes in those ecosystems influence invertebrate communities. Dissolved oxygen concentration is the most important for snails while benthic invertebrates in general are mainly influenced by dissolved nitrogen and sulphur compounds.

Acknowledgements

This study was supported financially by the Polish Ministry of Education and Science no. NN N305 1423 40.

МОНИТОРИНГ ИЗМЕНЕНИЙ АРЕАЛОВ ГАЛОФИЛЬНЫХ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ НА ЮЖНОМ ПОБЕРЕЖЬЕ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

О.Р. Александрович

Поморская Академия, г. Слупск, Польша, oleg.aleksandrowicz@apsl.edu.pl

Жесткокрылые насекомые польского побережья Балтийского моря более 150 лет являются объектами изучения энтомологов (Coleoptera Poloniae, 2013).

Таблица 1. Галотолерантные жесткокрылые польского побережья Балтийского моря, литературные данные и современное состояние

Семейство	Вид	Категория МСОП	Современное состояние
Carabidae	<i>Acupalpus exiguus</i> Dejean, 1829	VU	редок
	<i>Amara convexiuscula</i> (Marsham, 1802)		редок
	<i>Amara ingenua</i> (Duftschmid, 1812)		нередок
	<i>Anthracus consputus</i> (Duftschmid, 1812)		нередок
	<i>Bembidion lunatum</i> (Duftschmid, 1812)		редок
	<i>Bembidion transparens</i> (Gebler, 1829)		редок
	<i>Bembidion minimum</i> (Fabricius, 1792)	VU	?
	<i>Bembidion tenellum</i> (Erichson, 1837)		?
	<i>Bembidion varium</i> (Olivier, 1795)		обычен
	<i>Bembidion ruficolle</i> (Panzer, 1797)		нередок
	<i>Bembidion cruciatum polonicum</i> J. Мyller, 1930		нередок
	<i>Bembidion bipunctatum</i> (Linnaeus, 1761)	LC	редок
	<i>Brosicus cephalotes</i> (Linnaeus, 1758)	DD	обычен
	<i>Cicindela maritima maritima</i> Dejean, 1822	EN	нередок
	<i>Dyschirius arenosus</i> Stephens, 1827		обычен
	<i>Dyschirius nitidus</i> (Dejean, 1825)		нередок
	<i>Dyschirius tristis</i> Stephens, 1827		редок
	<i>Dyschirius impunctipennis</i> Dawson, 1854		редок
Curculionidae	<i>Harpalus servus</i> (Duftschmid, 1812)		редок
	<i>Stenolophus mixtus</i> (Herbst, 1784)		обычен
	<i>Philopedon plagiatum</i> (Schaller, 1783)		обычен

**Таблица 2. Галобиионные жесткокрылые польского побережья
Балтийского моря, литературные данные и современное состояние**

Семейство	Вид	Категория МСОП	Современное состояние
Carabidae	<i>Acupalpus elegans</i> (Dejean, 1829)	EN	?
	<i>Bembidion pallidipenne</i> (Illiger, 1802)		редок
	<i>Bembidion fumigatum</i> (Duftschmid, 1812)	EN	нередок
	<i>Bembidion aeneum</i> Germar, 1824		?
	<i>Dyschirius salinus</i> Schaum, 1843	EN	?
Chrysomelidae	<i>Macrolepa mutica</i> (Fabricius, 1792)	CR	вымер?
	<i>Phaedon concinnus</i> Stephens, 1831	VU	редок
	<i>Psylliodes marcida</i> (Illiger, 1807)		редок
Curculionidae	<i>Ceutorhynchus cakilis</i> (Hansen, 1917)	EN	редок
	<i>Otiorhynchus atroapterus</i> (De Geer, 1775)	EN	редок
Oedemeridae	<i>Nacerdes melanura</i> (Linnaeus, 1758)		нередок
Tenebrionidae	<i>Oedemera croceicollis</i> (Gyllenhal, 1827)	EN	нередок
	<i>Phaleria cadaverina</i> (Fabricius, 1792)		редок
Heteroceridae	<i>Phylan gibbus</i> (Fabricius, 1775)		обычен
	<i>Heterocerus flexuosus</i> Stephens, 1828	DD	редок
Scarabaeidae	<i>Heterocerus obsoletus</i> Curtis, 1828		редок
	<i>Aegialia arenaria</i> (Fabricius, 1787)		обычен
Hydrophilidae	<i>Cercyon littoralis</i> (Gyllenhal, 1808)	EN	очень редок
	<i>Enochrus bicolor</i> (Fabricius, 1792)	EN	очень редок
	<i>Enochrus halophilus</i> (Bedel, 1878)		оч. редок
	<i>Hydrobius fuscipes</i> (Linnaeus, 1758)		оч. редок
Hydraenidae	<i>Ochthebius marinus</i> (Paykull, 1798)	CR	<1929
Staphylinidae	<i>Aleochara grisea</i> Kraatz, 1856		<1937
	<i>Aleochara obscurella</i> Gravenhorst, 1806		<1926
	<i>Atheta varendorffiana</i> Bernhauer & Scheerpelz, 1926		<1918
	<i>Atheta vestita</i> (Gravenhorst, 1806)		<1937
	<i>Cafius xantholoma</i> (Gravenhorst, 1806)	DD	?
	<i>Halobrecta algae</i> (Hardy, 1851)		<1876
	<i>Halobrecta flavipes</i> Thomson, 1861		<1888
	<i>Heterothops binotatus</i> (Gravenhorst, 1802)	VU	<1916
	<i>Omalius littorale</i> Kraatz, 1857	CR	<1858
	<i>Philonthus binotatus</i> (Gravenhorst, 1806)		?
	<i>Philonthus salinus</i> (Kiesenwetter, 1844)		<1854
	<i>Phytosus balticus</i> Kraatz, 1859		оч. редок
<i>Quedius balticus</i> Korge, 1960		?	

Примечание к табл. 1 и 2: LC требующие внимания; DD недостаточно данных; VU уязвимые; EN вымирающие; CR на грани исчезновения; <[год] Не был зарегистрирован с [года]; ? указание сомнительно

Заинтересованность галофильными жесткокрылыми вызвана во многом тем, что их расселение напрямую зависит от солености балтийской воды. В настоящее время появляется все больше данных, что глобальное потепление вызывает снижение солености из-за увеличения осадков в Восточной и Северо-Восточной Европе и последующего их стока (Heip et al 2009).

Для этого предпринята попытка оценки исторических изменений ареалов жесткокрылых на протяжении последних 150 лет. Сравнивали исторические данные из письменных источников с современным распространением галофилов.

На основании собственных и литературных данных составлен список, включающий 21 вид галотолерантных и 35 видов галобионтных жесткокрылых (табл. 1,2).

Среди галотолерантных видов исчезнувших нет (табл. 1). Вероятно эти виды формируют устойчивые популяции и снижения засоления Балтийского моря не оказывает на них влияния. Указания 2 видов ошибочны.

Иначе выглядит ситуация с галобионтами: из 35 видов только 18 обнаружены в настоящее время (табл. 2). Еще 7 видов указаны, вероятно, ошибочно, а 9 видов не были обнаружены более 80 лет. Вероятно, эти виды исчезли с польского побережья. Ближайшие известные их местонахождения – побережье Германии к западу от Эльбы.

Исследования распространения галобионтных жесткокрылых должны быть продолжены, так как ситуация с засолением может меняться, а эти виды являются чувствительными индикаторами происходящих изменений.

ПРОБЛЕМА ИЗУЧЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОЕМОВ ОТРАБОТАННЫХ МЕЛОВЫХ КАРЬЕРОВ

В.М. Байчоров¹, С.А. Хомич², Ю.Г. Гигиняк¹

¹ ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»,

Минск, Беларусь, vbaitch@gmail.com

² Белорусский государственный университет Минск, Беларусь

Восстановление природного и хозяйственного потенциала земель, трансформированных в процессе добычи нерудных полезных ископаемых открытым способом, относится к числу актуальных для Беларуси задач средосохранения и ресурсосбережения. Одним из перспективных путей восстановления постпромышленных земель является создание на месте

отработанных месторождений карьерных водоёмов многоцелевого хозяйственного использования. Карьерные водоёмы, генетически связанные с выработанными месторождениями минерального сырья, представляют собой объекты экономически эффективной и экологически целесообразной водохозяйственной рекультивации. При её осуществлении значительно снижаются объёмы дорогостоящих горнотехнических работ по выравниванию нарушенной поверхности, нанесению плодородного гумусного слоя, облесению площадей карьерно-отвалных комплексов. Среди деградированных постпромышленных земель в Беларуси обводнено и потенциально пригодно для формирования карьерных водоёмов более 24 % месторождений песка и гравия, 74 % месторождений глины, около 90 % карбонатного сырья. Есть все необходимые условия для аккумуляции вод дефицитного поверхностного и подземного стока и на выработанных меловых карьерах. Более того, по экспертным оценкам, меловые карьеры являются высокопотенциальными объектами для их использования по пути создания водоемов. Учитывая вышесказанное, оценка функционирования нового для Беларуси типа аквальных систем – меловых водоемов является актуальной задачей для выявления возможности формирования их биоты на начальных стадиях сукцессионных процессов и разработки предложений для биоманипуляций, охраны и развития экотуризма. Следует указать, что уже сейчас водные объекты отработанных меловых карьеров являются своеобразными центрами неорганизованного наземного, водного и подводного туризма.

После отработки меловой залежи в карьерах в результате их самозатопления поверхностными и грунтовыми водами образуются уникальные водные экосистемы. Уникальность этих систем определяется, во-первых, тем, что их развитие представляет собой классический пример редко встречающейся в природе первичной экологической сукцессии. Во-вторых, на структуре и функционировании сообществ гидробионтов должна отразиться специфика абиотической среды. В связи с этим получение новых знаний о структуре и функционировании водных и околородных сообществ водоемов меловых карьеров, находящихся на ранних стадиях сукцессионных процессов является стартовой отметкой для дальнейшего проведения мониторинговых исследований. Поднятая проблема является комплексной и лежит на стыке ряда эколого-биологических дисциплин.

В 2012 г. была проведена комплексная научная экспедиция «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам» совместно с Белорусским государственным университетом по изучению водных объектов отработанных меловых карьеров.

Целью работы являлась оценка функционирования нового для Беларуси типа аквальных систем – меловых водоемов на начальных стадиях сукцессионных процессов для выявления особенностей формирования их биоты и разработки предложений по их использованию в качестве памятников природы, развития экотуризма и интродукции.

В задачи исследования входило определение гидрохимических показателей, исследование бактериопланктона, фитопланктона, перифитона, макрофитов, зоопланктона, зообентоса, флористический анализ растительности каньонных склонов. В качестве модельных были выбраны карьерные водоемы самого крупного в Беларуси Красносельского мелового месторождения.

Природные условия расположения отработанных меловых карьеров Красносельского месторождения соответствуют Волковысской краевой ледниковой возвышенности, физико-географического района Западно-Белорусской провинции, на западе Беларуси, на левобережье р. Немана. Территориально соответствует геоморфологическому району Центральнобелорусских возвышенностей и граб.

Для выбора модельных карьеров с разновозрастными водоемами были обследованы два участка меловых месторождений Красносельского мелового участка. Месторождение Колядичи и месторождение Россь.

Месторождение Колядичи является более молодым. Возраст затопления карьеров Колядичского месторождения составляет от 1 года до 20 лет. Была проведена экспертная оценка состояния 6 выработанных меловых линз. Один из карьеров (Линза 14) месторождения Колядичи был затоплен водой в 2012 г. и является самым молодым водоемом Красносельского месторождения в целом.

Месторождение Россь является более старым. Возраст затопления карьеров месторождения Россь составляет до 60 лет. Была проведена экспертная оценка состояния 6 выработанных меловых линз.

Изучение гидробиологических показателей выполнено на 6 модельных водоемах: 2 месторождение Колядичи и 4 месторождение Россь.

Одной из важных характеристик водоемов для восстановления и поддержания функционирования водных экосистем являются гидрохимические показатели. Мы проанализировали следующие показатели: рН, гидрокарбонаты, жесткость, кальций, магний, ионы аммония, (NH_4^+) , нитраты (NO_3^-) , нитриты (NO_2^-) , фосфаты (PO_4^{3-}) , минерализация, сульфаты, хлориды, натрий, калий, железо общее, цветность.

Значения всех испытанных показателей намного ниже предельно допустимых концентраций по гигиеническим нормативам. Единственный показатель, который имеет относительно высокое значение – это цветность,

что и обуславливает насыщенный голубой или янтарный цвет воды. Кислотность исследованных водоемов сдвинута в щелочную сторону и находится в пределах от 7 до 8,4 единиц. Общая минерализация находится в пределах 150-250 мг/дм³. Такие значения характерны для минерализации белорусских озер, что является хорошей предпосылкой для формирования биоты. Концентрация наиболее распространенных соединений биогенных элементов азота и фосфора очень низка, что может обуславливать низкие величины первичной продукции в исследованных водоемах.

Состав, развитие и распространение водной растительности в карьерных водоемах обуславливаются факторами, определяющими развитие растительности в естественных озерах. Сюда относятся морфологические особенности котловин, оптические свойства водных масс, химические, особенности донных отложений, температура воды и др. В целом развитие макрофитов сильно варьирует в разных карьерных водоемах, что связано с приведенными выше особенностями, а также возрастом водоемов. Видовой состав, биомасса, площадь покрытия высшей водной растительности демонстрируют высокую степень гетерогенности в изученных карьерных водоемах. Налицо ярко выраженная видоспецифичность водоемов, что указывает на индивидуальность сукцессионных процессов и свидетельствует о незаконном направлении доминирования создания первичной продукции по макрофитному или фитопланктонному типам.

В изученных водоемах идентифицировано 33 вида коловраток, 12 видов веслоногих ракообразных, 19 видов ветвистоусых ракообразных. Все выявленные виды являются эвритопными и широко распространены в водоемах Беларуси.

Некоторые из изученных водоемов играют важную роль в сохранении биологического разнообразия. Среди выявленных там бентосных организмов три вида оказались охраняемыми в Беларуси и Европе – пиявка *Hirudo medicinalis* (Linnaeus, 1758), стрекоза *Anax imperator* Leach, 1815 и ручейник *Plectrocnemia conspersa* (Curtis, 1834). Это водоемы, образованные на карьерах Рось-4 и Колядичи. Водный клоп *Notonecta viridis* Delcourt 1909, обнаруженный в карьерном водоеме Колядичи-линза 14, является новым видом для фауны Беларуси. Большинство выявленных видов макрозообентоса проявляют широкие эвритопные свойства и не имеют предпочтения к определенному типу водоемов, что указывает на то, что биоценозы водных объектов находятся на начальном этапе сукцессионного развития.

Анализ фитопланктона, фитоперифитона и бактериопланктона изученных водоемов меловых карьеров приведены в статьях настоящего сборника (см. Макаревич и др. и Савич и др.).

Исследования показали наличие всего 46 видов высшей наземной растительности. Склоны отработанных меловых карьеров очень бедны во флористическом отношении. Обнаруженные высшие сосудистые растения являются обычными для Беларуси. Очевидно, что бедность флористического состава обусловлена преобладанием меловых пород, слагающих откосы каньонов меловых карьеров. Полученные данные свидетельствуют о далеко не завершенном процессе первичной сукцессии карьерных биоценозов на склонах каньонов выработанных меловых карьеров.

Все водоемы широко используются самостоятельными туристами. Существует конфликт интересов по рекреационному использованию водоемов. Особенно это выражено для Колядичского месторождения. Отработанные карьеры еще не прошли рекультивацию, и доступ на их территорию считается запрещенным. В то же время, очевидно, что самые глубокие карьеры с отвесными склонами вряд ли будут рекультивированы в обозримом будущем, а если рекультивация будет заключаться в создании пологих склонов, то для страны будет потерян необычайный природный ресурс – новый тип антропогенно-природных водоемов чрезвычайно притягательный для рекреации и туризма и являющийся полигоном для проведения научных исследований. Необходимо специально рассмотреть вопрос об использовании новых методологий рекультивации с учетом современных направлений развития туризма и рекреации.

ПРОБЛЕМА ИНВАЗИЙ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ-ФИТОФАГОВ – ВРЕДИТЕЛЕЙ РАСТЕНИЙ В БЕЛАРУСИ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

С.В. Буга, Ж.Е. Мелешко

*Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь, zoo@bsu.by*

Проблема биологических инвазий принадлежит к числу основных глобальных экологических проблем, стоящих перед человечеством в настоящее время. Обязательства пресекать и ограничивать распространение чужеродных организмов накладывает на стран-участниц Конвенция о биологическом разнообразии, подписанная в 1992 г. в Рио-де-Жанейро и ратифицированная Республикой Беларусь. В 2002 г. была принята Стратегия по инвазионным видам Европы, направленная на ограничения их распространения и обусловленного ими экономического и экологического ущерба. Комплекс мер аналогичной направленности был предписан Поручением Совета Министров Республики Беларусь № 06/540-168 от 23.05.2006 г. На кафедре зоологии Белорусского государственного

университета инвазийные виды фитофагов в последние десятилетия изучались в контексте проводившихся исследований ряда таксономических и эколого-систематических групп беспозвоночных, – жуков-листоедов и долгоносиков, настоящих тлей и других равнокрылых насекомых, тератформирующих членистоногих, фитофагов культивируемых и дикорастущих крестоцветных, вредителей декоративных растений открытого и закрытого грунта. С 2006 г. исследования инвазийных видов животных и растений в нашей республике сконцентрированы преимущественно в рамках комплексной темы НИР «Определить динамику инвазивных процессов в фауне и флоре республики, оценить экологические последствия от агрессивных чужеродных видов как основы для разработки эффективных мер борьбы и минимизации ущерба» Государственной программы научных исследований Республики Беларусь на 2006–2010 гг. «Химические технологии и материалы, природно-ресурсный потенциал». Наряду с сотрудниками кафедры зоологии БГУ, тематическим изучением инвазийных видов фитофагов – вредителей декоративных растений занимаются специалисты лаборатории защиты растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси, а в последние годы – лаборатории наземных беспозвоночных ГНПО «Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам».

Выполненное обобщение имевшейся, а также полученной в результате проведенных исследований информации позволяет констатировать с начала текущего столетия выраженную интенсификацию биологических инвазий чужеродных для фауны Беларуси фитофагов – вредителей культивируемых и хозяйственно значимых растений, а также представителей других групп наземных беспозвоночных животных. Среди прочих, особо выделяются такие эколого-систематические группы фитофагов как сосущие членистоногие, минирующие насекомые и наземные моллюски. В результате инвазии их представителей, например, утратили статус устойчивых в повреждению вредителями в условиях Беларуси робиния обыкновенная (белая акация), каштан конский обыкновенный, орехи грецкий и серый, дуб красный (северный) и другие, ранее считавшиеся перспективными для использования в зеленом строительстве древесные интродуценты.

Среди актуальных в ближайшей перспективе направлений научных исследований инвазийных видов фитофагов – вредителей растений следует указать:

1. продолжение инвентаризации таксономического состава чужеродных для фауны видов наземных беспозвоночных, формирование соответствующих списков и подготовку Черной и Серой книг Республики Беларусь;

2. разработку надежных методов диагностики инвазийных видов, в том числе с использованием ДНК-технологий;
3. выяснение биологических и экологических предпосылок осуществления биологических инвазий и натурализации чужеродных видов;
4. мониторинг инвазий чужеродных видов и прогнозирование возможных инвазий потенциально опасных видов фитофагов.

КОМПЛЕКСНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В АНТАРКТИКЕ В ПЕРИОД БЕЛОРУССКОЙ АНТАРКТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ (2013–2014 гг.)

Ю.Г. Гигиняк

*ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»,
г. Минск, Беларусь, antarctida_2010@mail.ru*

История проведения биологических работ в Антарктике белорусскими биологами имеет уже 45 летний стаж. Ещё в начале 70-х годов в Антарктике были проведены уникальные научные исследования по изучению морской флоры и фауны в море Дейвиса (16-я Советская антарктическая экспедиция). В это же время были проведены эксперименты по определению скорости обмена у морских антарктических животных, первичной продукции, определению калорийности морских гидробионтов, прослежен годичный цикл содержания растворённого в воде кислорода, сестона, температуры. Был собран большой коллекционный материал. В этой комплексности, наши исследования в корне отличались от биологических работ в Антарктике, проводимых другими исследователями. В настоящее время, когда уже готовится 7-я Белорусская антарктическая (БАЭ), эти традиции – комплексность исследований, подхвачена белорусскими биологами (О.И. Бородин, В.Е. Мямин), которые внесли существенный вклад в дело изучения наземных и морских экосистем Антарктики. В настоящем сообщении будет показан объём работ, который выполнен автором в период проведения 6-й БАЭ (декабрь 2013 г. – май 2014 г.) на станции «Прогресс» Российской антарктической экспедиции (РАЭ).

Целью БАЭ было проведение натуральных исследований живых морских, пресноводных и наземных ресурсов и экологического мониторинга, сбор материала на определение калорийности представителей донных и криопелагических сообществ морей Антарктики, оценка состояния окружающей среды, сбор биоты из толщи и нижней поверхности морского льда, экспериментальное апробирование порошкового сорбента на основе торфа с целью

возможного его применения при ликвидации загрязнения нефтепродуктами и гранулированного поглотителя запаха в биотуалетах на основе торфа в условиях Антарктиды, проведение стационарных геомагнитных измерений, сбор материала на генотипирование морской и пресноводной биоты в районе базирования белорусских специалистов на станции РАЭ «Прогресс», а также исследования миграционной динамики основных представителей ластоногих, китообразных и птиц. Вот такой объём работ необходимо было выполнить биологу в Антарктике за короткий срок 6-й БАЭ.

Станция «Прогресс» расположена на территории природного географического объекта Холмы Ларсеманн, на которых находится свыше 150 озер. Предполагают, что ледниковый щит никогда не достигал этих районов, следовательно, озера представляют особую ценность для восстановления палеоклиматических условий по донным осадкам. Нами обследовано 14 пресноводных водоёмов, в которых отобраны пробы тотального планктона и донных отложений. Всего в исследованных пресноводных водоемах отобрано 59 проб тотального планктона. Первичный анализ фитопланктона, зоопланктона и бактериопланктона исследованных озёр указывает на низкое видовое разнообразие и обилие планктона. Водоросли и бактерии сосредоточены в основном в водорослево-бактериальных матах, формирующихся на дне водоемов. В составе зоопланктона доминирует один из крупнейших в пресноводных озёрах Антарктиды представитель ракообразных *Daphniopsis studeri*, дафнии достигающей 2 мм. Кроме дафниид в зоопланктоне отмечены коловратки рода *Bdelloidea*, и тихоходки

Активная реакция среды в исследованных озёрах изменялась от нейтральной – 7,2 до высокощелочной – 9,2. В этот же период озёра прогревались до 7-10 °С. В целом озёрный планктон можно отнести к стенотермным организмам. Однако, как показали наши эксперименты, верхняя летальная температура у *Daphniopsis studeri* оказалась близка к +33⁰С, что говорит об их очень высокой адаптивной способности. Зообентос исследованных пресноводных озёр беден и представлен в основном нематодами и тихоходками, которые обитают в водорослево-бактериальном мате, устилающим дно практически всех озёр.

В озёрах получено 47 фрагментов ядер донных отложений для исследований на пыльце-споровой и альгологический анализ, а также для определения абсолютного возраста донных отложений и восстановления палеоклиматических условий по донным осадкам.

В море собрано около 300 образцов макрозообентоса среди которых – асцидии, актинии, мягкие кораллы, губки, голотурии, морские звёзды и ежи, плоские черви, полихеты, моллюски.

При проведении исследований морской донной флоры и фауны с помощью подводного фотоаппарата была проведена фото и видеосъёмка на глубинах от 8 до 45 метров (А.А. Гайдашов), что позволило более реально оценить количественный и качественный состав донного населения.

Для исследования биоты льда и его гидрохимического анализа проводился отбор ледяных кернов в заливе Нелла фьёрд и бухте Тюленьей. Всего отобрано 15 кернов льда. Первичный анализ кернов показал на наличие в них представителей микробеспозвоночных и водорослей.

Ихтиофауна залива и бухты, исходя из анализа отловленных рыб, представлена всего 3-4 видами, среди которых в подлёдном горизонте явным доминантом является *Trematomus borchgrevinki* (местное название «ледянка»), в придонном слое и на дне – трематомусы – *Trematomus bernacchii*, *Trematomus* sp. и частично «ледянка». Единично в уловах отмечается *Gymnodraco acuticeps*, местное название плугарь.

Определены размерно-весовые характеристики рыб из летних и осенних уловов. Впервые были взяты пробы икры рыб для определения их абсолютной и относительной плодовитости, а так же пробы на паразитофауну рыб. Установлена 100 % заражённость местных рыб паразитами. Отдельно фиксировались пиявки, сидящие на рыбах. Для определения пищевого спектра рыб проводилась фиксация их желудков.

Одной из целей биологических морских исследований являлся сбор материала на определение калорийности представителей донных и криопелагических сообществ морей Антарктики. Собрано около 50 видов морской флоры и фауны.

Орнитофауна в пределах станции представлена поморниками, качуркой Вильсона, снежными буревестниками и пингвинами Адели. Единично отмечены антарктические буревестники. Численность поморников в отдельных стаях (на земле) достигала 55 птиц. За 4 гнёздами поморников было установлено постоянное наблюдение от рождения птенцов до их вылета. Малочисленность снежного буревестника и качурки Вильсона напрямую связана с большим числом поморников, для которых эти птицы являются объектом охоты, о чём говорят многочисленные останки этих птиц у гнёзд поморников.

Проводимые наблюдения за пингвинами Адели показали, что они здесь не гнездятся, а приходят только на линьку. Максимальная численность Адели была зафиксирована в 20 особей. Собрано около 25 останков птиц (скелетный материал) в основном останки снежного

буревестника. Данный материал будет исследован на паразитофауну, а также будет проведен микробиологический анализ.

Наблюдения за китами и тюленями на станции «Прогресс» проводились в течение всего сезона. Киты были замечены только в начале января – 4 касатки и 2 пары малых полосатиков.

При исследовании наземной флоры проведены съёмки проективного покрытия и собрано около 100 образцов мхов и лишайников, несколько десятков проб наземных водорослей для последующего таксономического и биохимического анализа и определения содержания в них радионуклидов и тяжелых металлов. Среди представителей флоры следует выделить пресноводную водоросль *Prasiola crista*, отдел *Chlorophyta*, обнаруженную на всех обследованных материковых участках.

В связи с появлением нового, перспективного направления в научных исследованиях 6-й БАЭ по изучению меланина, отдельно собирался флористический материал чёрного цвета.

Для оценки состояния окружающей среды в рамках выполнения согласованных с российской стороной исследований в районе проведения работ БАЭ на станции «Прогресс» отобраны пробы воды из пресноводных водоемов и сезонных водотоков или таялок, снежного покрова, донных отложений из прибрежных пресноводных водоемов и рыхлого субстрата (около 80 проб). Впервые для данного региона получены пробы снега с крайними точками отбора, отстоящими друг от друга на расстоянии 1470 км. Проводились стационарные геомагнитные измерения магнитометром **Lemi-018**.

В рамках ознакомления с экологической службой на станции «Прогресс» была проведена работа по ознакомлению с технической документацией системы очистных сооружений этой станции, а также произведен отбор проб воды для анализа на разных этапах её очистки.

Одной из задач программы являлось апробирование экспериментального порошкового сорбента на основе торфа, разработанного в Институте природопользования НАН Беларуси, с целью возможного его применения при ликвидации загрязнения нефтепродуктами. Во всех случаях зафиксирована высокая адсорбционная способность сорбента и пригодность его использования для утилизации различных видов нефтепродуктов при низкой температуре воздуха (А.А. Гайдашов, Ю.Г. Гигиняк).

Проведен сбор биологического материала на генотипирование морской и пресноводной биоты. Всего собрано 76 проб (фрагменты тела) – морские звёзды, рыбы, моллюски, морские ежи, офиуры, немертины, полихеты, ракообразные, губки, актинии, асцидии, голотурии, альционарии, мшанки, икра рыб, морской паук, паразиты рыб, бентосные паразиты, дафнии, креветки.

В программу биологических исследований входило также испытание специальных светоловушек.

В рамках выполнения задания по проведению экологического и биологического мониторинга на станции «Прогресс» было заложено 7 точек мониторинга. На этих точках проведен отбор проб воды и сыпучего грунта на химический состав и другие показатели.

Важным направлением исследований являлся также сбор образцов плесени, для определения микробиологического, бактериологического и биохимического состава с целью дальнейшего изучения возможного влияния на организм человека.

Собраны образцы (около 30) горных пород с колониями микроорганизмов внутри их толщи для исследования эндолитных микроорганизмов.

Для целей экспозиции в музеях отдельно собраны представители антарктической флоры и фауны – всего около 20 образцов.

В ходе выполнения научной программы были проведены маршрутные обследования ранее не изученных биологами БАЭ территорий на Холмах Ларсеманн в Восточной Антарктиде. Всего выполнено 19 исследовательских маршрутов, общей протяженностью 350 км, с площадью покрытия исследуемой территории около 140 км² (с учетом районов отбора проб снежного покрова в глубине континента и выполненного участниками БАЭ авиационного рекогносцировочного обследования Холмов Ларсеманн).

ОЦЕНКА ПОГЛОЩЕНИЯ И ЭМИССИИ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА В ОЗЕРАХ РАЗНОГО ТРОФИЧЕСКОГО УРОВНЯ

Т.В. Жукова¹, Ю.К. Верес²

*УНЦ «Нарочанская биологическая станция им. Г.Г. Винберга» БГУ,
Минск, Беларусь, ¹tvzhukova@tut.by; ²veres.julia.naroch@gmail.com*

Карбонатный цикл является одним из наиболее значимых и сложных циклов в функционировании водных экосистем. Глобальный неуклонный рост концентрации углекислого газа в атмосфере является одной из причин климатических изменений. Это обстоятельство заставило обратить внимание и на процессы регионального масштаба для оценки ранее неучтенных природных и антропогенных источников и поглотителей, определяющих газообмен атмосферы с контактирующей средой, которой может являться водная поверхность.

Основной объем исследований в области гидросферы сосредоточен, в силу глобальности процессов, на изучении газообмена между атмосферой и Мировым океаном. Сведения об обменных процессах в пресных

водоемах не столь многочисленны. Однако, по некоторым оценкам ежегодно эмиссия диоксида углерода озерами мира достигает $513 \cdot 10^{12}$ г CO_2 (Cole et al., 1994). Таким образом, озера должны учитываться в региональных бюджетах углерода, особенно в озерных ландшафтах. По уже накопленным материалам есть основание утверждать, что роль пресноводных экосистем в мировом карбонатном цикле может быть существенной.

Важнейшими составляющими карбонатного цикла являются концентрации в воде карбонатного и гидрокарбонатного ионов, в также растворенного в воде диоксида углерода. Метод оценки составляющих карбонатного цикла основан на следующем: в воде измеряется температура, минерализация, величина pH и общая щелочность. Расчетным путем определяются концентрация диоксида углерода (CO_2) и его парциальное давление ($p\text{CO}_2$), концентрации карбонатных (CO_3^{2-}) и гидрокарбонатных (HCO_3^-) ионов, общего растворенного неорганического углерода (TCO_2). Для расчета элементов карбонатной системы используются константы диссоциации угольной кислоты (Иванов и др., 2006; Моисеенко, Орехова, 2011). Параметром, определяющим направление и интенсивность обмена CO_2 через поверхность раздела «водная поверхность–атмосфера», является парциальное давление CO_2 в воде ($p\text{CO}_2$). Парциальное давление CO_2 в воде обратно пропорционально растворимости CO_2 , которая падает при повышении температуры. Разница между парциальным давлением газа в атмосфере и его равновесным парциальным давлением в воде приводит к возникновению потоков газа между водой и атмосферой.

Исследования проведены во время вегетационного сезона 2012 г. на разнотипных озерах Нарочанского региона: мезотрофное с признаками олиготрофии оз. Нарочь мезотрофное оз. Мястро, эвтрофное оз. Баторино, высокоэвтрофное оз. Большие Швакшты, а также слабоацидное с чрезвычайно низкой минерализацией воды оз. Белое. Озера заметно различаются по гидрохимическим параметрам и составляющим карбонатной системы, характеристики которых представлены в таблицах 1-2. Подобная разнотипность водоемов крайне важна для выявления любых закономерностей функционирования озерных экосистем, в том числе и оценки роли эмиссии в карбонатном цикле.

Таблица 1. Гидрохимические параметры Нарочанских озер

Озеро	Общая щелочность, мМоль/дм ³	Минерализация		pH
		мКС	%	
Нарочь	2,13±0,07	254±19	0,139±0,010	8,39±0,14
Мястро	2,77±0,08	339±37	0,184±0,020	8,47±0,08
Баторино	3,22±0,13	382±51	0,206±0,027	8,54±0,12
Б. Швакшты	2,73±0,27	308±26	0,167±0,014	8,82±0,24
Белое	0,06±0,08	28±60	0,019±0,003	6,62±0,50

На основании разницы парциального давления CO_2 в воде ($p\text{CO}_2$) и атмосферном воздухе можно рассчитать направление и интенсивность потенциальных обменных нетто-потоков CO_2 через поверхность раздела «вода-атмосфера». Следует отметить, что в литературе приводится величина парциального давления CO_2 в атмосфере близкая к 370 мкатм. Нами для оценки этого потока использованы материалы станции фонового мониторинга «Березинский заповедник» о концентрации диоксида углерода в атмосферном воздухе и классическое уравнение связи парциальной плотности и парциального давления газа (Тимофеев, Васильев, 2003). Исходя из этих предпосылок получено, что в оз. Нарочь в начале и во второй половине вегетационного сезона наблюдается эмиссия CO_2 в атмосферу, тогда как для июня-июля наблюдается сток CO_2 в водную массу. Максимальная эмиссия CO_2 в сезонном цикле, по-видимому, приурочена к вскрытию озер ото льда.

В озерах Мястро и Баторино в августе парциальное давление CO_2 в поверхностном слое воды и в атмосфере примерно равное, т.е. наблюдается равновесное состояние. В оз. Мястро в начале и во второй половине вегетационного сезона, также, как и для оз. Нарочь, характерна эмиссия CO_2 в атмосферу. Эмиссия CO_2 наблюдается и во второй половине вегетационного сезона в оз. Баторино.

Иная картина характерна для самого высококотрофного в ряду озер – оз. Большие Швакшты. Здесь в течение всего сезона (за исключением октября) парциальное давление CO_2 в поверхностном слое воды заметно ниже, чем в атмосфере с минимальными величинами в июле и сентябре, т.е. этот водоем является поглотителем CO_2 из атмосферы. Сток CO_2 из атмосферы в водоем характерен также и для оз. Белое. Здесь за исключением экстремально высокой эмиссии CO_2 в мае, парциальное давление CO_2 в воде в июне-октябре ниже такового в атмосфере.

Таблица 2. Элементы карбонатной системы в Нарочанских озерах

Озеро	$[\text{CO}_3^{2-}]$	$[\text{HCO}_3^-]$	$[\text{CO}_2]$	TCO_2	$p\text{CO}_2$, мкатм
	мкМоль/дм ³				
Нарочь	26,1±10,2	2063±79	22,7±9,9	2112±80	487±174
Мястро	45,6±11,5	2661±60	20,5±5,1	2727±59	477±77
Баторино	64,0±19,2	3056±87	20,2±6,9	3140±95	474±124
Б.Швакшты	101,3±43,1	2488±311	10,0±7,7	2599±314	227±151
Белое	0,040±0,077	58,9±75,6	22,7±26,9	81,7±96,8	538±609

Рассчитать абсолютные величины нетто-потоков CO_2 через поверхность раздела «вода – воздух» для исследованных озер

затруднительно. Эти оценки должны основываться на более корректном измерении парциального давления в надводном слое атмосферы каждого из озер с использованием поправки на ветровую и волновую активность. Эмпирические коэффициенты, приводимые в литературе, существенно различаются между собой и мало пригодны для подобных оценок.

Нами была предпринята попытка оценки в некоторой степени условной величины указанных потоков на основании разности концентраций CO_2 в воде и атмосфере при допущении идеальных погодных условий. Эта оценка представляется целесообразной с целью сравнения изученных озер между собой и попытки найти связь скорости «условной эмиссии» с продукционным потенциалом (таблица 3).

Таблица 3. Потоки CO_2 ($\text{мкМ/м}^2\cdot\text{сут}$) через границу раздела «вода-атмосфера»

Месяц	Нарочь	Мястро	Баторино	Б. Швакшты	Белое
Апрель	92,5	–	–	–	–
Май	19,5	19,1	-1,1	-31,0	192,3
Июнь	-13,6	-8,7	-2,9	-33,2	-27,0
Июль	-22,9	-11,5	-15,3	-47,0	-47,7
Август	2,2	1,5	1,9	-35,8	-5,9
Сентябрь	29,1	9,7	2,6	-43,1	-18,5
Октябрь	32,5	32,5	52,4	24,4	-5,0

Таким образом, в относительно низкотрофных озерах, примером которых в нашем случае являются озера Нарочь и Мястро, в начале и в конце вегетационного сезона наблюдается эмиссия CO_2 в атмосферу, а в середине сезона, при максимальных уровнях продукционно-деструкционных процессов, в таких водоемах наблюдается сток CO_2 из атмосферы в воду. При повышении трофического статуса (пример – оз. Баторино) в течение большей части вегетационного сезона наблюдается ситуация, близкая к равновесной. При дальнейшем повышении трофии (пример – высокоэвтрофное оз. Большие Швакшты) для большей части вегетационного сезона характерен значительный сток CO_2 из атмосферы в воду. Оз. Белое в исследованном ряду является исключением вследствие аномально низкой минерализации и подкисленной реакции водной среды.

Показана связь обменных потоков диоксида углерода через поверхность раздела «вода-атмосфера» с продукционно-деструкционным потенциалом озер (коэффициент парной корреляции r между величиной потока и скоростью потенциального фотосинтеза равен -0,61, для потока и скорости аэробной деструкции $r = -0,69$).

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА В НАРОЧАНСКОМ РЕГИОНЕ

**Т.В. Жукова¹, Н.П. Радчикова², Б.В. Адамович¹,
Т.М. Михеева¹, Ю.К. Верес¹, А.Б. Медвинский³**

¹ *Белорусский государственный университет,*

г. Минск, Беларусь, belaqualab@gmail.com;

² *Белорусский государственный педагогический университет,*

г. Минск, Беларусь;

³ *Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН,*

г. Пущино, Россия

Климатические условия являются одним из основных факторов определяющих развитие биологических сообществ озерных экосистем. Так, температурный эффект связан со всеми гидроэкологическими процессами – от биохимической кинетики до изменения времени генерации отдельных видов (Kingsolver, 2009). В рамках анализа трансформации экосистем озер и установления возможного наличия тренда изменений температуры проанализированы данные о температурном режиме Нарочанских озер с 1956 г. (Баторино) и 1966 г. (Мястро, Нарочь) по 2012 г., а также данные о температуре воздуха за 1970–2011 гг. на близкой к Нарочанскому региону метеостанции в г.п. Шарковщина Витебской области.

Для проверки гипотезы о влиянии многолетних климатических изменений на температурный режим озер была рассчитана и проанализирована корреляция между годом измерения и средней для вегетационного сезона температурой воды на разных глубинах. Слабые тенденции к многолетнему увеличению температуры прослеживаются для верхних (до 8 м) горизонтов оз. Нарочь и поверхностных (0,5 м) горизонтов озер Мястро и Баторино. При этом коэффициенты корреляции являются невысокими и находятся практически на пороге статистической значимости. Ни один коэффициент не превышает величину 0,5.

Отмечена прямая сильная связь между температурой воздуха и температурой воды на небольших и средних глубинах. Несмотря на полимиктичность озер, по мере увеличения их глубины связи становятся слабее. Для оценки влияния глобальных климатических изменений на экосистему Нарочанских озер, обоснованным является анализ возможного многолетнего тренда изменения температуры воздуха в регионе. Последовательность автокорреляций (корреллограмма) и спектр Фурье температурного ряда отчетливо демонстрируют наличие периодичности в 12 месяцев. После процедуры интеграции ряда с лагом 12 отмечено отсутствие тренда. При этом последовательность автокорреляций быстро затухает. Построение различных моделей авторегрессии и проинтегрированного скользящего

среднего (АРПСС) показало, что там, где предполагается тренд, ошибка предсказания несколько выше и сами модели сложнее, что говорит об отсутствии превосходства этих моделей, над моделями, построенными без учета тренда.

Если рассматривать усредненные за десятилетия данные о температуре воды в поверхностном слое озер, заметно отчетливое похолодание в 1980-е годы и постепенный подъем температуры, продолжающийся в настоящее время. Дисперсионный анализ показал, что в оз. Баторино нет статистически значимых различий между рассматриваемыми десятилетиями, в оз. Мястро и Нарочь увеличение температуры в 2000-х годах статистически значимо по сравнению с 80-ми, но при этом никак не отличается от 70-х годов прошлого века.

Учитывая представленный анализ данных по температурному режиму региона в период проведения комплексного мониторинга экологического состояния озер, можно с большой долей вероятности предположить, что кардинальные перестройки, произошедшие в структурной и функциональной организации экосистемы за последние 60 лет (Остапеня и др., 2012), вызваны факторами, напрямую не связанными с глобальными климатическими изменениями. Современная эволюция экосистемы Нарочанских озер определяется существенным изменением антропогенной нагрузки на их водосбор, а также вселением в конце 1980-х годов в озера мощнейшего фильтраатора – моллюска *Dreissena polymorpha* Pallas, и произошедшими вслед за этим процессами бентификации – смещения процессов трансформации вещества из толщи воды в придонный слой (Остапеня и др., 2012).

**ОПЫТ РАБОТЫ
БЕРЕЗИНСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА
ПО СОХРАНЕНИЮ, ИЗУЧЕНИЮ И РАЦИОНАЛЬНОМУ
ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ**

В.С. Ивкович

*ГПУ «Березинский биосферный заповедник»,
Беларусь, valery.ivkovich@tut.by*

В настоящее время Березинский биосферный заповедник является единственной в нашей стране охраняемой природной территорией самого высокого ранга. Он расположен на севере республики в Белорусском Поозерье, на территории трех административных районов Лепельского, Докшицкого Витебской области и Борисовского района Минской области и занимает площадь 85,2 тыс. га.

Изначально в 1925 году заповедник на реке Березине был создан с целью охраны, в первую очередь, охотничьих видов фауны (бобр, лось, кабан и др.), а сейчас – это весьма специфичная организация, являющаяся одновременно и природоохранным, и научно-исследовательским, и эколого-просветительским учреждением.

Согласно природоохранному законодательству заповедник:

1. Обеспечивает условия сохранения в естественном состоянии природных комплексов и объектов, находящихся на его территории;
2. Организует выполнение природоохранных мероприятий и обеспечивает соблюдение установленного режима его охраны и использования;
3. Проводит научно-исследовательские работы и мониторинг окружающей среды;
4. Оказывает помощь в подготовке научных кадров и специалистов в области охраны окружающей среды;
5. Проводит активную работу по экологическому просвещению и пропаганде дела охраны окружающей среды.

Причем все эти задачи тесно взаимосвязаны, неразрывны и подчинены достижению все же одной ключевой цели – сохранению биологического и ландшафтного разнообразия и устойчивому использованию территории.

Главная ценность территории заповедника – это исключительное разнообразие природных ландшафтов с присущим им богатством растительного и животного мира. Здесь представлены почти все лесные, болотные, луговые и водные экосистемы, характерные для центральной и северной частей нашей республики.

Территория заповедника расположена в Верхнеберезинской низине, преобладающим является долинно-равнинный задровый рельеф. Главная река заповедника – Березина, протяженность которой в его пределах составляет 110 км. В долине Березины находится много стариц и пойменных озер. В пределах заповедника она принимает около 70 притоков. Гидрографическую сеть заповедника дополняют семь озер с общей площадью 1748 га.

Преобладающим типом растительности заповедника являются леса, на долю которых приходится 89 % его территории. Более половины площади всех лесов (56,2 %) занимают бореальные хвойные леса (сосновые и еловые). Особенно широко распространены чистые сосновые и смешанные елово-сосновые леса. Пониженные припойменные участки, а также окраины низинных болот – наиболее типичные места произрастания еловых лесов.

Широколиственные леса встречаются на припойменных участках в южной части заповедника и представлены дубравами и ясенниками. Общая площадь их невелика (0,9 %). Особенно уникальны в природоохранном и научном аспекте лиственные коренные леса из ольхи черной и березы пушистой на низинных и переходных болотах. Они находятся в том виде, в каком их сформировала природа, т.е. представляют собой девственный лес.

Не менее ценным природоохранным и научным объектом в плане сохранения природного комплекса заповедника являются болота, которые включают множество как лесных, так и кустарниковых, и мохово-травяных ассоциаций всех типов болот от верховых до низинных. Более двух десятков различных по величине болотных массивов, связанных разветвленной сетью малых лесных ручьев и речек, образуют единый уникальный водно-болотный комплекс. Именно благодаря высокой степени его сохранности территория заповедника включена в международный Рамсарский Список особо ценных участков для сохранения водно-болотных угодий.

Под строгой охраной находится и уникальный пойменный комплекс реки Березины, который включает саму реку, систему множества стариц и пойменных озер, исключительное разнообразие луговой растительности, пойменные широколиственные леса с высокой плотностью и богатством животного населения.

Особую ценность растительности заповедника обуславливает наличие и сохранение на его территории местообитаний, находящихся под угрозой в Европе (Директива по местообитаниям). В заповеднике их насчитывается более 10 разновидностей, важнейшими среди которых верховые и переходные болота, пойменные луга, а также болотные черноольховые и пушистоберезовые леса.

По результатам проведенной инвентаризации на заповедной территории зарегистрировано более двух тысяч видов растений, из них: сосудистых – 814, мохообразных – 216, грибов – 463, водорослей – 407, лишайников – 301. 47 видов сосудистых, 10 – мохообразных, 17 – лишайников внесены в Красную книгу Республики Беларусь.

Не менее богат и животный мир заповедника. Видовой состав фауны позвоночных насчитывает 340 видов, из них 56 – млекопитающие, 234 – птицы, 6 – пресмыкающиеся, 10 – земноводные, 34 – рыбы. 9 видов млекопитающих, 58 птиц внесены в Красную книгу Беларуси. Только на нашей территории можно одновременно встретить так называемую европейскую пятерку крупных млекопитающих – зубр, лось, медведь, волк и рысь. Количество беспозвоночных, обитающих на территории заповедника, более 3,5 тысяч и их инвентаризация далеко не завершена.

Ежегодно их список увеличивается, в особенности это касается насекомых, среди которых 40 видов занесено в Красную книгу республики.

Вся деятельность заповедника по охране территории, проведению научных исследований, экологического просвещения и выполнению эколого-туристических мероприятий ведется на основе разработанного комплексного плана управления.

Основой разработки и проведения природоохранных мероприятий, а также развития экологического просвещения и туризма, являются проведение на территории заповедника всесторонних научных исследований. Они базируются на следующих основных направлениях: инвентаризация биоразнообразия растений и животных; изучение динамических процессов в природных комплексах; исследование биологии отдельных видов, в особенности редких и угрожаемых; ведение комплексного мониторинга и Летописи природы.

Многие вопросы, связанные с изучением территории заповедника решаются в сотрудничестве с учеными ряда научных и высших учебных заведений, как нашей страны, так и зарубежных стран. Ежегодно сторонними исследователями выполняется до десяти научных тем и заданий.

Важнейшим видом деятельности заповедника является охрана природных комплексов и их биологического разнообразия, которая включает охрану территории, предупреждение и выявление нарушений заповедного режима, проведение противопожарных мероприятий. В последние годы служба охраны в достаточном количестве оснащена автотранспортом, радиостанциями, моторными лодками, средствами навигации, наделена законодательными правами, обязанностями и льготами. Вся площадь заповедника покрыта сетью пожарно-наблюдательных вышек с системой видеонаблюдения. Все это позволило практически полностью исключить на территории заповедника возникновение пожаров, достичь положительных результатов в борьбе с браконьерством, самовольными рубками леса и другими нарушениями заповедного режима.

Одним из приоритетных видов деятельности, направленных на устойчивое использование территории заповедника является развитие экологического просвещения и туризма. В этом плане мы считаем совершенно недопустимой изоляцию заповедника от окружающих территорий, а наоборот, весьма важным распространение информации о выгодах охраняемых территорий среди широких слоев населения.

Круглогодично к услугам посетителей представлены Дом экологического просвещения, музей природы, экологические тропы, вольеры с дикими животными. Заповедник организует молодежные эколагеря и практики студентов биологического профиля, научные стажировки и

повышение квалификации специалистов по проблемам охраны окружающей среды, сохранения биоразнообразия естественных экосистем.

Особое внимание уделяется работе с молодежью. Так, на базе Березинского биосферного заповедника в 2010 году успешно выполнен один из компонентов Проекта программы развития ООН и Европейской комиссии «Повышение экологической информированности молодежи через создание и развитие Зеленых школ в Беларуси». В результате проведенной совместной работы заповедника и сотрудников проекта были созданы прекрасные условия для проведения практических полевых занятий с молодежью, заинтересованность в которых увеличивается с каждым годом.

Особо следует отметить тот фактор, что посещение специально оборудованных объектов инфраструктуры экологического просвещения и туризма на территории заповедника возможно только в сопровождении специалистов учреждения.

Являясь частью международной сети биосферных заповедников ЮНЕСКО, заповедник развивает активное международное сотрудничество с биосферными заповедниками других стран. Наиболее тесные связи налажены с биосферным заповедником «Северные Вогезы» из Франции и Кампиносским национальным парком в Польше. Из года в год расширяется взаимовыгодное сотрудничество Березинского заповедника с и биосферными заповедниками «Смоленское Поозерье» и «Угра» в Российской Федерации.

Широкий обмен специалистами и опытом природоохранной деятельности, участие в международных конференциях, содействие развитию иностранного экологического туризма, развитие экологического просвещения всецело способствует дальнейшему укреплению и совершенствованию охраны природных экосистем заповедника.

В настоящее время важнейшими направлениями работы по охране и устойчивому использованию природных комплексов заповедника являются:

1. поддержание существующего водного режима территории для сохранения типичных и уникальных местообитаний уязвимых видов животных и растений;
2. организация мониторинга за динамикой уровня грунтовых вод и индикаторными видами растений и животных;
3. подготовка и реализация проектов по поддержанию участков открытых луговых и болотных экосистем путем периодического скашивания трав и мелких кустарников;
4. выбор и использование отдельных участков в образовательном процессе для учащихся и студентов;

5. использование в качестве модельных объектов при проведении научных исследований;
6. использование естественных болот в качестве модельных объектов при восстановлении болотных экосистем;
7. использование природных комплексов при проведении познавательных экологических туров;
8. организация и проведение экологических туров по фотосъемке животных в естественной среде их обитания.

Березинский биосферный заповедник является уникальной охраняемой природной территорией в Центральной Европе. Многолетний (почти 90 лет) опыт работы в области охраны животного и растительного мира, длительные ряды научных наблюдений за природными объектами имеют неопределимую природоохранную и научную значимость для будущих поколений не только нашей республики, но и всей Европы.

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В БЕЛАРУСИ

Я.К. Куликов, Е.Е. Гаевский

*Белорусский государственный университет,
г. Минск, Беларусь, gaevski@rambler.ru*

Эффективное использование мелиорированных дерново-подзолистых и торфяных почв Беларуси возможно при условии коренного изменения их основных свойств – содержания гумуса и физической глины, что осуществляется путем разового внесения высоких доз торфа и минерального грунта. Этот способ, названный нами «оптимизация», позволяет улучшить все свойства почв: физические, механические, водные, воздушные, агрохимические и микробиологические. В отличие от традиционных мелиоративных мероприятий оптимизация дает возможность в более короткие сроки решить задачу коренного улучшения всех свойств почв и вовлечь новые земли в сельскохозяйственный оборот. В результате оптимизации формируется высокоплодородный пахотный горизонт мощностью 30 ± 5 см, с содержанием физической глины $25 \pm 5\%$, органического вещества $7 \pm 2\%$, в том числе 4% гумуса, и с оптимальными водно-физическими и агрохимическими свойствами.

Первоначально оптимизацию следует проводить в звене севооборота: картофель – ячмень – многолетние травы. Это необходимо для ускоренного формирования оптимального органо-минерального почвенно-поглощающего комплекса почвы, который позволяет уже в первые три года создать пахотный горизонт с качественно новыми параметрами, отвечающими высокой поглотительной способности. В

качестве исходной культуры хорошо подходит картофель, который дает хороший урожай при высокой заправке почвы удобрениями и обеспечивает в течение первого года равномерное перемешивание органических и минеральных частиц пахотного горизонта. При выращивании зерновой культуры (ячмень) на второй год оптимизации практически создается равномерный органо-минеральный пахотный горизонт. Однако формирование органо-минерального пахотного горизонта протекает медленно, и чтобы ускорить этот процесс, необходимо в течение четырех-пяти последующих лет выращивать многолетние травы, под влиянием которых замедляется минерализация торфа и создается почвенно-поглощающий комплекс, соответствующий оптимальным параметрам.

Полученные данные позволили уточнить механизм замедления минерализации гумусовых веществ торфяных почв в смеси с минеральными компонентами, создающими органо-минеральный пахотный горизонт. При внесении в торф физической глины с минеральным грунтом происходит сорбция гуминовых кислот на глинистых минералах, что снижает их химическую активность и приводит к накоплению биохимически устойчивых глиногумусовых веществ, снижающих общий уровень минерализации органического вещества.

Внесение супеси в торфяную почву приводит к изменению видового состава микрофлоры, в результате чего уменьшается скорость минерализации органического вещества. Минеральные компоненты снижают численность некоторых эколого-трофических групп микроорганизмов, участвующих в минерализации органического вещества. Происходит снижение активности ряда гидролитических ферментов (протеазы, уреазы, инвертазы), катализирующих реакции расщепления органического вещества почвы. Снижается активность выделения углекислого газа оптимизированной почвой, что отражает уменьшение скорости минерализации углеродсодержащих соединений.

Следовательно, оптимизация мелиорированных торфяных почв путем землевания является эффективным агроприемом, повышающим их плодородие и предохраняющим органическое вещество от интенсивного микробного разрушения. Это способствует более экономному и производительному использованию торфяных почв в культуре.

Влажность пахотного горизонта оптимизированной минеральной почвы заметно стабилизировалась и поддерживалась в течение вегетационного периода на оптимальном уровне, что создавало условия более полного и продуктивного использования растениями атмосферной и почвенной влаги, активизировало фотосинтетический аппарат растений.

Торфование дерново-подзолистой почвы, оказало положительное влияние на ее агрохимические свойства, в результате чего активизировалась деятельность микроорганизмов и ферментативных процессов. В оптимизированной минеральной почве значительно увеличилась численность всех изучаемых групп микроорганизмов, повысилась биологическая активность и связанное с ней плодородие почв. Внесение торфа в минеральную почву стимулировало развитие бактерий круговорота азота, в результате чего улучшалось азотное питание растений, что имеет очень важное значение для этой почвы. Увеличение общего содержания микроорганизмов и повышение ферментативной активности оптимизированной почвы явились одним из мощных факторов, обеспечивающих ее высокое плодородие.

Разработанная технология оптимизации почв позволяет получать урожаи картофеля 400-450 ц/га, ячменя – 50-60 ц/га, сена многолетних трав за два укоса – 100-140 ц/га. При этом возрастает устойчивость растений, снижается их заболеваемость, пораженность вредителями и болезнями, что уменьшает необходимость применения химических средств защиты растений. Качество получаемой продукции растениеводства не ухудшается, а по ряду ценных показателей (содержание крахмала, белка, незаменимых аминокислот) улучшается. Опыт использования улучшенных почв показал, что они способны обеспечивать высокие и стабильные урожаи сельскохозяйственных культур даже при экстремальных погодных условиях. Это говорит о высокой экологической устойчивости оптимизированных почв.

В результате оптимизации мелиорированных дерново-подзолистых и торфяных почв прекращается их эрозия, устраняется микропестрота почвенного покрова, повышается эффективность органических и минеральных удобрений. Технология оптимизации торфяных почв на основе землевания является экологически обоснованной не только в связи с улучшением их водно-физических и агрохимических свойств, но и предохранением органического вещества от сработки и возгорания в процессе сельскохозяйственного использования, а также в связи с защитой окружающих ландшафтов от загрязнения химическими мелиорантами. Это обстоятельство обусловлено тем, что сформировавшийся на оптимизированных торфяных почвах органо-минеральный легкосуглинистый почвенно-поглощающий комплекс создает более прочную структуру и способствует обменному закреплению неиспользованного резерва питательных веществ минеральных удобрений, предотвращая природную среду от загрязнения.

Разработанная технология оптимизации почв находит применение при восстановлении нарушенных карьерных земель, при коренной реконструкции устаревших мелиоративных осушительных систем, в пригородных овощеводческих и тепличных хозяйствах, садово-огородных кооперативах. Оптимизация мелиорированных почв значительно улучшает окружающую среду, позволяет рационально использовать отвалы, терриконы и валы смесей почвогрунтов, образующихся при строительстве зданий, дорог, карьеров и шахт для добычи полезных ископаемых, а также земляные и торфяные валы при культуртехнических работах на мелиоративных объектах.

Оптимизация минеральных и торфяных почв низинного типа является энергетически целесообразным мероприятием. Энергетические затраты на землевание и торфование компенсируются в течение 2-3 лет энергией, накопленной в урожае сельскохозяйственных культур. Анализ энергетической эффективности возделывания сельскохозяйственных культур показал, что на каждый мегаджоуль технической энергии получено 2 МДж полезной энергии, аккумулированной в урожае. Это свидетельствует о высокой энергетической эффективности оптимизации минеральных и торфяных почв.

ВЛИЯНИЕ ВЫСШЕЙ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ПЛАНКТОННОЕ СООБЩЕСТВО В ЛИТОРАЛЬНОЙ ЗОНЕ ОЗЕР

В.П. Семенченко

ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», Минск, Беларусь

В отличие от пелагической части озер, литоральная зона характеризуется значительно большим количеством факторов среды: как абиотических, так и биотических. Одним из основных биотических факторов в литоральной зоне является наличие и тип высшей водной растительности.

Воздействие макрофитов на различные компоненты планктонного сообщества весьма разнообразно. Продуцируемые макрофитами органические вещества могут или использоваться бактериопланктоном, или ингибировать его развитие в зависимости от типа веществ. Макрофиты также выступают в качестве конкурента с фитопланктоном за биогенные элементы, или ингибируют его развитие через аллелопатические вещества и затенение. Для зоопланктона макрофиты могут выступать либо в качестве рефугиума, либо ингибировать его развитие.

Исследования численности бактериопланктона в литоральной зоне и пелагиали исследуемых озёр (июль месяц) показали, что общее

содержание микрофлоры в воде, в зависимости от трофности водоёма, вида и степени развития макрофитов, колебалось от 0,6 до 3,7 млн кл./мл, при биомассе 0,30-2,04 мг/л. Проведенный анализ показал, что, как правило, в литорали без высшей водной растительности и пелагиали содержание микрофлоры было выше, чем в зарослях макрофитов.

Анализ содержания бактериопланктона в фитофильных биоценозах показал, что наименьшая концентрация бактерий была зафиксирована в зарослях кубышки (0,6-1,6 млн кл./мл), фитонциды которой содержат фенольные соединения, в частности резорцинол, оказывающие ингибирующее действие на гидробионтов.

Снижение концентрации микрофлоры в зарослях высшей водной растительности может быть объяснено двумя причинами: аллелопатическим эффектом макрофитов и выеданием зоопланктоном, который в светлое время суток активно мигрирует в заросли макрофитов.

Проведенные нами исследования видового состава фитопланктона в различных типах литоральной зоны оз. Обстерно показывают, что, несмотря на то, что камыш и тростник относятся к сходной воздушно-водной растительности, структура фитопланктона в их зарослях существенно различается. В частности, в тростнике отмечена более низкая численность синезеленых водорослей.

Обычно, биомасса фитопланктона в пелагической части озер выше таковой в литоральной зоне. Полученные нами данные по величинам биомассы фитопланктона (размер клеток менее 50 мкм) в оз. Обстерно в градиенте глубины подтверждают данную закономерность. Это, соответственно, сказывается на величинах пополнения в популяциях кладоцер.

Наблюдается снижение биомассы фитопланктона в ряду: чистая литораль-тростник-камыш-кубышка в озерах разной трофности.

Что касается фитоперифитона, то максимальная численность и биомасса фитоперифитона наблюдается на рдесте плавающем и тростнике, а минимальная – на кубышке желтой.

Наличие или отсутствие высшей водной растительности в значительной мере определяет структуру зоопланктона в литорали. Число видов *Cladocera+Copepoda* в полтора раза выше в зарослях высшей водной растительности по сравнению с чистой литоралью. При сравнении видовой структуры сообществ кладоцер в разных биотопах оказалось, что достоверные отличия наблюдались по количеству видов, а сравнение общей численности кладоцерного зоопланктона в различных биотопах оз. Нобисто показало факт отрицательного воздействия кубышки на его количественное развитие.

Анализ изменения размеров кладоцер в столбе воды в литоральной зоне озера показал, что минимальные размеры наблюдаются в верхнем слое. При увеличении объема слоя происходит закономерное возрастание размеров животных. Данное явление, видимо, связано с прессом молоди рыб, которая в прибрежной части озер в основном сосредоточена на небольших глубинах.

При анализе размерной структуры литорального зоопланктона было установлено, что во всех исследованных биотопах в полдень характерны высокие положительные значения коэффициента асимметрии вариационных рядов и, следовательно, можно констатировать преобладание во всех биотопах мелких размерных групп зоопланктеров над крупными. Наиболее ярко это проявляется в чистой литорали – то есть в литоральных биотопах без зарослей, где преобладают мелкие виды и молодь кладоцер. К ночному времени коэффициент асимметрии уменьшается.

Трофическая структура планктонных ракообразных в чистой литорали и зарослях камыша различается. Распределение хищников и мирного зоопланктона специфично для каждого биотопа. Сообщества чистой литорали характеризуются большой долей хищных форм и малой долей фильтраторов. В камыше наблюдается противоположная ситуация: при высокой насыщенности биотопа «мирными» зоопланктерами, доля хищников невелика. Таким образом, наличие макрофитов влияет на соотношение функциональных групп кладоцер в литоральной зоне.

СИСТЕМА ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Г.М. Тищиков

*Государственное учреждение «Республиканский центр
радиационного контроля и мониторинга окружающей среды»,
г. Минск, Беларусь, genti@mail.ru*

Успешное функционирование системы мониторинга поверхностных вод Республики Беларусь, являющейся источником информации о состоянии водных ресурсов, во многом зависит от наличия объективной информации об экологическом состоянии или "экологическом статусе" водных объектов. В действующей системе мониторинга выполнение этой задачи решают гидробиологические методы контроля, обеспечивающие возможность прямой интегральной оценки состояния водных объектов и позволяющие определять эффект совокупной антропогенной нагрузки на водные экосистемы.

Гидробиологические наблюдения на сети мониторинга поверхностных вод Беларуси были организованы в 1974 г. в рамках Общегосударственной системы наблюдений и контроля за загрязненностью объектов природной среды (ОГСНК) Госкомгидромета СССР. В настоящее время гидробиологические наблюдения на территории республики осуществляются в рамках Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь на стационарной сети мониторинга поверхностных вод, включающей национальные, фоновые и трансграничные пункты наблюдений.

На данном этапе система гидробиологического мониторинга Республики Беларусь проходит существенную реорганизацию, основой которой является развитие организационно-методических аспектов мониторинга. Ряд нормативных документов, разработанных в соответствии с положениями новой редакции Водного кодекса Республики Беларусь, реализуют принцип приоритетности биологических критериев оценки при определении экологического состояния водных объектов.

Гидробиологический мониторинг проводится в 258 пунктах наблюдений, в том числе на 34 трансграничных участках водотоков. Регулярными наблюдениями охвачены 153 водных объекта, в том числе 84 водотока, включая крупные реки и большинство притоков первого порядка, и 69 водоёмов – наиболее важных в рыбохозяйственном, природоохранном и рекреационном отношении озёр и водохранилищ республики. Все пункты наблюдений включены в государственный реестр пунктов наблюдений Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь.

Для гидробиологического анализа состояния водных экосистем используются результаты наблюдений за основными сообществами гидробионтов: фитопланктоном, зоопланктоном, фитоперифитонем и макрозообентосом. Учитывая, что для водотоков планктонные сообщества менее показательны, поскольку их формирование происходит выше (и подчас значительно) створов наблюдений, объектами мониторинга в реофильных системах являются донные (макрозообентос) и прикрепленные (фитоперифитон) сообщества. В водоемах наблюдения проводятся за планктонными сообществами (фито- и зоопланктоном).

С 2014 г. гидробиологические наблюдения на водных объектах, для которых в результате регулярных наблюдений в течение трех предшествующих лет не выявлено изменений в их состоянии, проводят с цикличностью один раз в два года. На трансграничных участках водотоков наблюдения проводят ежегодно.

Оценка качества поверхностных вод Республики Беларусь проводится с помощью методов биоиндикации, основанных на изучении структуры гидробиоценозов и их отдельных компонентов. Для оценки состояния водных экосистем используются показатели, аналогичные широко распространенным в странах СНГ и Европейского Союза:

1. сапробиологический анализ по методу Пантле и Букка в модификации Сладечека (для планктонных сообществ и водорослей обрастания);
2. модифицированный биотический индекс (МБИ) (для сообществ макрозообентоса), адаптированный к условиям нашего региона.

Для общей оценки состояния водных экосистем используется комплексный экосистемный подход в оценке их экологического статуса на основе оптимальной с экосистемной точки зрения методологии – сравнении с адаптированным эталоном. Введенный с 2014 года в практику мониторинга поверхностных вод соответствующий нормативный документ был подготовлен на основании сложившейся практики национального мониторинга с учетом отдельных положений и рекомендаций Водной рамочной директивы Европейского Союза.

Суть этого метода (вернее, группы методов), заключается в типизации водных объектов и ранжировании их участков с последующим получением фоновых (эталонных) физико-химических и биологических характеристик для каждого типа водных объектов. Полученная информация представляет собой эталонную базу данных, с которой сравниваются и оцениваются по специальной шкале результаты гидробиологических, гидрохимических и гидроморфологических наблюдений на конкретных участках речных и озерных экосистем, испытывающих антропогенные нагрузки.

БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В.М. Юрин

*Белорусский государственный университет,
г. Минск, Беларусь, yurin@bsu.by*

Одной из неотложных задач охраны природы является создание мониторинга – системы непрерывного контроля за химическим загрязнением среды.

В настоящее время в мониторинге предпочтение отдается физико-химическим методам контроля, позволяющим измерять концентрации компонентов или других показателей среды. Законодательно допустимый уровень загрязнения среды химическими веществами определяется

предельно допустимой концентрацией (ПДК) для каждого вещества. По оценкам специалистов сегодня в биосфере насчитывается более 6 млн. индивидуальных химических соединений и ежегодно синтезируются десятки тысяч новых. Очевидно, что методы аналитической химии и их использование для определения и установления ПДК такого огромного количества веществ не могут обеспечить темпы нарастающего включения химических соединений в биосферу.

Более того, к недостаткам использования ПДК следует отнести такие, как дороговизна, время- и трудоемкость проведения химического анализа и установление одной нормы предельно допустимой концентрации (ПДК) для индивидуальных веществ. Более того, биологическое действие смеси веществ значительно отличается от их действия в отдельности. Суммарное действие веществ часто оказывается критически опасным для здоровья людей и весьма неблагоприятным для водных и наземных экосистем.

В этой связи одним из наиболее перспективных направлений в процедуре контроля состояния окружающей среды – использование биологических объектов. При использовании биологических методов контроля наблюдение ведется за реакцией на загрязнение живого объекта, т. е. объект выступает как составная часть измерительной системы.

Для осуществления эффективного экологического мониторинга необходимо создание экономичных высокоинформативных биологических экспресс-методов, позволяющих осуществлять контроль биологической безопасности среды.

Возможны три различных подхода к применению биологических объектов в качестве тестовых:

1. Использование организмов, входящих в данную экосистему, за состоянием которых ведется слежение (экзогенные биоиндикаторы).
2. Использование организмов, исходно не имеющих отношения к тестируемой экосистеме, но вводимых туда искусственно (экзогенные биоиндикаторы).
3. Использование живых объектов, не имеющих отношения к данной экосистеме, взятых из контролируемых (чистых) сред и применяемых в лабораторных условиях для оценки качества окружающей среды (биотестирование).

Остановим свое внимание на методах биотестирования.

При проведении биотестирования представляется возможным установить корреляцию между проявлением определенных типов биологической активности на различных уровнях сложности живой

материи и ее компонентов (организм, ткани, клетки, субклеточные структуры, биополимеры) на ранних этапах проявления. Методологически это открывает подходы к пониманию механизмов «отрицательного» действия определенных классов поллютантов и ведет к тому, чтобы сформулировать на этой основе задания на разработку защитных мероприятий.

За рубежом биологические тесты включены в качестве нормативных документов в систему оперативного контроля загрязнения окружающей среды, причем уже есть определенные достижения и в области их стандартизации (США, Англия, Франция, Германия, Япония, Польша и др.).

Например, в США есть несколько официальных стандартных показателей токсичности, основанных на различных биологических тестах. Так, если в исследуемой пробе воды в течение 48 ч погибает 50 % или более дафний, считается, что допустимый уровень токсичности превышен.

Попытки подобного рода предпринимались и в бывшем СССР. В 1991 г. было издано «Методическое руководство по биотестированию», в котором предлагались обязательные элементы системы оценки и контроля качества воды: биотесты на дафниях, водорослях (сценедесмус, хлорелла), рыбах (гуппи). Однако все эти приемы основывались на визуальном контроле гибели тех или иных тест-объектов.

Для получения информативных результатов при проведении биотестирования необходимо стремиться к тому, чтобы число независимых показателей, определяемых в тестовых процедурах, было как можно большим. Продемонстрировать это можно на простейшем примере. Возьмем в качестве тест-объекта дафнии и будем регистрировать только живых или погибших. Допустим, что в испытуемой пробе воды все они погибли. Значит, в реке присутствуют какие-то токсические вещества. Ничего более на основании этого теста и одного показателя сказать нельзя (т. к. концентрации поллютантов в пробе неизвестны). При известных концентрациях можно сказать что-то дополнительно, т. к. одни классы химических соединений токсичны в концентрациях более высоких, другие – в менее.

Используем, помимо дафний, другой объект – коловраток. Здесь уже возможны принципиальные различия: а) погибли дафнии, уцелели коловратки; б) погибли коловратки, уцелели дафнии; в) погибли те и другие. А нам известно, что к одним классам поллютантов более чувствительны дафнии, к другим – коловратки. Правда, случай (б) еще ни о чем не говорит: вполне вероятно, что в водоем попало большое количество поллютанта, и хотя коловратки выносят в 1000 раз большие концентрации, их это не спасло. Можно проблему решить просто – последовательно разбавить испытуемую пробу. В этом случае можно

установить меру чувствительности тест-объектов и установить величины, аналогичные LC_{50} , но выраженные в условных единицах концентрации.

Например, представим относительную чувствительность в виде показателей:

$$A = (LC_{50})^{\text{кол}} / (LC_{50})^{\text{даф}}.$$

Конечно, химическую природу соединения установить невозможно, но по значению A предполагаемый поллютант (проба) может быть отнесен к одному из классов условной классификации. Более того, если известно, например, коловратки выдерживают в 100 раз большие концентрации свинца, чем дафнии ($A=100$), а испытания проб воды дали результат $A=0,001$, то свинец здесь ни при чем, т. е. аварийный сброс произошел не у предприятия, в сточных водах которого содержится свинец.

Присутствующие в окружающей среде поллютанты вызывают модификацию структурно-функциональных характеристик биологических мембран, в результате чего происходят изменения электрических параметров клетки.

С учетом указанного эффекта и возможности регистрации двух независимых параметров (разность электрического потенциала и проводимость мембраны) на одном тест-объекте нами был предложен метод электроальгологического анализа состояния среды. В качестве тест-объекта использовались клетки харовой водоросли *Nitella flexilis*. Результаты биотестирования представляются в виде отклонений регистрируемых величин от контрольных при действии проб среды, на основании которых предлагается шкала оценки степени загрязнения тестируемых сред. Эффективность использования данного приема продемонстрировано при тестировании токсичности сточных и природных вод, а также почв сосновых эдафотопов.

Важным условием проведения биотестирования является использование в качестве тест-объектов генетически однородных культур, которые содержатся в стандартных условиях, обеспечивающих необходимую воспроизводимость результатов исследований, а также проявляют максимальную чувствительность к токсическим веществам. В качестве объектов для проведения такого тестирования могут выступать культивируемые *in vitro* клетки растений, поскольку выращиваются в асептических стандартизованных условиях, могут быть размножены в больших количествах и культивироваться как на агаризованных, так и на жидких средах, что обеспечивает более однородное воздействие исследуемых соединений на все клетки популяции. Кроме того, перевод растительных объектов в культуру *in vitro* полностью устраняет влияние организменных регуляторных систем, в результате чего изолированные

клетки становятся более чувствительными к действию экзогенных факторов.

В связи с этим нами было предпринято тестирование биологического действия тяжелых металлов меди и цинка в широком диапазоне концентраций (от 10^{-7} до 10^{-3} М) при использовании в качестве тест-объекта каллусной культуры *Salvia officinalis* L., а в качестве тест-реакции – показатели удельной скорости роста и время удвоения биомассы.

На основании полученных концентрационных зависимостей воздействия тестируемых тяжелых металлов на ростовые характеристики каллусных тканей определены минимальные действующие концентрации, вызывающие достоверное ингибирование роста – 10^{-6} М Cu^{2+} и $7 \cdot 10^{-5}$ М Zn^{2+} . Величины LC_{50} для Cu^{2+} и Zn^{2+} составили 10^{-5} М и $3 \cdot 10^{-4}$ М, соответственно.

Развитие нанотехнологий вызывает необходимость выявления влияния техногенных наночастиц (частицы размером от 1 до 100 нм) на живые организмы и окружающую среду.

Изучение действия наночастиц и макрочастиц меди в концентрациях 1, 5, 20, 100 и 500 мг/л на ростовые характеристики проводилось нами с использованием каллусной культуры *Catharanthus roseus*.

Выявлено, что включение в среду инкубации наночастиц меди в концентрациях 1 и 5 мг/л приводило к повышению ростовой активности каллусной ткани на 40-45 % по сравнению с каллусной тканью, культивируемой на среде без наночастиц. При добавлении макрочастиц в среду культивирования также отмечалась стимуляция роста на 50-40 % по сравнению с контрольным вариантом.

Более высокие концентрации наночастиц оказывали ингибирующее действие на ростовую активность каллусов. Так, при добавлении в среду инкубации наночастиц в концентрации 20 мг/л показатели роста каллусной ткани катарантуса роста снижались в два раза. Однако макрочастицы в данной концентрации не оказывали существенного влияния на рост каллуса.

Присутствие нано- и макрочастицы в концентрациях 100 и 500 мг/л в среде культивирования каллусной ткани катарантуса розового приводило практически к полной остановке ростовых процессов.

Таким образом, использование различных видов тест-объектов и тест-реакций позволяет охарактеризовать действие как отдельных видов ксенобиотиков, так и осуществлять контроль загрязнения окружающей среды на ранних этапах наступающих изменений.

ПОЧВЕННЫЕ ВОДОРΟΣЛИ И ЦИАНОБАКТЕРИИ ЗЕМЕЛЬ, ПЕРЕДАНЫХ ПОД ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ

Ю.М. Бачура

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,

г. Гомель, Беларусь, bachura@gsu.by

Создание лесных культур на низкобалльных землях, исключенных из сельскохозяйственного пользования, достаточно распространено в нашей Республике. При этом приживаемость лесных культур часто бывает низкой, что связано с деструктурированностью почвы, ее химическим загрязнением, засорением рудералами, захрущевленностью. Вопрос восстановления плодородия земель, вышедших из сельскохозяйственного пользования, до настоящего времени актуален.

Разнообразии видового состава водорослей и цианобактерий является показателем плодородия почв (Большев, 1968, Домрачева, 1974), наиболее важными аспектами которого являются накопление органического вещества, изменение физико-химических свойств почв, стимуляция их микробиологической активности, положительное воздействие водорослей на рост высших растений.

Целью настоящего исследования было изучение видового состава почвенных водорослей и цианобактерий низкобалльных земель сельскохозяйственного назначения, переданных для разведения лесных культур.

Участки для отбора выбирали на территории Долголесского лесничества ГЛХУ «Гомельский лесхоз», на основании данных, предоставленных РДЛУП «Гомельлеспроект». Для исследования выбрали 3 участка, отличающиеся по характеристикам покрытия лесными культурами: непокрытые, несомкнувшиеся культуры и собственно насаждения. Для выявления видового состава водорослей и цианобактерий использовали почвенные культуры со стеклами обрастания и агаровые культуры. Степень развития водорослей оценивали по 3-балльной шкале (Кабиров, Суханова, Хайбуллина, 1999). Систематическое положение объектов приводили в соответствии с (<http://www.algaebase.org>, Костиков и др., 2001). Состав жизненных форм определяли в соответствии с классификацией (Алексахина, Штина, 1984). Для оценки сходства видового состава АЦС исследованных почв использовали метод ранговой корреляции. При сравнении флористических спектров АЦС указанных местообитаний рассчитывали коэффициенты сходства систематического состава Сьеренсена-Чекановского.

В исследованных почвах выявлено 80 видов водорослей и цианобактерий: *Chlorophyta* (Chl) – 30, *Cyanobacteria* (Cyan) – 25, *Xanthophyta* (Xanth) – 13, *Bacillariophyta* (Bac) – 9, *Eustigmatophyta* (Eust) – 2, *Euglenophyta* (Eugl) – 1. Соотношения представленности отделов почвенных водорослей и цианобактерий были следующие: не покрытые лесом почвы: Chl_{51,3}Cyan_{29,4}Bac_{17,6}Xanth_{11,7}Eugl_{2,0}Eust_{2,0} (51 вид); несомкнувшиеся лесные культуры: Chl_{28,3}Cyan_{9,1}Bac₈Xanth_{19,6}Eust_{4,3} (46 видов); насаждения: Chl_{68,7}Cyan_{6,3}Bac_{6,3}Xanth_{15,6}Eust_{3,1} (32 вида). В экологическом отношении выявленные почвенные водоросли и цианобактерии являлись эдафотрофными. В спектре экобиоморф всех пробных площадей отмечено преобладание водорослей Ch- и C-форм, которые наряду с водорослями X- и H-формами типичны для почв лесных биогеоценозов (Алексашина, Штина, 1984, Новаковская, Патова, 2011).

Альгогруппировки исследованных участков сходны на уровне 45-51 %. Общих для всех участков видов – 13, из них 46,2 % относятся к Ch-жизненной форме. Выявлена приуроченность зеленых водорослей к участкам с насаждениями; цианей, желтозеленых и диатомовых водорослей – к открытым участкам (непокрытым почвам и несомкнувшимся лесным культурам).

РОЛЬ ПРУДОВОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА В СОХРАНЕНИИ РАЗНООБРАЗИЯ РЕДКИХ И ОХРАНЯЕМЫХ ПТИЦ

Л.Д. Бурко, Т.П. Жук, Д.А. Микулевич

Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь

За время полувековых наблюдений на прудах полносистемного рыбхоза «Вилейка» (площадь прудов – 160 га) установлено обитание 68 видов птиц, или 21,6 % от состава орнитофауны Беларуси. В систематическом плане птицы относятся к 9 отрядам и 19 семействам. Основу орнитокомплекса составляют водные и околотовные птицы: отр. Ржанкообразные – *Charadriiformes* – 26 видов, или 38,2 %; далее по количеству видов следуют птицы отр. Гусеобразные – *Anseriformes* – 13 видов (19,1 %) и Аистообразные – *Ciconiiformes* – 6 видов (8,8 %). Суммарная доля видов птиц перечисленных отрядов составляет 66,1 %. Доля видов птиц отр. Воробьинообразные – *Passeriformes* невелика и составляет всего 10,3 % (7 видов).

В результате анализа экологического статуса птиц рыбхоза установлено, что максимальное количество видов (31 вид, или 45,6 % от общего количества) территориально связаны с рыбхозом в сезон размножения – гнездятся и выхаживают потомство непосредственно на прудах. Ряд видов (8, или 11,8 %) гнездятся в окружающих рыбхоз

ближайших лесных биотопах, при этом водные беспозвоночные и позвоночные животные служат основным кормом для взрослых птиц и для выкармливания потомства. К группе залетных, нами отнесено 23 вида, или 33,8 %. Среди них и виды, которые встречаются во время весенних и осенних миграций.

Достаточно значительную по количеству видов группу составляют редкие и охраняемые в Европе и Беларуси птицы, местные популяции которых в основном немногочисленны. На прудах рыбхоза встречается 31 вид птиц, которые охраняются в Европе в соответствии с различными категориями Европейского Охранного Статуса (SPEC). Из них 16 видов связаны территориально с прудами рыбхоза в сезон размножения и еще 15 видов кормятся там во время весенних и осенних миграций. В соответствии с положениями Боннской конвенции охраняются 44 вида птиц, обитающих на прудах рыбхоза, при этом состояние европейских популяций 43 видов (приложение II) может быть улучшено за счет международного сотрудничества в деле охраны и управления их популяциями. В соответствии с положениями Бернской конвенции также охраняются 30 видов птиц, обитающих на прудах рыбхоза.

В национальную Красную книгу занесены 26 видов птиц рыбхоза, при этом 12 видов в сезон размножения выводят потомство и выкармливают его, еще 14 видов держатся на прудах во время весенних и осенних миграций.

Таким образом, интенсивная производственная деятельность человека на прудах рыбхоза, направленная на выращивание максимальной массы товарной рыбы, не является препятствием для сохранения и успешной реализации репродуктивного потенциала водных и околоводных, а также редких и охраняемых в Европе и Беларуси видов птиц.

ЭМИССИЯ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ С НАРУШЕННЫХ ТОРФЯНИКОВ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

А.В. Бурло

*ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», г. Минск, Беларусь,
andrei.burlo@tut.by*

Диоксид углерода (CO₂) является одним из основных парниковых газов, вклад которого оценивается в 63% антропогенного парникового эффекта. В связи с этим, балансы углерода в наземных экосистемах требуют детального изучения и точной оценки. Одним из крупнейших резервуаром углерода на Земле являются торфяные почвы и болота. Занимая лишь 3% земной поверхности, в них депонируется более 550 Гт

углерода, что составляет около 30 % процентов от всего углерода в почвах Земли (Joosten, 2005). Такое значение болот объясняется тем, что в болотных экосистемах происходит аккумуляция углерода, азота и ряда других элементов в виде торфа, образующегося в результате неполного разложения болотной растительности. После осушения болота процесс торфообразования на нем прекращается, и начинает протекать минерализация органического вещества торфа, что делает осушенный торфяник источником CO_2 и закиси азота (N_2O).

В Республике Беларусь общая площадь болот до начала мелиорации и промышленного использования составляла 2939 тыс. га, или 14,2 % территории страны. В результате крупномасштабного осушения и активного использования болот при мелиорации земель и добыче торфа более 51 % площади торфяных месторождений осушено, что составляет 1505 тыс. га. (Тановицкая, Бамбалов, 2009). Занимая существенную долю в земельном фонде республики, торфяники оказывают значительное воздействие на общий баланс парниковых газов.

Задачей данной работы, было оценить значение годовой эмиссии трех основных парниковых газов (CO_2 , CH_4 и N_2O) с торфяников разной степени нарушенности в условиях Республики Беларусь. Для этих целей были отобраны 4 нарушенных торфяника с различным среднегодовым уровнем грунтовых вод, растительностью и землепользованием. В целом было отобрано 8 опытных площадок. Измерения потоков парниковых газов проводились с помощью метода закрытых камер (Drösler, 2005) с периодичность в 2-3 недели на каждой из площадок в период с августа 2010 по август 2012 гг. Данная методика позволяет оценить годовую динамику потоков выделения и поглощения CO_2 , CH_4 и N_2O изучаемыми экосистемами на нарушенных торфяниках.

Полученные результаты подтверждают, что все исследуемые нарушенные торфяники были источником эмиссии парниковых газов. Максимальная эмиссия парниковых газов составила 49 т (CO_2 -экв.)/га и наблюдалась на участке с наиболее низким значением уровня грунтовых вод. Также была обнаружена линейная зависимость годовых значений эмиссии CO_2 и N_2O от среднегодового значения уровня грунтовых вод. Наиболее высокие значения эмиссии N_2O были измерены на используемых в сельском хозяйстве торфяниках. Высокие эмиссии метана наблюдались лишь на торфянике с уровнем грунтовых вод, близким к поверхности торфа, и покрытом осоковой растительностью. На осушенных торфяниках выделений метана не наблюдалось.

НОВЫЙ ЧУЖЕРОДНЫЙ ВИД – КОЛОВРАТКА *KELLICOTTIA BOSTONIENSIS* (ROUSSELET, 1908) В БЕЛАРУСИ

В.В. Вежновец, А.Г. Литвинова

ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», г. Минск, Беларусь,
vzv@biobel.bas-net.by

В результате обработки полевого материала из бассейна р. Днепр 2013 года обнаружен новый чужеродный вид для фауны Беларуси. Это планктонная коловратка из рода *Kellicottia* – (*K. bostoniensis*). До сих пор из этого рода в фауне Беларуси обитал только один аборигенный вид этого рода – *K. longispina* (Kellicott, 1879), который указывался в каталоге этой группы животных в основном для озер (Галковская и др., 2001).

Вид найден в старице реки Сож, бывшем старом русле у д. Ипполитовка, выше города Чечерска. Зоопланктон был собран 15 августа в заросшей литорали качественной сетью Апштейна с размером ячеек 45 мкм. Встречено только 6 экземпляров (один из них с прикрепленным яйцом), которые были сфотографированы под микроскопом Jenaval с помощью цифрового фотоаппарата Canon Power Shot A 710IS и по снимкам проведен морфологический анализ. Общая длина измеренных животных колебалась от 328 до 380, при средней величине 361 мкм. Длина тела была постоянной – 112 мкм. Размеры шипов изменялись значительно: у переднего шипа от 124 до 148 мкм при средней 138, заднего от 92 до 120 (среднее – 108). Полученные размеры характерны для животных европейских и северо-американских популяций (Zhdanova, Dobrynin 2011). Однако малое количество встреченных животных не позволяет провести статистический анализ и полноценное сравнение.

Обилие этого вида в планктоне было очень низким. Абсолютная плотность составила 20 экз./м³, а относительная только 0,008% от общей численности сообщества зоопланктона.

Коловратка *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) – вид североамериканского происхождения (Edmondson, 1959). В Европе была впервые зарегистрирована в 1943 году. К настоящему времени найдена в Швеции (Arnemo et al., 1968; Pejler, 1998), Нидерландах (Leentvaar, 1961), Финляндии (Eloranta, 1988) и Франции (Balvay, 1994). Из соседних с Беларусью стран известна только из России. В Российской Федерации этот вид найден только в европейской части и известен из двух озер Ленинградской области (Иванова, Телеш, 2004), часто встречается в регионе Нижний Новгород (Вауанов 2014). В целом для европейской части России *K. bostoniensis* указывается в зоопланктоне 13 озер разного типа и некоторых рек (Zhdanova, Dobrynin 2008, 2011). Вид

заселил девять водоемов и водотоков Центрального региона (Рязанская, Владимирская и Тверская области) и четыре озера Северо-Западного региона (Новгородская обл.).

История проникновения северо-американской коловратки *K. bostoniensis* в Европу и европейскую часть России неизвестна. Предполагается перемещение ее с балластными водами (Arneto et al., 1968). Наиболее вероятный путь проникновения на территорию Беларуси – по трансграничным водотокам из соседней России.

Регистрация этого вида в разнотипных водоемах мелководных и глубоководных, олигогуменных, кислотных и нейтральных, мезотрофных и эвтрофных Европы и России (Pejler, 1998; Zhdanova, Dobrynin 2008, 2011), свидетельствует о широком диапазоне толерантности и приспособительных возможностях этой коловратки. Первая находка этого вида требует более детального анализа сообщества зоопланктона на территории Беларуси, особенно в бассейне р. Днепр и в соседних странах.

ВОЗДЕЙСТВИЕ УФ-В РАДИАЦИИ НА УРОВЕНЬ ПЕРВИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ ПЛАНКТОНА В РАЗНОТИПНЫХ ОЗЕРАХ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «НАРОЧАНСКИЙ»

Ю.К. Верес¹, А.С. Гацко², А.А. Бань²

¹УНЦ «Нарочанская биологическая станция им. Г.Г. Винберга» БГУ,
к.п. Нарочь, Беларусь, veres.julia.naroch@gmail.com

²Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь

На современном этапе к вопросам воздействия УФ-радиации на живые системы приковано особое внимание в связи с проблемой нарушения озонового слоя стратосферы, приводящего к проникновению на поверхность Земли более губительного УФ-В спектра излучения (280-320 нм). Проникающая в водную толщу УФ-радиация оказывает воздействие на многие структурно-функциональные характеристики экосистемы, особое место среди которых занимают продукционно-деструкционные процессы в водной толще.

Для оценки воздействия УФ-радиации на уровень первичной продукции планктона разнотипных озер была проведена серия экспериментов по определению продукции и деструкции в подповерхностном горизонте. В основе экспериментальных работ лежит классическая схема определения уровня продукции и деструкции методом замкнутых сосудов (Винберг, 1960). Однако в ходе настоящей работы в роли светлых сосудов были использованы кварцевые пробирки, которые пропускают не только фотосинтетически активную

радиацию, но и УФ-спектр солнечного излучения. При этом часть пробирок накрывали стеклом, которое предотвращало проникновение УФ-В излучения, остальные оставляли ненакрытыми. Следовательно, в ходе экспериментов измеряли уровень продукции в пробах, не подвергающихся УФ излучению, а только в присутствии ФАР, а также в пробах, подвергавшихся полному спектру солнечного облучения. Экспозиция экспериментальных склянок проходила в условиях *in situ* при естественном освещении. Для соблюдения единых условий все пробы располагали в белой ванне, заливали озерной водой и оставляли от одних до трех суток на улице. В экспериментах использовали воду из озер Мястро, Баторино, Белое и Большие Швакшты, различающихся по трофическому статусу и расположенных на территории Национального парка «Нарочанский».

По полученным данным, исследованные озера различаются между собой и по уровню продукционно-деструкционных процессов, и по реакции на разный спектр солнечного облучения (таблица). В опытах с водой из всех изученных озер показано снижение значений продукции в присутствии УФ-спектра солнечного излучения.

Продукционно-деструкционные уровни в воде озер Нарочанского региона при разных вариантах солнечного облучения

Показатель	Вариант экспозиции	Озеро			
		Мястро	Баторино	Б. Швакшты	Белое
Деструкция, мг O ₂ /л*сутки	Темнота	0,29	0,45	1,08	0,32
ВПП, мг O ₂ /л*сутки	ФАР+УФ	0,58	0,74	3,65	0,70
	ФАР	0,68	0,96	4,05	0,91
ЧПП, мг O ₂ /л*сутки	ФАР+УФ	0,29	0,29	2,57	0,38
	ФАР	0,39	0,51	2,97	0,58
Ингибирование в присутствии УФ, мг O ₂ /л*сутки		0,10	0,22	0,40	0,20
Доля от ВПП, %		14,7	22,9	9,9	23,1
Доля от ЧПП, %		25,6	43,1	13,5	34,5

Таким образом, в экспериментальных условиях *in situ* было показано ингибирующее действие УФ-излучения на продукционные процессы в поверхностных слоях водной толщи озер.

Снижение показателей продукции в отдельных случаях может достигать более 40 %.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОЧВ В ЗОНЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ *JUNIPERUS COMMUNIS* НА ТЕРРИТОРИИ ЛЬВОВСКОГО ПРИКАРПАТЬЯ

С.Я. Волошанская, И.Ф. Дрозд

*Дрогобычский государственный педагогический университет
им. Ивана Франко, г. Дрогобыч, Львовская обл., Украина, inessadr@ukr.net*

В Карпатском регионе, в различных природных условиях под влиянием климата, рельефа местности, биотических составляющих, а также в результате хозяйственной деятельности образовались различные типы почв. Поскольку влияние этих факторов сочетается в различных соотношениях, такие почвы имеют разные производственные свойства и неодинаковую хозяйственную ценность (Назаренко, 2006).

Рельеф местности Предкарпатья характеризуется наличием отдельных высот, которые поднимаются до 400 м над уровнем моря. В структуре сельскохозяйственных угодий пахотные земли занимают 42,5%, сады и огороды – 3,6%, сенокосы и пастбища – 23,0%, леса и кустарники – 21,9%, другие земли – 9%. В таких условиях особенно интересной является проблема изучения химического состава почв в зоне распространения ценного растения – можжевельника обыкновенного.

Исследование свойств почв Львовского Прикарпатья свидетельствует о том, что они преимущественно неустойчивы или удовлетворительно устойчивы к антропогенным влияниям. Именно такие почвы стали хорошей зоной роста можжевельника обыкновенного, который активно занимает площади подлеска заброшенных сельскохозяйственных угодий (Волошанская, 2011). Этот теневыносливый морозоустойчивый вид, распространен обычно в подлеске хвойных, реже смешанных лесов. *Juniperus communis* – ценное лекарственное, пищевое, эфиромасличное, фитонцидное, древесное, декоративное и фитомелиоративное растение.

На территории, где проводились исследования, преобладают дерново-подзолистые и буро-подзолистые почвы с разной степенью оподзоления, оглеения, которые имеют своеобразный механический состав. Известны их низкие плодородные свойства через неблагоприятный водно-воздушный режим и более кислую реакцию почвенного раствора. Такие почвы содержат очень мало азота, подвижного фосфора и калия, имеют низкое содержание глинистых частиц, гумуса и питательных веществ. Среди иных характеристик – небольшая глубина гумусового горизонта, безструктурность, неудовлетворительная впитываемая способность, высокая кислотность (рН 4,5) (Кекис, Волошанская, 2010).

В результате исследований установлено, что в химическом составе буросредне-подзолистых поверхностно-оглеенных почв преобладали

оксиды кремния, железа (III) и алюминия. Так, в верхнем гумусо-элювиальном горизонте (0–24 см) содержание SiO_2 составило 73,5%, а Al_2O_3 и Fe_2O_3 соответственно 6,90% и 4,1%. С глубиной содержание SiO_2 постепенно увеличивалось до 82,2%, а Al_2O_3 и Fe_2O_3 уменьшилось соответственно до 6,4 и 4,0%. Исследуемые образцы слабо кислые. Среднее значение pH солевой вытяжки составляет 5,6. Эти почвы содержат относительно мало оксидов кальция CaO (0,5–0,8%), а также относительно много оксидов магния MgO (1,2–1,8%). Оксиды калия (K_2O) и фосфора (P_2O_5) находились в пределах 0,9–1,2% и 0,6–0,2% соответственно. Содержание важных элементов разное: азота – 82,0 мг / кг, калия – 62,0 мг/кг; обеспеченность фосфора средняя – 124,0 мг/кг почвы. В наших исследованиях наблюдалось высокое содержание некоторых микроэлементов (В, Мп, Со, Сu, Zn), так как данные почвы определенное время не использовались в сельскохозяйственном производстве.

Исследуемые буро-подзолистые поверхностно-оглеенные почвы Прикарпатья являются благоприятными для роста и распространения можжевельника обыкновенного.

ПОЧВЕННЫЕ ВОДОРΟΣЛИ ОКУЛЬТУРЕННОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ТОРФОВАНИЯ И ЗЕМЛЕВАНИЯ

Е.Е. Гаевский

*Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь,
gaevski@rambler.ru*

Сочетание природных и антропогенных факторов определяет тип почвообразовательного процесса, направление его развития, а также состав почвенной биоты и активность ее жизнедеятельности в почве. Изучение экологии почвенных водорослей представляет особый интерес и для почвенной биологии, и для экологии в широком смысле слова. Во-первых, водоросли – единственная группа почвенных микроорганизмов, которой свойственно фототрофное питание и вместе с тем способность к быстрому размножению. Их поселением часто начинается формирование растительного покрова, и такие случаи могут служить моделью развития биогеоценозов. Во-вторых, водоросли, живущие в почве и на ее поверхности, обладают поразительной пластичностью биологии и физиологических свойств, высокой стойкостью против экстремальных условий. Это делает их удобными объектами для изучения механизмов устойчивости организмов. Разнообразие видового состава водорослей и высокая биомасса определенных видов является показателем плодородия почв (Домрачева, 1974, Штина, Голлербах, 1976, Кабилов, 2007).

Комплексные исследования структуры сообществ почвенных водорослей окультуренных почв в литературе крайне немногочисленны. Также нет данных о степени влияния структурной мелиорации путем торфования и землевания на альгофлору низкоплодородных почв, которая изучена крайне недостаточно. Альгофлора почв сельскохозяйственного назначения в республике практически не изучалась.

Цель настоящей работы – изучение видового состава почвенных водорослей дерново-подзолистой песчаной почвы после оптимизации путем торфования и землевания.

Полевой опыт был заложен 2006 г. на базе хозяйства «ПМК-16 АГРО» около агрогородка Переседы Борисовского р-на Минской обл. на дерново-подзолистой связнопесчаной почве. Схема полевого опыта включала 5 вариантов: на опытные делянки площадью 50 м² в четырехкратной повторности вносили суглинок из расчета 100, 200, 300 и 400 т/га, а также торфоनावозный компост в дозе 200 т/га при соотношении навоза и торфа 1:1. На шестой-седьмой год (2011-2012 гг.) оптимизации песчаной почвы возделывали многолетние бобово-злаковые травы (клевер луговой, тимофеевка луговая, ежа сборная). На восьмой год (2013 г.) возделывался овес.

Отбор образцов проводили в июле и сентябре 2011-2013 гг. по общепринятой в почвенной альгологии методике. Видовой состав водорослей выявляли методом почвенных культур со стеклами обрастания, водных и агаровых культур. Таксономическое положение объектов приведено по каталогу Т.М. Михеевой (1999).

Было выявлено 42 вида почвенных водорослей, относящихся к шести отделам: Cyanophyta – 17 видов (40,5%), Bacillariophyta – 5 (11,9%), Xanthophyta – 4 (9,5%), Euglenophyta – 1 (2,4%), Chlorophyta – 14 (33,3%) и Rhodophyta – 1 вид (2,4%). Синезеленые водоросли включали представителей из 10 родов, относящихся к 7 семействам, 3 порядкам классов Chroococcophyceae (11,8 %) и Hormogoniophyceae (88,2 %). Наиболее широко были представлены порядки Oscillatoriales и Nostocales (7 и 8 видов соответственно). Выявленные зеленые водоросли относятся к 4 порядкам, 6 семействам и 8 родам; наибольшим видовым разнообразием отличался порядок Ulothrichales (10 представителей).

В экологическом отношении выявленные почвенные водоросли являлись эдафотрофными. В спектре экобиоморф доминирующее положение занимали представители Н-формы – 13 видов (30,1 %). Далее по убывающей расположились водоросли Р-формы – 7 видов (16,7 %) и Сh-формы – 5 видов (11,9 %). Единично встречались виды, относящиеся к С- и N-формам.

КОМПЛЕКСЫ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ ОТВАЛОВ ФОСФОГИПСА ГОМЕЛЬСКОГО ХИМИЧЕСКОГО ЗАВОДА

Н.Г. Галиновский, А.Н. Крицкая

УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины», г. Гомель,
Беларусь, carabus@tut.by

Гомельский химический завод является одним из крупнейших предприятий Республики Беларусь по производству фосфорных и комплексных минеральных удобрений. На сегодняшний момент на территории завода скопилось множество отходов производства (фосфогипса и шлама), накопленных в виде крупных отвалов различного возраста и степени покрытия растительностью.

Целью нашего исследования было изучение видового состава и ряда экологических особенностей комплексов жесткокрылых, сформированных на отвалах фосфогипса различного возраста и степени зарастания.

Исследования проводились в 2011-2012 годах на трёх типах отвалов с разной степенью покрытия растительностью: от голых, на которых производился сброс фосфогипса с подвесной линии до имеющих островки растительности, в том числе и древесной (сброс отходов производства на отвал был прекращен более 20 лет назад).

В результате проведённых исследований на территории отвалов фосфогипса было коллектировано 2032 экземпляра жесткокрылых 96 видов, относящихся к 22 семействам. Видовое богатство жесткокрылых увеличивалось по мере зарастания отвалов с 8 видов из 3 семейств на голых отвалах (доминировали *Chaetophora spinosa*, *Broscus cephalotes* и *Cicindela hybrida*), 50 видов из 16 семейств на отвале с начальной степенью зарастания (доминировали *Chaetophora spinosa*, *Calathus erratus*, *Aleochara brevipennis* и *Drusilla canaliculata*) до 66 видов из 17 семейств на отвалах, покрытых как травянистой, так и редкой древесной растительностью (доминировали *Chaetophora spinosa*, *Morychus aeneus*, *Calathus erratus*, *Microlestes minutulus* и *Crypticus quisquilius*).

На голых отвалах преобладали как по видовому богатству (3 вида), так и по относительному обилию (61,7%) ксерофильные виды. Наблюдалось также значительное число гигрофильных видов (2), высокая численность которых (26,9%) объясняется близостью специального обводного канала, ограничивающего территорию отвалов. По мере увеличения площади зарастания поверхности отвалов доля ксерофилов в комплексах жесткокрылых падает, замещаясь мезофильными и мезоксерофильными видами (27 и 10 соответственно на отвалах с начальной степенью зарастания и 29 и 7 видов соответственно на отвалах с высокой степенью растительного покрытия). Высоко также присутствие

гигрофильных видов (16 видов), численность которых составляет половину от всех коллектированных экземпляров на старом, заросшем отвале.

На всех типах изученных отвалов преобладали полевые и луговые виды как по видовому богатству, так и по относительному обилию. Кроме того, по мере увеличения зарастания отвалов фосфогипса наблюдалось увеличение числа лесных видов (с 1 на голых отвалах до 20 на старых, наиболее заросших).

При оценке пищевой специализации было выявлено значительное преобладание зоофагов на голом отвале (2/3 всех видов), однако, по мере зарастания отвалов их присутствие, особенно в численности, уменьшается в пользу фитофагов.

Таким образом, можно сказать, что в результате сукцессионных изменений на отвалах фосфогипса происходит значительная перестройка комплексов жесткокрылых, которая проявляется в общем увеличении видового богатства и численности жесткокрылых, росте доли мезофильных и мезоксерофильных полевых, луговых и лесных зоофагов и фитофагов.

СТРУКТУРА АВИФАУНЫ ПОЛЬДЕРНОЙ МЕЛИОРАТИВНОЙ СИСТЕМЫ «ПОКОЛЮБИЧИ» ГОМЕЛЬСКОГО РАЙОНА, ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

З.А. Горошко

ГУО «Средняя школа № 11 г. Гомеля», г. Гомель, e-mail: sin.gor@mail.ru

Площадь осушенных земель на территории Гомельской области составляет 675,4 тыс. га. Уровень освоенности мелиоративного фонда составил 78% (Войтов, 2001). После проведения мелиоративных работ, трансформированные территории активно изучались исследователями (Курлавичус, 1986; Тарлецкая, 1988; Падутов, 1999).

В настоящее время на мелиорированных территориях происходят сукцессионные процессы, поэтому данные о состоянии авифауны мелиорированных территорий, представляют определённый интерес.

Исследования авифауны проводились в 2002–2014 гг. на польдерной мелиоративной системе «Поколубичи» с двухсторонним регулированием водного режима почв. Площадь исследуемой территории польдера составила свыше 700 га.

Было зарегистрировано 145 видов птиц, относящихся к 13 отрядам (таблица). В составе авифауны 136 видов птиц, гнездящихся на территории Республики Беларусь. В качестве станции кормления поля и каналы польдера используют 30 видов птиц. 50 видов останавливаются на исследуемой территории во время весеннего пролёта.

Польдер «Поколюбичи» является ключевой территорией для мигрирующих представителей отрядов *Anseriformes*, *Gruiformes*, *Charadriiformes*.

Авифауна польдерной мелиоративной системы «Поколюбичи»

Отряд	Количество видов				
	весна	лето	осень	зима	всего
Ciconiiformes	5	3	2		5
Anseriformes	14	3	1		14
Falconiformes	11	9	8	4	13
Galliformes	2	2		1	2
Gruiformes	6	3			6
Charadriiformes	26	13			27
Columbiformes	3	2	1		3
Cuculiformes	1	1			1
Strigiformes	1	1	1		2
Apodiformes	1	1			1
Upupiformes	1	1			1
Piciformes	2		1	2	3
Passeriformes	59	43	40	22	67
Итого	132	82	54	29	145

Было зарегистрировано 28 видов птиц, занесённых в Красную книгу Республики Беларусь (2004):

I категория охраны – *Falco vespertinus* L.;

II категория – *Circaetus gallicus* (Gm.), *Gallinago media* (Lath.);

III категория – *Botaurus stellaris* L., *Egretta alba* (L.), *Ciconia nigra* (L.), *Anas acuta* L., *Milvus migrans* Bodd, *Circus cyaneus* (L.) *Falco tinnunculus* L., *Falco columbarius* L., *Crex crex* (L.), *Grus grus* (L.), *Charadrius hiaticula* L., *Pluvialis apricaria* (L.), *Philomachus pugnax* (L.), *Limosa limosa* (L.), *Numenius arquata* (L.), *Tringa stagnatilis* (Bechst.), *Tringa nebularia* (Gunn.), *Xenus cinereus* (Güld.), *Larus minutus* (Pall.), *Galerida cristata* L.;

IV категория охраны – *Anser anser* (L.), *Falco subbuteo* L., *Haematopus ostralegus* L., *Larus canus* L., *Asio flammeus* (Pont.).

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ
ДИКИХ ПРОМЫСЛОВЫХ КОПЫТНЫХ, ОБИТАЮЩИХ
НА ТЕРРИТОРИИ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

А.В. Гулаков

Учреждение образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины», г. Гомель, Беларусь, Gulakov@gsu.by

После катастрофы на Чернобыльской АЭС радиоактивное загрязнение природных сред на значительной территории республики

остается сложной социальной и технической проблемой. К сожалению, определенная напряженность на данной территории сохранится еще длительное время.

При проведении радиоэкологического мониторинга за дикими копытными, определенный интерес представляла оценка физиологического состояния отдельных популяций животных, обитающих на местности с высоким уровнем радиоактивного загрязнения.

Клиническое состояние животных в целом за весь период исследований не имело существенных отклонений от физиологической нормы. Визуальный осмотр и наблюдение за животными в природной среде показали, что у них хорошее обоняние, острота зрения, не нарушена координация движения и частота дыхания, отмечается хорошая поедаемость корма. Не приходилось встречать животных с аномальным развитием (уродства, гигантизм, карликовость). За время наблюдения за отдельными популяциями диких животных встречались особи разных возрастных групп. У кабана отмечали и добывали особей не старше 5-7 лет, у лося и косули 3-5 лет. По анализу сброшенных рогов, обнаруженных в районе исследований, у самцов лосей возраст доходил до 10-12 лет. Не было отмечено нарушений внутриутробного развития плода у трех наиболее распространенных видов копытных на протяжении всего периода исследований. Ежегодный отстрел животных в феврале месяце позволил наблюдать у самок лося хорошо сформированные эмбрионы без отклонений от физиологического развития. В 90 % случаев у самок лося наблюдали по два эмбриона, у остальных по одному. У самок косуль во всех случаях обнаружено по два эмбриона, у самок кабана – от 4 до 9 эмбрионов.

В результате послеубойного осмотра было установлено, что у всех добытых животных упитанность хорошая, кожные покровы чистые, эластичные, шерстный покров густой и прочно удерживается. За исключением самки лося в возрасте 6 лет, добытой в конце февраля 1995 года на территории зоны отчуждения, у которой наблюдались облысевшие участки кожного покрова в области шеи и передней части груди. Видимые слизистые оболочки имели бледно-розовый цвет без видимых патологических изменений. Органы и ткани находились в естественном положении без изменений, кроме пулевых ранений. У двух лосей в возрасте 4 и 6 лет, добытых в зоне отчуждения в 1989 году, отмечали незначительное размягчение паренхимы печени и селезенки.

Нами было проведено патологоанатомическое и гистологическое исследование основных органов и тканей от добытых диких животных. В результате проведенных исследований было установлено, что патоморфологические изменения во внутренних органах и тканях диких

промысловых копытных наблюдались только в начальный период аварии. Они характеризовались по степени выраженности значительной вариабельностью и зависели от места добычи и возраста животных.

Так как основным дозообразующим радионуклидом в начальный период после катастрофы Чернобыльской АЭС являлся радиоактивный йод, который, как известно, накапливается в щитовидной железе, то признаки ее поражения отмечались лишь у животных старшего возраста, добытых через несколько лет после аварии. Щитовидная железа, которых характеризовалась умеренно выраженным фиброзом стромы, фолликулами разных размеров, местами с признаками резорбции коллоида, дистрофией клеток.

МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ НОВОГО ВО ФЛОРЕ УКРАИНЫ ВИДА *GLYCERIA DECLINATA* VRÉB. В ПРЕДЕЛАХ КРАЕВЫХ И ВНЕШНИХ ГОРГАН (УКРАИНСКИЕ КАРПАТЫ)

Е.Н. Данылюк¹, Л.М. Борсукевич²

¹Государственный природоведческий музей НАН Украины, г. Львов,
echium@ukr.net

²Ботанический сад Львовского национального университета имени Ивана
Франко, *botsad@franko.lviv.ua*

Из 50 видов рода *Glyceria* R. Br. (Poaceae) в разных источниках для флоры Украины приводится 5-6 (Кузьмичев, 1992; Определитель высших растений Украины, 1987; Mosyakin, Fedoronchuk, 1999). При проведении полевых исследований в 2009 г. в Украинских Карпатах был обнаружен еще один вид этого рода – *Glyceria declinata* Vréb. (Борсукевич, Данылюк, 2010). Это меридионально-температно-океанический европейский вид, основной ареал которого охватывает Атлантическую и Центральную Европу (от 60° до 36° сев. широты). Он занесен в Северную Америку, Австралию и Новую Зеландию (Кизене, 1985; Флора европейской части СССР Т. 1, 1974; Цвелев, 1964; Mirek, Załuski, 1986).

При проведении последующих исследований было обнаружено 6 местопроизрастаний *G. declinata* на территории Краевых и Внешних Горган (2009-2013 гг.): Ивано-Франковская обл., Рожнятовский р-н, в луже на грунтовой дороге, 700 м н.у.м., 01.09.2009; Ивано-Франковская обл., Надворнянский р-н, восточные окрестности с. Мыкулычын, в луже на грунтовой дороге, 950 м н.у.м., 19.08.2010; Ивано-Франковская обл., Богородчанский р-н, окрестности с. Манява, в луже у дороги, 692 м н.у.м., 29.06.2012; Ивано-Франковская обл., Богородчанский р-н, с. Крычка, левый берег р. Быстрица Солотвинская, 619 м н.у.м., 29.06.2012; Ивано-Франковская обл., Рожнятовский р-н, с. Лецовка,

лужа на грунтовой дороге, N 48.49.788; E 024.06.805, 500 м н.у.м., 28.08.2013; Ивано-Франковская обл., Рожнятовский р-н, пойма р. Лимница, в луже, N 48.42.600; E 024.08.077, 589 м н.у.м., 28.08.2013. Образцы хранятся в гербарии Государственного природооведческого музея НАН Украины (LWS), г. Львов.

G. declinata в Краевых и Внешних Горгонах обнаружена в наиболее типичных для вида периодически подтопляемых и пересыхающих экотопах – лужах на грунтовых дорогах и у обочин, в пределах высот 500-950 м н.у.м. Исследуемый вид представлен низким дернинным сизовато-фиолетовым экотипом, характерным для вышеупомянутых мест с существенными колебаниями уровня воды (Holub, 1960). Во всех популяциях отмечены как генеративные, так и вегетативные особи, что свидетельствует об оптимальных условиях произрастания вида.

G. declinata в найденных местонахождениях произрастает вместе с видами *Agrostis stolonifera* L., *Alisma plantago-aquatica* L., *Callitriche cophocarpa* Sendtner, *Juncus articulatus* L., *J. bufonius* L., *Potentilla anserina* L. Вид попадался в сообществах классов *Phragmiti-magnocaricetea* Klika in Klika et Novak 1941 (союз *Glycerio-sparganion* Br.-Bl. et Sissingh in Boer 1942) и *Bidentetea tripartitae* R.Tx., Lohm. et Prsg 1950 (союз *Bidention tripartitae* Nordh. 1940).

В сопредельных с Украиной странах – Словакии и Польше *G. declinata* была найдена также сравнительно недавно, только в середине XX века (Walters, 1959; Holub, 1960). Изолированные местопроизрастания есть в Румынии, Литве, Беларуси (Кизене, 1985; Флора европейской части СССР Т. 1, 1974; Цвелев, 1964; Walters, 1959; Флора Беларуси Том 2, 2013). Поскольку в соседних с Украиной странах локалитеты исследуемого вида достаточно многочисленны, есть высокая вероятность обнаружения новых локалитетов *G. declinata* на Западной Украине, особенно в горных регионах.

ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ НАСЕКОМЫМИ ОСНОВНЫХ МЕТАБОЛИТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КАЧЕСТВА КОРМА

С.И. Денисова

ВГУ имени П.М. Машиерова, г. Витебск, Беларусь

По мнению многих ученых содержание резервных веществ в организме насекомых зависит от уровня растворимых углеводов и свободных аминокислот в кормовом растении (Руднев, 1969; Самерсов, Гороява, 1976; Thompson, 1979; Scriber, 1978; Денисова, Михневич, 1989; Sinohara, 1977; Jang Juelong, Stamp Nancy, 1995; Stadler Bernhard, 1998).

Изучение динамики накопления в организме насекомых белков и общих липидов (таблица) показало, что их содержание достоверно

увеличивается в тех вариантах, где гусеницы питались листом, выдержанным в течение 24–48 часов.

Динамика накопления белка и общих липидов (в % сухой массы) у куколок при разных сроках выдержки листа кормовых растений

Вариант опыта	Китайский дубовый шелкопряд		Непарный шелкопряд		Лунка серебристая	
	белок	липиды	белок	липиды	белок	липиды
Дуб черешчатый						
Свежий лист	13,01 ±0,13	21,45 ±1,05	10,5 ±0,03	18,68 ±0,22	9,25 ±0,09	24,03 ±0,31
24 ч	15,4 ±0,12	25,88 ±0,9	14,01 ±0,17	23,18 ±0,63	14,42 ±0,25	28,35 ±0,49
48 ч	15,14 ±0,09	22,47 ±0,7	13,21 ±0,19	23,75 ±0,75	10,25 ±0,05	25,13 ±0,81
72 ч	6,93 ±0,05	13,43 ±0,05	6,59 ±0,08	10,15 ±0,04	4,14 ±0,01	13,69 ±0,25
Береза повислая						
Свежий лист	15,09 ±0,5	29,39 ±0,25	–	–	13,22 ±0,12	28,71 ±0,6
24 ч	18,45 ±0,12	32,10 ±0,21	–	–	16,6 ±0,13	30,27 ±1,01
48 ч	14,27 ±0,31	30,13 ±0,31	–	–	12,42 ±0,12	28,97 ±0,68
72 ч	8,15 ±0,15	16,38 ±0,41	–	–	4,79 ±0,5	15,18 ±0,02
Яблоня						
Свежий лист	–	–	9,62 ±0,04	15,01 ±0,55	–	–
24 ч	–	–	13,24 ±0,36	20,06 ±0,46	–	–
48 ч	–	–	11,70 ±0,25	17,21 ±0,25	–	–
72 ч	–	–	5,18 ±0,04	9,82 ±0,01	–	–

Так как лунка серебристая и китайский дубовый шелкопряд зимуют на стадии куколки, то уровень содержания белковых соединений в куколке выше, чем в гусеницах и яйцах насекомого. Еще более показательны в этом отношении данные по накоплению гликогена и жира в куколках вышеуказанных насекомых по варианту «свежий лист». Куколка лунки серебристой зимует в почве, она не защищена коконом, как куколка дубового шелкопряда, поэтому в куколке лунки серебристой уровень накопления резервных веществ – жиров и гликогена – выше, чем у дубового шелкопряда, примерно на 12% по жирам и на 40% по гликогену на дубе, на березе этот показатель еще выше примерно на 10%, так как по содержанию жиров лист березы достоверно превышает лист дуба

(Денисова, 2002). Непарный шелкопряд – полифаг, но в годы, когда вредителя мало, его гусеницы чаще всего питаются листьями дуба, который обеспечивает популяцию кормовыми ресурсами в самые неблагоприятные годы (Бенкевич, 1984; Колтунов, 1997). При питании гусениц листом дуба в куколках и яйцах непарного шелкопряда содержится белка на 10-15% больше по сравнению с питанием листом яблони, липидов на 12% больше, гликогена на 15% (вариант «свежий лист»).

Эти данные согласуются с анализом данных биохимического состава листьев вышеуказанных растений и отражают зависимость хода обменных процессов в организме насекомых-фитофагов от уровня содержания первичных метаболитов в растениях, особенно углеводов и белков, которые создают биомассу насекомых.

ЖЕСТКОКРЫЛЫЕ НАСЕКОМЫЕ В ПИТАНИИ ЛЕСНЫХ ПТИЦ СЕМЕЙСТВА ДРОЗДОВЫХ (TURDIDAE) В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

Д.Г. Доманцевич

Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь,

dimondoman@mail.ru

Несмотря на значительную степень изученности различных аспектов биологии такой крупной систематической группы птиц как воробьинообразные, сведения об особенностях их трофики на большей территории Восточной Европы до сих пор остаются фрагментарными.

Изучение особенностей питания трех массовых видов лесных воробьинообразных – *Turdus philomelos*, *T. merula* и *Luscinia luscinia* семейства Дроздовые (*Turdidae*), добытых в 2010-2014 гг. в весенний и летний периоды в нескольких районах Беларуси (проанализировано 12, 11 и 4 желудков соответственно), показало, что среди животных объектов в наибольшей степени потребляются жесткокрылые и перепончатокрылые насекомые. При этом встречаемость и доленое участие в питании первых относительно прочих таксономических групп членистоногих был максимален (50, 45 и 75 % соответственно). В количественном отношении их доля в составе питания птиц от общего числа кормовых объектов составила 18,1; 31,9 и 18,1 % (таблица).

Извлеченные из пищеварительных трактов исследуемых видов птиц жесткокрылые оказались представителями одиннадцати семейств. Спектр потребляемых жуков оказался наиболее широким у дрозда черного. Для этого же вида оказалось характерным потребление жесткокрылых (щелкунов) и в личиночной стадии развития. Доля жуков, определенных только до отряда, по отношению к трем указанным видам птиц составила 7,5; 7,7 и 6,1 % соответственно. Регулярно в желудках

исследуемых видов птиц встречались только жужелицы и долгоносики. Жесткокрылые из других семейств часто обнаруживались в единичных количествах и, по-видимому, некоторые из них могут рассматриваться только в качестве случайных пищевых объектов.

Жесткокрылые в питании воробьинообразных семейства Turdidae

Объекты питания	Певчий дрозд			Черный дрозд			Соловей обыкновенный		
	N _ж	N _{об.}	% _{об.}	N _ж	N _{об.}	% _{об.}	N _ж	N _{об.}	% _{об.}
Жесткокрылые	6	17	18,1	5	54	31,9	3	15	18,1
Curculionidae	3	5	5,3	3	14	8,2	2	4	4,8
Carabidae	1	1	1,1	1	18	10,6	1	1	1,2
Elateridae	–	–	–	2	4	2,4	1	2	2,4
Staphylinidae	1	1	1,1	1	1	0,6	–	–	–
Scarabidae	1	1	1,1	1	1	0,6	–	–	–
Chrysomelidae	–	–	–	–	–	–	2	3	3,6
Dytiscidae <i>Platambus maculatus</i>	1	1	1,1	–	–	–	–	–	–
Ostomatidae <i>Ostoma ferrugineum</i>	1	1	1,1	–	–	–	–	–	–
Cerambycidae	–	–	–	1	1	0,6	–	–	–
Silphidae	–	–	–	1	1	0,6	–	–	–
Netebrionidae	–	–	–	1	1	0,6	–	–	–
Определенные до отряда	5	7	7,5	5	13	7,7	2	5	6,1

В ряде случаев оказалась возможна видовая идентификация обнаруженных жуков. В пищеварительных трактах у дрозда певчего обнаружили долгоносиков *Sciaphilus asperatus*, *Otiorhynchus tristis*, *Ot. ovatus*, *Ot. scaber*, плавунца *Platambus maculatus* и щитовку *Ostoma ferrugineum*; дрозда черного – долгоносика *Strophosoma capitatum* и жужелиц родов *Agonum* и *Pterostichus*; соловья – листоеда *Lema cyanella* и некоторых представителей подсемейства *Halticinae*, а также долгоносиков родов *Otiorhynchus*, *Phyllobius* и *Pissodes*.

ОРНИТОЦЕНОЗЫ ОСТРОВОВ ОЗЕР СЕВЕРНОЙ БЕЛАРУСИ

С.А. Дорофеев

Витебский государственный университет имени П.М. Машерова, г. Витебск,
Беларусь, miro-slavab@mail.ru

Изучению птиц водно-болотного комплекса, их биотопическому распределению и численности на водоемах Беларуси, а также орнитофауне

пойменных биотопов посвящено значительное количество работ отечественных орнитологов. Однако орнитоценозы островов озер, как специфичных элементов ландшафта, остаются почти не исследованными.

Материал по видовому составу и численности в гнездовой период птиц, населяющих острова озер, был собран в 2004-2013 гг. путем детального обследования 17 минеральных островов площадью от 0,1 до 7,5 га, поросших древесно-кустарниковой растительностью на 8 крупных озерах региона (Вослепно, Езерище, Нещердо, Тиосто и др.).

Различия в структуре орнитокомплексов и плотности населения отдельных видов островных экосистем отчетливо выражены в группе мелких дендрофильных воробьиных птиц, плотность которых на островах в гнездовой период зачастую в 1,5-2 раза выше, чем в материковых насаждениях. Это объясняется благоприятными экологическими условиями, слабой освоенностью и редкой посещаемостью островов человеком.

Население птиц островов озер существенно различается в зависимости от специфичности условий биотопа и характеризуется четкой приуроченностью к определенным растительным ассоциациям. Так, на возвышенных участках, поросших сосной, березой, липой, осиной, серой ольхой, наиболее часто отмечаются на гнездовании зяблик, пеночка-весничка, пеночка-трещотка, рябинник, иволга, лесной конек, вяхирь. На заболоченных участках островов доминируют виды птиц, характерные для осоково-тростниково-кустарниковых зарослей: обыкновенная чечевичка, болотная камышевка, камышевка-барсучок, тростниковая овсянка, обыкновенный и речной сверчки. Здесь зарегистрировано не менее 33 видов птиц, средняя плотность гнездования которых составляет 7,21 пар/га. На ряде островов регулярно или эпизодически гнездятся черный коршун, чеглок, серая неясыть, ушастая сова, серая цапля.

В орнитокомплексах островов характерной особенностью гнездования ряда дендрофильных и луго-полевых видов является образование уплотненных поселений, не отмеченных в других местообитаниях. Так, на островах оз. Вослепно в июне 2007 года плотность гнездования жулана достигала 27 пар/га, а минимальное расстояние между отдельными гнездами составляло 8-10 метров. Плотность населения обыкновенной чечевички на острове Ракитном (оз. Тиосто) в 2011 году достигала 19 пар/га. Рябинник, обычно гнездящийся колониями, на островах озер гнездится почти всегда одиночно.

В смешанном средневозрастном лесу на острове Церковище (оз. Тиосто) в июне 2009 года отмечена высокая плотность населения дуплогнездников: пестрый дятел – 2, черный дятел – 1, большая синица – 2,

буроголовая гаичка – 1, обыкновенный поползень – 1, мухоловка-пеструшка – 3, обыкновенный скворец – 3 пар/га.

Кроме общей высокой плотности гнездящихся видов (до 10-12 пар/га), для орнитокомплексов островов ряда озер (Вослепно, Нещердо, Тиосто) отмечен высокий процент пар, успешно завершивших гнездование. У 8 видов дендрофильных птиц, гнездящихся на островах, этот показатель находился в пределах 61,8-74,2% пар, тогда как в береговых насаждениях – 34,1-41,6% пар.

В результате полного или частичного истребления древесной растительности по берегам многих озер существенно сократилась площадь местообитаний, благоприятных для гнездования значительного числа видов птиц данной группы. Это привело к формированию специфических островных орнитоценозов в регионе с высокой озерностью, что следует учитывать при организации комплексных озерных заказников.

ВКЛАД РАЗЛИЧНЫХ АВТОТРОФНЫХ СООБЩЕСТВ В ФОРМИРОВАНИЕ УРОВНЯ ПЕРВИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ В ЛИТОРАЛИ оз. МЯСТРО

А.А. Жукова

*Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь,
anna_eco@tut.by*

Продуктивность водоемов определяется суммарной первичной продукцией, формируемой в двух взаимодействующих блоках водных экосистем: в водной толще (продукция фитопланктона) и в бентали (продукция макрофитов, перифитона, микрофитобентоса). В практике гидробиологических исследований продуктивность водоемов в большинстве случаев оценивают по первичной продукции планктона, хотя в мелководных экосистемах вклад донных и прикрепленных сообществ продуцентов может быть весьма существенным.

Прибрежная зона представляет собой один из важнейших экотон в лимнической экосистеме. Развитие бентических сообществ продуцентов в литорали водоемов является природным буфером, перехватывающим эвтрофирующие и загрязняющие вещества, поступающие с водосборной территории. Кроме того, продуцирование органического вещества в литоральной зоне происходит интенсивнее, чем на глубоководных участках.

Оз. Мястро (54°52' N, 26°50' E) – мезотрофный полимиктический водоем ледникового происхождения, расположенный на северо-западе Беларуси. Озеро является средним в цепи из трех взаимосвязанных озер Нарочанской группы. Площадь его водного зеркала составляет 13,1 км²,

средняя глубина – 5,4 м, максимальная – 11,3 м. Относительно высокая прозрачность воды (3-4 м в летние месяцы) и большая площадь мелководий предопределяют обильное развитие бентических продуцентов.

Основой для расчета вклада разных автотрофных сообществ в суммарную валовую первичную продукцию прибрежной зоны оз. Мястро (от уреза воды до глубины 2 м) послужили данные ежемесячных мониторинговых наблюдений за продукцией фитопланктона в 2009-2012 гг. (Бюллетени экологического состояния озер Нарочь, Мястро, Баторино, 2009-2012 гг.), оценки биомассы и продукции макрофитов в 2006 г. (Жукова и др., 2009), а также данные о структуре и продуктивности сообществ перифитона в 2009-2010 гг. (Жукова, Савич, 2012) и микрофитобентоса в 2011-2012 гг. (Жукова, 2013).

По данным съемки 2006 г. пояс воздушно-водных макрофитов оз. Мястро достигает ширины 300 м и глубин 1,5-1,8 м и представлен в основном тростником, формирующим заросли различной величины и густоты. Общая площадь зарастания составляет 1,53 км² (12 % от площади акватории или 79 % от площади, ограниченной изобатой 2 м). Общая биомасса воздушно-водной растительности составила 2,6 тыс. тонн в расчете на воздушно-сухое вещество при явном доминировании тростника – 95,5 % (Жукова и др., 2009).

Для расчета продукции перифитона были проведены укусы тростника в пяти биотопах, где располагались станции отбора проб перифитона. Показано, что дополнительная площадь поверхности, создаваемая тростником и доступная для развития перифитона, составила 0,4-2,0 м² на 1 м² дна в зависимости от глубины биотопа и плотности зарослей. Площадь поверхности каменистого субстрата на исследованных станциях была существенно меньше – около 2-3 % площади дна.

Расчеты показали, что в прибрежной зоне оз. Мястро за вегетационный сезон образуется 108,9 г органического С/м². Наиболее активным продуцентом являются воздушно-водные макрофиты, вклад которых в общую продуктивность зоны составил 73,6 %. На долю перифитона приходится 18,2 % суммарной первичной продукции (при этом обрастания на каменистом субстрате приносят всего 0,2 %). Вклад фитопланктона в прибрежной зоне невелик – 5,2 %, практически столько же приходится на долю микрофитобентоса (5,4 %).

В целом, продуцирование органического вещества в прибрежной зоне литорали оз. Мястро происходит очень активно – эта часть озера, занимающая менее 15 % от площади акватории, приносит более 30 % в суммарную валовую первичную продукцию водоема.

УТИЛИЗАЦИЯ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ ЛЕКАРСТВЕННЫМИ ГРИБАМИ

Т.С. Иванова¹, Л.А. Титова², А.П. Мегалинская³

¹ Государственное учреждение «Институт пищевой биотехнологии и геномики
Национальной академии наук Украины»,

г. Киев, Украина, ivanova_tatiana_wat2@bigmir.net;

² Национальный технический университет Украины «Киевский
политехнический институт», г. Киев, Украина;

³ Национальный педагогический университет имени М.П. Драгоманова,
г. Киев, Украина

Лекарственные грибы содержат комплекс биологически активных веществ, которые проявляют иммуномодулирующие, противоопухолевые, антибактериальные и другие терапевтические свойства. Наряду с этим, лекарственные грибы могут разлагать широкий спектр субстратов – отходов промышленности, в том числе продуктов переработки зернового сырья. Целью данной работы было установить накопление биомассы и эффективность биоконверсии продуктов переработки зернового сырья лекарственными грибами.

Лекарственные базидиомицеты и аскомицеты были предоставлены коллекцией культур шляпочных грибов Института ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины: *Flammulina velutipes* (Curt.) Sing. 1878, *Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat. 1701, *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst. 1900, *Grifola frondosa* (Dicks.) S.F. Gray 976, *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. 502, *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) Kumm 551, *Schizophyllum commune* Fr.: Fr. 1768, *Trametes versicolor* (L.: Fr.) Quel. 353, а также *Cordyceps militaris* (L.) Link. 1862 и *Cordyceps sinensis* (Berk.) Sacc. 1928. В качестве субстратов для культивирования использовали: отходы III категории переработки пшеницы и ржи ОАО «Киевмлын», аспирационные отходы ячменя ОАО «Оболонь», сухарную крошку смеси хлебов из пшеничной и ржаной муки ОАО «Киевхлеб» (г. Киев). В субстратах для культивирования анализировали влажность весовым методом, зольность сжиганием в муфельной печи, содержание сырого протеина с помощью метода Кьельдаля и коэффициента конверсии 5,7, сырого жира на Сокслете с растворителем гексаном и углеводов по формуле: содержание углеводов (%) = 100 % - (влажность + зольность + сырой жир + сырой протеин). Мицелий грибов выращивали 14 суток поверхностным способом в колбах на стерильной среде с концентрацией субстрата 25 г/л. Концентрацию биомассы грибов определяли весовым методом, эффективность биоконверсии субстратов рассчитывали по формуле: (концентрация биомассы / концентрация субстрата) x 100 %.

Результаты исследования субстратов для культивирования грибов показаны в таблице.

Состав субстратов, % сухого вещества

Показатель	Отходы III категории мельницы	Аспирационные отходы ячменя	Сухарная крошка
Влажность	9,18 ± 0,10	9,92 ± 0,04	9,38 ± 0,03
Зольность	10,00 ± 0,25	5,89 ± 0,25	1,75 ± 0,04
Сырой протеин	12,03 ± 0,10	26,62 ± 2,50	10,94 ± 0,60
Сырой жир	1,11 ± 0,20	0,75 ± 0,03	0,48 ± 0,01
Углеводы	67,58 ± 0,60	56,82 ± 2,82	77,45 ± 0,63

Наивысшие показатели биомассы были получены при утилизации грибами сахарной крошки, а наименьшие – при утилизации отходов III категории мельницы. При этом рост *S. commune* и *G. frondosa* на отходах III категории мельницы практически отсутствовал. Биомассу 5 г/л и более накапливали (в порядке уменьшения): *G. applanatum*, *C. sinensis*, *G. lucidum* и *P. ostreatus* на аспирационных отходах ячменя, *S. commune*, *T. versicolor*, *F. velutipes*, *G. lucidum*, *G. applanatum*, *C. militaris* на сахарной крошке. Наивысшую эффективность биоконверсии субстрата показали *S. commune* и *T. versicolor* при культивировании на сахарной крошке (35,6 и 26,0 % соответственно).

МАТЕРИАЛЫ К ГНЕЗДОВОЙ ЭКОЛОГИИ ХИЩНЫХ ПТИЦ БЕЛОРУССКОГО ПООЗЕРЬЯ В 2013 ГОДУ

В.В. Ивановский

ВГУ имени П.М. Машиерова, г. Витебск, Беларусь, ivanovski@tut.by

Мониторинг гнездовой экологии хищных птиц Белорусского Поозерья проводится регулярно (Ивановский, 2011; 2012; 2013).

Холодная и затяжная весна 2013 года наложила определенный негативный отпечаток на успешность размножения хищных птиц Белорусского Поозерья. В двух гнёздах ястреба-тетеревятника (*Accipiter gentiles*) отмечено по 3-и слётка у гнезда. Под гнёздами отмечены перья добытых ястребами молодой сороки (*Pica pica*) и сойки (*Garrulus glandarius*). Одна пара заняла искусственное гнездо на ели, которое в 2012 году занимали малые подорлики.

Канюк (*Buteo buteo*): в 3-х из 5-и гнезд находилось по 1-у птенцу накануне вылета, причем, по сравнению с предыдущими годами очень поздно (16.07 птенец еще сидел в гнезде). Ещё в одном гнезде было 2-а слетка, и одно гнездо проверить второй раз, накануне вылета птенцов,

не удалось. В добыче отмечен крот (*Talpa europaea*). Основания 3-х занятых гнёзд были искусственными, построенными человеком.

Из 7-и гнезд малого подорлика (*Aquila pomarina*) вылетело 6 слётков или 0,86 слётка на активное гнездо. В одном гнезде находилось только одно яйцо-«болтун» размером 61,4x51,4 мм и весом 78 г, еще в одном гнезде были полуоперённый птенец и яйцо-«болтун». В гнездах отмечена следующая добыча: 5 обыкновенных полёвок (*Microtus arvalis*) и 1 молодой крот. Основания 4-х гнёзд, занятых подорликами были искусственными.

Жилое гнездо змеяда (*Circaetus gallicus*) было найдено только в одном из 7-и проверенных участков. При повторном обследовании этого гнезда 03.07 в лотке было обнаружено яйцо-«болтун» размером 71,8x57,1 мм и весом 100,3 г. Это первый случай в нашей практике, когда у змеяда обнаружено яйцо-«болтун». Интересно, что впервые гнездование птиц здесь отмечено в 1993 году, т.е. гнездовой участок существует уже более 20-и лет.

Гнездование дербников (*Falco columbarius*) отмечено на двух верховых болотах и на двух выработанных и заброшенных торфокарьерах. Одно гнездо с кладкой в 3-и яйца было по непонятным причинам брошено. Птицы отложили повторную кладку в 1-о яйцо в другом гнезде. Единственное яйцо повторной кладки было аномально окрашено по типу яйца ястреба-перепелятника (*Accipiter nisus*). Эта пара вырастила одного слётка. В другом гнезде, которое мы контролировали несколько раз, было 4-е птенца, но при вторичном посещении 13.07 в гнезде было 2-а начавших оперяться птенца, а 2-а мёртвых птенца лежали под гнездом (по всей видимости, они были выброшены взрослыми птицами). Эта пара приступила к гнездованию очень поздно. Следует также заметить, что все гнёзда располагались на соснах, были искусственными и представляли собой дырявые вёдра, в которые были забиты моховые кочки. Таким образом, следует заметить, что 2013 год был для дербников не очень удачным.

В целом климатические условия весны 2013 года негативно сказались на гнездовании канюка, змеяда, дербника и практически не отразились на гнездовании малого подорлика и ястреба-тетеревятника.

ОПТИМИЗАЦИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ОСУШЕННОЙ ТОРФЯНОЙ ПОЧВЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ОКУЛЬТУРИВАНИЯ

Я.К. Куликов, Д.О. Казаков

Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь, ecodept@tut.by

Зарубежный опыт, а также ряд исследований, проведенных в нашей республике, свидетельствует, что решить проблему повышения

долговечности осушенных торфяников можно на основе обогащения их минеральными компонентами. Обогащение торфяных почв минеральными добавками является активным мелиоративным мероприятием по регулированию биологической активности. Минеральные компоненты коренным образом изменяют среду обитания почвенных микроорганизмов, непосредственно влияют на их физиологическую и биохимическую активность. Однако, теоретические основы формирования устойчивых к минерализации органо-минеральных комплексов разработаны недостаточно вследствие слабой изученности микробоценозов этих почв.

Особый интерес представляет изучение влияния оптимизации торфяной почвы на численность бактерий, участвующих в круговороте азота, потому что от данных микроорганизмов в значительной мере зависит азотный фонд почвы. Как показали наши исследования, соотношение численности бактерий, потребляющих органические формы азота, в исходной и оптимизированной почве неодинаково. Преобладание первых над вторыми свидетельствует о достаточно высоком содержании в торфе легкодоступных органических соединений.

Аммонифицирующие бактерии, в совокупности с другими представителями почвенной микрофлоры, способны доводить процесс аммонификации до высвобождения аммиака. Снижение их численности в результате обогащения торфяной почвы минеральным грунтом дает основание считать, что темп минерализации органического вещества также снижался. Наиболее высокая численность аммонификаторов отмечена весной, а летом количество их значительно уменьшается. По-видимому, это связано с тем, что к середине лета почвы не имеют достаточного запаса минеральных солей и обедняются питательными веществами в связи с потреблением их растениями. К осени, пополняясь органическим веществом за счет накопления растительных остатков, почва становится благоприятной средой для развития аммонификаторов.

Максимальное количество нитрификаторов в почве наблюдается в июле-августе, что обусловлено активным накоплением нитратов в это время. Возрастание численности нитрификаторов связано также с оптимальными условиями влажности и температуры торфяника, с наличием в почве достаточного количества аммиака. К осени нитрификационные процессы заметно снижаются. Причиной этому является влияние поступающего в почву свежего органического вещества.

Оптимизация торфяной почвы путем землевания вызывает существенное увеличение численности нитрифицирующих бактерий, что обеспечивает накопление нитратов в торфе и, как следствие, усиливает процесс мобилизации азота. Образовавшиеся в почве нитраты

используются высшими растениями или восстанавливаются (до молекулярного азота или аммиака) денитрифицирующими бактериями.

Таким образом, уменьшение численности аммонифицирующих и денитрифицирующих бактерий в торфяной почве под действием землевания приводит к более медленной деструкции органического вещества торфа, что увеличивает срок эффективного использования этой почвы в сельском хозяйстве. Оптимизация свойств торфяных почв путем внесения минерального грунта может быть использована как один из способов, предохраняющих органическое вещество от активного микробиологического разрушения.

РОЛЬ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ В ЭКОЛОГИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА БЕЛАРУСИ

Я.К. Куликов

Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь, ecodept@tut.by

В современных условиях необходим переход на качественно новые, более экономичные агротехнологии, так как национальное сельское хозяйство все еще остается энергоёмким по сравнению с развитыми странами. Например, производство сырья для продовольствия в Англии достигается при затратах условного топлива 24 кг на человека, в Германии – 52, в Беларуси – 150 кг на человека. А затраты минеральных удобрений в расчете на одного человека в Англии и Германии составляют 35 кг NPK, Голландии – 11, Беларуси – 102 кг NPK.

В нашей стране первостепенное значение придается производству зерна как основному виду растениеводческой продукции, что порождает ряд негативных последствий, в первую очередь, разбалансированность севооборотов. При этом не просматривается прямой связи между объемом потребления зерна и производством животноводческой продукции. Так, Голландия, потребляя в 3 раза меньше зерна, чем Беларусь (320 кг против 975 кг на душу населения), производит на 25% больше мяса и молока. Важно отметить, что в этой стране 70% сельхозугодий занято многолетними травами. Благодаря этому основную часть кормов в стране получают с высокой энергетической эффективностью, полностью обеспечивая свое население продуктами животноводства (16 миллионов человек). При этом экспорт животноводческой продукции составляет 30 миллиардов долларов против 5 миллиардов в нашей стране, хотя площадь сельхозугодий Голландии в 5 раз меньше.

В настоящее время удельный вес зерновых в севооборотах у нас составляет 60–70% и поэтому ежегодно 600–800 тысяч гектаров зерновых засеваются по стерневым предшественникам. Это в свою очередь приводит

к резкому увеличению засоренности полей многолетними сорняками. В связи с этим приходится использовать дорогостоящие препараты для защиты растений, что подрывает экономику хозяйств и вызывает загрязнение природной среды. Установлено, что для рентабельного ведения сельскохозяйственного производства в условиях страны необходимо в севообороте иметь 25% многолетних трав. Только при этих условиях можно поддерживать плодородие почвы на необходимом уровне с наименьшими затратами труда и средств. При этом 70% многолетних трав должно быть под бобовыми культурами и 30% под злаковыми. За последние 15 лет площадь многолетних трав в нашей стране уменьшилась почти наполовину, а рентабельность зерновых культур снизилась с 80% до 15% при одинаковых дозах внесения минеральных удобрений. И это с учетом огромнейшей государственной поддержки.

Многолетние травы дают возможность максимально использовать природные факторы интенсификации земледелия с минимальными затратами, обеспечивают положительный баланс гумуса в севообороте и позволяют снизить потребность в минеральных удобрениях на 50–55%. Следовательно, как бы ни развивалось производство минеральных удобрений, альтернативы биологизированной системе земледелия на данном этапе развития сельскохозяйственного производства не существует. Кроме того, «биологический» азот ценнее азота, вносимого с минеральными удобрениями, так как при этом исключаются затраты на хранение, транспортировку и внесение. Вместе с тем, такой азот используется растениями полностью, не загрязняя поверхностные и грунтовые воды нитратами.

Анализ неблагоприятных тенденций в современном земледелии свидетельствует о том, что в их основе лежит нарушение сложных биологических процессов в почве. Поэтому за счет биологизации земледелия удастся уменьшить зависимость агроэкосистем от нерегулируемых факторов внешней среды и снизить затраты на производство.

СИНГЕМЕРОБИЯ И АНАЛИЗ СТЕПЕНИ УРБАНИЗАЦИИ ТРАВЯНИСТОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ г. МИНСКА

Е.Я. Куликова

*ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН
Беларуси», г. Минск, Беларусь, kulikova22@mail.ru*

Гемеробия рассматривается как результирующая всех видов антропогенного влияния на экосистему. Шкала гемеробии по Яласу (Jalas, 1955) включает следующие уровни: агемеробы (а), олигогемеробы (о), мезогемеробы (м), эвгемеробы (е), полигемеробы (р) и метагемеробы (т), т.е. от агемеробных видов, не выносящих антропогенного влияния, до

метагемербных видов – видов, полностью деградировавших экосистем и искусственных сообществ.

По совокупности растений в ценофлоре и их оценкам по гемеробии можно определить степень сингемеробии различных типов растительности, парциальных флор, флор, в целом. При оценке сингемеробии травяных сообществ г. Минска нами проанализированы их ценофлоры в ранге союза. Разнообразие травянистой растительности г. Минска характеризуется 9 классами, 16 порядками, 28 союзами, 80 ассоциациями, 7 субассоциациями, 4 вариантами ассоциаций и 1 дериватным сообществом. Для ценофлор союзов исследуемой растительности рассчитывался средний коэффициент гемеробии (H_{sr}), предложенный Яцковицаком и Хмелем, по значению которого выставлялась степень гемеробии для сообществ определенного синтаксона. Кроме того, в ценофлоре каждого союза определялась доля антропофобных (a-o-m – отрезок спектра гемеробии) и антропотолерантных видов (e-p-t – отрезок спектра гемеробии) растений. Степень урбанизации ценофлор союзов травянистой растительности города определялась по шкале, разработанной R. Wittig и M. Godde (R. Wittig, M. Godde, 1985), согласно которой различают следующие категории видов: облигатный урбанофил, факультативный урбанофил, урбонейтрал, факультативный урбанофоб и урбанофоб.

Проведенный анализ по степени сингемеробии позволил распределить все травяные сообщества г. Минска на 4 группы: олигогемеробы, мезогемеробы, эвгемеробы и полигемеробы. К олигогемеробам отнесены все прибрежно-водные сообщества класса *Phragmito-Magno-Caricetea* Klika in Klika et Novák 1941 и лугово-болотные сообщества трех союзов порядка *Molinietalia* Koch 1926. Средний коэффициент гемеробии (H_{sr}) в данной группе колеблется от 32,5 до 39,5. В ценофлоре таких сообществ преобладают урбанофобы (60–75%). В группу мезогемеробов вошли луговые сообщества четырех союзов класса *Molinio-Arrhenatheretea* R. Tx. 1937 и фитоценозы мезогигрофитов на умеренно вытаптываемых местопроизрастаниях союза *Agropyro-Rumicion crispi* Nordh. 1940 класса *Plantaginetea majoris* R. Tx. et Prsg. in R. Tx. 1950. Средний коэффициент гемеробии (H_{sr}) здесь колеблется от 41,1 до 50,0; при этом доля урбанофобов в ценофлорах таких сообществ составляет от 56 до 28%. К эвгемеробам отнесены сообщества союзов *Cynosurion cristati* R. Tx. 1947, *Polygonion avicularis* Br.-Bl. 1931 и рудеральные сообщества классов *Galio-Urticetea* Passarge ex Коpecкэ 1969 и *Artemisietea vulgaris* Lohmeyer et al. ex von Rochow 1951. Средний коэффициент гемеробии (H_{sr}) в этой группе колеблется от 54 до 60,0; при этом доля урбанофобов в ценофлорах таких сообществ составляет от 28 до 13%. В группу

полигемеробов вошли рудеральные сообщества г. Минска, объединенные в класс *Stellarietea mediae* Тьхен et al. ex von Rochow 1951. Средний коэффициент гемеробии (Hsr) в этой группе колеблется от 64 до 70,0. В ценофлорах таких сообществ доля урбанобов крайне низка (0–7%).

Таким образом, наличие такого абиотического барьера как переувлажненные экотопы, играет ведущую роль в сохранении олигогемеробных сообществ в городах, где отмечается наибольшая концентрация видов-урбанобов.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БИОТОПИЧЕСКОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГАМАЗОВЫХ КЛЕЩЕЙ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА

И.А. Литвенкова, С.П. Коханская

ВГУ имени П.М.Машиерова, г. Витебск, Беларусь, Inna.Litvenkova@yandex.ru

На сегодняшний день структура акарофауны городов разнообразна. Это обусловлено тем, что клещи найдены как на открытых участках, а именно в почве, так и в жилых помещениях. При этом особый интерес вызывает сравнение акарокомплексов зеленых зон и жилых помещений в условиях города.

Цель настоящей работы – сравнительная характеристика акарофауны жилой застройки и открытых участков в условиях г. Витебска с выделением общих таксономических групп.

В зеленых зонах г. Витебска обследовано 160 проб почвы и подстилки, из которых извлечено и изучено 381 экз. клещей, принадлежащих к отряду *Parasitiformes*, надкогорте *Mesostigmata*. Найденные клещи отнесены к 3-м когортам, 13-ти семействам и представлены 63-мя систематическими единицами: *Gamasina* – 48 видов, *Trachytina* – 4 вида, *Uropodina* – 11 видов. Наиболее многочисленными являются гамазовые клещи, которые составляют 75,06% от общей численности найденных мезостигмат. Для изучения акарофауны домашней пыли было исследовано 129 квартир в различных районах города. Фауна клещей домашней пыли г. Витебска представлена 12-ю видами клещей принадлежащих к 9 родам, 5 семействам, двум отрядам. Особенности акарокомплекса домашней пыли города Витебска заключаются в определенном спектре видов синантропных клещей с доминированием представителей семейства *Pyroglyphinae* *Dermatophagoides pteronyssinus* и *Dermatophagoides farinae*. На долю пироглифид приходится 75,77%. Доля представителей остальных семейств значительно меньше: семейство *Glycyphagidae* – 17,93%, семейство *Acaridae* – 2,03%, семейство *Cheyletidae* – 0,66%. Гамазовые клещи были обнаружены в 21 жилище (16,3%).

Общим для обоих мест обитания является семейство гамазовых клещей Laelaptidae: в городских почвах обнаружено 3 вида - *Hypoaspis aculeifer*, *Hypoaspis praesternalis*, *Laelaspis markewitschi*; в домашней пыли – *Laelaps domestica*. Представители данного семейства в таксономической структуре акарофауны открытых участков составили 5,25%; в акарофауне жилищ – 6, 64%.

Общая заселенность почв клещами-лелаптидами не высока – 50 экз./м². Клещи этого семейства отмечены во всех горизонтах, но в подстилке обитают 3 вида, в почве 0-5 см – 2 вида, в почве 5-10 см – 1 вид. Численность *Laelaps domestica* в домашней пыли колебалась от 2 до 500 экз./г пыли, в среднем составив 43,3±12,39 экз./г пыли. Данный вид обнаружен преимущественно в частных домах с повышенной относительной влажностью воздуха (70% и более). В биотопическом распределении данный вид по численности преобладал в пыли книжных полок – 101,9±32,80 экз./г пыли, значительно ниже выявлена численность в постельной (19,3±8,33 экз./г пыли) и ковровой (8,6±4,71 экз./г пыли) пыли.

Таким образом, как в почвах зеленых зон города, так и в пыли жилых помещений обнаружены представители когорты Gamasina. В первом случае обнаружено 48 видов при средней встречаемости 5,9±1,27 экз./м²; во втором случае – 1 вид (43,23±12,39 экз./г пыли соответственно). Общих видов при сравнении акарофауны вне и внутри жилой застройки не выявлено. В жилых помещениях гамазовые клещи (*Laelaps domestica*) выявлены при повышенной влажности воздуха (72,1±1,96%) и исключительно на первых этажах; численно преобладают в пыли книжных полок.

КАЛАНОВИДНАЯ КОПЕПОДА *E. VELOX* В ВОДОЕМАХ ЮГА БЕЛАРУСИ

А.Г. Литвинова

ГНПО «НПЦ НАН Беларусі па біорэсурсам», Мінск, Беларусь

Чужеродный вид *E. velox* (Lilljeborg, 1853) распространился из солоноватых прибрежных вод понто-каспийской области во внутренние водоемы в прошлом веке и к настоящему времени широко представлен в пресных водах Европы от Британских островов до водоемов Поволжья. В Беларуси рачок заселил водоемы и водотоки южных районов в бассейнах рек Днепр и Буг. Целью работы было установление распространения и плотности его в реках на территории Гомельской и Брестской областей. Пробы собраны в августе 2013 г. на 28 створах рек и стоячих водоемов. Отбирали количественные и качественные пробы на створах с макрофитами и без них (далее обозначены как: I – прибрежье без зарослей,

II – заросшее побережье). Количественные пробы отобраны фильтрацией 50 л воды через сеть Апштейна с диаметром ячеек 45 мкм, качественные – протягиванием сети 100 мкм в приповерхностном слое воды. При камеральной обработке вели учет науплиальных и копепоидных стадий развития.

Обследованы створы (+– наличие *E. velox* в пробах; – отсутствие): Гомельская обл.: 1. Днепр затон, г. Речица (–); 2. Сож старица, г. Карма (–); 3. Сож старица, д. Ипполитовка (+); 4. оз. Обкомовское, г. Гомель (+); 5. Сож осн. русло, под автостомом, г. Гомель (+); 6. Сож, порт, г. Гомель (–); 7. оз. Волотовское, г. Гомель (+); 8. Сож, основное русло, д. Ченки (+); 9. оз. Узкое, д. Ченки (+); 10-11. Сож, затоны №1 (+) и №2 (+) г. Лоев; 12. Днепр, г. Лоев (–); 13. Припять затон, г. Мозырь (+); 14. Припять осн. русло, г. Наровля (+); 15. Припять, г. Петриков, ниже парома (+); 16. Припять, оз. Черноцкое, г. Петриков (+); 17. Припять, старица при впадении р. Бобрик, д. Станковичи (–); 18. Сколодинка, д. Сколодин (–); 19. Уборть, д. Краснобережье (–); 20. Припять, г. Туров (+); Брестская обл.: 21. Моства, д. Теребличи (–); 22. Горынь, г. Давыд-Городок (–); 23. Горынь, г. Речица (–); 24. Карьер, д. Бульково (+); 25. Гребной к-л, Брест (+); 26. Оз. Большая Соя, Брест (+); 27. Мухавец, порт осн. русло, Брест (+); 28. Мухавец, затон в порту, Брест (+).

По материалам количественных сборов на некоторых створах определены плотность (II – экз./м³) и % *E. velox* в зоопланктоне (I – голое побережье, II – заросшее): Сож старица, д. Ипполитовка: II – I. 240, II. 60; % – I. 0,012, II. 0,024; оз. Обкомовское, г. Гомель: II – I. 40, II. 60; % – I. 0,022, II. 0,001; оз. Волотовское, г. Гомель: II – I. 40, II. 120; % – I. 0,013, II. 0,034; Оз. Узкое, д. Ченки: II – I. 4120, II. 4960; % – I. 0,217, II. 0,331; Припять, г. Туров: II – 280; % – 0,183; Карьер, д. Бульково: II – I. 1120, II. 880; % – I. 0,224, II. 0,112; Гребной к-л, Брест: II – 2640; % – 0,895; Мухавец, порт осн. русло, Брест: II – I. 2900, II. 2700; % – I. 1,452, II. 0,799; Мухавец, затон в порту, Брест: II – I. 3600, II. 3960; % – I. 0,907, II. 0,611.

Установлено, что на обследованных створах Днепра *E. velox* не встречалась. В бассейне р. Припять она встречается спорадически и с очень низкой плотностью. Рачок встречается в р. Сож с довольно низкой плотностью и также не на всем протяжении реки, хотя и характерен для водоемов окрестностей Гомеля. Интересно, что в данных водоемах были встречены преимущественно науплиальные стадии развития. В целом встречаемость рачка была очень низкой. Ранее проведенными исследованиями установлено, что при продвижении на запад рачок встречается в реках чаще и с большей плотностью. Так, если численность его в Соже измерялась в среднем величинами от 40 до 240 экз./м³ (искл. – оз. Узкое), то в р. Мухавец возрастала до 3960 экз./м³. Установлено, что в основном вид заселяет придаточные водоемы (старницы, озера), а не

основные русла рек. Вероятнее всего, это связано с предпочтением им стоячих, а не текучих вод. Доля рачка в зоопланктоне водоемов довольно низкая во всех изученных створах (от 0,001 до 1,452%), при этом она выше в водоемах и водотоках юго-запада страны.

АДАПТИВНЫЕ ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ТАКСОНОМИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОРГАНИЗМОВ

А.М. Лях¹, С.Г. Лелеков²

¹Институт биологии южных морей,

г. Севастополь, Россия, antonlyakh@yhaoo.com

²Севастопольский национальный технический университет,

г. Севастополь, Россия, p1859@ynadex.ru

Структурно-функциональная организация, продуктивность и биоразнообразие экосистем определяются видовым составом биоты. Изучением видового состава занимаются квалифицированные таксономисты, знания и опыт которых являются ценнейшим достоянием науки. Таксономические знания и опыт хранятся в форме печатных или электронных определителей. Печатные описания статичны – это слепок знаний исследователя в конкретный момент времени. Компьютерные системы позволяют динамично накапливать новую информацию. Использование современных информационных технологий дает возможность создавать адаптивные (обучаемые) экспертные системы идентификации таксонов, способные интерактивно сохранять информацию о новых таксонах, утилизировать новые данные о признаках организмов и выводить алгоритмы определения. Создание таких систем актуально в связи с постоянной необходимостью учета изменений в видовой структуре сообществ, вызванных обнаружением новых и ревизией старых таксонов. Подобная экспертная система разрабатывается в научных институтах Севастополя.

Экспертная система использует созданные ранее алгоритмы идентификации объектов системы «Taxex» (Бутаков, Лелеков, 1993; Лелеков, 1994; Lelekov, Lyakh, 2007) и новые оригинальные алгоритмы обучения.

Процесс идентификации является пошаговым. На каждом шаге пользователю предъявляется один из признаков организма (выводится изображение и текстовое описание признака) и предлагается на выбор несколько значений этого признака. Пользователь отмечает те значения, которые соответствуют исследуемому объекту, или, если объект поврежден или его определение вызывает затруднения, пропускает данный признак и переходит к следующему. Алгоритмы системы

оценивают степень совпадения таксонов с введенными значениями признака, и выбирают следующий признак, уточняющий идентификацию. Определение заканчивается как только один из таксонов «перевесит» остальные или признаки будут исчерпаны. Результатом определения является множество таксонов с оценкой степени их совпадения с введенными значениями признаков.

Обучение системы происходит незаметно для пользователя во время определения. Система запоминает все введенные значения признаков, выстраивает цепочку (множество) признаков и сопоставляет ей множество таксонов. После завершения определения пользователь выбирает из него конкретный таксон (обучает систему, что этот таксон соответствует данному множеству признаков) или говорит, что ни одно из имеющихся в базе системы описаний таксонов не подходит (обучает систему, что такое множество признаков определяет новый таксон). В последнем случае пользователь доопределяет множество таксонов, добавляя в него новый элемент. Таким образом у пользователей появляется возможность динамично вносить в систему информацию о новых таксонах (например видах-вселенцах) или уточнять описания содержащихся там таксонов (например при таксономической ревизии группы организмов).

Ассоциация таксон-признаки не сразу утилизируется системой. Первоначально ей присваивается некоторая минимальная «степень доверия», которая растет при каждом последующем возникновении этой ассоциации. Для успеха обучения необходимо многократное использование компьютерного определителя пользователями разной квалификации – от экспертов систематиков, до студентов эколого-биологических специальностей.

ДИНАМИКА ПЛОТНОСТИ И БИОМАССЫ ДРЕЙССЕНЫ В оз. НАРОЧЬ ПО ДАННЫМ ДНОЧЕРПАТЕЛЬНЫХ ПРОБ МАКРОЗООБЕНТОСА

О.А. Макаревич

Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь, lakes@tut.by

Отбор проб макрозообентоса проводился по стандартной методике в Малом плесе озера Нарочь по схеме полуразреза (от берега до глубины 16 м с шагом два метра) и осуществлялся в основном в июне, июле, августе и октябре.

В дночерпательных пробах макрозообентоса количество и биомассу моллюска *Dreissena polymorpha* Pallas подсчитывали отдельно. В таблице 1 приведены средние значения плотности и

биомассы дрейссены в оз. Нарочь на различных глубинах по данным с 2005 по 2013 гг.

Таблица 1. Средние величины плотности (N, экз./м²±SD) и биомассы (B, г/м²±SD) дрейссены в оз. Нарочь по глубинам (объединенные данные 2005-2013 гг.)

	1-2 м	3-4 м	5-6 м	7-8 м
N	51,2±45,4	2037,3±1496,4	384,2±368,0	78,7±140,2
B	40,6±51,5	263,2±197,9	40,9±51,8	67,8±199,1

Продолжение табл. 1

	9-10 м	11-12 м	13-14 м	15-16 м
N	49,1±95,6	5,6±16,7	0,4±1,3	49,1±95,6
B	58,4±106,6	4,9±14,8	0,1±0,2	58,4±106,6

Максимальные значения плотности поселения дрейссены за период наблюдений отмечены на глубинах от 3 до 6 метров. Более крупные моллюски обитают на глубинах 1-2 и 7-12 метров, на глубинах 2-6 метров на погруженных макрофитах живут более мелкие формы дрейссены. Количество моллюсков почти во всех случаях зависит от степени развития подводных макрофитов, поэтому максимум плотности дрейссены совпадает с пиком биомассы погруженных макрофитов в озере. С отмиранием макрофитов к зиме большая часть сеголеток погибает, не найдя твердого субстрата в рыхлом илу, небольшая часть с разлагающимися растениями поднимается к поверхности и может выноситься к берегу, где моллюски продолжают расти в литорали. В профундальных биоценозах, где макрофитов нет, развитие дрейссены ограничено отсутствием подходящего твердого субстрата, пригодного для прикрепления моллюска.

После 2006 г. популяция дрейссены в озере Нарочь, по-видимому, стабилизировалась и резких колебаний плотности моллюска в этот период не отмечено (таблица 2). Сезонные изменения численных характеристик плотности поселения и биомассы моллюска в оз. Нарочь не носят направленного характера.

Таблица 2. Средние величины плотности (N, экз./м²±SD) и биомассы (B, г/м²±SD) дрейссены в оз. Нарочь с 2005 по 2013 гг.

	2005	2006	2007	2008	2009
N	0,8±2,4	383,5±932,5	636,3±1621,7	377,0±789,0	514,4±978,2
B	0,4±1,1	89,8±160,3	177,3±255,1	61,6±119,6	45,2±104,9

Продолжение табл. 2

	2010	2011	2012	2013	
N	189,6±393,7	268,6±485,4	523,8±1136,8	108,4±194,0	
B	23,8±48,3	16,5±35,9	103,9±164,9	16,9±27,4	

На озерах Мястро и Баторино в данный отрезок исследования в местах отбора количественных проб макрообентоса дрейссены встречалась крайне редко. В этих озерах в последние годы, вероятно, идет снижение численности этого моллюска-вселенца. В то же время чаще стали встречаться другие крупные двусторчатые моллюски аборигенных родов – *Anodonta* и *Unio*, численность которых в период массового развития дрейссены в Нарочанских озерах резко сократилась.

К ИЗУЧЕНИЮ ФИТО- И БАКТЕРИОПЛАНКТОНА КАРЬЕРНЫХ ВОДОЕМОВ ВЫРАБОТАННЫХ МЕЛОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Т.А. Макаревич, Л.В. Никитина, И.В. Савич, А.С. Богданова

*Белорусский государственный университет,
г. Минск, Беларусь, makarta@tut.by*

Формирование экосистем карьерных водоемов, образованных в результате затопления выемок мела, гравия, песка и других нерудных ископаемых, дает уникальную возможность проследить закономерности первичной экологической сукцессии.

В 2012 г. в рамках комплексной научной экспедиции по изучению водных объектов отработанных меловых карьеров месторождений Россия и Колядичи (см. Байчоров и др., настоящий сборник) выполнены исследования фито- и бактериопланктона карьерных водоемов, возраст которых составляет от менее 1 года до 60 лет.

Анализ полученных результатов (таблица) позволяет сделать некоторые заключения:

1. сообщества фито-и бактериопланктона в начальной стадии сукцессии (время после затопления карьера < 1 года) отличаются низкими величинами численности и биомассы, абсолютным доминированием в фитопланктоне по биомассе золотистых водорослей (вид-доминант – крупноклеточная колониальная водоросль *Dinobryon divergens* Jmhof), а по численности – мелкоклеточных хлорококковых и золотистых;
2. плотность видов в фитопланктоне, которую в первом приближении можно оценить числом видов в стандартной планктонной пробе, в водоемах разного возраста близка и достаточно высока (23–29 видов в пробе);
3. сообщества фито- и бактериопланктона карьерного водоема, время существования которого около 20 лет, по уровню количественного развития и показателям структуры близки к сообществам водоемов возрастом около 60 лет, что указывает на достаточно высокие скорости сукцессионного процесса.

**Структура сообщества фито- и бактериопланктона карьерных водоемов
меловых месторождений Россь и Колядичи, Гродненская обл. 17–24.07.2012 г.**

Водоем	Возраст, годы	Фитопланктон				Бактериопланктон			
		N _{общ.} , млн орг./л	численность доминирующая группа, % N _{общ.}	биомасса		V, мкм ³	N, млн кл./л	V, мкм ³	
				V _{общ.} , мг/л	доминирующая группа, % V _{общ.}				B, мг/л
Колядичи-линза 14	< 1	0,845	хлорококковые (35,7 %); золотистые (21,6 %)	0,49	золотистые (76,3 %)	1240 ±260	0,10 ±0,04		
Колядичи-линза 3	~ 20	5,047	золотистые (46,0 %); хлоро-кокковые(27,0 %)	1,64	хлорококковые (30,5 %); динофитовые (19,2 %); золотистые (18,5 %)	4170 ±700	0,18 ±0,07		
Росс-линза 2	~ 60	4,861	хлорококковые (53,0 %); диатомовые (28,3 %)	0,77	диатомовые(44,6 %); хлорококковые (34,8 %)	2340 ±630	0,15 ±0,08		
Росс-линза 4	~ 60	2,753	золотистые (63,5 %); криптофитовые(16,9 %)	3,74	золотистые (78,6 %); криптофитовые (15,6 %)	2460 ±370	0,08 ±0,02		
Росс-Лазурный	~ 60	3,405	диатомовые (56,6 %); криптофитовые (13,7 %)	0,58	диатомовые (47,6 %); криптофитовые (17,9 %)	1650 ±310	0,11 ±0,03		
Росс-Голубой	~ 60	6,574	хлорококковые (49,2 %); диатомовые (24,9 %)	2,38	хлорококковые (78,7 %)	3360 ±550	0,11 ±0,02		

Примечание: N – численность; V – биомасса; I – показатель степени колониальности фитопланктонных организмов; V – средний объем планктонной клетки

Работа выполнена при поддержке БРФФИ (№ Б12 ОБ-031, руководитель В.М. Байчоров).

ВИДОВОЙ СОСТАВ ПОСЕТИТЕЛЕЙ ЦВЕТКОВ ЯБЛОНИ ДОМАШНЕЙ (*MALUS DOMESTICA*)

Е.В. Маковецкая, В.И. Хвир

Белорусский государственный университет,

Минск, Беларусь, makovetskayaEV@tut.by

Белорусский государственный университет,

Минск, Беларусь, khvir@mail.ru

Пчелиные из всех посетителей цветков хозяйственно значимых двудольных растений являются наиболее эффективными опылителями, вследствие чего особенно актуально изучение экологии и фенологии этой группы насекомых. В качестве модельного растения была выбрана домашняя яблоня (*Malus domestica* L.), сем. *Rosaceae*. Сбор материала проводился в окрестностях н.п. Щемыслица по стандартным методикам, во время пика (3 мая) и завершения цветения яблоневого сада (15 мая).

Погодные условия 3 мая в целом были недостаточно благоприятны для активного лёта антофильных насекомых: температура составляла 12°C, малооблачно, скорость ветра 1 м/с, влажность воздуха 34 %. Около 90 % цветков на растениях находились в стадии активного цветения. Медоносных пчел наблюдалось не более половины от всех опылителей. Всего было зарегистрированы 8 видов: *Apis mellifera* L. (рабочие особи), *Bombus terrestris* L. (регистрировались только матки), *B. lucorum* L. (рабочие особи), *Osmia rufa* L. (как самки, так и самцы), *Andrena haemorrhoa* F. (самцы и самки) *A. varians* Kirby (самки) *A. tibialis* Kirby (самки), *A. fulvida* Schenk (самки). Большая часть видов являются полилектичными, причем *O. rufa* L., *A. haemorrhoa* F., *A. varians* Kirby и известны как эффективные опылители раннецветущих плодовых культур (Радченко, 1994; Danforth, 2010).

15 мая погодные условия отличались более оптимальными для насекомых-опылителей показателями: температура составляла 19°C, переменная облачность, скорость ветра 4 м/с, влажность воздуха 46 %. В стадии активного цветения находились не более 50 % цветков на растении, остальные находились в стадии формирования плода. Подавляющее большинство посетителей цветков яблони – медоносные пчелы; шмели и одиночные пчелы встречаются в единичных экземплярах. Всего было зарегистрировано 4 вида пчелиных: *A. mellifera* L. (рабочие особи), *B. lucorum* L. (рабочие особи), *B. proteus* Gerst. (регистрировались только матки), *A. haemorrhoa* F. (самцы и самки).

Как видно, к окончанию цветения яблонь видовой состав посетителей соцветий уменьшается: 1 вид шмелей и 4 вида одиночных пчелиных более не регистрировались в конце цветения. Доля шмелей и

одиночных пчелиных среди опылителей яблони уменьшается. Это может быть связано с окончанием лёта у ранневесенних видов, таких как *A. haemorrhoea* F., *A. varians* Kirby, *A. fulvida* Schenk, а также с окончательным выходом медоносных пчел из зимовки и вытеснением полилектичных видов одиночных пчелиных на другие растения. Кроме того меньшая доля *A. mellifera* L. среди посетителей яблони в начале исследования может быть обусловлена неблагоприятной для температурой фуражировки рабочих особей этого вида (Лебедев, 1991). В дальнейшем, данные исследования будут продолжены и расширены.

Данная работа выполнена в рамках задания по НИР № 510/58 "Структура биологического разнообразия антофильных перепончатокрылых насекомых – эффективных опылителей культивируемых и хозяйственно ценных растений Беларуси".

Работа выполнена на базе СНИЛ структуры и динамики разнообразия кафедр зоологии биологического факультета БГУ.

ВИДОВОЙ СОСТАВ И СТРУКТУРА ЖУЖЕЛИЦ РОДА *CARABUS* L. ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ БЕЛАРУСИ

М.Л. Минец

Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь, minets@tut.by

Жужелицы (*Coleoptera*, *Carabidae*) и в частности представители рода *Carabus* являются наиболее распространенными наземными энтомофагами, регулирующими численность почвенных беспозвоночных в большинстве типов лесов лесной зоны. В Беларуси различные аспекты структуры сообществ жесткокрылых давно находятся в поле зрения исследователей. Эти работы содержат достаточно общие данные по представителям сем. *Carabidae* в целом. Конкретно данных, касающихся детальных характеристик представителей р. *Carabus*, населяющих лесные экосистемы, мало. По этой причине одним из ключевых аспектов наших исследований было выяснение видового состава и структуры населения жужелиц р. *Carabus* в еловых лесах Беларуси.

Работа базируется на материале, собранном во время полевых сезонов 1999-2011г.г. в ельниках кисличных и ельниках мшистых. Указанные массивы находятся на территории четырёх геоботанических округов Беларуси: Западно-Двинского (здесь и далее: число исследованных биотопов на территории округа – 2, полевые сезоны – 1999; 2010 – 2011), Ошмянско-Минского (1, 2006), Оршанско-Могилевского (1, 2006), Неманско-Предполесского (4, 2000; 2006 – 2007; 1997 – 1999; 1997). Жуки отлавливались модифицированным методом почвенных ловушек Барбера

(Минец, 2000). За период исследований отработано 69 307 ловушко-суток, отловлено 7 606 экземпляров жужелиц р. *Carabus*.

Для обобщенной характеристики количественной структуры населения жужелиц (установления структуры доминирования) использована пятибалльная логарифмическая шкала относительного обилия (Песенко, 1982). Тип сообщества определен по числу преобладающих биотопических групп (Ананина, 2009). Для определения отношения к влажности видов использованы данные авторов, ранее занимавшихся этим вопросом, а также наши наблюдения над биотопическим распределением видов в природе. Выделение экологических групп проведено на основании опубликованных работ (Александрович, 1991; Воронин, 1995; Солодовников, 2008).

Нами в исследованных сосняках Беларуси зарегистрировано 9 видов р. *Carabus* (60% от всех, обитающих на территории Беларуси): *C. granulatus*, *C. arvensis*, *C. cancellatus*, *C. nemoralis*, *C. glabratus*, *C. hortensis*, *C. convexus*, *C. violaceus*, *C. coriaceus*, из которых три внесены в Красную книгу Республики Беларусь (*C. cancellatus*, IV категория охраны; *C. violaceus*, IV категория охраны и *C. coriaceus*, IV категория охраны). Группа доминантов представлена двумя видами: *C. glabratus* и *C. hortensis* (5 баллов по пятибалльной логарифмической шкале относительного обилия), вклад которых в структуру сообществ различен. Так *C. hortensis* является устойчивым доминантом во всех изученных сообществах (от 40,4% до 99,7%). Вид *C. glabratus* зарегистрирован в качестве доминанта значительно реже. Суммарно в качестве субдоминантов (4 балла по пятибалльной логарифмической шкале относительного обилия) выделены следующие виды: *C. granulatus*, *C. arvensis*, *C. nemoralis*, *C. glabratus*, *C. convexus*. Среди жужелиц ельников отмечено 3 экологические группы. Преобладают лесные виды, на долю которых приходится 77,8% от общего числа видов и 66,7% от общей численности рода. По гигропреферендуму как по числу видов, так и по численности преобладают мезофильные виды, на долю которых приходится 66,7% от общего числа видов и 93,2% от общей численности рода. Тип сообществ определен как монодоминантный. Практически у всех видов рода численность самок была выше, чем численность самцов.

РОД CARABUS L. КАК ВОЗМОЖНЫЙ ОБЪЕКТ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ ШКОЛЬНИКОВ

М.Л. Минец

Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь, minets@tut.by

Исследовательская деятельность в школе рассматривается сегодня как инновационная образовательная технология, позволяющая развить

интеллектуальный потенциал личности школьника, от накопления знаний и навыков к самовыражению в творчестве и науке. Экология как один из разделов школьной биологии дает широкие возможности для организации такой работы. Очень важно, предлагая школьнику ту или иную тему научного исследования, отдавать предпочтения «подъемной» для него тематике работы. Жужелицы рода *Carabus* удобная модельная группа для таких исследований. Это связано с доступностью объекта – некоторые виды рода являются массовыми в разных биотопах. Несложное определение отловленных видов (виды визуально хорошо отличны друг от друга, как размерами тела, так и скульптурой надкрылий) и простая методика сбора материала дает возможность школьником провести это исследование полностью самостоятельно. Ниже кратко изложен опыт использования жужелиц рода *Carabus* как возможного объекта исследовательской работы школьников. Работа проведена учениками одной из гимназий города Минска в 2011/2012 учебном году.

Работы такого типа учащиеся обычно могут проводить с использованием ловушек Барбера. В данном случае встает вопрос использования наполнителя, с одной стороны не оказывающего вредного влияния на здоровье школьника, с другой – позволяющего сделать верные выводы о биоразнообразии и различных экологических характеристиках сообществ изучаемых биотопов. Мы рекомендовали использовать модифицированный метод почвенных ловушек Барбера, где в качестве наполнителя использована приманка, состоящая из яблочного уксуса, пива и воды в соотношении 1:1:4 соответственно и 1-2 столовой ложек поваренной соли на 1,5 л раствора. Ранее проведенные исследования показали, что использование в качестве наполнителя ловушек 4 % формалина, указанного выше состава приманки либо их чередования не оказало достоверного влияния на адекватность оценок качественного и количественного состава сообщества Carabidae и оценок сезонной динамики активности доминантных видов (Минец, 2008).

Исследования были проведены в течение летних каникул (с конца июня по конец августа). Выбраны две точки сбора материала – в окрестностях города Минска и в сосняке орляковым, расположенном недалеко от деревни Карачуны (Дзержинский район, Минская область) – это позволило сравнить полученные результаты и высказать предположения об наблюдаемых различиях. Сбор материала и смену наполнителя ловушек производили раз в десять дней. В обоих биотопах суммарно зарегистрировано пять видов: *C. granulatus*, *C. nemoralis*, *C. hortensis*, *C. cancellatus*, *C. coriaceus*, причем первых три присутствовали в обоих биотопах. Определена относительная численность каждого вида и проведен

анализ сезонной динамики активности самцов и самок доминантных видов. Отличить самцов от самок достаточно просто – по ширине члеников первой пары лапок (Минец, 2007). Поэтому особой сложности в определении материала и идентификации на самцов и самок у школьников не было. Таким образом, вследствие сравнительно легкой методики исследования мы рекомендуем использовать жуужелиц рода *Carabus* для проведения исследований в рамках учебного процесса у школьников.

Полученные результаты были представлены на районной научной конференции школьников и удостоены диплома 3 степени. В настоящее время одна из школьниц, участвовавшая в выполнении этой работы, является студенткой биологического факультета БГУ.

ВЫЯВЛЕНИЕ ТОКСИЧНЫХ СИНЕЗЕЛЕННЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ (ЦИАНОБАКТЕРИЙ) В ВОДОЕМАХ И ВОДОТОКАХ БЕЛАРУСИ

Т.М. Михеева

*Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь,
mikheeva@tut.by*

В результате выполнения совместного белорусско-российского проекта по Фонду Фундаментальных исследований согласно договору с БРФФИ № Б12Р-028 от 15.04.2012 г.) было проведено в мае-сентябре 2012–2013 гг. определение видового состава, численности и биомассы общего фитопланктона и синезеленых водорослей (цианобактерий) в его составе в водных объектах Беларуси, используемых для массового отдыха населением: в высокоэвтрофном оз. Б. Швакшты, эвтрофном оз. Мястро, мезотрофном оз. Нарочь, эвтрофном оз. Кромань, гиперэвтрофных городских прудах в г. Несвиже, в р. Вилия, в канале сброса воды из Вилейского водохранилища в Заславское, в высокоэвтрофных водохранилищах Вилейско-Минской водной системы (Вилейское, Заславское, Криницы и Лебяжье), водохранилищах на р. Свислочь (Цнянское, Дрозды, Чижовское, Комсомольское озеро, Осиповичское), в различных зонах эвтрофного оз. Лукомское, включая зону подогрева воды Лукомльской ГРЭС на окраине г. Новолукомль, где развитие цианобактерий было более интенсивным, в оз. Кромань Гродненской обл., в садковой линии Березовской ГРЭС, на городском участке («Солнечная долина») Лошицкой водной системы и в городском пруду Щемыслицкий (Минск), а также проведен поиск потенциально токсичных видов цианобактерий.

Впервые в Беларуси исследования по выявлению токсиногенных цианобактерий в фитопланктоне р. Свислочь и находящихся на ней водохранилищ начаты нами в 2009 г. (Михеева и др., 2011а, б, Mikheeva et al., 2012).

В исследованных водоемах и водотоках зарегистрировано 50 таксонов цианобактерий, представляющих 18 родов. Среди них имеется большое число видов, которые известны как токсигенные. По численности клеток цианобактерии имели абсолютное доминирование в период исследования во всех исследованных водных экосистемах. В большинстве водоемов в июле-августе они преобладали и в общей биомассе фитопланктона, составляя в некоторых из них более 95 %. В абсолютных величинах их биомасса составляла от 40 мг/м³ до свыше 1 г в м³. Степень количественного развития цианобактерий в купальный сезон, несомненно, может свидетельствовать о том, что многие из них чрезвычайно широко распространены до степени «цветения» в водоемах разной степени трофности. Интенсивное их развитие вызывает угрозу попадания в воду продуцируемых ими цианотоксинов, опасных для человека.

В результате молекулярно-филогенетических исследований в 20 водоемах и водотоках Беларуси выявлены с помощью российских партнеров (сотрудников Лимнологического Института РАН, г. Иркутск) потенциально токсичные цианобактерии, содержащие ген синтеза микроцистина (mcyE) – LR, RR, YR. Полученные 65 последовательностей гена синтеза микроцистина mcyE принадлежат родам *Microcystis* и *Anabaena*, которые широко распространены в водоемах мира, являются частыми возбудителями токсичных «цветений» и синтезируют высокотоксичные микроцистины. На 98–100 % они были родственны штаммам видов *M. aeruginosa*, *M. viridis* и *M. wesenbergii*, выделенным при токсичных цветениях из водоемов Японии, Кореи, ЮАР и других стран мира. В семи водоемах Беларуси (в том числе в оз. Нарочь) обнаружены также гены синтеза сакситоксина.

Есть необходимость разработки специальных программ по мониторингу токсинов в водоемах и водотоках Беларуси, как это принято во многих странах мира.

ЭКОЛОГО-ПРОДУКЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИКРОФИТОБЕНТОСА ВЕРХНЕГО ТЕЧЕНИЯ ЕНИСЕЯ

А.И. Пережилин, Н.Д. Гайденюк

*Сибирский государственный технологический университет,
г. Красноярск, Россия, ivr@sibgtu.ru*

В период интенсивного освоения гидроэнергетического потенциала Сибири (во второй половине XX в.) Енисей испытал мощный антропогенный пресс, выразившийся в сооружении каскада ГЭС и крупных водохранилищ. Зарегулирование стока оказало значительное и многообразное влияние на водный режим рек, окружающую среду и функционирование

гидробиоценозов. По некоторым показателям изменения прослеживаются от створа ГЭС на расстояние более тысячи километров.

Для периода естественного стока отсутствуют детальные количественные данные по запасам, динамике биомассы и продукции микрофитобентоса р. Енисей. Имеются лишь некоторые сведения в работах Г.Д. Левадной и А.Е. Кузьминой (1974) о видовом составе, оценках численности и биомассы в прибрежье, а также схемы распределения грунтов дна, в которые В.Н. Грезе (1957) включил «обрастания».

Для периода зарегулированного стока в работах Г.Д. Левадной и А.Е. Кузьминой (1986), А.Д. Приймаченко (1993) появились данные о распределении биомассы и ряд оценок продукции.

Видовой состав микрофитобентоса представлен облигатно реофильными водорослями: *Didymosphenia geminata* (Lyngb.) M. Schmidt, *Diatoma hiemale* var. *mesodon* (Ehr.) Grun., *Ulothrix zonata* (Web. et Mohr.) Kütz., *Chantransia chalybea* (Roth) Fries и *Hydrurus foetidus* (Vill.) Kirchn. Последние три вида являются доминантами и образуют три пояса: первый *U. zonata*, он распространен на глубине от уреза до 15-35 см; второй *H. foetidus*, плотным, блеклым покрытием расположен на глубинах от 0,5 до 1,0-1,5 м; глубже них (практически по всему сечению реки) идет пояс диатомовых и сине-зеленых водорослей.

Изучение динамики биомассы микрофитобентоса нижнего бьефа Красноярской ГЭС выявило следующие особенности – зимой с середины октября до середины марта развитие микрофитобентоса не наблюдается, а биомасса, в зависимости от биотопа, достигает 150 – 800 ккал/м². Затем начинается развитие и в мае-июне наблюдается первый пик продукции с биомассой 3500 ккал/м². К третьей декаде июля происходит отмирание 70 % новообразованного органического вещества. Во второй-третьей декаде сентября наблюдается второй пик продукции, который составляет около 1/3 от весеннего пика. В распределении биомассы наблюдаются довольно резкие градиенты при средневзвешенном значении 443 ккал/м². Годовой Р/В-коэффициент составил 7,1, при суточных величинах, изменявшихся от 0,006 (март-апрель) до 0,042 (май) и 0,017 (июнь). Данные величины совпадают с результатами исследований микрофитобентоса в других водоемах (Бочкарев и др., 1950; Рычкова, 1979) и почти на порядок меньше значений, приводимых в работах (Ануфриева и др., 2003; Гаевский и др., 2006; Kolmakov et al., 2008) для того же района р. Енисей, что вероятнее всего связано с некорректной оценкой авторами соотношения активного и угнетенного слоев в биомассе микрофитобентоса.

Анализ динамик биомассы микрофитобентоса, концентрации фосфатов, температуры воды и солнечной радиации указывает на главенствующую роль освещенности по сравнению с температурой воды, имеющей второстепенный характер.

Выявлено, что микрофитобентос является основным продуцентом, обладающим максимальной продуктивностью в пределах изученной акватории, при этом верхний уровень его продукции достигает 3500-4800 ккал/м²·год. Такая же ситуация прослеживалась и в период естественного стока, однако уровень продуцирования микрофитобентоса в период зарегулированного стока возрос в 1,5-2,5 раза за счет увеличения прозрачности воды.

ФИТОПАТОГЕННЫЕ ГРИБЫ НА ТРАВЯНИСТЫХ И ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЯХ ВИЛЕЙСКОГО РАЙОНА МИНСКОЙ ОБЛАСТИ

В.Д. Поликсенова, Е.Г. Щуплик

*Белорусский государственный университет,
г. Минск, Беларусь, polyksenova@gmail.com*

Грибы представляют собой одну из обширных групп живых организмов, которая в Беларуси изучена крайне неравномерно и особенно мало на дикорастущих растениях. Опубликованные сведения о нахождении фитопатогенных микромицетов на территории Вилейского района весьма немногочисленны: выявлены 9 видов из отдела Oomycota, 4 вида из отдела Ascomycota, 10 видов отдела Deuteromycota – всего 25 видов фитопатогенных микромицетов. Местом нашего исследования разнообразия фитопатогенных грибов являлись растительные сообщества Вилейского района в окрестностях д. Карповичи, д. Ловцевичи, д. Заборье; обочины дорог, луга, леса, культурные фитоценозы. Сбор растений с признаками поражения грибной этиологии проводился маршрутным методом на протяжении 2012-2013 гг.

В результате исследований было идентифицировано 82 вида грибов, относящихся к двум отделам *Ascomycota* и *Basidiomycota* и 5 классам: *Leotiomycetes*, *Dothideomycetes*, *Sordariomycetes*, *Urediniomycetes*, *Ustilaginomycetes*. Они паразитировали на 61 виде высших растений из 30 семейств. Наиболее многочисленным по видовому составу является отдел *Ascomycota* (67 видов), представители которого составили 81 % от общего числа выявленных грибов. Среди них преобладающее большинство относится к классу *Leotiomycetes* (35 видов), где, несомненно, доминируют мучнисторосяные грибы из порядка *Erysiphales* – 29 видов, паразитирующие на 33 видах растений. Наибольшее разнообразие

мучнисторосяных отмечено в роде *Erysiphe* (22 вида), *Golovinomyces* (20) и *Microsphaera* (13). Вторым многочисленным порядком стал *Capnodiales* из класса *Dothideomycetes* – 22 патогенных вида грибов на 22 видах растений. Среди базидиальных грибов вполне ожидаемо преобладали ржавчинные (*Urediniomycetes*), среди которых центральное место занимали грибы рода *Puccinia* (46 видов). Интересно отметить, что на одном и том же растении можно было наблюдать развитие одновременно нескольких видов патогенов, которые формировали, таким образом, определенные микокомплексы. Например, на *Acer pseudoplatanus* – *Cercospora acerina*, *Rhynisma acerinum* и *Sawadadea tulasnei*; на *Quercus robur* – *Microsphaera alphitoides* и *Septoria quercina*.

В целом, сравнивая полученные нами данные о видовом составе фитопатогенных грибов Вилейского района с опубликованными ранее, можно сказать, что только 2 вида совпали с нашим списком (*Erysiphe trifolii* (Grev) U. Braun и *Septoria piricola* Desm.), а 80 видов отмечены впервые для обследованной территории. Среди общего числа идентифицированных видов выявлено 44 фитопатогенных микромицета, развивающихся на чужеродных для флоры Беларуси видах растений. Из них 8 видов поражает зерновые, плодовые и ягодные сельскохозяйственные культуры, 12 видов идентифицировано на древесных породах, которые используются для озеленения населенных пунктов; 1 вид паразитирует на декоративном виде растений – флоксе, и 23 вида фитопатогенных грибов собрано на дикорастущих неаборигенных растениях. Эти виды микромицетов могут рассматриваться так же как чужеродные, возможно, занесенные вместе с растениями-хозяевами или расширившие свою трофическую нишу.

ШМЕЛИ КАК ИНДИКАТОРЫ СОСТОЯНИЯ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ РЕСПУБЛИКАНСКОГО ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА «ЗВАНЕЦ»

О.В. Прищепчик, О.И. Бородин

ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»,

Минск, Беларусь, prischepchik@mail/ru, borodinoi_zoo@mail.ru

В 2014 году в Государственном научно-производственном объединении «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам» приступили к реализации работ по теме «Разработать систему мониторинга и провести оценку эффективности мероприятий проекта по устойчивому кошению, регулированию уровней воды, управляемому выжиганию с точки зрения предотвращения выбросов диоксида углерода, повышения устойчивости болотных

экосистем, биологического разнообразия» на территории республиканского ландшафтного заказника «Званец» (Брестская область Дрогичинский район). Указанная тема является частью проекта ЕС/ПРООН «Клима-Ист: сохранение и устойчивое управление торфяниками в Республике Беларусь для сокращения выбросов углерода и адаптации болотных экосистем к изменению климата», зарегистрированный в базе данных проектов и программ международной технической помощи Министерства экономики Республики Беларусь 13 января 2014 г., регистрационный № 2/14/000680.

Еще до начала реализации мероприятий проекта, поздней весной 2014 года большая часть территории (около 80 %) республиканского ландшафтного заказника «Званец» была подвергнута пирогенному фактору. Незначительный уровень воды и благоприятные погодные условия в это время способствовали быстрому распространению огня, выгоранию кочкарника осоки и разнотравья на минеральных островах. В начале лета большая часть территории болота была затоплена из-за продолжительных осадков и активного перекачивания воды насосными системами из сельскохозяйственных угодий. В данной ситуации многие виды животных (особенно птиц) не смогли успешно размножиться (гнездиться) на данной территории. Нами была предпринята попытка изучить видовой состав и биологию различных видов шмелей после неконтролируемого выжигания и затопления большей части территории низинного болота. Данная группа животных активно реагирует на подобные воздействия.

При проведении исследований (с начала июня) на различных стационарных участках нами зафиксировано незначительное видовое разнообразие шмелей (7 видов), среди которых был и краснокнижный вид – *Bombus muscorum* F. Практически все самки шмелей активно летали и кормились около островов на окопнике лекарственном (*Symphytum officinale*) по всему болотному массиву. Последующие исследования показали (конец июня-июль), что на выжженной территории самки не смогли найти подходящие места для гнездования, они не собирали обножку и к концу июля погибли. Только в южной части болота «Званец» (окр. д. Повитье) на не горевшем острове нами отмечены фуражирующие рабочие особи семи видов шмелей. Анализируя данные, можно утверждать о том, что видовое разнообразие и численность шмелей в ближайшие годы на территории низинного болота «Званец» будет незначительным, что является следствием значительного неконтролируемого воздействия со стороны человека.

Сотрудниками ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам» при проведении НИР при реализации проекта ЕС/ПРООН будут разработаны правила эксплуатации водорегулирующих сооружений и оценено влияние мероприятий проекта (кошение тростника, контролируемое (раннее) выжигание и пр.) на биоразнообразии для оптимального функционирования болотных экосистем, сохранения биоты и экологического равновесия болота.

РОТАТОРНЫЙ ПЛАНКТОН ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

И.Ф. Рассашко, К.В. Труш

Гомельский государственный университет, г. Гомель, Беларусь, ksenia2260404@mail.ru

Закономерности формирования и функционирования водных экосистем тесно связаны со структурой их сообществ. Воздействие на водоемы приводит к нарушению естественной структуры биоценозов. Для выявления нарушений, мониторинга качества вод ценность представляют сводные данные, отражающие биоразнообразие фауны.

Цель работы состоит в изучении разнообразия и структуры, особенностей географического распространения, создании базы данных по ротаторному планктону водных экосистем Белорусского Полесья за длительный период – с 1904 года по настоящее время. В указанную базу данных включены виды, имеющиеся в более ранних сводных работах (Рассашко, Савицкий, 1989, 1999), а также обнаруженные в последующих исследованиях (Рассашко, Вежновец, Ковалева, 2012; Труш, 2013; и др.).

Установлено, что гидрофауна водоемов и водотоков Белорусского Полесья включает 358 видов и вариететов коловраток (*Rotifera*), в то время, как в водных экосистемах Беларуси – 467 (Галковская, Вежновец, Зарубов, Молотков, 2001). Коловратки представлены таксономическими группами: 2 класса, 3 отряда, 27 семейств, 76 родов, 303 вида и 55 вариететов. Удельный вклад таксономических групп ротаторного планктона составляет: классов – 100 %, отрядов – 100 %, семейств – 100 %, родов – 93 %, видов – 77 % от таковых в водных экосистемах Беларуси.

В зоогеографическом отношении коловратки водоемов и водотоков Белорусского Полесья включают представителей, имеющих широкое, всесветное распространение. Их насчитывается 58 видов и вариететов (16,2 % в общем количестве). Имеется довольно значительная группа видов и вариететов, относящихся к Палеарктике (Европа) – 39 (10,9%). Есть виды, обитающие в водоемах районов, географически далеко изолированных: Африке, Азии, Северной и Южной Америке, в Австралии и др.

Доминирующие виды коловраток рек южного региона Беларуси – Сожа и его притоков Ипути, Беседи, Узы; Березины и Ведрич – притоков Днепра, Иппы – притока Припяти имеют в основном всеветное распространение.

Получены данные о разнообразии и распространении видов и вариантов коловраток, представленных в водоемах городской территории (г. Гомель). Из 45 таксонов коловраток значительная часть – 17 (37,8 %) имеют всеветное распространение. Довольно широкое распространение характерно для 10 видов (22,2 %). Коловратка *Asplanchna herricki* относится к широко распространенным в Палеарктике.

Имеются данные по зоогеографическому распространению ротаторного зоопланктона в других водных объектах региона: 7 рек, которые принимают сточные воды, в них поступает поверхностный сток с сельхозугодий или они испытывают другое антропогенное воздействие; 3 водоема лесной зоны; река заповедной территории – Нарев. Сравнительные результаты показывают, что большинство видов и вариантов коловраток, обитающих в них, распространены всеветно, а остальные представители в количестве от 1 до 3 обитают в разных зоогеографических подразделениях.

Виды коловраток, обнаруженные в р. Муховец (соединена Днепроовско-Бугским каналом с р. Припять), не ограничены в распространении данной территорией.

Во всех исследуемых водных объектах имеются виды, ареалы которых выходят за пределы региона, что свидетельствует об экологической толерантности таких таксонов и их значительном распространении в прошлом. Широко распространенные и многочисленные виды демонстрируют черты биологического прогресса.

ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ МЕДИ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАЛЛУСНОЙ КУЛЬТУРЫ *CATHARANTHUS ROSEUS* (L.) G. DON.

С.Н. Ромашко, В.М. Юрин

*Белорусский государственный университет,
г. Минск, Беларусь, Svetlan_rot@mail.ru*

В настоящее время все больший интерес вызывают исследования наночастиц металлов и их действие на живые системы. Благодаря уникальным физико-химическим свойствам, таким как высокая поверхностная энергия, устойчивая сорбция биомолекул, наличие магнитных свойств и т.д., наночастицы обладают биологическим действием, которое существенно отличается от действия тех же веществ в ионной форме либо в форме дисперсий частиц более крупного размера

(Ингель, 2010; Симонов, 2010). Благодаря этому наноматериалы находят широкое применение в сельском хозяйстве, медицине, фармакологии, косметологии и других отраслях производства. Однако, несмотря на высокий потенциал их использования, искусственные нанообъекты могут обладать токсическими эффектами (Vuzaea, 2007). В связи с этим, нерациональное их использование может быть причиной экологического загрязнения окружающей среды. Таким образом, исследование влияния наноматериалов на биологические системы является актуальной задачей для дальнейшего развития и безопасного применения нанотехнологий.

Целью работы являлось изучение регуляторного действия наночастиц и макрочастиц меди в концентрациях 1, 5, 20, 100 и 500 мг/л на ростовые характеристики и жизнеспособность фотомиксотрофной каллусной культуры *Catharanthus roseus*. Культивирование проводили на среде Мурасиге и Скуга, содержащей фитогормоны в концентрациях 0,1 мг/л НУК и 1 мг/л кинетин при 250С на свету при интенсивности освещения – 100 мкмоль·м⁻²·с⁻¹ и режиме – 16/8 часов свет/темнота. Определение удельной скорости роста проводили согласно общепринятой методике (Рокицкий, 1974). Жизнеспособность каллусных клеток определяли с помощью тетразолиевого метода (Тоувил, 1974).

В результате проведенных исследований было установлено, что включение в среду культивирования наночастиц меди в низких концентрациях (1 и 5 мг/л) приводит к повышению ростовой активности каллусной ткани *C. roseus* на 40-45% по сравнению с каллусами, культивируемыми на среде без наночастиц. При добавлении макрочастиц меди в среду инкубации также отмечалась стимуляция роста на 50-40% по сравнению с контрольным вариантом. Существенных различий в жизнеспособности каллусных клеток, культивируемых на среде без частиц, с нано- и макрочастицами показано не было.

Более высокие концентрации наночастиц оказывали ингибирующее действие на ростовую активность каллусов. Так, при добавлении в среду инкубации наночастиц в концентрации 20 мг/л, показатели роста каллусной ткани *C. roseus* снижались в два раза. Макрочастицы меди в данной концентрации не оказывали существенного влияния на рост и жизнеспособность исследуемой культуры. Включение нано- и макрочастиц в концентрациях 100 и 500 мг/л в среду культивирования каллусной ткани *C. roseus* приводило практически к полной остановке ростовых процессов и ингибированию жизнеспособности на 90-100%.

Таким образом, нано- и макрочастицы меди в низких концентрациях – 1 и 5 мг/л оказывают стимулирующее действие на ростовые характеристики фотомиксотрофной каллусной культуры *S. roseus*, в то время как высокие – ингибируют рост и снижают жизнеспособность клеток.

ПАТОЛОГИИ ВЕРХНЕЙ ЧЕЛЮСТИ ОНДАТРЫ НА ЮГО-ВОСТОКЕ БЕЛАРУСИ

А.А. Саварин

*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,
г. Гомель, Беларусь, a_savarin@mail.ru*

В настоящее время на территории Гомельской городской агломерации ондатра является обычным видом, заселив практически все имеющиеся водоемы.

Материалом для исследования послужили черепа особей ондатры (n = 49), добытых разными охотниками в течение 2000-2010 гг. в водоемах г. Гомеля и ближайшего пригорода. Возраст зверьков определяли по комплексу признаков, прежде всего, кондилобазальной длине, степени выраженности затылочного гребня и швов черепа (Клевезаль, 2007). Пол особей не учитывался. Анализ полученной выборки позволил выявить некоторые предварительные данные по особенностям протекания патофизиологических процессов у особей разного возраста (таблица).

Частота встречаемости (%) патологий у ондатр различных возрастов

Форма патологии	Возрастные группы			
	До 4 месяцев (n = 11)	5-8 месяцев (n = 18)	9-12 месяцев (n = 15)	более 1,5 лет (n = 5)
Перфорация в области M1	81,8	94,4	93,3	100
Вздутие верхнечелюстной кости	90,9	44,4	40,0	40,0
Остеолиз верхнечелюстной кости	54,5	72,2	73,3	80,0

Патофизиологические процессы в костной ткани имеют хронический характер, так как очаги деструкций и деформаций выявляются у особей всех возрастов, а частота их встречаемости и степень разрушения костной ткани увеличиваются по мере взросления особей по двум из трех рассматриваемых форм патологии. С учетом отсутствия в анализируемой выборке крайней степени проявления патологий, а также возможность достижения больших промеров черепа (CbL = 66,7-66,9 мм) (Pankakoski, 1986), можно предположить, что

выявленные патологии (кроме вздутия костной ткани) не являются важным фактором элиминации зверьков. Резкое снижение и стабилизация частоты встречаемости (с 90,9 до 40 %) вздутия верхнечелюстной кости может быть вызвано высокой смертностью молодых особей с данной формой патологии. Это согласуется с известными научными сведениями, согласно которым, в течение первого года жизни в популяциях ондатры по различным причинам может погибать более 80 % особей.

Для подтверждения высказанной предварительной оценки воздействия патофизиологических процессов в черепе на состояние популяций ондатры в дальнейшем необходимо установить этиологию вздутия верхнечелюстной кости методом изучения спилов костной ткани. Кроме того, представляет особую ценность сравнение форм и частот встречаемости патологий черепа у ондатр, обитающих на юго-востоке Беларуси и сопредельных территорий Украины, а также Херсонской области, откуда в 1953 г. первоначально завезли ондатру в Гомельскую область. Нельзя исключать и того, что определенное влияние в проявлении патологий играют наследственные факторы.

ПРИМЕНЕНИЕ МАКРОФИТОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НЕКОТОРЫХ РЕК МИНСКОЙ ОБЛАСТИ

К.Л. Савицкая

*Белорусский государственный университет,
г. Минск, Беларусь, karina_savv@mail.ru*

В соответствии с Водной Рамочной Директивой ЕС приоритет при оценке экологического статуса водоемов в настоящее время принадлежит биологическим элементам качества, один из которых – состав и многообразие водных растений. Однако именно макрофиты менее всего задействованы при комплексной оценке экологического состояния водных объектов в бассейнах крупных и средних рек Беларуси, в т.ч. р. Припяти (Управление трансграничным ..., 2012). Использование водных растений лимитируется недостаточной изученностью их реакций на изменение условий среды, а также нелинейной зависимостью между числом видов макрофитов и трофностью вод (Семенченко, Разлуцкий, 2011). Тем не менее, во многих европейских странах успешно внедрены специализированные индексы, основанные на макрофитах (RI, MTR, IBMR и др.). Для апробации в условиях Беларуси был выбран разработанный во Франции Биологический индекс макрофитов для рек – IBMR (Indice Biologique

Macrophytique en Rivière). В число индицируемых индексом параметров входят: содержание биогенных элементов, степень органического загрязнения и общая деградация рек.

Материал для данной работы получен в ходе детально-маршрутного обследования 100-метровых участков русел 17 рек Вилейского, Копыльского, Логойского, Любанского, Пуховичского, Стародорожского и Узденского районов Минской области, в пределах которых выявлен видовой состав макрофитов и определено проективное покрытие каждого вида. Затем рассчитывался IBMR на основе установленных стандартами видовых констант (коэф. стеноитности вида и коэф. олиготрофности вида) и обилия индикаторных видов (AFNOR, 2003).

Полученные значения индекса изменялись от 6,4 до 11,1 и указывали на критический (3 участка рек), неудовлетворительный (13 участков рек), удовлетворительный (3 участка рек) экологический статус выбранных участков водотоков. Несмотря на значительное совпадение флористических списков изучаемых участков рек с набором видов макрофитов в инструкциях по расчету IBMR, полученные результаты следует рассматривать как предварительные. Приближение значений IBMR для большинства рек с «неудовлетворительным» статусом к нижней границе интервала удовлетворительного экологического состояния при «благоприятной» и «относительно благоприятной» экологической ситуации по суммарному антропогенному загрязнению на водосборах рек данной категории (Нацыянальны Атлас ..., 2002) позволяет предполагать их экологическую оценку заниженной. В то же время расположение отрезков рек вблизи мостовых опор, автодорог и сельхозугодий, являющихся диффузными источниками биогенных элементов, свидетельствует о значительной антропогенной нагрузке на данные логические системы. Р. Беловоротица, р. Черная, р. Солон, которым присвоен удовлетворительный статус, на большом протяжении протекали в пределах лесных массивов, однако часть их русел канализирована. Вероятно, канализация русел – один из факторов, обусловивших отсутствие водотоков с «относительно благополучным» и «благополучным» экологическим статусом среди рассматриваемых рек.

Для повышения надежности оценок на основе IBMR-индекса необходимо пересмотреть индикаторную значимость некоторых видов макрофитов, поскольку Беларусь и Франция принадлежат к различным экорегионам. Кроме того, рекомендуется включить в список индикаторных следующие виды водных и околоводных растений: *Nymphaea candida* J. et C. Presl., *Bidens cernua* L., *Cicuta virosa* L., *Sium latifolium* L., *Solanum dulcamara* L., *Calla palustris* L. и некоторые др.

Вышеуказанные коррективы могут быть внесены в расчет индекса при условии проведения дополнительных гидрохимических и гидробиологических исследований водотоков.

К ИЗУЧЕНИЮ ПЕРИФИТОНА КАРЬЕРНЫХ ВОДОЕМОВ ВЫРАБОТАННЫХ МЕЛОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

И.В. Савич, Т.А. Макаревич, А.С. Хижняк

Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь, makarta@tut.by

В июле 2012 г. в рамках комплексных исследований водных систем отработанных меловых карьеров (см. Байчоров и др., настоящий сборник) получены первые данные по фитоперифитону разновозрастных карьерных водоемов месторождений Россь и Колядичи (Гродненская обл., Беларусь). Возраст карьерных водоемов месторождения Россь (Голубой, Лазурный, Россь-линза 2 и Россь-линза 4) составляет около 60 лет, водоема Колядичи-линза 3 – около 20 лет, Колядичи-линза 14 – менее 1 года (на период обследования). Субстратом для перифитона служат макрофиты. Образцы перифитона во всех водоемах собраны с хвоща, тростника и рдестов в прибрежной зоне с глубины 0,3–0,5 м.

В перифитоне обследованных карьерных водоемов выявлено 88 видов водорослей, которые относятся к 48 родам, 33 семействам. Также как и перифитоне озер, основную долю общего числа видов составляют три отдела – Chlorophyta (57 %), Bacillariophyta (20 %) и Cyanophyta (16 %). Подавляющее число родов представлены 1–2 видами, 5 и более видами представлены всего 3 рода – *Cosmarium* (14 видов), *Ankistrodesmus* (6), *Scenedesmus* (5). Все обнаруженные в перифитоне меловых карьеров водоросли широко распространены в водоемах и водотоках Беларуси.

Анализ экологии обнаруженных водорослей показал, что подавляющее число видов являются космополитами с широкой экологической валентностью. По биотопической приуроченности в перифитоне преобладают типично планктонные и планкто-бентосные формы. На их долю приходится свыше 60 % общего числа видов.

Таксономическая структура фитоперифитона в карьере Колядичи-линза 14, экосистема которого находится на начальной стадии формирования, заметно отличается от структуры фитоперифитона в карьерах месторождения Россь, которые были затоплены около 60 лет назад (таблица). В перифитоне карьеров месторождения Россь основу видового состава составляют зеленые водоросли, а в карьере Колядичи-линза 14 – диатомовые.

**Таксономическая структура фитоперифитона карьерных водоемов
меловых месторождений Россь и Колядичи, Гродненская обл. 17–24.07.2012 г.**

Водоем	Возраст, годы	Доля (%) общего числа видов			
		зеленые	синезеленые	диатомовые	прочие
Колядичи-линза 14	< 1	20	25	40	15
Колядичи-линза 3	~ 20	63	19	13	5
Россь-линза 2	~ 60	58	22	17	3
Россь-линза 4	~ 60	55	10	25	10
Россь-Лазурный	~ 60	47	23	20	10
Россь-Голубой	~ 60	44	22	28	6

Таксономическая структура фитоперифитона карьера Колядичи-линза 3, время существования которого около 20 лет, близка к структуре фитоперифитона водоемов возрастом около 60 лет, что указывает на достаточно высокие скорости сукцессионного процесса. Аналогичный вывод сделан и на основании исследования сообществ фито- и бактериопланктона карьерных водоемов (см. Макаревич и др., настоящий сборник).

Работа выполнена при поддержке БРФФИ (№ Б12 ОБ-031, руководитель В.М. Байчоров).

СОДЕРЖАНИЕ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ПРИМЕСЕЙ В МАЛЫХ РЕКАХ ГОМЕЛЬСКОГО РАЙОНА

В.Г. Свириденко, О.В. Пырх

УО «ГГУ им. Ф. Скорины», г. Гомель, Беларусь

Быстрые темпы развития промышленности ведут к увеличению рисков загрязнения природных вод тяжелыми металлами. Наибольший интерес представляют металлы, обладающие высокой биологической активностью и токсическими свойствами.

Распространенным статистическим показателем содержания загрязняющей примеси в поверхностных водах является его экстремальная величина (максимальное содержание и минимальное значение (Гагарина, 2012). Средние значения в значительной степени отражают «мягкие» условия существования экосистем, при которых эффект антропогенного воздействия выражен не в такой степени, как в случае анализа максимальных величин.

Исследования проводили в период 2011–2013 гг. в поверхностных водах малых рек Уза и Ипуть Гомельского района. Содержание катионов металлов определяли атомно-адсорбционным методом в различные

сезоны года. В 2011 году для катиона никеля максимальное значение зарегистрировано в апреле на р. Ипуты составило 0,0445 мг/л (при ПДК 0,01 мг/л для водоемов рыбохозяйственного водопользования). Для остальных катионов (Cu^{2+} , Pb^{2+} , Co^{2+} , Zn^{2+}) содержание не превышало природное фоновое значение для рассматриваемых водных объектов. В 2012 году максимальное содержание меди в поверхностных водах р. Уза обнаружено в марте и составило 0,0794 мг/л, остальные исследуемые компоненты не превышали уровень ПДК. В период 2013 года отмечено повышенное содержание цинка в поверхностных водах р. Уза в июле и составило 0,1917 мг/л.

Для оценки загрязненности поверхностных вод используются и относительные величины. Наиболее распространенными из них являются кратность превышения ПДК и повторяемость случаев превышения ПДК. По каждому ингредиенту за расчетный период времени определялась повторяемость случаев загрязненности, т.е. частота обнаружения концентраций, превышающих ПДК, согласно которой определяют характер загрязненности воды по устойчивости загрязнения.

Для расчета кратности превышения и повторяемости случаев превышения использовались ПДК для водоемов рыбохозяйственного пользования. Согласно классификации воды по повторяемости случаев загрязненности, загрязненность воды по этим ингредиентам определяется как «характерная». Загрязненность воды ионами никеля определяется как «единичная». Уровень загрязненности представлен в таблице.

Характер и уровень загрязненности воды в реке Уза

Ионы металлов	n_i	n'_i	$\alpha_i = \frac{n'_i}{n_i} \cdot 100$ %	Характер загрязненности воды	$\sum \beta_i = \sum_{i=1}^{n'_i} \frac{C_i}{\text{ПДК}_i}$	$\bar{\beta}_i$	Уровень загрязненности воды
Cu^{2+}	28	17	60,71	характерная	29,48	1,73	низкий
Zn^{2+}	28	18	64,29	характерная	54,99	3,05	средний
Ni^{2+}	28	1	3,57	единичная	1,11	—	низкий

Таким образом, из числа определяемых тяжелых металлов особо выделяются своим высоким загрязняющим эффектом такие показатели как медь и цинк. По каждому из них в 2011-2013 гг. наблюдалась характерная загрязненность. Сочетание уровня загрязненности воды определенными загрязняющими веществами и частоты обнаружения случаев нарушения нормативных требований позволяет получить комплексные характеристики, условно соответствующие "долям" загрязненности, вносимым каждым ингредиентом и показателем загрязненности в общее качество воды.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА ЛЕСА ОТ КОРоеДА-ТИПОГРАФА И ДРУГИХ СТВОЛОВЫХ ВРЕДИТЕЛЕЙ

Н.Л. Севницкая

ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», г. Гомель, Беларусь, n.sevnickaja@tut.by

В еловых насаждениях периодически происходят массовые размножения короеда типографа и других стволовых вредителей, которые вызывают усыхания лесов на больших площадях, снижают природоохранные функции леса и качество древесины. Защита таких насаждений от вредителей является актуальной. Одним из способов биологической защиты леса является использование энтомофагов, а также микроорганизмов, вызывающих заболевание и гибель вредных насекомых. Наиболее эффективные энтомофаги стволовых вредителей ели на территории Беларуси – это хищные жуки стафилиниды, пестряки, карапузики, чернотелки и особенно мухи зеленушки.

В Институте леса НАН Беларуси разработаны рекомендации по проведению рубки деревьев ели в насаждениях, повреждаемых короедом типографом и другими стволовыми вредителями и рекомендации по предотвращению и подавлению массового размножения короеда типографа и других стволовых вредителей ели биологическим методом. Согласно данным рекомендациям для сохранения энтомофагов при проведении выборочных и сплошных санитарных рубок в осенне-зимний и ранневесенний период, необходимо вырубать деревья подразделять по категориям состояния. Деловую и дровяную древесину от вырубки свежеселенных деревьев и сухостоя, усохшего в течение ближайшего годовичного периода, при наличии на них коры, рекомендуется вывозить за пределы леса после выхода из них этих насекомых. Деревья ели других категорий, а также деревья других пород, при проведении сплошных и выборочных санитарных рубок вырубается и вывозятся по принятой в хозяйстве технологии, так как на них энтомофаги стволовых вредителей отсутствуют. При вырубке усохших и свежеселенных короедом типографом деревьев в летний период (до ухода жуков вредителя на зимовку в почву и лесную подстилку) не только вывозятся за пределы леса стволовые вредители, но и сохраняются в лесу их энтомофаги, так как они в этот период находятся в подвижном состоянии. При этом могут использоваться обычные принятые в хозяйстве технологии рубки деревьев.

Среди энтомопатогенных микроорганизмов широко известным и наиболее распространенным агентом биологической борьбы является гриб *Beauveria bassiana*, вызывающий болезнь – белую мюскардину. Для борьбы с короедом типографом и другими ксилофагами предлагается использовать биопрепараты, созданные на основе данного гриба и других гифомицетов.

Ловушки с биопрепаратом целесообразно устанавливать в формирующихся очагах стволовых вредителей ели, где численность энтомофагов вредителей невысокая. Устанавливаются они перед началом лета жуков вредителя (в конце апреля – начале мая) в центре куртины усыхания деревьев, по одной на 1-2 га, и используются на протяжении всего лета жуков (до сентября). В ловушки помещают 20-30 г препарата. Жуки короеда-типографа посещают модернизированные ловушки барьерного типа с энтомопатогенным препаратом. В качестве средства, привлекающего насекомых в ловушки, используются диспенсеры с феромоном этого вредителя: Ипсвабол Д, Ипсвабол Т. Контактируя с препаратом, насекомые набирают на свои покровы большое количество спор гриба, а затем улетают из ловушки. Таким образом, они заносят на себе споры в места своего поселения.

Энтомопатогенный гриб от инфицированных насекомых может переходить не только на других особей данного вида вредителя, но и на другие виды вредителей, и сдерживать их массовое размножение в течение длительного времени. Энтомофагов гриб *Beauveria bassiana* не поражает. Постоянное присутствие в популяции энтомопатогена, даже не очень высокой вирулентности, предотвращает массовое размножение вредителей.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗООПЛАНКТОНА КУРШСКОЙ И ВИСЛИНСКОЙ ЛАГУН ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ВОДЫ

А.С. Семенова

*Атлантический научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии,
г. Калининград, Россия, a.s.setenowa@gmail.com*

Индикаторная роль зоопланктона в процессах загрязнения и эвтрофирования водоемов показана в работах многих ученых, в современный период разработан ряд классификаций с использованием показателей этого сообщества, которые могут быть использованы для оценки качества воды и степени эвтрофирования водоемов. Наряду со структурно-функциональными характеристиками зоопланктона в настоящее время весьма актуальным является изучение показателей его смертности (Дубовская, 2009). Куршская и Вислинская лагуны – это крупнейшие лагуны Балтийского моря, имеющие важное рыбохозяйственное значение, оба водоема испытывают значительную антропогенную нагрузку. Основным неблагоприятным фактором, воздействующим на Куршскую лагуну это «цветение» токсичных синезеленых водорослей, на Вислинскую лагуну – загрязнение водоема

неочищенными коммунальными стоками, сточными водами предприятий и нефтепродуктами.

Целью настоящей работы было оценить экологическое состояние Куршской и Вислинской лагун по показателям зоопланктона.

Пробы зоопланктона отбирали ежемесячно с апреля по октябрь в 2007-13 гг. на 5-10 стандартных станциях в каждой лагуне, после отбора пробы окрашивали анилиновым голубым красителем (Seepersad, Strippen, 1978; Дубовская, 2008). Было рассчитано более 20 показателей зоопланктона приводящихся в российских и зарубежных классификациях (Андроникова, 1996; Karabin, 1985; Moss et al., 2003; Семенченко, Разлуцкий, 2011), отражающих качество воды и степень эвтрофирования водоемов.

Наиболее информативные показатели зоопланктона, отражающие как качество воды, так и степень эвтрофирования изученных водоемов это показатель трофии (E/O) и коэффициент трофии (E), доля численности крупных Cladocera в общей численности Cladocera (КК) и доля мертвых особей в зоопланктоне. Другие показатели зоопланктона зачастую неоднозначны и могут применяться только в комплексе с другими показателями, что позволит исключить неверную оценку состояния изучаемых водных экосистем. По показателям зоопланктона Куршская лагуна во все годы исследований может быть оценена как гипертрофная, качество воды в ней как «плохое». Трофический статус Вислинской лагуны соответствует переходному между эвтрофным и гипертрофным, качество воды в ней оценивается как «посредственное».

Доля мертвых особей в зоопланктоне Куршской лагуны в среднем за 2007-2013 гг. составляла $8,4 \pm 1,0$ и $6,3 \pm 0,8$, в Вислинской лагуне – $12,5 \pm 2,6$ и $11,9 \pm 3,1\%$ от суммарной численности и биомассы зоопланктона соответственно. Максимальные доли мертвых особей в обеих лагунах были зафиксированы в летний период 2010 года.

В Вислинской лагуне в последние годы (2011-13 гг.) наблюдается тенденция к улучшению качества воды, которая прослеживается как в уменьшении доли мертвых особей в зоопланктоне, так и по индексам, отражающим качество воды, вероятно, отмеченная тенденция связана с вселением и успешной натурализацией в водоеме двусторчатого моллюска *Rangia cuneata* (G.B. Sowerby I, 1831), фильтрационная деятельность которого способствует улучшению качества воды лагуны. В Куршской лагуне тенденции к улучшению качества воды не отмечается, наблюдаемая переменность показателей зоопланктона определяется температурным режимом и степенью развития фитопланктона.

**СТРУКТУРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗООПЛАНКТОННОГО
СООБЩЕСТВА ВОДОХРАНИЛИЩА «КОМСОМОЛЬСКОЕ
ОЗЕРО» ЗА 17-ЛЕТНИЙ ПЕРИОД ИССЛЕДОВАНИЙ**

Г.А. Семенов, Н.Г. Ерёмов

Белорусский государственный университет

г. Минск, Беларусь, eremov.f@mail.ru

Важными показателями состояния зоопланктонного сообщества, позволяющими судить о сдвигах и изменениях в его структуре, являются соотношения численности и биомассы различных групп зоопланктонных организмов, а также показатели среднесезонных величин численности, биомассы и средней индивидуальной массы зоопланктонных организмов. В таблице 1 представлены основные структурные показатели зоопланктонного сообщества водохранилища «Комсомольское озеро» в 1996-1997, 2006-2007, 2012-2013 гг.

**Таблица 1. Структурные показатели зоопланктонного сообщества
Комсомольского озера**

Год	N_{clad}/N_{copep}	B_{crust}/B_{rot}	B_{clad}/B_{cop}	B/N	W
1996	5,13	234,07	7,17	$\frac{1499 \pm 70}{86533 \pm 3861}$	0,0170
1997	3,93	21,27	6,25	$\frac{8830 \pm 271}{433415 \pm 9578}$	0,0201
2006	2,33	78,98	1,15	$\frac{515 \pm 95}{28844 \pm 5113}$	0,0179
2007	0,53	158,12	0,32	$\frac{803 \pm 218}{39401 \pm 8796}$	0,0204
2012	0,78	175,43	0,33	$\frac{854 \pm 106}{30743 \pm 3783}$	0,0278
2013	0,48	75,37	0,50	$\frac{1386 \pm 193}{42878 \pm 5670}$	0,0323
Примечание: В – среднесезонная величина биомассы зоопланктона (мг/м ³) N – среднесезонная величина численности зоопланктона (экз./м ³) W – среднесезонная индивидуальная масса зоопланктона (мг/экз.)					

Данные, представленные в таблице 1, свидетельствуют о существенных изменениях в структуре зоопланктонного сообщества, произошедших за 17-летний период. В 1996-1997, 2006 гг. в планктоне преобладали представители ветвистоусых раков (соотношения N_{Clad}/N_{Cop} и B_{Clad}/B_{Cop} больше единицы). При этом, за весь период исследований не выявлено четкой закономерности в динамике биомассы коловраток: наблюдаются периоды спада (1996, 2007, 2012) и подъема (1997, 2006 и 2013). Это свидетельствует о значительных

перестройках в структуре зоопланктона: по численности и по биомассе с 2007 по 2013 г. среди ракообразных доминируют веслоногие раки. Возрастание доли группы копепод, приводит к значительному увеличению значений средних индивидуальных масс зоопланктона.

Для оценки видового разнообразия зоопланктонного сообщества были рассчитаны соответствующие индексы для 2006-2007 и 2012-2013 гг. (таблица 2). В качестве контрольной была выбрана станция у моста, где, по данным многолетних наблюдений, наблюдается минимальная антропогенная нагрузка. Как можно видеть из приведенной таблицы, практически за все годы исследований на станции “пляж” наблюдается несколько более высокое видовое разнообразие, чем в контроле.

В целом, отмечаются средние показатели видового разнообразия, из чего следует, что сообщество является сбалансированным. Индексы выравненности Пиелу на всех станциях имеют среднее значение и варьируют незначительно, хотя в 2013 г. наблюдается некоторое повышение значений этого показателя, близкое к данным 2007 г.

Таблица 2 – Индексы видового разнообразия Шеннона и выравненности Пиелу

Станции отбора проб	Год	Индекс Шеннона (H'), бит/особь	Индекс выравненности Пиелу (J'), %
Лодочная	2006	1,45	49,35
Контроль		2,07	70,41
Пляж		2,02	65,41
Лодочная	2007	1,91	54,65
Контроль		1,77	52,97
Пляж		1,77	52,15
Контроль	2012	1,94	44,89
Пляж		1,56	41,56
Лодочная	2013	2,42	51,47
Контроль		2,83	59,57
Пляж		2,92	59,01

Полученные данные свидетельствуют о перестройках в структуре зоосообщества в течение вегетационного периода: и по численности, и по биомассе среди представителей гр. Crustacea в последние годы начинают доминировать веслоногие раки (соотношения N_{Clad}/N_{Cop} и V_{Clad}/V_{Cop} меньше единицы). По биомассе ветвистоусые и веслоногие преобладают над коловратками ($V_{Crust}/V_{Rot}=123,87$), значительный вклад в общую летнюю биомассу планктона вносят более крупные представители веслоногих раков.

ДРАПЕЖНЫЯ ПТУШКІ НАЛІБОЦКАЙ ПУШЧЫ

В.Я. Сідаровіч¹, В.В. Грычык², І.А. Салавей¹

¹ДНВА “НПЦ НАН Беларусі па біярэсурсах”,

г. Мінск, Беларусь, soloveji@tut.by

²Беларускі дзяржаўны ўніверсітэт, г. Мінск, Беларусь

Веданне відавoga складу птушак якойсьці тэрыторыі з’яўляецца важнай задачай дзеля вырашэння шматлікіх праблем сучаснай арніталогіі і экалогіі. Менавіта на выснове фауністычных спісаў можна казаць аб тых ці іншых заканамернасцях, працэсах і зменах, якія адбываюцца ў супольніцтвах. Такія веды набываюць асаблівую вагу, калі ўлічваць агромісты ўплыў чалавека на прыродныя экасістэмы. У дадзеным паведамленні мы адлюструем стан асамблей драпежных птушак у прыродным комплексе Налібоцкай пушчы - адным з самых вялікіх лясных масіваў у Беларусі. Гэта тэрыторыя мае такі стан змен чалавекам, калі натуральнае асяроддзе дамінуе, але яно ўжо значна зменена лесаэксплуатацый і асушальнай меліярацый, г.зн., ступае на першую прыступку да антрапагеннай трансфармацыі.

Драпежныя птушкі ў цёплы сезон прадстаўлены 28 відамі, з якіх 19 – дзённыя драпежныя птушкі і 9 – совы. Тут вызначаны наступныя віды дзённых драпежных птушак: вялікі і малы арляцы, гадаеж, белік, цецяроўнік, карагольчык, канюх-мышалоў, луні балотны, лугавы і палявы, восаеж, пустальга, шулёнак, дзербнік, каршачок, арол-карлік, маркут, чорны і чырвоны каршун; соў: пугач, балотная сава, шэрая, даўгахвостая і барадатая кугакаўкі, касматаногі сыч, вераб’іны сычык, вушастая сава, сіпель. У цёплы сезон шчыльнась асамблей соў амаль аднолькавая з такой у дзённых драпежных птушак (145 і 118 асобін/100км², адпаведна 55 і 45%). У структуры гэтага супольніцтва дамінуюць шэрая кугакаўка (28%), канюх-мышалоў (21,9%) а субдамінантамі з’яўляюцца вераб’іны сычык (12,7%) і касматаногі сыч (8,1%). Найменшую прадстаўленасць маюць маркут, чырвоны каршун (па 0,04%), белік, балотная сава і сіпель (па 0,1%), лунь палявы (0,2%), арол-карлік, даўгахвостая кугакаўка (па 0,3%), пугач (0,4%), гадаеж, дзербнік (па 0,6%) і чорны каршун (0,7%). Як бачна, гэтыя рэдкія віды ў асноўным прадстаўлены сярэднепамеравымі большымі (як то маркут, пугач і белік), вузка спецыялізаванымі ў харчаванні (напрыклад, гадаеж і белік), а таксама сінантропнымі (сіпель) ды на паўднёвай мяжы арэалу (даўгахвостая кугакаўка) відамі. Прадстаўленасць астатніх відаў змянялася ў нешырокім дэяпазоне (ад 1,0 да 3,3%). Пад час міграцый тут часта сустракаецца сокал-падарожнік, а ў пачатку жніўня 2014 г. ён шматразава назіраўся тут ва ўрочышчы Шубін.

У сцюдзёны сезон відавы склад драпежных птушак быў значна меншы ў сувязі з адлётам арляцоў, гадаежа, лунёў, каршуноў, восаежа, дробных сакалкоў, балотнай савы і вушастай савы. Адлятае таксама і канюх-мышалоў, але не заўсёды ўсе асобіны. У залежнасці ад экалагічных умоў на зімоўцы застаецца ў сярэднім каля 7% ад яго шчыльнасці ў ўцёплы сезон. Узімку сюды прылятае шмат касматаногіх канюхоў, вельмі рэдка на міграцыях рэгістраваліся сава-бярозаўка і белая сава. Тут налічвалася ўсяго 13 відаў драпежных птушак, з якіх 6 – дзённыя драпежныя птушкі і 7 – совы. Шчыльнасць асамблеі соў была ў 3,5 разы больш, чым дзённых драпежных птушак (136 супраць 38 асобін/100 км², адпаведна совы складалі 78%). У структуры супольніцтва драпежных птушак дамінуе шэрая кугакаўка (42,4%), а субдамінантамі з'яўляюцца вераб'іны сычык (19,1%), касматаногі сыч (12,3%) і касматаногі канюх (10,5%).

Відавая разнастайнасць драпежных птушак Налібоцкай пушчы характарызуецца даволі высокім роўнем згодна ацэнцы індэксам Сімпсана (змяняецца ад 0 да 1 і яго значэнні тым большыя, чым больш відаў і чым больш раўнамерна размеркаваны іх дзелі ў структуры), і была большая ў цёплы сезон (0,84) і меншая у сцюдзёны (0,75). Гэта тлумачыцца тым, што ўзімку застаецца значна менш відаў птушак і ўжо больш значную дзель мае шэрая кугакаўка (42% супраць 28% у цёплы сезон, $G=2,82$ $p=0,05$).

СОДЕРЖАНИЕ СЕСТОНА И ХЛОРОФИЛЛА В УДОБРЯЕМЫХ ПРУДАХ РЫБОВОДЧЕСКОГО ХОЗЯЙСТВА «ВИЛЕЙКА» В 2012 г.

О.С. Сулимова, А.А. Жукова

*Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь,
sylimova_1991@mail.ru*

Оценку содержания сестона и хлорофилла проводили в июне-сентябре 2012 г. в прудах рыбоводческого хозяйства «Вилейка», интенсивно удобряемых на протяжении вегетационного сезона. Исследования проводили в трех прудах – 2 нагульных (Н-8 и Н-9) и 1 выростном (В-6), где пробы отбирались ежемесячно. Полученные результаты отражены в таблице 1 (приведены средние значения \pm SD).

На протяжении периода исследований концентрация сестона в пруду Н-8 возрастала от июня к августу, в других прудах существенно не изменялась. В отличие от сестона, содержание хлорофилла в воде увеличивалось к осени во всех исследованных прудах. Так, в пруду Н-8 выявлено возрастание хлорофилла в несколько раз от июня к сентябрю. Содержание хлорофилла в двух других прудах также возрастает к началу осени. В целом, наибольшие значения содержания сестона и хлорофилла отмечены в пруду Н-8.

Таблица 1. Содержание сестона и хлорофилла в прудах рыбхоза “Вилейка” в 2012 г.

Пруд	Содержание сестона, мг/л			
	июнь	июль	август	сентябрь
Н-8	10,3±0,03	22,1±0,02	28,6±0,04	27,1±0,01
Н-9	-	16,3±0,01	13,4±0,02	17,8±0,04
В-6	-	19,4±0,02	14,7±0,02	17,1±0,03

Продолжение табл. 1

Пруд	Содержание хлорофилла, мкг/л			
	июнь	июль	август	сентябрь
Н-8	42,7±0,1	101,4±0,05	158,1±0,1	163,5±0,1
Н-9	-	25,1±0,02	23,4±0,01	57,3±0,02
В-6	-	118,5±0,03	89,1±0,02	142,9±0,2

На основании полученных данных нами было рассчитано удельное содержание хлорофилла в сестоне (таблица 2, приведены средние значения ± стандартное отклонение). Как в нагульных, так и в выростном прудах прослеживается тенденция к увеличению доли хлорофилла во взвешенном веществе водоемов от летних месяцев к осени. Наибольшее удельное содержание хлорофилла в сестоне отмечено в пруду В-6 в сентябре (0,87%), в нагульных прудах зафиксированы более низкие значения этого показателя.

Таблица 2. Удельное содержание хлорофилла в сестоне и доля феопигментов в суммарном хлорофилле в прудах рыбхоза “Вилейка” в 2012 г.

Пруд	Содержание хлорофилла в сестоне, %			
	июнь	июль	август	сентябрь
Н-8	0,41±0,01	0,47±0,02	0,53±0,03	0,57±0,06
Н-9	-	0,16±0,01	0,18±0,03	0,33±0,04
В-6	-	0,59±0,06	0,59±0,09	0,87±0,10

Продолжение табл. 2

Пруд	Доля феопигментов, %			
	июнь	июль	август	сентябрь
Н-8	25,3±4,7	12,2±0,2	20,2±7,6	12,8±0,6
Н-9	-	28,5±4,4	57,8±4,1	18,9±1,8
В-6	-	20,7±1,4	29,0±8,4	13,5±2,7

В прудах наряду с концентрацией хлорофилла определяли также удельное содержание феопигментов в суммарном форбине (см. таблицу 2). Доля феопигментов в прудах на протяжении периода исследований варьировала от 12 до 29 %, выходя за этот диапазон колебаний лишь в августе в пруду Н-9 (58 %). Доля феопигментов возрастала от июля к августу во всех прудах. К сентябрю удельное содержание феопигментов

резко снижается, что совпадает во времени с увеличением содержания хлорофилла в воде. Это свидетельствует о том, что в сентябре в толще воды присутствовали в основном активно функционирующие водоросли (т.к. хлорофилла-*a* в мертвых клетках быстро разлагается до феофитина).

Полученные нами результаты в целом соответствуют литературным данным о содержании сестоно и хлорофилла в прудах рыбоводческого хозяйства «Вилейка» в предыдущие годы исследований (Жукова, Адамович, 2011; Адамович, Жукова, 2011; Сулимова, Адамович, Жукова, 2013).

ЭКОЛОГО-ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПРЯМОКРЫЛЫХ НАСЕКОМЫХ (INSECTA, ORTHOPTERA) ВЕРХОВЫХ БОЛОТ БЕЛОРУССКОГО ПООЗЕРЬЯ

Г.Г. Сушко

БГУ, г. Минск, Беларусь, gennadis@rambler.ru

На верховых болотах в 12 административных районах Витебской, Минской и Гродненской областей Беларуси, в период с 2005 по 2013 гг. установлено 10 видов прямокрылых насекомых, которые относятся к 6 родам из 4 подсемейств, 3 семейств, 3 надсемейств и 2 подотрядов. По числу видов доминирует семейство *Acrididae* – 6 видов (60 % от общего количества учтенных видов). Так же установлены представители семейств *Tettigoniidae* (3 вида, 30 %) и *Tetrigidae* (1 вид, 3 %). Из родов наиболее представлен видами р. *Chorthippus* – 5 видов. Остальные 5 родов насчитывают по 1 виду.

Большинство видов встречались в малой численности: очень редкими оказались 4 вида (40 %), редкими – 2 вида (20 %). Единично встречался 1 вид (10 %). Обычными оказались 3 вида (30 %). Обычны *Metrioptera brachyptera* (Linnaeus, 1761), *Chorthippus albomarginatus* (De Geer, 1773), *Mecostethus grossus* (Linnaeus, 1758).

По признаку обитания прямокрылых на разных жизненных формах растений выделено 3 фитобионтные группы:

1. герпетобионты (10 %) – обитатели подстилки и напочвенного яруса;
2. хамехортобионты (10 %) – обитатели полукустарников, кустарничков и трав;
3. хортобионты (80 %) – обитатели травянистого яруса.

Наиболее часто среди последних встречаются *Chorthippus albomarginatus*, *Mecostethus grossus*. Хамехортобионтом является обычный на всех болотах вид *Metrioptera brachyptera*. К герпетобионтам относится так же один вид – *Tetrixsubulata* (Linnaeus, 1758).

По трофической специализации преобладают фитофаги (70 %). Среди них наиболее обычен *Mecostethus grossus*, трофически связанный

с осоками. Также установлены зоофитофаги (30 %). Чаще всего из представителей данной группы встречался *Metrioptera brachyptera*.

По фенологии большинство установленных прямокрылых относятся к позднелетнему аспекту и появляются в июле и начале августа, активны до октября. Исключение составляет вид *Metrioptera brachyptera*, имаго которого появляются во второй половине июня. Максимум активности и видового разнообразия приходились на вторую половину июля – начало августа.

По преимущественной биотопической приуроченности имаго выделены следующие основные группировки: лесная (10 %); луговая (10 %); болотная (30 %). По спектру заселяемых стадий также встречаются лугово-болотные (30 %) и лугово-лесные виды (20 %). В целом преобладают обитатели открытых пространств. Среди всех установленных видов только *Metrioptera brachyptera* является характерным обитателем верховых болот и относится к группе тирфофилов.

Таким образом, комплексы прямокрылых верховых болот региона отличаются не высоким видовым богатством, преобладанием ограниченного количества видов. Подавляющее большинство составляют обитатели лугов и болот, хортобионты, фитофаги, максимум видового разнообразия которых приходились на вторую половину лета.

СКРИНИНГ КУЛЬТУР ГРИБОВ, ДРОЖЖЕЙ И БАКТЕРИЙ ДЛЯ БИОКОНВЕРСИИ ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНОГО СЫРЬЯ В МОНОСАХАРА

**Е.А. Тигунова, А.И. Хоменко, А.Ф. Ткаченко, Н.Е. Бейко,
А.С. Андрияш, Г.М. Заболотная**

*ГУ «Институт пищевой биотехнологии и геномики» НАН Украины, Украина,
Киев, Shulga5@i.ua*

Основным компонентом практически всей биомассы (отходов деревообрабатывающей промышленности и растений, в том числе и травы) является лигноцеллюлоза. Лигноцеллюлоза – самый распространённый возобновляемый ресурс и практически неограниченное сырье для ферментации. Большое количество лигноцеллюлозных отходов, которые создаются в процессе функционирования лесных и сельских хозяйств, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающих промышленности, создают экологическую проблему – значительное загрязнение окружающей среды. Хотя часть отходов утилизируется, большая часть остаточной биомассы потенциально может быть переработана на разнообразную продукцию. Биоконверсия лигноцеллюлозных отходов – это существенный вклад в решение многих экологических и экономических проблем.

Целью данной работы было исследование разных культур микроорганизмов на способность биоконверсии лигноцеллюлозы в моносахара.

Объектами исследования были культуры грибов, дрожжей и бактерий из «Коллекции штаммов микроорганизмов и линий растений для пищевой и сельскохозяйственной биотехнологии» и биомасса стеблевидного проса *Panicum virgatum* L., как лигноцеллюлозное сырье для культивирования.

В результате проведенных исследований было изучено 20 различных штаммов дрожжей, грибов и бактерий – потенциальных культур для переработки лигноцеллюлозы. Полученные данные дали возможность отобрать три перспективных штамма – *Pichia anomala* K-7, *Aspergillus awamori* и *Aspergillus niger*. Отобранные культуры давали наибольший прирост биомассы при культивировании на заторе из стеблевидного проса, а именно 12 г/л, 8 г/л и 10 г/л, соответственно. Так же был проведен анализ культуральной жидкости после ферментации. Было показано, что общее количество сахаров после ферментации *P. anomala* K-7, *A. awamori* и *A. niger* повышается в 2, 5 и 4 раза соответственно.

Полученные в результате скрининга данные дают возможность считать культуры *P. anomala* K-7, *A. awamori* и *A. niger* перспективными для дальнейшего усовершенствования технологии биоконверсии лигноцеллюлозного сырья в моносахара.

СТРУКТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОДОРΟΣЛЕВЫХ СООБЩЕСТВ РЕКИ ПРИПЯТЬ

Е.Л. Тищикова

Государственное учреждение «Республиканский центр
радиационного контроля и мониторинга окружающей среды»,
г. Минск, Беларусь, kv0805@tut.by

Проанализированы данные, полученные в ходе исследований среднего и нижнего течения реки Припять за период 2004-2013 гг. на участке от н.п. Большие Диковичи до н.п. Довляды.

Таксономическое разнообразие фитопланктона составило 357 таксонов, из них диатомовые – 117, зеленые – 159, синезеленые – 33, золотистые – 19, эвгленовые – 13, криптофитовые – 8.

В планктоне доминировали диатомовые родов *Achnanthes* (6 таксономических единиц), *Cymbella* (7), *Fragilaria* (8), *Navicula* (19), *Nitzschia* (16), *Synedra* (8); зеленые – *Ankistrodesmus* (12), *Coelastrum* (5), *Crucigenia* (6), *Oocystis* (9), *Pediastrum* (8), *Scenedesmus* (27), *Tetrastrum* (7); синезеленые – *Anabaena* (5), *Oscillatoria* (6); криптофитовые – *Cryptomonas* (6); золотистые - *Dinobryon* (5).

Сообщества фитоперифитона включали 308 таксонов, из них диатомовые – 136, зеленые – 122, синезеленые – 28, золотистые – 7, эвгленовые – 7, криптофитовые – 6.

В обрастающих доминировали диатомовые родов *Navicula* (22 таксономические единицы), *Nitzschia* (15), *Gomphonema* (12), *Cymbella* (9), *Synedra* (9), *Achnanthes* (8), *Fragilaria* (8); зеленые – *Ankistrodesmus* (11), *Scenedesmus* (18), *Pediastrum* (6), *Tetrastrum* (6), *Tetraedron* (6), *Cosmarium* (6).

Количественные показатели развития сообществ водорослей варьировали в достаточно широком диапазоне, как во временном аспекте, так и по продольному профилю реки. Однако наблюдается общая тенденция роста численности и биомассы сообществ: в районе г. Мозыря численность сообществ планктонных водорослей достигала $3,7 \cdot 10^8$ кл/л, а биомасса – 24 мг/л.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕПТИДНЫХ ЭЛИСИТОРОВ ИНЦЕПТИНОВ В КАЧЕСТВЕ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ АБИОТИЧЕСКИХ СТРЕССОРОВ

Г.Г. Филиппова¹, В.М. Юрин¹, Ю.А. Соколов², В.П. Голубович²

¹Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь, filipitsova@bsu.by

²Институт биоорганической химии НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь

Ведущее место в защите растений от биотических и абиотических стрессоров занимает химический метод, за счет которого обеспечивается снижение потери урожая сельскохозяйственных культур. Вместе с тем, использование в растениеводстве пестицидов, удобрений и регуляторов роста приводит к негативным экологическим последствиям, в частности загрязнению пахотных земель, водоемов и сельскохозяйственной продукции. По мере накопления фактов отрицательного воздействия пестицидов на человека и биосферу в целом все более остро встает вопрос о совершенствовании методов и средств защиты растений, о разработке альтернативных путей борьбы с вредителями и болезнями, поиске новых регуляторов роста растений, увеличивающих их устойчивость к стрессовым воздействиям. Одна из новых стратегий защиты растений основана на использовании веществ элиситоров, активирующих собственные защитные системы растительного организма, что приводит к индукции неспецифической устойчивости. Вещества, проявляющие элиситорные свойства, применяются в низких концентрациях, они не загрязняют окружающую среду, не обладают биоцидным действием, не токсичны, безопасны для человека и животных.

В последние десятилетия появились работы, свидетельствующие о том, что ключевая роль в многоуровневой иммунной системе растений

принадлежит защитным пептидам. Участие пептидов в развитии защитных ответов растительной клетки дает возможность их использования в растениеводстве с целью активации механизмов индуцированной устойчивости сельскохозяйственных культур к биотическим и абиотическим стрессорам.

Целью данного исследования был синтез инцептинов и исследование их влияния на физиолого-биохимические показатели проростков гороха, в условиях действия абиотических стрессоров.

Были разработаны методики и синтезированы инцептины ICDINGNCVDA и DLPRGGNY, содержащие соответственно 11 и 8 аминокислотных остатка. Исследовано действие данных соединений в диапазоне концентраций 10^{-9} – 10^{-13} М на содержание веществ фенольной природы и антиоксидантную активность, а также уровень первичных продуктов перекисного окисления липидов в листьях 14-дневных проростков гороха, выращенных в водной культуре рулонным методом.

Ранее нами было установлено, что обработка проростков гороха инцептином ICDINGNCVDA в концентрациях 10^{-11} и 10^{-12} М через 24 часа приводит к увеличению уровня фенольных соединений в листьях на 32 и 43 % соответственно по сравнению с контролем (Соколов и др., 2014). Аналогичным образом изменяется и антиоксидантная активность спиртовых экстрактов, свидетельствующая об увеличении синтеза веществ-антиоксидантов под действием данного соединения. Инцептин DLPRGGNY оказывает менее выраженное действие на суммарное содержание фенольных соединений. Лишь в концентрации 10^{-11} М данный пептид вызывает незначительное увеличение исследуемых параметров. Тем не менее, установлено, что обработка растений инцептином DLPRGGNY приводит к снижению уровня продуктов перекисного окисления липидов в проростках, подвергнутых действию гипертермии.

Полученные данные свидетельствуют, что синтетические инцептины ICDINGNCVDA и DLPRGGNY проявляют элиситорные свойства и приводят к запуску защитных механизмов, увеличивающих устойчивость растений к действию стрессоров.

ДЕЙСТВИЕ СИНТЕТИЧЕСКОГО ПРОСТАНОИДА ДМ-3С НА УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ К ОКСИДАТИВНОМУ СТРЕССУ

Г.Г. Филиппова, О.А. Потоцкая, В.М. Юрин

Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь, filiptsova@bsu.by

Вследствие загрязнения окружающей среды чужеродными соединениями все более остро встает проблема повышения устойчивости растений к действию стрессовых факторов. Эта проблема может быть

решена благодаря разработке и использованию новых типов регуляторов роста растений, обладающих антистрессовым действием. Одним из таких классов соединений являются фитопростаноиды – неэнзиматически окисленные продукты ненасыщенных жирных кислот. Простаноиды способны в крайне низких концентрациях регулировать активность многих метаболических процессов, индуцируя при этом устойчивость растений к широкому спектру стрессовых воздействий. Имеются данные, что экзогенные простаноиды приводят к изменению активности генов, вовлеченных в стрессовый ответ (цитохром P450, УДФ-гликозилтрансферазы, глутатионтрансферазы, ABC-транспортер, белки теплового шока и др.) (Mueller, 2008). При этом простаноиды не накапливаются в клетках растений, период их полураспада составляет не более 1 часа. Следовательно, обработка растений простаноидами может рассматриваться в качестве эффективного, экологически безопасного способа повышения устойчивости и продуктивности сельскохозяйственных культур.

Целью данной работы было исследование механизмов действия синтетического простаноида 5-(7-гидрокси-2-гептенил)-4-(4-гидрокси-2-октенил)-2,3-диметил-2-циклопентен-1-он (ДМ-3С), синтезированного в Институте биоорганической химии НАН Беларуси, на устойчивость растений к оксидативному стрессу (добавление в наружный раствор 10^{-3} М CuSO_4 и 10^{-5} М H_2O_2). В качестве объектов исследования использовали проростки тритикале сорта Динаро, выращенные в водной культуре рулонным методом.

Исследование влияния простаноида ДМ-3С в концентрации 10^{-6} М на морфометрические характеристики проростков тритикале показало, что негативное действие оксидативного стресса на обработанные простаноидом растения проявляется в гораздо меньшей степени. Воздействие стрессора приводит к снижению массы надземной части и корневой системы 14-дневных проростков тритикале на 30 и 33 % соответственно по сравнению с контролем. При предварительной обработке растений простаноидом масса надземной части остается сравнимой с контролем, а масса корней снижается лишь на 15 %. Представленные данные свидетельствуют о защитном действии простаноида ДМ-3С на растения в условиях оксидативного стресса. Для установления механизма протекторного действия простаноида было исследовано его влияние на активность окислительных процессов и уровень глутатиона в листьях проростков тритикале.

Проведенные эксперименты позволили установить, что обработка растений простаноидом ДМ-3С приводит к запуску антиоксидантных механизмов, способствующих снижению скорости окислительных процессов в растениях, в результате чего уменьшается уровень первичных продуктов ПОЛ. Данный простаноид приводит к увеличению общей

пероксидазной активности в листьях тритикале. Обработка растений проксаноидом вызывает возрастание пула глутатиона и его редокс-статус в проростках, подвергнутых действию оксидативного стресса.

Представленные результаты позволяют сделать вывод, что проксаноид ДМ-ЗС в концентрации 10^{-6} М индуцирует защитные механизмы растений и повышает их устойчивость к стрессовым воздействиям.

**ДОПОЛНЕНИЕ К ПЕРЕЧНЮ
ФИТОПАТОГЕННЫХ МИКРОМИЦЕТОВ,
РАЗВИВАЮЩИХСЯ В КОНСОРЦИЯХ ЦВЕТКОВЫХ РАСТЕНИЙ
ИВАЦЕВИЧСКОГО РАЙОНА БЕЛАРУСИ**

А.К. Храпцов, А.В. Михинкевич

*Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь, alexkhrantsov@mail.ru*

Таксономический состав, распространение и вредоносность микроскопических грибов и грибоподобных организмов, поражающих растения, в отдельных регионах Беларуси изучены недостаточно полно. Так, в Ивацевичском районе Брестской области до настоящего времени было известно 69 видов фитопатогенных микромицетов (с учетом повсеместно распространенных в Беларуси) (Гирилович, 2000, 2013; Гапиенко и др., 2006).

В период с 2012 по 2014 гг. в г. Ивацевичи, д. Стайки, д. Алексейки, д. Михновичи и их окрестностях с использованием детально-маршрутного метода в консорциях двудольных цветковых растений 73 видов из 61 рода, 30 семейств нами выявлено 59 видов фитопатогенных микромицетов, которые ранее для Ивацевичского района в литературе не приводились: *Peronospora stachydis* на *Stachys palustris*; *Golovinomyces artemisiae* на *Artemisia vulgaris*; *G. cichoraceorum* на *Sonchus* sp., *S. asper*, *S. arvensis*, *Hieracium umbellatum*, *Helianthus tuberosus*, *Solidago canadensis*; *G. magnicellulatus* на *Phlox paniculata*; *G. sordidus* на *Plantago major*; *G. depressus* на *Arctium* sp.; *Erysiphe cruciferarum* на *Berteroa incana*; *E. polygoni* на *Polygonum aviculare*, *Rumex acetosella*; *E. urticae* на *Urtica dioica*; *E. heraclei* на *Daucus sativus*; *Microsphaera alphitoides* на *Quercus robur*; *M. jaczewskii* на *Syringa vulgaris*; *M. berberidis* на *Berberis vulgaris*; *M. sparsa* на *Viburnum opulus*; *M. vanbruntiana* на *Sambucus racemosa*; *Uncinula adunca* на *Salix caprea*, *S. myrsinifolia*; *U. necator* на *Vitis vinifera*; *Sphaerotheca fusca* на *Bidens frondosa*, *Calendula officinalis*, *Taraxacum officinale*, *Comyza canadensis*, *Odontites serotina*, *Chrysanthemum indicum*, *S. aphanis* на *Geum urbanum*, *Potentilla anserina*, *Melampyrum pratense*; *S. mors-uvae* на *Grossularia reclinata*, *Ribes rubrum*; *S. pannosa* на *Rosa* sp.; *Sawadaea bicornis* на *Acer pseudoplatanus*, *A. negundo*; *S. tulasnei* на *A. platanoides*; *Phyllactinia fraxini* на *Fraxinus excelsior*; *Ph. guttata* на *Betula pendula*, *Corylus avellana*; *Melampsora*

salicina на *Salix aurita*, *S. fragilis*, *S. cinerea*; *M. populnea* на *Populus tremula*; *Naohidemycetes vaccinii* на *Vaccinium myrtillus*; *Coleosporium tussilaginis* на *Sonchus* sp., *S. arvensis*, *Melampyrum pratense*; *Phragmidium bulbosum* на *Rubus nessensis*; *Ph. mucronatum* на *Rosa* sp.; *Gymnosporangium cornutum* на *Sorbus aucuparia*; *Puccinia malvacearum* на *Alcea rosea*, *Malva sylvestris*; *Monilia fructigena* на *Prunus domestica*, *Cerasus vulgaris*, *Armeniaca vulgaris*; *Oidium monilioides* на *Rudbeckia hirta*, *Aster novae-angliae*, *Galeobdolon luteum*, *Petunia hybrida*, *Cucurbita pepo*; *Ramularia taraxaci* на *Taraxacum officinale*; *R. succisae* на *Knautia arvensis*; *R. lysimachiarum* на *Lysimachia vulgaris*; *R. tulasnei* на *Fragaria* Ч magna; *R. pratensis* на *Rumex* sp., *R. obtusifolius*; *Ovularia monosporia* на *R. crispus*; *Penicillium* sp., *Fusarium* sp. на *Beta vulgaris*; *Pseudoidium tuckeri* на *Vicia cracca*; *Fusicladium orbiculatum* на *Sorbus aucuparia*; *F. dendriticum*, *Schizothyrium pomi*, *Asteromella mali* на *Malus domestica*; *Cercospora microsora* на *Tilia cordata*; *Titaesporina tremulae* на *Populus tremula*; *Coryneum confusum*, *Marssonina rosae* на *Rosa* sp.; *Colletotrichum solitarium* на *Solidago virgaurea*; *Cylindrosporium gei* на *Geum urbanum*; *C. hiemalis*, *Phyllosticta* sp. на *Cerasus vulgaris*; *Septoria oenotherae* на *Oenothera biennis*; *S. pyricola* на *Pyrus communis*; *S. podagrariae* на *Aegopodium podagraria*; *S. melanosa* на *Vitis vinifera*.

Результаты исследований могут быть учтены при инвентаризации микобиоты Беларуси, разработке мероприятий по защите культурных растений от микозов, прогнозировании распространения патогенов на другие территории со сходными условиями и расширения у микромицетов круга питающих растений.

СТЕПЕНЬ ДЕФОЛИАЦИИ ЛЕСОВ ШУМИЛИНСКОГО ЛЕСХОЗА

Е.В. Шаматульская

ВГУ имени П.М. Машерова, Витебск, Беларусь shamelena08@gmail.com

Лесопатологическая ситуация в Витебской области начала ухудшаться с 2010 г., особенно в лесхозах на территории Оршанского и Толочинского районов, где проходит граница южного ареала ели. Причиной этого экологи считают жаркое лето и снижение уровня грунтовых вод. Самым действенным методом профилактики заболеваний ельников является их частичная или сплошная вырубка. В прошлом году практически все усыхающие ельники были вырублены (Лесопатологическое и санитарное состояние, 2012).

Цель работы – определение жизненного состояния и степени дефолиации лесных древесных насаждений Шумилинского лесхоза.

ГЛХУ «Шумилинский лесхоз» Витебского государственного производственного лесохозяйственного объединения расположено в центральной части Витебской области на территории Шумилинского

(98,3%), Полоцкого (1,0%) и Витебского (0,7%) административных районов. Согласно лесоустроительному районированию территории республики, леса лесхоза расположены в зоне широколиственно-еловых лесов и относятся к Суражскому комплексу лесных массивов (Юркевич, 1972).

Природно-климатические условия благоприятны для произрастания хвойных и мягколиственных пород. Основными лесобразующими породами являются: сосна, ель, берёза, ясень, осина.

Материалом для нашего исследования являются собственные исследования, а также сведения о состоянии учетных деревьев на учетных площадках в районе д. Язвино Шумилинского лесничества, д. Николаево Николаевского и д. Мишневичи Мишневичского лесничеств. Для оценки жизненного состояния отдельных древесных пород использовалась методика (Шяпетене, Мастаускис и др., 1987). Всего обследовано 520 деревьев. Распределение их по классам состояния следующее: I – 3%; II – 62%; III – 22%; IV – 12%; V и VI – 1%. Таким образом, большинство обследованных деревьев относится к II-IV классам жизненного состояния. Сухостой (V и VI классы) встречался крайне редко (единичные деревья, в основном, береза, сосна).

Оценка состояния старовозрастных и средневозрастных древесных насаждений по расчетам индексов состояния древостоя показала, что большая часть лесопосадок на территории лесхоза относится к категории «ослабленных» и равна 76%. На долю «здоровых», «здоровых с признаками ослабления» и «ослабленных» приходится 76% площади. На долю «сильно поврежденных» – 19,4%. «Разрушенные» древостои – 4,6%. Значения индекса состояния древостоя изменяется в пределах от 4,6% до 76%.

На территории лесхоза произошло незначительное увеличение показателя средневзвешенной категории состояния деревьев на пробных площадях, что говорит об ухудшении состояния деревьев и накоплении древесного опада в еловых насаждениях. Основным заболеванием, вызывающим деградацию ясеневых насаждений, является корневая гниль, вызываемая опенком. Определенное место в очагах болезней ясеневых насаждений занимают также некрозно-раковые заболевания и стволовые гнили. Среди лесопатологических факторов в осиновых лесах наибольшее распространение получили заболевания ложным осиновым трутовиком, отмеченные у 28% обследованных деревьев.

Таким образом, основными факторами, определившими лесопатологическое и санитарное состояние лесов Шумилинского лесхоза, являются неблагоприятные погодные явления в виде ураганных ветров, вызвавшие ветровалы и буреломы сосновых лесов на значительных территориях, повреждения морозом и поздние заморозки, корневые гнили, вызываемые корневой губкой.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
Камлюк Л.В., Гричик В.В. К 40-летию образования кафедры общей экологии и методики преподавания биологии Белорусского государственного университета.....	5
Гричик В.В. Современные направления научно-исследовательской и педагогической работы на кафедре общей экологии и методики преподавания биологии БГУ	11
Михеева Т.М., Адамович Б.В. НИЛ гидроэкологии и кафедра общей экологии и методики преподавания биологии: прошлое, настоящее и будущее.....	14
Obolewski K.T. Hydroecological conditions of functioning of invertebrate groups in oxbow lakes with different hydrological connectivity to riverbed	19
Александрович О.Р. Мониторинг изменений ареалов галофильных жесткокрылых на южном побережье Балтийского моря	24
Байчоров В.М., Хомич С.А., Гигиняк Ю.Г. Проблема изучения и использования водоемов отработанных меловых карьеров	26
Буга С.В., Мелешко Ж.Е. Проблема инвазий беспозвоночных-фитофагов – вредителей растений в Беларуси: современное состояние и перспективы исследований	30
Гигиняк Ю.Г. Комплексные биологические исследования в Антарктике в период белорусской антарктической экспедиции (2013–2014 гг.)	32
Жукова Т.В., Верес Ю.К. Оценка поглощения и эмиссии диоксида углерода в озерах разного трофического уровня	36
Жукова Т.В., Радчикова Н.П., Адамович Б.В., Михеева Т.М., Верес Ю.К., Медвинский А.Б. Многолетняя динамика температурного режима в Нарочанском регионе	40
Ивкович В.С. Опыт работы Березинского биосферного заповедника по сохранению, изучению и рациональному использованию природных комплексов	41
Куликов Я.К., Гаевский Е.Е. Проблемы и перспективы развития экологического земледелия в Беларуси	46
Семенченко В.П. Влияние высшей водной растительности на планктонное сообщество в литоральной зоне озер	49
Тишиков Г.М. Система гидробиологического мониторинга Республики Беларусь: современное состояние и перспективы развития	51
Юрин В.М. Биоэкологический мониторинг окружающей среды	53
Бачура Ю.М. Почвенные водоросли и цианобактерии земель, переданных под лесные культуры	58
Бурко Л.Д., Жук Т.П., Микулевич Д.А. Роль прудового рыбного хозяйства в сохранении разнообразия редких и охраняемых птиц	59
Бурло А.В. Эмиссия парниковых газов с нарушенных торфяников в условиях Республики Беларусь	60
Вежновец В.В., Литвинова А.Г. Новый чужеродный вид – коловратка <i>Kellicottia bostoniensis</i> (Rousselet, 1908) в Беларуси	62

Верес Ю.К., Гацко А.С., Бань А.А. Воздействие УФ-В радиации на уровень первичной продукции планктона в разнотипных озерах Национального парка «Нарочанский».....	63
Волошанская С.Я., Дрозд И.Ф. Исследование химического состава почв в зоне распространения <i>Juniperus communis</i> на территории Львовского Прикарпатья	65
Гаевский Е.Е. Почвенные водоросли окультуренной дерново-подзолистой песчаной почвы под действием торфования и землевания	66
Галиновский Н.Г., Крицкая А.Н. Комплексы жесткокрылых отвалов фосфогипса Гомельского химического завода	68
Горошко З.А. Структура авифауны польдерной мелиоративной системы «Поколюбичи» Гомельского района, Гомельской области	69
Гулаков А.В. Физиологическое состояние диких промысловых копытных, обитающих на территории радиоактивного загрязнения	70
Данылюк Е.Н., Борсукевич Л.М. Местонахождения нового во флоре Украины вида <i>Glyceria declinata</i> Вгёв. в пределах краевых и внешних Горган (Украинские Карпаты)	72
Денисова С.И. Динамика накопления насекомыми основных метаболитов в зависимости от качества корма	73
Доманцевич Д.Г. Жесткокрылые насекомые в питании лесных птиц семейства дроздовых (Turdidae) в условиях Беларуси	75
Дорофеев С.А. Орнитоценозы островов озер северной Беларуси	76
Жукова А.А. Вклад различных автотрофных сообществ в формирование уровня первичной продукции в литорали оз. Мястро	78
Иванова Т.С., Титова Л.А., Мегалинская А.П. Утилизация продуктов переработки зернового сырья лекарственными грибами	80
Ивановский В.В. Материалы к гнездовой экологии хищных птиц белорусского Поозерья в 2013 году	81
Куликов Я.К., Казаков Д.О. Оптимизация микробиологического разнообразия осушенной торфяной почвы под действием окультуривания	82
Куликов Я.К. Роль многолетних трав в экологизации сельского хозяйства Беларуси	84
Куликова Е.Я. Сингермеробия и анализ степени урбанизации травянистой растительности г. Минска	85
Литвенкова И.А., Коханская С.П. Сравнительная характеристика биотопического распределения гамазовых клещей в условиях города	87
Литвинова А.Г. Каланоидная копепода <i>E. velox</i> в водоемах юга Беларуси	88
Лях А.М., Лелеков С.Г. Адаптивные экспертные системы для таксономической идентификации организмов	90
Макаревич О.А. Динамика плотности и биомассы дрейссены в оз. Нарочь по данным дноречательных проб макрозообентоса	91
Макаревич Т.А., Никитина Л.В., Савич И.В., Богданова А.С. К изучению фито- и бактериопланктона карьерных водоемов выработанных меловых месторождений ..	93
Маковецкая Е.В., Хвир В.И. Видовой состав посетителей цветков яблони домашней (<i>Malus domestica</i>)	95
Минец М.Л. Видовой состав и структура жуужелиц рода <i>Carabus</i> L. еловых лесов Беларуси	96

Минец М.Л. Род <i>Sarabus</i> L. как возможный объект научно-исследовательской работы школьников.....	97
Михеева Т.М. Выявление токсичных синезеленых водорослей (цианобактерий) в водоемах и водотоках Беларуси.....	99
Пережилин А.И., Гайденок Н.Д. Эколого-продукционная характеристика микрофитобентоса верхнего течения Енисея.....	100
Поликсенова В.Д., Щуплик Е.Г. Фитопатогенные грибы на травянистых и древесных растениях Вилейского района Минской области	102
Прищепчик О.В., Бородин О.И. Шмели как индикаторы состояния болотных экосистем республиканского ландшафтного заказника «Званец»	103
Рассашко И.Ф., Труш К.В. Ротаторный планктон водных экосистем белорусского Полесья.....	105
Ромашко С.Н., Юрин В.М. Влияние наночастиц меди на физиологические характеристики каллусной культуры <i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don.....	106
Саварин А.А. Патологии верхней челюсти ондатры на юго-востоке Беларуси.....	108
Савицкая К.Л. Применение макрофитов для оценки экологического состояния некоторых рек Минской области.....	109
Савич И.В., Макаревич Т.А., Хижняк А.С. К изучению перифитона карьерных водоемов выработанных меловых месторождений	111
Свириденко В.Г., Пырх О.В. Содержание загрязняющих примесей в малых реках Гомельского района.....	112
Севницкая Н.Л. Биологическая защита леса от короеда-типографа и других стволовых вредителей.....	114
Семенова А.С. Использование показателей зоопланктона Куршской и Вислинской лагун для оценки качества воды	115
Семенюк Г.А., Ерёмов Н.Г. Структурные показатели зоопланктонного сообщества водохранилища «Комсомольское озеро» за 17-летний период исследований.....	117
Сідаровіч В.Я., Грычык В.В., Салавей І.А. Драпежныя птушкі Налібоцкай пушчы.....	119
Сулимова О.С., Жукова А.А. Содержание сестона и хлорофилла в удобряемых прудах рыбоводческого хозяйства «Вилейка» в 2012 г.	120
Сушко Г.Г. Эколого-таксономический обзор прямокрылых насекомых (Insecta, Orthoptera) верховых болот белорусского Поозерья	122
Тигунова Е.А., Хоменко А.И., Ткаченко А.Ф., Бейко Н.Е., Андрияш А.С., Заболотная Г.М. Скрининг культур грибов, дрожжей и бактерий для биоконверсии лигноцеллюлозного сырья в моносахара	123
Тищикова Е.Л. Структурные характеристики водорослевых сообществ реки Припять.....	124
Филиппова Г.Г., Юрин В.М., Соколов Ю.А., Голубович В.П. Перспективы использования пептидных элиситоров инцептинов в качестве препаратов для защиты растений от абиотических стрессоров	125
Филиппова Г.Г., Потоцкая О.А., Юрин В.М. Действие синтетического простаноида ДМ-3С на устойчивость растений к оксидативному стрессу.....	126
Храмцов А.К., Михинкевич А.В. Дополнение к перечню фитопатогенных микромицетов, развивающихся в консорциях цветковых растений Ивацевичского района Беларуси	128
Шаматувльская Е.В. Степень дефолиации лесов Шумилинского лесхоза	129

Научное издание

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БИОЭКОЛОГИИ
Материалы Международной научной конференции,
посвященной 40-летию образования кафедры общей экологии
и методики преподавания биологии
23–25 октября 2014 г., Минск

ACTUAL PROBLEMS OF BIOECOLOGY
Proceedings of the International Scientific Conference,
devoted to the 40-th anniversary of the Department of general ecology
and methods of biology teaching
October 23–25, 2014, Minsk

На русском, белорусском и английском языках

Ответственный за выпуск *В. С. Повколас*

*В оформлении обложки использован фрагмент картины В. Н. Викторовича
с изображением биологического факультета БГУ.*

Подписано в печать 08.10.2014. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Усл. печ. л. 7,90. Уч.-изд. л. 6,83.
Тираж 120 экз. Заказ 658.

Республиканское унитарное предприятие
«Издательский центр Белорусского государственного университета».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/159 от 27.01.2014. Ул. Красноармейская, 6, 220030, Минск.

Отпечатано с оригинала-макета заказчика
в республиканском унитарном предприятии
«Издательский центр Белорусского государственного университета».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 2/63 от 19.03.2014.
Ул. Красноармейская, 6, 220030, Минск.

Для заметок

Для заметок