

Балашовский институт (филиал)
ГОУ ВПО «Саратовский государственный университет
имени Н. Г. Чернышевского»

Антропогенная трансформация природных экосистем

*Материалы
Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием
(г. Балашов, 13—14 октября 2010 г.)*

Под редакцией
А. И. Золотухина

Балашов
2010

УДК 574
ББК 28.08
A72

Рецензенты:

*Кандидат биологических наук, доцент ГОУ ВПО «Борисоглебский
государственный педагогический институт»*

Т. С. Завидовская:

*Кандидат биологических наук, доцент Балашовского института (филиала)
ГОУ ВПО «Саратовский государственный университет*

имени Н. Г. Чернышевского»

Н. Ю. Семенова.

Редакционная коллегия:

Г. В. Шляхтин — д-р биол. наук, проф.; *В. А. Болдырев* — д-р биол. наук, проф.;
М. А. Занина — канд. биол. наук, доц., декан факультета экологии и биологии
(ответственный секретарь); *А. А. Овчаренко* — канд. биол. наук, ст. преп.;
А. А. Шаповалова — канд. биол. наук, ст. преп.; *А. И. Золотухин* — канд. биол.
наук, проф., зав. кафедрой биологии и экологии (ответственный редактор).

***Материалы конференции изданы при финансовой поддержке
Министерства образования РФ.***

A72 Антропогенная трансформация природных экосистем : матер. Всерос.
науч.-практич. конф. с междунар. участием (г. Балашов, 13—14 октября
2010 г.) / под ред. А. И. Золотухина. — Балашов : Николаев, 2010. — 204 с.
ISBN 978-5-94035-426-0

Материалы конференции содержат статьи о нарушениях абиотической среды наземных и водных экосистем различных регионов России, результаты биоиндикации состояния экосистем, антропогенной трансформации структуры и био-разнообразия пойменных дубрав степной зоны. Имеются флористические и фаунистические обобщения по антропогенно нарушенным местообитаниям. Есть сведения о физико-химических свойствах и загрязнениях почв, проблемах агроэкологии и об организации ООПТ, а также об антропогенных и водных экосистемах, методах их изучения и стабилизации состояния.

Адресованы студентам, аспирантам и преподавателям биологических факультетов в различных регионах России.

УДК 574
ББК 28.08

ISBN 978-5-94035-426-0

© Коллектив авторов, 2010

С о д е р ж а н и е

Предисловие	6
Азарченкова Е. А. Видовая аккумулятивная способность видов лихенобиоты	8
Андрянова Ю. М., Семенова Г. Н., Гусакова Н. Н. Влияние тяжелых металлов на морфофизиологические особенности проростков проса.....	12
Анищенко Л. Н. Многолетние смены растительности при зарастании озер Южного Нечерноземья (в пределах Брянской области).....	14
Биломар Е. Экологические группы напочвенных жесткокрылых Прихоперья по отношению к увлажненности биотопов.....	22
Борисова Л. Е. Гидрохимический режим притоков р. Ворона.....	27
Володченко А. Н. Жесткокрылые-ксилофаги зеленых насаждений г. Балашова	29
Глухов А. Т. Минимальная вероятность ущерба — цель живых организмов.....	33
Громова Т. С. К изучению фауны усачей (Coleoptera, Cerambycidae) Борисоглебского района.....	37
Гудина А. Н. Встречи редких и малоизученных птиц в среднем течении реки Вороны в 2010 г.	41
Гусев А. П., Андрушко С. В. Оценка антропогенной нагрузки на ландшафты юго-востока Беларуси (в историческом аспекте).....	42
Дюкова Т. А. Использование индексов биологического разнообразия с целью лишеноиндикации состояния атмосферного воздуха.....	45
Завидовская Т. С. К вопросу о формировании урбанофлоры (на примере г. Борисоглебска Воронежской области)	48
Золотухин А. И., Занина М. А., Овчаренко А. А. Метод комплексной оценки антропогенной трансформации пойменных дубрав Среднего Прихоперья.....	54
Золотухин А. И., Овчаренко А. А., Занина М. А. Концепция биологической устойчивости и сохранения биоразнообразия пойменных лесов степной зоны в условиях антропогенного стресса.....	61
Ильченко И. А. Критерий пригодности системы и оценка экологической безопасности воздуха урбозкосистемы.....	73
Катышева О. В. Оценка экологических, социальных и экономических факторов, влияющих на состояние здоровья городского населения	78
Кашицына Л. В., Сергадеева М. Ю. Биологическая активность почв под многолетними травами	82
Ковальская М. В. Изменение численности коловраток при разных концентрациях нефтяного загрязнения	84
Кузнецов А. В. Оценка состояния окружающей среды с целью определения вреда и исчисления размера ущерба животному миру от хозяйственной и иной деятельности	87

Кузьмичев А. М., Золотухин А. И. Влияние низового пожара на лесные культуры	90
Линькова Е. И., Гусакова Н. Н. Прогнозирование биологической активности Se-, S-, O-содержащих, гетероциклических соединений с использованием программы PASS	96
Крико О. А. Исследование атмосферного загрязнения г. Ишима по морфологическим признакам хвои сосны обыкновенной (<i>Pinus Sylvestris</i>).....	98
Ларионов М. В. Миграция приоритетных поллютантов в условиях урбанизированной среды	99
Ларионов Н. В., Ларионов М. В. Антропометрические показатели детей в зависимости от уровня загрязнения среды.....	101
Любимов В. Б., Котова Н. П., Мельников Е. В., Петрак В. Ю., Солдатова В. В. Компоненты гидротермического режима и их влияние на рост и развитие интродуцентов	103
Максимов С. В. Фенология травяной и остромордой лягушек в пределах г. Брянска	118
Маркелова Н. В., Борздыко Е. В. Влияние тяжелых металлов на биофизические показатели и жизнеспособность семян яровой пшеницы.....	124
Меркулова Е. К. Анализ состава микобиоты Среднего Прихоперья	127
Митрофанова Е. А., Гусакова Н. Н. Мониторинг качества поверхностных вод малых рек-притоков Суры с использованием «Тест-комплекта для химического анализа воды»	130
Негробов С. О., Негробов О. П., Маслова О. О., Селиванова О. В. Особо охраняемые территории и сохранение биоразнообразия Воронежской области	131
Осипенко Г. Л., Ленивко И. Б. Формирование комплексов жуужелиц (<i>Coleoptera, Carabidae</i>) на территориях пригородных лесов города Гомеля, подверженных химическому загрязнению	135
Петренко П. С. Биохимический анализ вод реки Горин заповедника «Комсомольский»	139
Плеханов А. И., Смотров А. А. Проблемы утилизации твердых бытовых отходов в г. Балашове	143
Прохожева А. С., Кабанов С. В. Экосистемное разнообразие лесов Прихоперья на территории Саратовской области	146
Попов А. В., Золотухин А. И. Качество зерна озимой пшеницы.....	150
Попов А. В., Золотухин А. И. Фотосинтетическая деятельность посевов озимой пшеницы	153
Попов А. В., Золотухин А. И. Эколого-агрохимическая оценка сухого гранулированного птичьего помета.....	156
Попов Г. Н., Кузьминов В. А., Смирнова Е. Б. Влияние вермикомпоста на уровень транспирации и содержание в листьях гречихи аскорбиновой кислоты.....	159

Поцпей Ю. Г. Разнообразие сообществ синантропной растительности и их кормовая ценность	162
Решетникова В. Н., Ермоленко Ю. В., Кузнецов В. В., Черникова И. Ю. Твердофазное спектрофотометрическое определение обменного кальция и магния в почвах	166
Рождкова Т. А. Зависимость здоровья подростков от вредных привычек (на примере медицинского колледжа Г. Камышина)	167
Салманова С. В. Физико-химические свойства аллювиальных почв прирусловой поймы р. Хопер на примере Хоперского государственного природного заповедника	169
Санькова Н. С. Анализ видового состава пойменного луга после длительного затопления	174
Сковородникова Н. А. Особенности миграции ¹³⁷ CS в почвах различных агроэкосистем	174
Смольникова В. В. Исследование влияния углеводородного загрязнения на санитарное состояние почвенных экосистем	179
Сулига Е. М. Антропогенное загрязнение и эпифитные водоросли	181
Харлампиева М. В. Жизненность видов семейства <i>Orchidaceae</i> Южного Нечерноземья России (в Брянской области)	184
Цветкова А. А., Обидина В. А. Особенности обитания мелких млекопитающих в пойменных лесах и степях Прихоперья	190
Цыглакова Е. А. Экологическая безопасность: человеческое измерение	193
Шаповалова А. А., Занина М. А. Биоразнообразие антропогенно трансформированных дубрав Среднего Прихоперья	195
Шершнев О. В., Флерко Т. Г., Павловский А. И., Акулевич А. Ф., Прилуцкий И. О. Региональные особенности использования и экологического состояния пресных вод в Беларуси	202
Шуваева А. С., Лебедь Л. В., Гусакова Н. Н. Биоиндикационная оценка экологического состояния рабочего поселка Базарный Карабулак	205

Предисловие

Последнее время все чаще случаются масштабные техногенные катастрофы с тяжелыми экологическими последствиями для регионов. Увеличивается загрязненность различных компонентов биосферы в связи с износом технологического оборудования, отсутствием очистных сооружений, происходит бесконтрольное использование природных ресурсов, что отрицательно сказывается на биоразнообразии наземных и водных экосистем. Проведение конференции посвящено обобщению научных материалов по различным аспектам данной проблемы, прежде всего, анализу динамики загрязняющих веществ в атмосфере, воздухе, почве, состоянию популяций, растений и животных в антропогенной среде. Среди публикуемых материалов имеются теоретические обобщения и методические работы. Сведения о разнообразных деформациях абиотической среды, в основном загрязнении воздуха, водоемов, почвы имеются в работах М. В. Ларионова, Е. А. Митрофановой, Н. Н. Гусаковой, О. В. Шершнева, И. А. Ильченко, П. С. Петренко. Гидрохимический режим малых рек исследован Л. Е. Борисовой. Имеются новые химические методы исследования динамики загрязняющих веществ в экосистемах (В. Н. Решетникова, Ю. В. Ермолаенко, И. А. Ильченко). Результаты биоиндикации загрязнений экосистем по состоянию биоты (лишайников, наземных беспозвоночных) содержатся в статьях Т. А. Дюковой, А. С. Шуваевой, Г. А. Осипенко.

Лесная тема отражена в статьях А. И. Золотухина, М. А. Заниной, А. А. Овчаренко, А. А. Шаповаловой. Авторы подводят итоги многолетних исследований антропогенной трансформации пойменных дубрав степной зоны, анализируют динамику биоразнообразия, предлагают новый метод проведения мониторинга состояния лесных экосистем и концепцию их устойчивого развития. Экосистемное разнообразие лесов Прихоперья показано в статье А. С. Прохожевой, С. В. Кабанова. В работе В. Б. Лю-

бимова и соавторов проведен анализ компонентов гидротермического режима и их влияние на древесные интродуценты.

Имеются интересные фаунистические и флористические обобщения местообитаний, подвергающихся антропогенным нарушениям (Е. Е. Биломар, Т. А. Завидовская, А. А. Цветкова, В. А. Обидина, Ю. Г. Поцепай, А. В. Володченко, М. В. Харлампиева, Т. С. Громова, А. Н. Гудина). Есть и другие интересные работы, характеризующие физико-химические свойства и загрязнения почв, проблемы агроэкологии, оценку экологических, социальных и экономических факторов, влияющих на здоровье городского населения.

Таким образом, материалы конференции «Антропогенная трансформация природных экосистем» содержат информацию, которая углубляет знания о наземных и водных экосистемах, их нарушениях и возможных вариантах стабилизации. Они будут полезны студентам, аспирантам и преподавателям биологических факультетов в различных регионах России.

Е. А. Азарченкова
Брянский государственный университет
имени академика И. Г. Петровского

Видовая аккумулятивная способность видов лишайнобиоты

Лишайники отвечают всем требованиям организмов-индикаторов общего загрязнения: имеют продолжительный жизненный цикл, широкое распространение по земному шару [7]. Традиционно виды лишайнобиоты и лишайниковые сообщества используют для определения общего состояния атмосферы и расчета синтетических индексов [1; 2; 4; 5; 7]. Относительно новое направление лишайноиндикации — применение лишайников в химическом мониторинге (фоновом и импактном) — позволяет получать достоверные данные и определять динамику содержания химических элементов в средах обитания [3; 8].

Цель работы — дать анализ аккумулятивной способности лишайнобиоты по отношению к группе тяжелых металлов в условиях антропогенно измененной среды обитания для биомониторинга сред обитания.

В течение полевых сезонов (2009—2010 гг.) были отобраны пробы лишайников на ключевых для исследований участках (в пределах Брянской области): Ковшовское участковое лесничество (кв. 93, 94); Снежетьское участковое лесничество (кв. 103, 93); территория г. Брянска (Фокинский район), ФГУ «Заповедник „Брянский лес“» (кв. 10, 102 — боровая часть и кв. 102 — пойменная часть). Проведенные исследования территории позволили выделить три основных зоны, испытывающие различные антропогенные стрессовые влияния. Первая зона охватывает территорию, не испытывающую антропогенного влияния — экотопы заповедника,

средняя степень влияния — участковые лесничества, значительное антропогенное влияние — экотопы на улицах г. Брянска. Смешанные пробы лишайников состояли преимущественно из *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr., *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., *H. tubulosa* (Schaeg.) Nav., т. к. они представляют фоновые виды Южного Нечерноземья России (в Брянской области). Образцы высушивались на открытом воздухе в течение 7 дней, затем до воздушно-сухого состояния доводились в термостате при температуре +30 °С, и обрабатывались по «Методике выполнения измерения массовой доли металлов и оксидов металлов в порошкообразных пробах почв методом рентгенофлуоресцентного анализа. М049-П/04» на приборе «Спектроскан Макс».

Анализ содержания 12 металлов — **Sr, Pb, As, Zn, Cu, Ni, Co, Fe, Mn, Cr, V, Ti** — в пробах лишайников на территории городской экосистемы, пригородных лесничеств и сообществ заповедника выявил следующие закономерности (см. табл.). Среднее содержание стронция в пробах изменяется в пределах от 75,75 до 194,7 мг/кг. Наибольшее значение отмечено в пробе № 3 (Фокинский район г. Брянска). Среднее содержание металла в пробах, взятых на территории заповедника, составляет 61,5 мг/кг. Валовое содержание свинца в пробах изменяется в пределах от 31,45 до 81,8 мг/кг. Наибольшее значение отмечено в пробе слоевищ на территории урбозкосистем. Среднее содержание металла в пробах, взятых на территории заповедника, составляет 28,9 мг/кг. Среднее содержание мышьяка в пробах изменяется в пределах от 11,55 до 22,2 мг/кг. Средняя концентрация мышьяка в пробах экосистем заповедника — 11,08 мг/кг. Валовое содержание цинка в пробах изменяется в пределах от 157,75 до 376,3 мг/кг. Среднее содержание цинка в пробах, взятых на территории заповедника, составляет 85,45 мг/кг. Среднее содержание меди в пробах изменяется в пределах от 38,15 до 44,4 мг/кг. Наибольшее значение отмечено в пробе № 1 (Снежетьское участковое лесничество). Среднее содержание меди территории заповедника — 40,3 мг/кг. Валовое содержание никеля в пробах изменяется от 19,55 до 25,2 мг/кг. Среднее содержание никеля в экосистемах заповедника — 23,75 мг/кг. Валовое содержание железа в слоевищах лишайников изменяется в пределах от 4 693,75 до 17 420,5 мг/кг. Среднее содержание железа в пробах, взятых на территории заповедника, составляет 7 318,1 мг/кг. Среднее содержание марганца в пробах изменяется в пределах от 125,05 до 431,35 мг/кг. Среднее валовое содержание данного металла в пробах, взятых на территории заповедника, составляет 382,6 мг/кг. Валовая концентрация хрома в пробах — от 45,9 до 86,9 мг/кг. Среднее содержание данного металла в пробах на территории заповедника — 43,7 мг/кг.

Среднее содержание ванадия в пробах изменяется в пределах от 0 до 25,6 мг/кг. Металл не был обнаружен лишь в пробе № 1 (Снежетьское участковое лесничество). Наибольшее значение отмечено в пробе № 6 (ост. «Больничный городок»). Среднее содержание данного металла в пробах, взятых на территории заповедника, составляет 1,13 мг/кг.

В пробе № 1 (Снежетьское участковое лесничество) обнаружены наименьшие значения 7-ми металлов из проанализированных 12-ти. Значительное загрязнение тяжелыми металлами, особенно свинцом, а также цинком обнаружено вблизи автострад (пробы № 1, 3, 4, 5, 6).

Сравнив результаты химического мониторинга, можно отметить изменение среднего содержания металлов в двух точках отбора проб: стронция, цинка, железа, ванадия и титана.

В результате проведенных исследований химического мониторинга выяснено, что среднее содержание металлов в слоевищах лишайника в заповеднике и максимальной концентрацией в городской экосистеме достоверно ($t_{\text{практ.}} > t_{\text{табл.}}$) для мышьяка, меди, никеля, железа, марганца, хрома, недостоверно для стронция, свинца, цинка.

Среднее содержание металлов в слоевищах лишайника в заповеднике и минимальной концентрацией в городе достоверно ($t_{\text{практ.}} > t_{\text{табл.}}$) для стронция, свинца, мышьяка, цинка, меди, никеля, железа, хрома. Валовая средняя концентрация металлов в слоевищах лишайника в пригородных лесничествах и максимальная концентрация в городе достоверно ($t_{\text{практ.}} > t_{\text{табл.}}$) для стронция, мышьяка, цинка, меди, никеля, железа, марганца, хрома, недостоверно для свинца.

Итак, аккумулятивная способность лишайников характеризуется относительно большой величиной и избирательностью. По имеющимся данным, марганца в лишайниках содержится меньше, чем в сосудистых растениях; кобальт, никель, молибден присутствуют в одинаковых количествах, а содержание цинка, кадмия, свинца в лишайниках намного выше. Лишайники достоверно значительно накапливают в большей степени тяжелые металлы в антропогенно нарушенных местообитаниях по сравнению с эталонными.

Для организации экспресс-анализа содержания тяжелых металлов в средах обитания можно не разделять пробы лишайников на виды. Смешанные пробы рекомендовано использовать для диагностики повышенных концентраций стронция, свинца, мышьяка, цинка, меди, никеля, железа, хрома.

Литература

1. Андерсон Ф. К. Реакция лишайников на атмосферное загрязнение // Загрязнение воздуха и жизнь растений. Л.: Гидрометеиздат, 1988. С. 295.

2. Байбаков Э. И. Оценка экологического состояния урбанизированных территорий с помощью методов лишеноиндикации (на примере Казани): автореф. дис. ... канд. биол. наук. Казань, 2003. 167 с.
3. Бязров А. Н. Лишайники в экологическом мониторинге. М.: АСТ, 2002. 257 с.
4. Инсаров Г. Э. Лишайники в условиях фонового загрязнения атмосферы двуокисью серы // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Л.: Гидрометеиздат, 1986. Т. 9. С. 242—258.
5. Мартин Ю. Л. Лишеноиндикация состояния окружающей среды // Взаимодействие лесных экосистем и атмосферных загрязнителей. Таллин, 1982. Ч. 1. С. 27—47.
6. Методика выполнения измерений массовой доли металлов и оксидов металлов в порошкообразных пробах почв методом рентгенофлуоресцентного анализа. М 049-П/04. СПб.: Спектрон, 2004. 20 с.
7. Шапиро И. А. Загадки растения-сфинкса. Лишайники и экологический мониторинг. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 80 с.
8. Monitoring with lichens — monitoring lichens: Proceeding of the NATO advanced research workshop on lichen monitoring // Wales, United kindom, 16—23 August, 2000 / P. L. Nimis, Ch. Scheidegger, P. A. Wolseley — eds. Kluwer Academic Publ.: Dordrecht ets, 2002. 408 p.

Ю. М. Андриянова, Г. Н. Семенова, Н. Н. Гусакова
ФГОУ ВПО «Саратовский государственный
аграрный университет имени Н. И. Вавилова»

Влияние тяжелых металлов на морфофизиологические особенности проростков проса

Проблема повышенного содержания тяжелых металлов (ТМ) в окружающей среде с каждым годом приобретает все большую актуальность. В настоящее время все возрастающие территории сельскохозяйственных угодий загрязняются тяжелыми металлами и становятся непригодными для выращивания традиционных культур. В связи с этим представляется крайне необходимым проведение исследований, направленных на изучение влияния высоких концентраций ТМ на растения и выяснение механизмов адаптации и их устойчивости к экстремальным условиям.

Тяжелые металлы, поступая из почвы в растения и затем в организмы животных и человека, обладают способностью постепенно накапливаться. Наиболее токсичны *ртуть, кадмий, свинец, мышьяк*, отравление ими вызывает тяжелые последствия. Менее токсичны *цинк и медь*, однако загрязнение ими почв подавляет микробиологическую деятельность и снижает биологическую продуктивность.

Из литературы известно, что о степени воздействия тяжелых металлов на растения можно судить по коэффициенту толерантности.

Нами предлагается использовать информативный подход в оценке толерантности сельскохозяйственных культур к тяжелым металлам по показателям начального роста семян, к которым относится длина проростков и корней, кроме того интенсивность начального роста семян наиболее полно характеризует жизнеспособность растений. Сущность метода заключается в анализе индивидуальных морфофизиологических особенностей проростков в ювенильный период.

Цель работы — определить изменение коэффициента толерантности культуры проса сорта Саратовское 10 под влиянием ионов тяжелых металлов (на примере свинца, меди и цинка).

Перед проращиванием семена проса замачивали на 12 ч в растворах солей тяжелых металлов, диапазон изменения концентрации $C = 10^{-6} \% - 10^{-3} \%$.

Проращивание семян проводили в рулонах фильтровальной бумаги. На двух слоях фильтровальной бумаги, смоченных водой до полного увлажнения, раскладывали 100 семян. Сверху их прикрывали еще одной полоской бумаги, также смоченной до полного увлажнения, на которую в зоне расположения семян накладывали корексовую ленту. Полосы с корексом скатывали в рулон, помещали в растительню при 25°C на 5 суток. По истечению времени, рулоны вынимали, разворачивали и проводили измерения. Повторность опыта была 5-кратная. По полученным данным ($n = 500$) рассчитывали индекс толерантности. Результаты обрабатывали методом математической статистики¹.

Как показал анализ результатов, в контроле размер стеблевой части проростка составил 5,8 см, применение нитрата свинца, нитрата меди и нитрата цинка способствовало снижению размера стеблевой части проростка на 41,4 % ($10^{-3} \%$) – 6,9 % ($10^{-5} \%$), 31,0 % ($10^{-3} \%$) – 5,2 % ($10^{-5} \%$) и 20,7 % ($10^{-3} \%$) – 10,3 % ($10^{-4} \%$) по сравнению с контролем, соответственно. Показатель в варианте с использованием нитрата цинка $C = 10^{-5} \%$ оставался на уровне контрольного. В варианте с нитратом свинца, меди и нитратом цинка (II) при $C = 10^{-6} \%$ размер стеблевой части проростка составляет 5,9, 6,3 и 6,7 см, что на 1,7, 8,6 и 15,5 % больше, чем в контрольном варианте.

Детальный анализ данных показал, что применение нитратов свинца, меди и цинка способствовало уменьшению размера зародышевых корешков у проростков проса на 28,7 % ($10^{-3} \%$) – 7,8 % ($10^{-4} \%$), на 16,5 % ($10^{-3} \%$) – 2,6 % ($10^{-4} \%$) и на 8,7 % ($10^{-3} \%$) – 4,3 % ($10^{-5} \%$) по сравнению с контролем соответственно. В варианте с применением нитратов свинца, меди в $C = 10^{-6} \%$ и цинка (II), $C = 10^{-6} \%$ – $10^{-5} \%$ размер зародышевых

¹ Головчиц В. А. Информационно-справочные материалы по экологии (для участников общественного экологического движения). Мн., 2002. С. 72.

корешков на 6,1 % – 13,9 % больше, чем в контрольном варианте соответственно.

На основании полученных нами данных был рассчитан коэффициент толерантности культуры проса по отношению к тяжелым металлам (рис. 1).

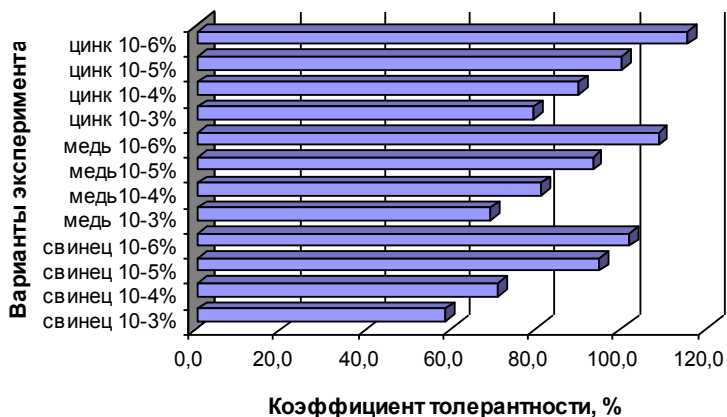


Рис. 1. Влияние солей тяжелых металлов на индекс толерантности

Таким образом, нами впервые показано, что степень устойчивости культуры проса к воздействию ионов исследуемых тяжелых металлов неодинакова. Ионы металлов по токсическому действию на физиолого-биометрические показатели семян проса располагаются в следующем порядке: свинец (II) > медь (II) > цинк (II).

Проведенные нами экспериментальные исследования позволяют установить ингибирующее влияние ионов тяжелых металлов на параметры прорастания семян в ювенильный период и провести экспресс-диагностику физиологического состояния семян.

Л. Н. Анищенко

*Брянский государственный университет
имени академика И.Г. Петровского*

Многолетние смены растительности при зарастании озер Южного Нечерноземья (в пределах Брянской области)

Многолетние наблюдения за биомом водных объектов — процесс трудоемкий, однако необходимый, позволяющий прогнозировать смены растительности и процессы заторфовывания водоемов, определять факторы, направляющие процесс «старения» водных экосистем. Процесс появления и развития растительного покрова на акватории выражается в за-

растании водных объектов, т. е. в сукцессионных явлениях растительного покрова.

Ранее нами представлялись экологические ряды [1] как запечатленная картина разовых (фотографических) наблюдений. Сведения о многолетних сукцессионных рядах в сообществах (первичных и особенно вторичных) пронаблюдать довольно трудно, так как в районе обследования отсутствуют более или менее достоверные многолетние (от восьми лет и более) данные, по которым можно восстановить многолетний сукцессионный ряд. Динамические явления, проходящие при зарастании озер, описываются по чередованию зон растительности, т. е. сукцессионных рядов сообществ, которые характеризуют стадии зарастания водоема [9]. В основу работы положены данные по сезонным, флюктуационным и сукцессионным динамическим процессам в озерах Южного Нечерноземья России (в пределах Брянской области).

Цель работы — описать многолетние смены растительного покрова материковых озер Южного Нечерноземья России, выделить типологические стадии зарастания озер в зависимости от путей заболачивания и влияния внешних факторов. Схемы сукцессионных рядов необходимы для определения стадий становления водных экосистем, для прогнозирования направленности динамических процессов отдельных водоемов и акватории в целом, выявлении неблагоприятных факторов, ускоряющих процессы «старения» водных объектов.

В ходе исследования были применены методы экологического профилирования на трансектах, расположенных вдоль берега и по всему размеру водного объекта, метод геоботанических описаний по Ж. Браун-Бланке (1964). При геоботанических описаниях на местности границы ценозов выделяли по физиономическому и экологическому принципу. Размеры пробных площадей для описаний ценозов — от 1 до 4 м² или в естественных границах сообществ. Названия синтаксонов соответствуют кодексу фитосоциологической номенклатуры [11]. Характеристику распределения сообществ водной и прибрежно-водной растительности проводили по ранее предложенным схемам [4; 5]. Схемы распределения растительных сообществ в озерах составлялись на основе карт района исследований по В. Г. Папченкову (2001). На выкопировках карт озер наносили схемы зарастания с соблюдением масштаба с использованием глазомерного способа. Определяли степень зарастания (Пс) озер [7] и площадь зарослей (Пз) растений по формулам:

$P_c = (P_z/P_a) \times 100 \%$, где Пс — показатель степени зарастания, в %, Пз — площадь зарослей, м², Па — площадь акватории озера, м². Показатель степени зарастания иллюстрирует площадь, занятую растительностью на момент исследования водоема.

Площадь зарослей рассчитывали по формуле $P_z = \sum(P_{ц} \times P_{п})$, где $P_{ц}$ — площадь ценоза, в состав которого входит определенный вид на составляемой картосхеме, m^2 , $P_{п}$ — проективное покрытие каждого вида, входящего в исследуемое сообщество, выраженное в долях процента.

Рассчитывали $P_{ф}$ — показатель фитомассы ($кг/m^2$) по сырой надземной биомассе видов, обнаруженных в водном объекте [7], используя формулу: $P_{ф} = \sum M/P_{а}$, где M — сумма сырой надземной фитомассы всех произрастающих на водном объекте видов. $M = mP_{ц}$, где m — фитомассы вида на $1 m^2$, $P_{ц}$ — площадь фитоценоза, в состав которого входит вид на картосхеме. $P_{ф}$ характеризует интенсивность зарастания озера.

Для определения биомассы на пробных площадях закладывались от 2 до 4 угловых площадок по $0,25 m^2$ каждая, у дна срезались все растения, укосы разбирались по видам, с точностью до 10 г взвешивалась их сырая масса. Вычисляли значения показателей сырой (и абсолютно сухой) биомассы гидрофитов ($кг/m^2$). Производили расчет чистой первичной продукции гидрофитов с учетом коэффициента 2 для гидрофитов и коэффициента 1,2 для гелофитов [8].

Схемы многолетних сукцессионных рядов водной растительности представлены для материковых озер в зависимости от двух путей заболачивания [3; 6; 10]: поясного и сплавинного. Характер заболачивания устанавливался визуально.

Стадии при сплавинном заболачивании озер, характер водной и прибрежно-водной растительности описаны ранее на примере двух водоемов Трубчевского района — оз. Солька и оз. Малый (Средний) и Большой Жерон [1; 2]. Комплекс оз. Малый и Большой Жерон позволили также проследить натурное зарастание водоемов, так как два озера связаны между собой в единую систему. В настоящее время (2008—2010 гг.) открытая водная гладь на оз. Большой Жерон отсутствует, зарастание идет в направлении заиления.

В настоящее время слой сапропелевого ила на оз. Большой Жерон местами превышает 16 м. Полностью исчезли «подводные луга», таким образом наблюдается превращение водоема из гидрофитного в фитопланктонный. Вероятно, такое сильное зарастание связано с нарушением водного режима озера, т. е. проточности, и как следствие — увеличение трофности воды. Озеро достаточно быстро «постарело». Для улучшения гидрорежима и «омоложения» озера необходимо проведение рекультивационных мероприятий по изъятию донного ила. По такой же схеме идет зарастание у берегов оз. Солька и проявляется эвтрофирование водоема. Зарастание этого озера видимо стимулирует нестабильная водность озера, относительное непостоянство в течение вегетационного периода уровня воды.

Итак, в районе исследования многолетняя динамика в зарастании водоемов при сплавинном заболачивании идет в направлении увеличения доли плейстофитов, а также усиления процесса осадконакопления за счет макрофитов, т. е. трофности вод. Скоростью процессов заиления на озерах можно управлять, ежегодно скашивая и выбирая макрофиты из воды.

При пояском пути заболачивания смены растительности и ее характер устанавливались с использованием данных для ряда озер, типично для озера у д. Марс Севского района.

Сообщества сукцессионных рядов при пояском заболачивании описаны ниже:

а) сообщества погруженных укореняющихся в грунте гидрофитов расположены небольшими куртинами, т. е. локально распространены. Характерно подводное зарастание с различной степенью развития подводных лугов. Характер зарастания слабо пятнистый и пятнистый. В озере у д. Марс подводный луг сформирован из мха лептодикциума берегового, произрастающего при высокой прозрачности, незначительной мутности воды. Таким образом, степень развития и видовой состав подводной растительности определяются в первую очередь органолептическими показателями воды. Локально распространены фитоценозы воздушно-водных растений (или гелофитов) пятнистого или бордюрного характера. Они представлены в основном пионерными группировками водной формы *Polygonum amphibium* L. У берегов отсутствует прибрежно-водная растительность. Фитоценозы этой стадии одноярусные, монодоминантные;

б) с течением времени наблюдается частично сплошное и сплошное подводное зарастание с преобладанием сообществ погруженных гидрофитов. Эти фитоценозы сложены в основном мелколистными рдестами — *Potamogeton berchtoldii* Fieb., *P. obtusifolius* Mert. Et Koch, *P. crispus* L., *P. compressus* L., *Potamogeton pectinatus* L., которые дают не такой значительный прирост биомассы за счет опада. На мелководьях с высокой прозрачностью воды, песчаным, глинистым грунтом подводные луга представлены *Callitriche hermaphroditica* L., с илистым грунтом — *Elatine alsinastrum* L. В этих фитоценозах регистрируются водные (погруженные) формы стрелолиста обыкновенного *Sagittaria sagittifolia* L. f. *vallisneriifolia* (Coss. et Germ) Glück, сусака зонтичного *Butomus umbellatus* L. f. *vallisneriifolius* (Sagorski ex Asch. Et Graebn.) Glück, режее — ежеголовника *Sparganium emersum* Rehm. f. *fluitans* (Gren. et Godr.) Glück. На этой стадии озеро может существовать длительное время при отсутствии значительных колебаний уровня воды. Фитоценозы двухярусные, моно-, ди- и тридоминантные. В неясном выраженном поясе гелофитов наблюдается бордюрный характер зарастания, который создается в основном *Equisetum fluviatile* L., а также *Rorippa amphibia* (L.) Bess., *Oenanthe aquatica* (L.)

Poir., *Sparganium erectum* L., *Glyceria maxima* (C. Hartm.) Holmb., реже — *Acorus calamus* L. Фитоценозы гелофитов одноярусные и монодоминантные;

в) на третьей стадии диагностируется появление наводного зарастания в основном из *Nymphaea candida*, *Potamogeton natans*, реже — из *Nuphar lutea*. По-прежнему сохраняется сплошной характер подводного зарастания и формируется сильно фрагментарное зарастание наводного (плавающего) яруса. Увеличивается представительство гелофитов в наводном и надводном (у берегов) ярусе. Возрастает площадь поясного прибрежного зарастания гелофитами бордюрного (редко займищного) характера. В озерах с монодоминантными подводными сообществами, образованными *Myriophyllum verticillatum* L., *Hottonia palustris* L., береговые заросли образованы наземными формами этих растений. На этой стадии создается «переходная зона» от подводно-наводного к надводному, береговому поясу благодаря участию *Sagittaria sagittifolia* f. *natans* Klinge, *Butomus umbellatus*, *Alisma plantago-aquatica* L. Виды прибрежных зарослей — *Sagittaria sagittifolia* f. *terrestris* Klinge, *Phragmites australis* (Cav.) Trin.ex Steud., *Eleocharis acicularis* (L.) Roem.et Schlt.

г) На следующей стадии — формирование сплошного многоярусного зарастания, т. е. поясов, при котором заняты все яруса: подводный, наводный и надводный. Характер зарастания каждого яруса различен: гидрофитных сообществ в подводном ярусе — краевой, пятнистый, гидрофитных ценозов в наводном ярусе — частично сплошной, сплошной, гелофитных фитоценозов — займищный, массивно-зарослевый характер. Примечательно, что при таком типе зарастания истинно плейстофитные ценозы, т. е. фитопланктонные, развиты слабо или незначительно, и их формирование не носит интенсивного характера хотя бы в начальные моменты заболачивания. Таким образом формируется типичные растительные пояса, каждый из которых ежегодно отлагает растительные остатки, и водоем мелеет. Последовательно создаются неблагоприятные условия для существования каждого из доминирующего вида, слагающего пояса. Постепенное «надвигание» (замещение) растительности в глубь водоема уменьшает открытую гладь воды. Что касается трофности вод, то характер ее изменения зависит от внешних факторов: характера грунтов, некоторых органолептических показателей. В итоге показатель трофности озер определяется как мезоевтрофный, дистрофный, олигомезотрофный и др.

Итак, можно выделить следующие различия в составе сукцессионных рядов при зарастании озер и их заболачивании. Подводные луга в озерах со сплавиным типом зарастания складываются широколистными рдестами — рдестом пронзеннолистным, рдестом блестящим и др., которые дают мощный опад и способствуют формированию значительного слоя

наилка, а также эвтрофированию вод. Поэтому распад подводно-луговых ценозов в таких озерах происходит значительно быстрее, чем в озерах с поясным путем заболачивания. Следовательно, многолетняя динамика в озерах сплавинного типа заболачивания идет по пути увеличения трофности вод и соответственно возрастания доли поверхностных (плавающих на поверхности) плейстофитов, а также значительного развития в толще воды погруженных плавающих плейстофитов. В озерах с поясным характером заболачивания плавающие в воде сообщества формируются редко или проективное покрытие в таких сообществах мало.

Сообщество гелофитов из растений со стелющимися побегами начинает быстро формироваться у берегов озер при сплавинном типе заболачивания. Видовой состав формируется *Comarum palustre* L., *Calla palustris* L., *Menyanthes trifoliata* L. Характер зарастания этих сообществ — бордюрный, займищный, с быстрым переходом на прибрежно-сплавинный, редко — на массивно-зарослевый.

В озерах поясного заболачивания гелофиты «наступают» на берега из воды — это наземные формы стрелолиста, сусака, ежеголовников. Бордюрный характер зарастания быстро сменяется на зарослевый и массивно-зарослевый. Таким образом в этих озерах могут одновременно наблюдаться хорошо развитые, полидоминантные подводный, наводный и надводный ярусы.

Сходство сукцессионных явлений в озерах наблюдается в том, что на скорость образования и видовой состав подводных лугов оказывают влияние органолептические показатели вод, их начальная трофность, характер грунтов, прямые антропогенные влияния на водоем — изъятие грунтов, выпас животных, интенсивность рекреационного использования озер и т. д. Растениями последовательно заселяются сначала подводный, затем наводный ярусы. Также как и в сукцессионных процессах в наземных ценозах наблюдаются смены доминантов, усложнение ярусности, а также изменение характера зарастания водного и наводного ярусов.

На многих озерах процессы зарастания идут по смешанному пути или в различных частях крупных по площади озер динамические процессы зарастания относятся к разным типам (например, озера Белобережской ГРЭС, в пос. Старь, пос. Любохна). В озерах, подвергающихся антропогенному влиянию — сбросу теплых и обогащенных минеральными веществами вод, забору воды — зарастание начинается с середины водоема. Возникают участки гелофитной растительности, располагающиеся на мелководных участках (до 0,5 м глубиной). Такие озера значительно быстрее зарастают и подвергаются эвтрофированию.

Сукцессионные процессы зарастания характеризуются различной продуктивностью, для некоторых озер она указана в табл. 1.

Таблица 1

Продукционные характеристики озер (2007—2010 гг.)

Озеро	Степень зарастания, %	Класс зарастания	Чистая первичная продукция, т/год	Интенсивность зарастания, кг/м ²	Тип заболачивания (преобладающий)
Б. Жерон	100	8	4,7	7,9	сплавинный
М. Жерон	10	1	0,023	0,53	сплавинный
Солька	17	4	0,19	0,82	сплавинный
с. Марс	69	7	3,67	2,03	поясный
с. Аркино (Комаричский р-н)	4,7	2	0,019	0,41	поясный
БелГРЭС	83	7	4,23	2,94	поясный
пос. Старь (Дятьковский р-н)	5,6	3	0,11	0,68	поясный
пос. Ивот (Дятьковский р-н)	7,1	3	0,14	0,67	поясный
пос. Любохна (Дятьковский р-н)	6,8	3	0,12	0,65	поясный
пос. Новоселки (Брянский р-н)	53	6	2,32	1,74	сплавинный
Песочня (Брянский р-н)	78	7	3,02	1,93	сплавинный
Круглое	23	4	0,14	0,71	сплавинный
Ореховое (Жуковский р-н)	55	6	2,78	1,94	поясный
д. Пушкарная Слобода (Севский р-н)	69	7	3,72	1,69	поясный
с. Городище (Погарский р-н)	62	6	2,74	1,77	сплавинный
с. Андреевка (Гордеевский р-н)	9	2	0,021	0,39	сплавинный
с. Лутна (Клетнянский р-н)	69	7	3,88	2,81	поясный
п. Лопандино (Комаричский р-н)	23	4	0,27	0,49	поясный
Заломенье	29	5	1,92	1,11	поясный
Красное (с. Радогощь, Комаричский р-н)	3,5	2	0,017	0,31	поясный

Класс зарастания озер определяется возрастом и размерами исследованных озер, вероятно, их происхождением, а также причинами антропогенного характера. Наибольшая чистая первичная продукция вычислена для озер 8 и 7 классов зарастания, наименьшая — 2 и 1 класса. Чистая первичная продукция (ЧПП) и интенсивность зарастания (ИЗ) у озер с одинаковым классом зарастания различается. Так, в озере у д. Марс ЧПП и ИЗ меньше, чем в озере Белобережской ГРЭС, но выше, чем в озере пос. Новоселки. Основной вклад в создание ЧПП озера п. Новоселки создается мелколистными рдестами, и ИЗ там наименьшая; в озере

Белобережской ГРЭС — водным орехом, шелковником, кубышкой желтой, т. е. видами с наибольшей сырой биомассой. Значительный вклад в создание ЧПП озера д. Марс вносят гелофиты — рогоз широколистный, тростник южный, у которых рассчитаны значительные показатели сырой биомассы (табл. 2). В озере д. Пушкарная Слобода запас биомассы формируется из зарослей кубышки желтой, кувшинки чисто-белой, которые обуславливают и высокую ИЗ. Наиболее значительна интенсивность зарастания для оз. Б. Жерон, озер д. Марс, Белобережской ГРЭС, с. Лутна.

Таким образом, ЧПП и ИЗ определяются запасами сырой биомассы, видовым составом гелофитных и гидрофитных фитоценозов, установленным при картировании зарастания.

Запасы биомассы (продукция видов гелофитов) определены в полевые сезоны 2009—2010 гг., наибольшая сырая биомасса вычислена для *Phragmites australis*, *Thypha latifolia* и *Glyceria maxima*. Эти же виды наиболее калорийны — у них высокая абсолютно сухая биомасса. Высокая калорийность определена также для *Rorippa amphibia* и *Sagittaria sagittifolia*. Поэтому использование биомассы прибрежных видов оправдано для кормовых целей.

Таблица 2

Запасы сырой и абсолютно сухой биомассы гелофитов
для озерных водоемов

Вид	Сырая биомасса, кг/м ²	Абсолютно сухая биомасса, кг/м ²
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	4,81	0,83
<i>Butomus umbellatus</i>	2,49	0,71
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	1,24	0,17
<i>Phragmites australis</i>	7,32	1,98
<i>Sparganium erectum</i>	5,04	0,58
<i>Equisetum fluviatile</i>	0,93	0,27
<i>Rorippa amphibia</i>	4,77	1,03
<i>Glyceria maxima</i>	5,72	0,84
<i>Sparganium emersum</i>	4,11	0,32
<i>Acorus calamus</i>	3,41	0,51
<i>Oenanthe aquatica</i>	1,09	0,12
<i>Thypha latifolia</i>	5,83	0,89

Таким образом, диагностика стадий зарастания водоемов позволит определить экологическое состояние озер, выявить факторы, ускоряющие процесс зарастания, определить стадии становления («возраст») экосистемы, а также водных и прибрежно-водных растительных сообществ. Основные причины динамики растительных сообществ в водоемах — смена фитоценотической роли видов в ценозах, широкая экологическая валентность гелофитов, гидро- и гигрофитов (внутренние причины), ре-

креационное и хозяйственное использование водного объекта, сезонное и многолетнее колебание уровня вод (внешние причины).

Литература

1. Анищенко Л. Н. Флора и растительность настоящих водных макрофитов водоемов и водотоков Юго-Западного Нечерноземья России. Брянск: Курсив, 2009. 202 с.
2. Анищенко Л. Н. Динамика сообществ водных макрофитов в водораздельных озерах в междуречье Ипути и Десны (в пределах Брянской области) // Растительность Восточной Европы: классификация, экология и охрана: сб. матер. междунар. науч. конф. (Россия, Брянск, 19—21 октября 2009 г.). Брянск: Ладомир, 2009. С. 18—21.
3. Вальтер Н. Растительность земного шара. М., 1975.
4. Катанская В. М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Л.: Наука, 1981. 187 с.
5. Корсаков Г. К. Зарастающие водоемы и их использование для ондатроводства. М.: Изд-во технич. литературы по вопросам заготовок, 1956. 136 с.
6. Лепилова Т. К. Инструкция для исследования высшей водной растительности // Инструкция по биол. исследованиям вод / под ред. К. М. Дерюгина. Л.: Изд-во Гос. гидрол. ин-та, 1934. Ч. 1. Раздел А. Вып. 5. 48 с.
7. Папченков В. Г. Растительный покров водоемов и водотоков Среднего Поволжья. Ярославль: ЦМП МУБиНТ, 2001. 200 с.
8. Распопов И. М. Продукция макрофитов водоемов с замедленным водообменом: основные понятия, методы изучения // Гидробиотаника: методология, методы: матер. Школы по гидробиотанике (Борок, 8—12 апреля 2003 г.). Рыбинск: Рыбинский Дом печати, 2003. С. 146—150.
9. Россолимо Л. Л. Основы типизации озер и лимнологического районирования // Накопление вещества в озерах. М.: Наука, 1964. С. 3—12.
10. Сукачев В. Н. Болота, их образование, развитие и свойства. Л., 1926. 163 с.
11. Weber H. E. International Code of Phytosociological nomenclature. 3rd additional // Journ. of Veget. Science. Vol. 11. 2000. № 5. P. 739—768.

Е. Биломар

ГОУ ВПО «Борисоглебский государственный педагогический институт»

Экологические группы напочвенных жесткокрылых Прихоперья по отношению к увлажненности биотопов

Жесткокрылые напочвенного яруса — один из наиболее многочисленных компонентов биоценоза. Результатом длительного эволюционного приспособления к определенному биоценозу является формирование различных экологических групп.

Группы по отношению к увлажненности выделены не только на основе литературных данных по экологии видов [1—6; 9—13], но с учетом данных по вычислению коэффициента регрессии (Пирсона, r) зависимо-

сти численности в определенном биотопе относительно количества выпавших осадков.

Обследовано 11 биотопов (табл. 1) как в различных геоморфологических частях поймы р. Хопер в пределах 102—103 кв. Хоперского лесничества и 54 кв. Теллермановского опытного лесничества с различными типами затопления (ТОЛ), так в нагорной дубраве (56 кв. ТОЛ): песчаный берег р. Хопер, ивняк прируслового вала, пойменные луга с кратковременным и средним проточным типом затопления, незатапливаемые пойменные луга, солонцовые поляны, пойменная дубрава, пойменный осинник, берег лесного озера.

Установлено 74 линии ловушек Барбера с общим объемом сбора около 7 400 ловушко-суток в течение 2002—2007 гг. в летне-осенний период. Отработано более 17 тыс. экземпляров, выявлен 341 вид жесткокрылых, из которых 253 вида отнесены к типичным герпетобионтам на стадии имаго. Именно типичные герпетобионты являются материалом для выяснения экологических особенностей экологической структуры жесткокрылых района исследования.

Численность жесткокрылых охарактеризована единицами динамической плотности, выраженной в единицах — экз./10 лов.-сут. Для оценки вклада в общее суммарное обилие использована шкала Ю. А. Песенко [8].

По отношению имаго видов к увлажненности биотопов герпетобионтная фауна жесткокрылых разделена на пять экологических групп — гигрофилы, мезо-гигрофилы, мезофилы, мезо-ксерофилы и ксерофилы:

1) гигрофилы — виды, которые обладают $r \geq 0,5$ в биотопах с небольшим проективным покрытием, с высоким проективным покрытием $r \geq 0,0$, предпочитают биотопы с древесной растительностью, глинистым субстратом, длительным режимом затопления;

2) мезо-гигрофилы — виды, которые обладают $r \geq 0,5$ в биотопах с наибольшим проективным покрытием, $r \geq 0,0$ — с высоким проективным покрытием; предпочитают влажные луга, опушки, экотоны с лесной растительностью или не обнаруживают четкого предпочтения к одному из вышеперечисленных биотопов;

3) мезофилы — виды, которые обладают обычно $-0,5 \leq r \leq 0,5$. Предпочитают открытые биотопы;

4) мезо-ксерофилы — виды, которые обладают обычно $-0,5 \leq r \leq 0,5$, но коэффициент их чаще склоняется в отрицательную сторону. Обитают в основном на лугах разного типа затопления. Коэффициент $r \geq 0$ в биотопах с небольшим проективным покрытием, открытых участках субстрата или небольшим сроком затопления;

5) ксерофилы — виды, которые обладают особенно во влажных лугах $r \leq -0,5$, приурочены к открытым остепненным биотопам с небольшим проективным растительности, открытому субстрату; имеют мало указа-

ний на обитание в лесах и на глинистых почвах. Данную группу вернее было бы назвать устойчивыми к иссушению, или засухоустойчивыми.

*Экологические группы жесткокрылых
по отношению к влажности среды*

Группа	Видовое разнообразие		Ср. динам. плотность	
	кол-во видов	%	экз./10лов./сут.	%
Гигрофилы	67	26,48	78,4	21,9
Мезо-гигрофилы	63	24,9	103,13	28,81
Мезофилы	86	33,99	91,32	25,5
Мезо-ксерофилы	26	10,28	77,04	21,52
Ксерофилы	11	4,35	8,11	2,27
Всего	253	100,00	358,00	100,00

Наиболее разнообразной по количеству видов является группа **мезофилов** (см. табл.), так как в ее состав включена большая часть видов фауны жесткокрылых Прихоперья. По количеству экземпляров группа мезофилов является субдоминантом II. В ее состав входят представители 11 семейств, из которых наиболее разнообразны в видовом отношении жу-желицы, составляющие чуть более 67 % видов группы. Среди мезофилов наиболее многочисленными являются виды-субдоминанты — *Poecilus versicolor* (Sturm, 1824), *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798), виды со средней динамической плотностью — *Harpalus rufipes* (De Geer, 1774), *Chlaenius nigricornis* (Fabricius, 1787).

Мезо-гигрофилы и гигрофилы — сходное видовое разнообразие, тогда как по динамической плотности второй группой по видовому разнообразию являются мезо-гигрофилы, среди которых есть представители восьми семейств. Большая часть видов принадлежит семействам Carabidae (47,6 %) и Staphylinidae (23,8 %). В составе мезо-гигрофилов наиболее многочисленны виды *Carabus granulatus* (Linnaeus, 1758), *Nicrophorus vespillo* (Linnaeus, 1758), *Thanatophilus dispar* (Herbst, 1793), *Staphylinus erythropterus* (Linnaeus, 1758).

По данным нашего исследования, мертвоед *Thanatophilus dispar* проявляет себя мезо-гигрофильным видом и предпочитает пониженные температуры воздуха. Это подтверждает факт появления его в наиболее сухих биотопах, а именно в центре песчаного берега и на вершине прируслового вала, только в июне, который характеризовался пониженными летними температурами, более высоким уровнем осадков и недавним сходом полой воды. Почти во всех биотопах, где обнаружен вид *Thanatophilus dispar*, коэффициенты Пирсона, оценивающие его термо-

преферендум, выше нуля; $r > 0,5$ только на вершине прируслового вала и луговом биотопе с кратковременным типом затопления. Максимальной относительной численности данный вид мертвоедов достигает в лугах с кратковременным и средним затоплением, тогда как в биотопах с длительным затоплением — на кромке песчаного берега и лугу на берегу оз. Судавенки — значительно снижается его динамическая плотность, а в незатапливаемых биотопах не обнаружено ни одного экземпляра. Следовательно, уменьшение влажности более неблагоприятно для данного вида, чем увлажнение с величиной, близкой к максимальному.

Гигрофильность свойственна части видов таких семейств жесткокрылых как, например, жужелицы, стафилины, навознички. Наибольшей средней динамической плотностью обладают жужелицы *Omphron limbatus* (Fabricius, 1776), *Stenolophus discophorus* (Fischer von Waldheim, 1823), *Dyschirius neresheimeri* Wagn., *Dyschiriodes pusillus* Dej., *Pterostichus nigrita* (Paykull, 1790), *P. anthracinus* (Illiger, 1798), *Platynus assimilis* (Paykull, 1790), стафилин *Philonthus decorus* (Gravenhorst, 1802). Следует отметить высокую степень агрегированности для первых четырех видов, а именно доминируют в фауне биотопов с песчаными почвами. Оставшиеся из вышеперечисленных видов отличаются более частой встречаемостью в различных биотопах. В частности, *Pterostichus nigrita*, *Platynus assimilis* и *Philonthus decorus* отмечены на 4 из 11 обследованных биотопов, *P. anthracinus* — на 9 биотопах.

Обилие **мезо-ксерофилов** обеспечивается в основном благодаря высокой динамической плотности вида-доминанта *Harpalus flavescens* (Piller et Mitterpacher, 1783), на долю которого приходится более 82 % от суммарного обилия группы. В биотопах с разреженной растительностью на песчаном берегу р. Хопер численность *Harpalus flavescens* обнаруживает обратную зависимость к количеству осадков, что в сочетании со значительным увеличением динамической плотности на середине песчаного берега и на вершине прируслового вала и прямой корреляцией с температурой обусловило отнесение данного вида к мезо-ксерофилам. Видовое разнообразие данной группы определяется в основном видами семейства жужелиц, но следует отметить, что подобная экологическая характеристика свойственна небольшому числу жужелиц — около 10 % от видов семейства *Carabidae* герпетобионтной фауны Прихоперья.

В герпетобии жесткокрылых Прихоперья наименьшее количество видов и экземпляров среди групп по отношению к влажности среды относится к **ксерофилам**, представленных пятью семействами жесткокрылых. Наиболее многочисленным (3 балла) в группе является вид *Crypticus quisquilius* (Paykull, 1798), *Harpalus dimidiatus* (Rossi, 1790). Следует отметить, что к данной экологической группе отнесено большинство видов

семейства чернотелок напочвенного яруса Прихоперья. Небольшое видовое богатство и обилие семейства чернотелок, вероятно, объясняется приуроченностью их к мезофитным и сухим биотопам. В переувлажненных лугах, каковыми являются пойменные луга, чернотелки малочисленны или вообще не обитают [7].

Обилие групп гигрофилов и мезо-ксерофилов в биотопах определяется в основном численностью немногих видов-доминантов, тогда как обилие мезофилов и мезо-гигрофилов достигается суммарным обилием видов и зависит, таким образом, в большей степени от изменения видовой разнобразия.

Литература

1. Дубешко Л. Н., Медведев Л. И. Листоеды Средней Сибири // Фауна насекомых Восточной Сибири и Дальнего Востока. Иркутск, 1974. С. 105—146.
2. Калюжная Н. С. Экологические комплексы почвообитающих жесткокрылых Сарпинской низменности. // Животный мир Калмыкии, его охрана и рациональное использование / отв. ред. А. И. Фомичев. Элиста, 1977. С. 62—66.
3. Калюжная Н. С., Комаров Е. В., Черезова Л. Б. Жесткокрылые насекомые Нижнего Поволжья: науч. изд-е. Волгоград, 2000. 204 с.
4. Карасев В. П. К типологии чешуйчатого покрова жуков-долгоносиков // Энтомологическое обозрение. 1991. Т. 70. № 2. С. 316—320.
5. Карпова В. Е., Маталин А. В. Состав жужелиц (Coleoptera, Carabidae), летающих на ультрафиолетовый свет на юге Молдавии // Зоологический журнал. 1991. Т. 70. № 1. С. 96—101.
6. Лопатин И. К. Жуки листоеды фауны Белоруссии и Прибалтики: определитель. Мн.: Высш. шк., 1986. 131 с.
7. Надворная Л. С., Надворный В. Г. Чернотелки биотопов рек Ингульца и Южного Буга // Материалы докладов IX Всесоюзного совещания «Проблемы почвенной зоологии». Тбилиси: Мецниереба, 1987. С. 196—197.
8. Песенко Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Мысль, 1982. 287 с.
9. Сигида С. И. Ландшафтно-биотопическое распределение и экологическая характеристика жужелиц (Coleoptera, Carabidae) Предкавказья и северных склонов Центрального Кавказа // Энтомологическое обозрение. 1993. Т. 72. № 1. С. 11—37.
10. Феоктистов В. Ф. Комплексы жужелиц в фитоценологических рядах Мордовского заповедника // Фауна и экология беспозвоночных: сб. науч. тр. / под. ред. Н. М. Черновой. М.: МГПИ, 1979. С. 26—40.
11. Феоктистов В. Ф. Состав и экологическая структура населения жужелиц фитоценологических рядов в Мордовском заповеднике // Фауна и экология беспозвоночных животных: сб. тр. М.: МГПИ им. В. И. Ленина, 1978. С. 53—67.
12. Шарова И. Х., Матвеева В. Г. Комплексы жужелиц пойменных лугов в ландшафтных зонах европейской части СССР // Фауна и экология животных: сб. тр. М.: МГПИ, 1974. С. 3—17.

13. Яблоков-Хнзорян С. М. Фауна Армянской ССР. Насекомые жесткокрылые. Жужелицы (Carabidae). Ч. I. Ереван: Изд-во АН Арм. ССР, 1976. 295 с.

Л. Е. Борисова

ФГУ «Государственный природный заповедник
„Воронинский“», р. п. Инжавино, Тамбовская область

Гидрохимический режим притоков р. Ворона

Исследования по изучению гидрохимического режима притоков, впадающих на территории заповедника «Воронинский» в р. Ворона (правый приток р. Хопер) проводились в 2008—2009 гг. Их цель — изучение сезонной динамики содержания в воде кислорода, свободной углекислоты, аммонийного и нитритного азота. Отбор проб проводился в среднем течении рек Карай, Ржавка, Иноквка, Вяжля и Балыклейка маршрутным методом. Пробы отбирались с берега в стеклянные склянки с притертыми пробками (125 мл), закрепленные на деревянной рейке. Всего отобрано 103 пробы. Анализы проводились в лаборатории заповедника по унифицированным методикам². Получены следующие результаты.

Зимний период. Кислородный режим в зимнее время зависит от сроков начала и окончания подледного периода, а также от частоты и продолжительности оттепелей. Это связано с тем, что грунтовые воды, преобладающие в зимнем питании рек, содержат небольшое количество кислорода. Поэтому поступление талых снеговых вод, насыщенных кислородом, появление проталин на быстринах, а также небольшая продолжительность ледового периода имеют положительное влияние на кислородный режим малых рек. В целом содержание кислорода в притоках в зимний период наблюдается ниже нормы ПДК 6 мг/л, но редко опускается ниже допустимого предела 4 мг/л. Чаще всего в период полного ледостава содержание кислорода в притоках составляет от 4,2 до 5,5 мг/л. Самое низкое значение (2,6 мг/л) зафиксировано в конце зимы 2008 г. на р. Карай в районе с. Карай-Салтыково на заиленном участке в районе автомобильного моста.

Содержание аммонийного азота в водах притоков составляет 0,2—0,3 мг/л. Ни одного случая превышения нормы ПДК 0,4 мг/л не зафиксировано. Концентрация нитритного азота чрезвычайно мала и составляет всего 0,001 мг/л (ПДК 0,02 мг/л). В течение всей зимы из-за отсутствия газообмена с атмосферой происходит накопление свободной углекислоты от 7—10 мг/л (перед ледоставом) до 20—22 мг/л при норме для поверхностных вод 10 мг/л и допустимом пределе 30 мг/л.

² Берникова Т. А. Гидрология и гидрохимия. М.: Пищ. промышленность, 1977. С. 178—231.

Весенний период. На кислородный режим притоков в весеннее время имеют влияние следующие факторы: сроки начала весеннего снеготаяния, интенсивность половодья, количество поступающих с водосборной площади биогенов, температурный режим воздуха и воды, наличие осадков, уровневый режим. После вскрытия содержание кислорода в притоках увеличивается до 7—8 мг/л, реже — до 9 мг/л. После того, как реки входят в берега после разлива, при прогревании воды выше 9 °С происходит повышение интенсивности биохимических процессов, в частности, нитрификации. В это время концентрация кислорода может понизиться на 1—3 мг/л за счет расходования на окислительные процессы. Общая амплитуда значений концентрации кислорода в 2008—2009 гг. в весеннее время составила: в апреле — от 5,4—8 мг/л, в мае — от 4,5—7 мг/л. Количество проб с содержанием кислорода ниже нормы ПДК в апреле составило 0,7 %, в мае — 50 %, но ниже допустимого предела содержание кислорода не опускалось.

С началом таяния ледового покрытия накопление в воде свободной углекислоты прекращается. Концентрация CO_2 в водах притоков обычно находится в интервале 5,3—8,8 мг/л, в пасмурные дни или во время повышения мутности может повыситься до 10—11 мг/л, а во время бурного цветения фитопланктона в мае — понизиться до аналитического нуля.

Большого повышения содержания нитритного и аммонийного азота в весеннее время не зафиксировано даже после стока талых вод. В большинстве проб азот нитритов составлял 0,001 мг/л, реже — 0,002—0,004 мг/л, а аммонийный азот — 0,2—0,4 мг/л, т. е. во всех весенних пробах превышения ПДК по данным показателям не наблюдалось.

Летний период. На кислородный режим притоков в летнее время наибольшее влияние имеют температурный режим, уровень воды, осадки, интенсивность фотосинтеза и биохимических процессов. Амплитуда значений концентрации кислорода в июне составила 3,2—6,3 мг/л, в июле — 1,6—6,4 мг/л, в августе — 1,6—4,8 мг/л. В начале и середине лета содержание кислорода ниже допустимого предела наблюдалось на Ржавке — 3,2 мг/л в июне 2008 г. и 1,6 мг/л в июле 2009 г., а также на Карае — 3,2 мг/л в июле 2008 г. В августе за счет низкого уровня воды, уменьшения светового дня и активного разложения водной растительности на всех притоках наблюдалось снижение содержание кислорода ниже 4 мг/л.

Превышений ПДК по нитритному и аммонийному азоту в летний период не зафиксировано. В большинстве проб азот нитритов составлял 0,001 мг/л, повышение нитритного азота до 0,02 мг/л зафиксировано только в р. Ржавка в результате поступления ливневого стока с р. п. Инжавино (23.06.09). Содержание аммонийного азота в июне составило 0,15—0,3 мг/л, в июле — 0,15—0,4 мг/л, в августе — 0,2—0,4 мг/л. По-

вышение концентрации аммония в течение лета обычно сопровождается ухудшением кислородного режима.

Интервал значений концентраций свободной CO_2 за три летних месяца составил 5,3—14,1 мг/л. В солнечные дни при большой интенсивности фотосинтеза углекислота составляет 5,3—8,8 мг/л. Более высокие показатели наблюдаются в пасмурную погоду, при повышении мутности воды или при разложении водной растительности. Самое высокое значение зафиксировано на р. Ржавка (14,1 мг/л; 27.08.09) в районе р. п. Инжавино.

Осенний период. С осенним похолоданием уменьшается интенсивность различных биохимических процессов, в том числе окислительных, на которые расходуется большое количество кислорода. С понижением температуры также происходит увеличение насыщения воды кислородом воздуха. Поэтому вплоть до ледостава содержание кислорода в воде постепенно повышается. В сентябре интервал значений концентрации кислорода в водах притоков составил 3,2—6,2 мг/л, в октябре — 4,5—10,2 мг/л, в ноябре — 7—11,2 мг/л. Низкие значения сентября обусловлены практически летней температурой в первой половине месяца, а значит, активными окислительными процессами и снижением насыщения кислородом в процессе фотосинтеза. Наиболее сложное положение было отмечено в сентябре 2008 г. в приустьевом участке р. Карай, когда в результате длительного отсутствия осадков, низкого уровня, температур воздуха в дневное время до + 25 °С и активного разложения водной растительности, произошло снижение содержания кислорода до 3,2 мг/л, т. е. ниже допустимого предела. В октябре кислородный режим обычно нормализуется, а в ноябре в 100 % проб концентрация кислорода наблюдается выше ПДК.

Превышений ПДК по нитритному и аммонийному азоту в осенний период не зафиксировано. В большинстве проб азот нитритов составлял 0,001 мг/л, азот аммонийный — 0,15—0,3 мг/л. Лишь в устьевом участке р. Инокровка после аварийного спуска пруда (13.10.09) зарегистрировано повышение аммонийного азота до 0,4 мг/л.

В связи с тем, что 2008—2009 гг. выдались достаточно маловодными, а 2009 г. еще и чрезвычайно засушливым, можно предположить, что при других климатических и гидрологических условиях может наблюдаться смещение значений вышеперечисленных показателей гидрохимического режима в ту или иную сторону.

А. Н. Володченко
Балашовский институт (филиал)
Саратовского университета

Жесткокрылые-ксилофаги зеленых насаждений г. Балашова

Зеленые насаждения города выполняют разнообразные функции: санитарно-гигиеническую, рекреационную, декоративную. В настоящее время зеленые насаждения являются неотъемлемой частью планировочной структуры любого города. Вместе с тем долговечность и устойчивость городских насаждений ниже, чем в естественных местообитаниях, что связано с повышенной агрессивностью городской среды. Механическое повреждение ствола и ветвей при обрезке крон, загрязнение почвы и грунтовых вод, промышленные и автотранспортные выбросы в атмосферу угнетают деревья в городе. В результате обычно происходит ухудшение состояния насаждений и отмирание отдельных деревьев. Поселение дендрофильных насекомых приводит к физиологическому ослаблению деревьев и нередко к преждевременной гибели. Особенно опасно для зеленых насаждений города насекомые ксилофаги. Поселяясь на ослабленных деревьях, они в короткое время приводят к отмиранию части кроны или всего дерева.

В Балашовском районе отмечено 118 видов древесных растений, большинство из которых встречаются в черте г. Балашова (Золотухин, 2008). Из древесных пород в зеленых насаждениях города широко распространены тополь пирамидальный, тополь бальзамический, тополь черный, липа крупнолистная, береза повислая, вяз шершавый, формирующие облик центральных улиц города, скверов и парков. Наряду с ними в частном секторе обычны различные плодовые деревья: яблони, сливы, вишни, черешни, реже встречаются абрикосы, рябины.

В 2005—2010 гг. для выяснения состава фауны жесткокрылых-ксилофагов проводилось обследование зеленых насаждений города Балашова. Исследованиями был охвачен весь комплекс жесткокрылых, питающихся корой и древесиной деревьев. При проведении исследований использовались стандартные методики сбора и отлова насекомых, принятые при лесопатологических исследованиях (Мозолевская, 1984).

В результате обследования были обнаружены нижеследующие виды жесткокрылых.

Видовой состав, обилие и трофическая специализация жесткокрылых-ксилофагов

Виды	Обилие	Тип питания	Кормовое растение
Lucanidae			
<i>Dorcus parallelepipedus</i> (Linnaeus, 1758)	1	СКсМ	Quer
Scarabaeidae			

<i>Cetonia aurata</i> (Linnaeus, 1758)	4	CKcM	Quer, Bet, Ac
<i>Valgus hemipterus</i> (Linnaeus, 1758)	2	CKcM	Quer
<i>Trichius fasciatus</i> (Linnaeus, 1758)	2	CKcM	Quer
Buprestidae			
<i>Acmaodera flavofasciata</i> (Piller & Mitterpacher, 1783)	2	Kc	Ros
<i>Agrilus ater</i> (Linnaeus, 1767)	2	Kc	Pop

Продолжение таблицы

<i>Agrilus biguttatus</i> (Fabricius, 1777)	2	Kc	Quer
<i>Agrilus viridis</i> (Linnaeus, 1758)	2	Kc	Pop
Anobiidae			
<i>Hemicoelus rufipes</i> (Fabricius, 1792)	4	Kc	Quer, Pop, Ac, Ulm, Frax, Til
Mordellidae			
<i>Tomoxia bicephala</i> A. (Costa, 1854)	4	KcM	Quer, Bet, Pop, Ac, Ulm
Alleculidae			
<i>Mycetochara flavipes</i> (Fabricius, 1793)	1	CKcM	Pop
Anaspidae			
<i>Anaspis frontalis</i> (Linnaeus, 1758)	2	KcM	Quer, Bet, Til
Cerambycidae			
<i>Alosterna tabacicolor</i> (DeGeer, 1775)	2	Kc	Quer
<i>Callidium violaceum</i> (Linnaeus, 1758)	1	Kc	Pin
<i>Chlorophorus varius</i> (Müller, 1766)	1	Kc	Pop, Ulm
<i>Leptura quadrifasciata</i> (Linnaeus, 1758)	3	KcM	Quer, Bet, Pop
<i>Mesosa myops</i> (Dalman, 1817)	2	Kc	Quer, Pop, Ac, Ulm, Frax
<i>Necydalis major</i> (Linnaeus, 1758)	1	KcM	Quer
<i>Rhagium mordax</i> (DeGeer, 1775)	1	Kc	Quer
<i>Stenocorus meridianus</i> (Linnaeus, 1758)	1	Kc	Quer
<i>Stenurella bifasciata</i> (Müller, 1776)	2	KcM	Pop, Ulm
<i>Stenurella melanura</i> (Linnaeus 1758)	2	KcM	Quer, Bet, Pop, Ulm
<i>Strangalia attenuata</i> (Linnaeus, 1758)	4	KcM	Pop, Ac, Ulm, Rosaceae
<i>Tetrops praeusta</i> (Linnaeus, 1758)	4	Kc	Rosaceae
<i>Xylotrechus rusticus</i> (Linnaeus, 1758)	2	Kc	Pop
Scolytidae			
<i>Leperisinus fraxini</i> (Panzer, 1799)	1	Kc	Frax
<i>Scolytus intricatus</i> (Ratzeburg, 1837)	2	Kc	Quer
<i>Scolytus mali</i> (Bechstein & Scharfenberg, 1805)	4	Kc	Rosaceae
<i>Scolytus multistriatus</i> (Marsham, 1802)	4	Kc	Ulm
<i>Scolytus pigmaeus</i> (Fabricius, 1787)	4	Kc	Ulm

<i>Scolytus ratzeburgi</i> (Janson, 1856)	3	Кс	Bet
---	---	----	-----

Примечание. Баллы обилия: 1 — очень редкий, 2 — редкий, 3 — малочисленный, 4 — обычный, 5 — многочисленный;

Трофическая специализация: Кс — ксилофагия, КсМ — ксиломицетофагия, СКсМ — сапроксиломицетофагия;

Роды растений: Pin — Pinus, Quer — Quercus, Frax — Fraxinus, Ulm — Ulmus, Til — Tilia, Ac — Acer, Bet — Betula, Pop — Populus.

Всего в г. Балашове нами выявлено 31 вид жесткокрылых из 9 семейств, преобладающими по количеству видов являются семейства усачей, короедов и златок. Несмотря на отмеченное выше большое разнообразие древесной флоры, лишь часть видов деревьев подвергается нападению жесткокрылых (см. табл.).

В состав фауны входят следующие виды, относящиеся к стволовым вредителям: *Agrilus ater*, *Agrilus biguttatus*, *Agrilus viridis*, *Hemicoelus rufipes*, *Mesosa myops*, *Rhagium mordax*, *Stenocorus meridianus*, *Tetrops praeusta*, *Xylotrechus rusticus*, *Leperisinus fraxini*, *Scolytus intricatus*, *Scolytus mali*, *Scolytus multistriatus*, *Scolytus pigmaeus*, *Scolytus ratzeburgi*. Они причиняют вред жизнеспособным, но физиологически ослабленным зеленым насаждениям города (Щербакова, 1980). Наиболее обильными видами являются златки *Agrilus ater*, *Agrilus viridis*, точильщик *Hemicoelus rufipes* усачи *Mesosa myops*, *Tetrops praeusta*, *Xylotrechus rusticus* и короеды *Scolytus mali*, *Scolytus multistriatus*, *Scolytus pigmaeus*, *Scolytus ratzeburgi*, которые наносят основной вред зеленым насаждениям.

Видовое разнообразие жесткокрылых-ксилофагов увеличивается к окраине города, больше всего видов было обнаружено на берегу р. Хопер, что связано с близостью пойменных лесов, из которых прилетают имаго многих видов. В целом фауна жесткокрылых-ксилофагов города Балашова представляет собой обедненную видами фауну пойменных лесов [1]. Виды, связанные с розоцветными, встречаются преимущественно в районах малоэтажной застройки, где произрастает большинство плодовых деревьев. Из них жесткокрылые предпочитают заселять яблоню, сливу, красноплодную рябину, режу грушу, вишню и другие плодовые деревья.

Нашими исследованиями было отмечено уменьшение количества видов с типами трофической специализации ксиломицетофагия и сапроксиломицетофагия в районах многоэтажной застройки и на оживленных улицах города. Жесткокрылые этих трофических групп заселяют отмершие деревья, преимущественно пораженные ксилотрофными грибами, а в районах многоэтажной застройки и на оживленных улицах города такие деревья ежегодно удаляются службой благоустройства города. Также в этих районах формируются засушливые условия, неблагоприятно воздействующие на дальнейшее заселение жесткокрылыми отмерших деревьев. По этому фактору насаждения города более близки не к пойменным

лесам, а к защитным лесополосам [2]. Обилие и видовой состав ксилофагов остается практически одинаковым во всех районах города.

Литература

1. Володченко А. Н. К изучению фауны жесткокрылых-ксилофагов Среднего Прихоперья // Биоразнообразие и роль особо охраняемых природных территорий в его сохранении: матер. Междунар. науч. конф., посвящ. 15-летию гос. природ. заповедника «Воронинский» (п. Инжавино Тамбовской области, 16—19 сент. 2009 г.). Тамбов: Издат. дом ТГУ, 2009. С. 155—156.

2. Володченко А. Н. К изучению ксилобионтных жесткокрылых защитных лесонасаждений Среднего Прихоперья // Актуальные вопросы современной энтомологии и экологии насекомых: матер. Междунар. науч. конф., посвящ. памяти А. И. Фомичева, Борисоглебск, 3—4 декабря 2009 г. Борисоглебск, 2010. С. 39—44.

3. Мозолевская Е. Г., Катаев О. А., Соколова Э. С. Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 152 с.

4. Золотухин А. И. Дендрофлора г. Балашова и Балашовского района // Социально-экологические проблемы малого города: матер. Всерос. науч.-практич. конф. (Балашов, 9—10 октября 2008 г.). Балашов: Николаев, 2008. С. 49—52.

5. Щербакова Л. Н. Вредители городских и защитных насаждений. Л.: ЛТА, 1980. 124 с.

А. Т. Глухов

Саратовский государственный технический университет

Минимальная вероятность ущерба — цель живых организмов

В жизненном процессе каждый живой организм стремится минимизировать вероятность ущерба или собственной гибели. Это происходит в соответствии с формированием и расходом прибавочной энергии организмов [9] на всех уровнях организации живого вещества. То есть прибавочная энергия формируется и расходуется на молекулярном, клеточном, органном, организменном, популяционном, биоценотическом и биосферном уровнях организации живых организмов.

Преобразование энергии есть случайный процесс, совершающийся между живым организмом и природой. В этом процессе между собой и природой организм своей деятельностью регулирует и контролирует обмен энергией и веществом. По отношению к веществу природы сам организм является силой природы [11]. Чтобы преобразовать вещество природы и природную энергию в формы, пригодные для собственной жизни организма, он осуществляет захват вещества, содержащего энергию, или воспринимает энергию светового излучения. Часть этой энергии используется для построения собственного тела — потребительная энергия. К потребительной же энергии относится и другая ее часть, с помощью

которой организм приводит в движение принадлежащие его телу естественные физические и химические силы. Кроме того, организм производит избыточную энергию, в которой, на первый взгляд, нет необходимости. Эту избыточную часть энергии будем называть прибавочной [9]. Прибавочная энергия используется организмом в том случае, если появляются экстремальные условия для его существования. То есть для активизации имеющих место, но не задействованных в оптимальных условиях, приспособительных механизмов. Воздействуя посредством этих сил на природу и изменяя ее, организм в то же время изменяет свою собственную природу [11]. Взаимные изменения происходят при минимальной вероятности разрушения как самого процесса приобретения и использования энергии, так и при построении тела организма. Эти взаимные изменения происходили на протяжении многих миллионов лет [4; 10], за которые процесс преобразования энергии и вещества приобрели современные формы. Современные же способы осуществления процессов преобразования вещества и энергии имеют такой уровень, при котором упорядоченная игра сил природы также осуществляется в соответствии с законом о минимальной вероятности разрушения этих процессов. Таким образом, любой организм не только преобразует форму окружающей его природы и изменяется сам под влиянием ее сил, но и реализует закон, который определяет способ и характер этих взаимодействий с природой. И эти взаимодействия не единичное природное явление. Кроме напряжения органов, которыми осуществляется захват вещества, содержащего энергию или восприятие энергии светового излучения и преобразование этой энергии, необходимо упорядоченное направление внутренних физических сил организма, побуждающих этот организм к активным действиям. Появление таких сил и начало их активных действий лежат не в плоскости витализма, а в биофизических взаимодействиях развития случайного процесса биологических событий на молекулярном уровне. Физические силы и их действия существовали всегда. Например, «Большие и малые биологические молекулы обеспечивают биосинтез, метаболизм и биоэнергетику» [4]. К таким силам относятся как сильные химические ковалентные связи, так и слабые молекулярные взаимодействия: ионные, ион-дипольные, ориентационные, индукционные, дисперсионные, водородные и гидрофобные, а также каталитические свойства ферментов. Эти силы можно рассматривать как природные средства, с помощью которых хаотичное размещение вещества в пространстве и во времени приводится к последовательному и упорядоченному состоянию. Причем само их действие происходит не хаотично, а также упорядоченно. Упорядоченность же действия выше названных сил природы определяет-

ся такой последовательностью событий, которая приводит к минимальной вероятности разрушения процесса [5; 6; 7].

Минеральные вещества грунтовых пород, вода и воздушная среда обеспечивают живым организмам готовые жизненные средства. Причем они существуют без всякого содействия со стороны живых организмов. Живые организмы сформировались при их посредстве или появились благодаря их существованию. Наличие же солнечной энергии является необходимым, но не достаточным условием для запуска процесса формирования живых организмов. Случайный процесс химической [10] и далее биологической [1; 2; 3; 4] эволюции, развивавшийся по физическим законам сильных и слабых молекулярных взаимодействий этих составляющих, привел сначала к пассивным формам аккумуляции энергии. Эти пассивные формы создавались и одновременно разрушались при воздействии агрессивной среды [3]. Однако случайный процесс многократного их формирования и разрушения определил возможность появления защитных структур, например, мембран, которые препятствовали утечке сосредоточенной в пассивных формах аккумулярованной энергии и одновременно разрушению этих форм при действии агрессивной среды. Непрерывный приток и аккумуляция энергии в частично изолированных пассивных формах приводил к разрыву мембраны и опять-таки к разрушению. При этом стала иметь значение предельная величина энергии, сосредоточенной в отдельной частично изолированной форме. Эта предельная величина энергии явилась критерием для разделения отдельной формы на две части с несколько меньшим количеством энергии. Однако это деление также сопровождалось их разрушением. Многократное же повторение процесса привели к тому, что появился механизм деления изолированных форм и разрушения прекратились. Дальнейшее развитие процесса аккумуляции энергии и тенденций ее сохранения привели к формированию вторичных защитных структур, которые определяли сложное внутреннее строение носителей энергии и возможность их перемещений — положительный (отрицательный) таксис [1; 3; 5; 6; 7]. Этим устанавливался переход от пассивной к активной форме существования этих носителей аккумулярованной энергии. Активными же носителями энергии стали организмы. У организмов появилась цель — минимальная вероятность ущерба или гибели. Расход энергии происходил одновременно с ее пополнением, которое осуществлялось двумя способами. При первом — захват энергии иных носителей энергии или их разрушенных форм. Он способствовал совершенствованию механизма захвата, хранения и расхода этой энергии. При втором — восприятие солнечной энергии, при котором совершенствовался механизм самого восприятия, а также хранения и расхода энергии.

Таким образом, случайный процесс появления носителей аккумулированной энергии происходил в направлении многократного их формирования и разрушения и постепенно приводил к образованию структур, разрушения которых были менее вероятны. То есть на каждом этапе качественных приобретений уменьшалась вероятность разрушения носителей аккумулированной энергии, и в этом случае не происходило никакой борьбы за существование. Более поздние этапы эволюции характеризуются конкуренцией за обладание энергией и борьбой за существование — выживают сильнейшие [8]. Это определило верхний предел условий существования организмов. Законом же о минимальной вероятности разрушения процесса существования жизни устанавливается как верхний, так и нижний пределы [5; 6; 7]. При этом качественно преобразовываются как сами организмы, так и среда их обитания, заполняемая той энергией, которая диссипировала в результате процессов разрушения и отходами химических реакций. В этом плане необходимо упомянуть [1; 2; 3; 4] процесс формирования донных отложений в реках, морях и океанах, позднее — отложений в виде почв из органических остатков и минеральных веществ грунтовых пород. Происходили также изменения в составе газовоздушной оболочки Земли [1; 2; 3]: обогащение кислородом сначала приземного слоя, а затем и всей атмосферы. Эти процессы увеличивали комфортность существования носителей аккумулированной энергии и также уменьшали вероятность их разрушения.

В современных условиях потребительская энергия организмов расходуется на формирование тканей и работу по добыванию воды, веществ питания и газообмена. При этом имеет место производство избыточного количества энергии. Разность между общим количеством производимой энергии и затратами на ее производство есть прибавочная энергия [9]. Формирование прибавочной энергии организма связано с последовательностью событий, которые определяют случайный процесс его развития. Количество же прибавочной энергии не может быть меньше нуля или равно нулю, равно как и больше некоторого предельного уровня. В противном случае организм погибнет. Поэтому жизненная цель организмов минимизировать вероятность своей гибели путем использования приспособительных механизмов, обеспечивающих количество прибавочной энергии выше минимального и ниже максимального порогового уровня.

Литература

1. Барабой В. А. Солнечный луч. М.: Наука, 1976. 241 с.
2. Вернадский В. И. Живое вещество. М.: Наука, 1978. 358 с.
3. Войткевич Г. В. Возникновение и развитие жизни на Земле. М.: Наука, 1988. 144 с.
4. Волькенштейн М. В. Биофизика. М.: Наука, 1981. 573 с.
5. Глухов А. Т. Введение в теорию экологического риска: Вавиловские чтения-2007: матер. конф. Саратов: Научная книга, 2007. С. 124—130.

6. Глухов А. Т., Глухов Т. А. Минимальный риск ущерба — целевая функция системы «водитель — автомобиль» // Новости в дорожн. деле: науч.-техн. информ.: сб. М.: ИНФОРМАВТОДОР, 2007. С. 24—48.

7. Глухов А. Т. Экологический риск, допускаемый организмами: Вавиловские чтения-2007: матер. конф. Саратов: Научная книга, 2007. С 130—133.

8. Дарвин Ч. Сочинения / под общ. ред. Л. С. Берга, А. А. Борисяка [и др.]. Л.: Академия наук СССР, 1939. 831 с.

9. Калмыков С. И., Глухов А. Т. Вероятностно-математическая модель формирования прибавочной энергии растений: Вавиловские чтения-2009: матер. Междунар. науч.-практ. конф. Саратов: КУБиК, 2009. С. 138—142.

10. Кузнецов В. И. Общая химия: Тенденции развития: [науч.-попул.]. М.: Вышш. шк., 1989. 288 с.

11. Маркс К. Капитал. Критика политической экономии / пер. с нем. И. И. Скворцова-Степанова. Т. 1. М.: Политиздат, 1969. 907 с.

Т. С. Громова

ГОУ ВПО «Борисоглебский государственный педагогический институт»

К изучению фауны усачей (*Coleoptera, Cerambycidae*) Борисоглебского района

Семейство Усачи, или Дровосеки (*Cerambycidae*) — жуки средних и крупных размеров с вытянутым телом и большими усами, длина которых часто превышает длину тела. Усачи — единственные жуки, способные закидывать усы назад, вытягивая их вдоль тела. Большинство из них издают скрипучие звуки при трении среднегруди о переднегрудь.

Многие усачи являются опасными вредителями леса. Большой урон хвойным насаждениям и неокоренным лесоматериалам наносят черные усачи: усач сосновый (*Monochamus galloprovincialis* Ol.), усач малый (*M. minor* L.) и усач еловый (*M. urussovi* L.). На ели развивается Усач еловый блестящегрудый (*Tetropium castaneum* L.). Личинки домового усача (*Hylotrupes bajulus* Ol.) повреждают деловую древесину и деревянные сооружения. Поэтому изучать семейство Усачи необходимо, чтобы предотвратить повреждения коры деревьев, масштабное развитие опасных вредителей лесных пород [4].

Фауна Усачей северо-востока Воронежской области слабо изучена. Имеются лишь фрагментарные сведения. Самые ранние данные по фауне усачей СССР были представлены в работе Н. Н. Плавильщикова. В ней дается достаточно подробное описание строения тела усачей как имаго, так и личинок; кратко описывается их экология и распространение по территории СССР [15].

С 1953 г. в зоологическом институте АН СССР О. Л. Крыжановский, его ученики и соавторы разрабатывают, главным образом, вопросы си-

стематики, фаунистики и географического распространения усачей. Это все определяет актуальность нашего исследования.

Изучение данного семейства имеет практическое значение. Полученные результаты могут быть использованы для дополнения кадастра Воронежской области, а также для уточнения биогеографии, типа ареала собранных видов. Многие виды очень крупные, поэтому служат объектами изучения в школе и увлекают детей своим разнообразием и эстетическими свойствами. Коллекции могут использоваться на занятиях по дисциплинам вуза: зоология, общая энтомология, экология насекомых и для проведения педагогической практики.

Встречаемость и уловистость жуков усачей

№	Название рода	Количество видов	%	Уловистость	%
1	<i>Prionus</i>	2	4,6	14	7
2	<i>Rhadium</i>	2	4,6	12	6
3	<i>Phytoecia</i>	1	2,3	1	0,5
4	<i>Arhopelus</i>	1	2,3	1	0,5
5	<i>Agapanthia</i>	1	2,3	2	1
6	<i>Saperda</i>	1	2,3	2	1
7	<i>Anaesthetis</i>	1	2,3	12	6
8	<i>Exocentrus</i>	1	2,3	4	2
9	<i>Acanthoderes</i>	1	2,3	4	2
10	<i>Mesosa</i>	1	2,3	12	6
11	<i>Monochamus</i>	2	4,6	10	5
12	<i>Lamia</i>	1	2,3	6	3
13	<i>Dorcadion</i>	4	9,2	22	11
14	<i>Purpuricenus</i>	2	4,6	10	5
15	<i>Chlorophorus</i>	1	2,3	2	1
16	<i>Plagionotus</i>	1	2,3	10	5
17	<i>Spondylis</i>	1	2,3	4	2
18	<i>Strangalina</i>	1	2,3	6	3
19	<i>Strangalia</i>	2	4,6	8	4
20	<i>Leptura</i>	2	4,6	12	6
21	<i>Xylotrechus</i>	2	4,6	8	4
22	<i>Callidium</i>	1	2,3	4	2
23	<i>Rhopalopus</i>	2	4,6	6	3
24	<i>Rosalia</i>	1	2,3	3	1,5
25	<i>Aromia</i>	1	2,3	2	1

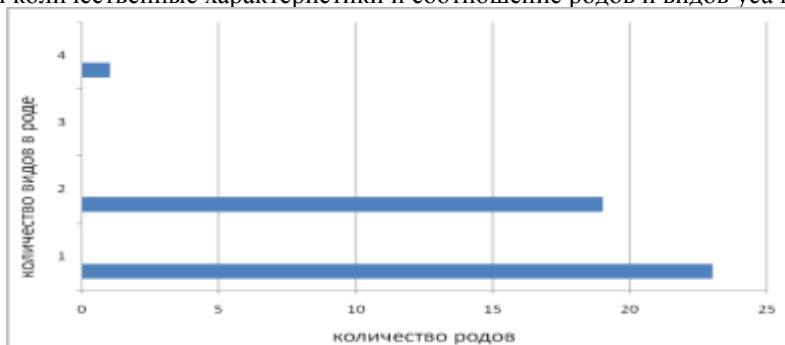
26	<i>Cerambyx</i>	1	2,3	8	4
27	<i>Trichoferus</i>	2	4,6	16	8
28	<i>Acmaeops</i>	1	2,3	1	0,5
29	<i>Evodinus</i>	1	2,3	2	1
30	<i>Acimerus</i>	1	2,3	4	2
31	<i>Stenocorus</i>	1	2,3	6	3
Всего		44	100,00	214	100,00

В работе была определена цель исследования: изучить видовой состав и экологические особенности усачей Борисоглебского района на примере Теллермановского леса.

В ходе исследований в составе фауны усачей Борисоглебского района было зарегистрировано 44 вида, принадлежащих к 31 роду. Такие виды как *Arhopelus tristis* и *Phytoecia nigricornis* отмечаются впервые для Воронежской области за последние 50 лет.

Анализ видового состава родов показал, что наиболее разнообразен род *Dorcadion* (9,2 %) (см. табл.). Это связано с тем, что он занимает особую группу усачей по спектру питания — герпетобионты. Нет большой конкуренции в питании, так как они встречаются только на поверхности почвы и связаны не с зелеными частями растений, а с корневой системой.

На основе таблицы была составлена диаграмма (см. рис.), где отражены количественные характеристики и соотношение родов и видов усачей.



Таксономическое разнообразие усачей пойменной дубравы

Всего один род усачей очень разнообразен в фауне изучаемого района и представлен четырьмя видами, восемь родов представлены двумя видами и самую большую группу составляют 22 рода усачей, насчитывающих по одному виду.

Наиболее редкими для Воронежской области являются:

1. *Rosalia* sp. — прсп. без острого бугорка на боках диска. Ус. без черных волосяных щеток. Черный, в густом пепельно-сером покрове. Крым, Кавказ. Редок.

2. *Dorcadion equestre* — шовная полоса очень широкая, неровная, позади середины надкр. короткая перевязь или поперечное пятно, образующее вместе с шовной полосой крестообразный рис. у самцов, а у самок полоска. Ус. и ноги черные. 13—20. Юг, лесостепи, степи. Не часто. На склонах, опушках.

3. *Rhopalopus clavipes* — прсп. без гладких промежутков (иногда таковой есть на срединной линии), по сторонам б. м. угловато расширена. Черный. 10—23. Редок.

4. *Mesosa myops* — надкр. со многими черными (без желтой каемки) и желтыми пятнышками; прсп. с 4 черными пятнами, окаймленными только по бокам. 7—16. Многояден. Не часто, местами обычен. Леса, сады.

Таким образом, наши исследования позволили выявить видовой состав фауны усачей Борисоглебского района и установить их встречаемость в изучаемом районе, пополнить кадастр Воронежской области.

Литература

1. Акимов М. Н. Понятие жизненной формы и его использование в экологических исследованиях. Третья экологическая конференция: тез. докл. Ч. I / отв. ред. А. П. Маркевич; КГУ им. Т. Г. Шевченко. Киев, 1954. С. 3—5.

2. Акимушкин И. И. Мир животных. Рассказы о насекомых. М.: Молодая гвардия, 1975. 238 с.

3. Бау А. Определитель жуков средней Европы. СПб., 1914. С. 586.

4. Брем А. Э. Жизнь животных. Т. 3. М.: Терра, 1992.

5. Гиляров М. С. Особенности почвы как среды обитания и ее значение в эволюции насекомых. М.; Л.: АН СССР, 1949. 264 с.

6. Гиляров М. С. Почвенные беспозвоночные в составе сообщества умеренного пояса. Л.: Наука, 1975. С. 218—240.

7. Горностаев Г. Н. Определитель отрядов и семейств насекомых фауны России. М.: Изд. корпорация «Логос», 1999. 176 с.

8. Догель В. А. Зоология беспозвоночных: учебник для студентов биолог. спец. институтов. М.: Высш. шк., 1981. 606 с.

9. Душенков В. М. Летняя полевая практика по зоологии беспозвоночных: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. завед. М.: Изд. центр «Академия», 2000. 256 с.

10. Енькова Е. И. Теллермановский лес и его восстановление. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1976. 216 с.

11. Зенильман А. П. Практикум по зоологии беспозвоночных. М.: Высш. шк., 1999. 315 с.

12. Кайгородов Д. Н. Родная природа. М.: Лесная промышленность, 1967. С. 13.

13. Скуфьин К. В. Насекомые юго-востока Черноземного центра. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1978. 164 с.

14. Постоев М. Теллермановский лес: очерк. Воронеж, 1951. 100 с.

15. Плавильщиков Н. Н. Собрание зоологических коллекций и техника изготовления зоологических экспонатов. М.: Высш. шк., 1985. 395 с.

А. Н. Гудина

Государственный природный заповедник «Воронинский»

Встречи редких и малоизученных птиц в среднем течении реки Вороны в 2010 г.

Представлены материалы, полученные преимущественно в ходе наблюдений за сезонными миграциями птиц на территории заповедника «Воронинский» и в его ближайших окрестностях в Инжавинском и Кирсановском районах Тамбовской области.

Большая белая цапля — *Egretta alba* (Linnaeus, 1758). С 16 по 23 сентября на прудах рыбхоза «Карай» постоянно находились 10—11 кормящихся особей этого вида. 23 сентября наблюдался и пик пролета серых цапель (учтено 70).

Лебедь-шипун — *Cygnus olor* (Gmelin, 1789). Первых лебедей (пару) отметили 29 марта в окр. с. Балыклей Инжавинского р-на. 6 апреля на заповедном оз. Кипец, только частично освободившемся ото льда, держалась стайка из 14 птиц.

На территории заповедника размножались две пары: на оз. Кипец вывелось 6 птенцов, на оз. Рамза — 2.

16 сентября на территории рыбхоза «Карай» учтено 29 лебедей (21 — на полуспущенном Пущинском пруду, 8 — на Васильевском). 26 сентября на одном Васильевском пруду держалось 37 шипунов (30 ad. + 7 juv.).

Большой крохаль — *Mergus merganser* (Linnaeus, 1758). 6 апреля на Пущинском пруду рыбхоза «Карай» наблюдались 2 кормившиеся самки.

Чеглок — *Falco subbuteo* (Linnaeus, 1758). 17 сентября в течение первой половины дня над акваторией заповедного оз. Рамза постоянно планировали 2—3 птицы.

Тулес — *Pluvialis squatarola* (Linnaeus, 1758). 26 сентября на спущенных прудах рыбхоза «Карай» учтено 3 одиночные птицы, 2 из которых держались в стае чибисов.

Малый зук — *Charadrius dubius* (Scopoli, 1786). 16 сентября 3 зуйки зарегистрированы на одном из остонов Пущинского пруда рыбхоза «Карай». 26 сентября стайка из 7 птиц кормилась на грязи спущенного Салтыковского пруда. Вероятно, все наблюдавшиеся зуйки принадлежали к данному виду. По крайней мере, издали в бинокль белая полоса на крыле у взлетающих птиц не просматривалась.

Кулик-сорока — *Haematopus ostralegus* (Linnaeus, 1758). 6 апреля на Пущинский пруд рыбхоза «Карай» с Пущинских лугов прилетела одиночная птица.

Сирийский дятел — *Dendrocopos syriacus* (Hemprich et Ehrenberg, 1833). Недавно нами сообщалось о первой регистрации пары этого вида на востоке Тамбовской области³ [1]. Дальнейшие наблюдения позволили доказать гнездование нового для нашей фауны вида птиц. 7 июля в р. п. Инжавино, на ул. Ленинградской, в одном из приусадебных садов обнаружена самка сирийского дятла, кормившая летного птенца.

Луговой конек — *Anthus pratensis* (Linnaeus, 1758). 26 сентября одиночная птица держалась в стайке из 7 белых трясогузок на грязи спущенного Салтыковского пруда рыбхоза «Карай».

Пуночка — *Plectrophenax nivalis* (Linnaeus, 1758). 11 марта стайку из 12—15 птиц наблюдали в Кирсановском районе на трассе Кирсанов — Тамбов, недалеко от границы Рассказовского района.

А. П. Гусев, С. В. Андрушко

Учреждение образования «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины», г. Гомель, Беларусь

Оценка антропогенной нагрузки на ландшафты юго-востока Беларуси (в историческом аспекте)

Исследование антропогенных изменений ландшафтов на различных временных срезах является важной составляющей установления предпосылок современного состояния окружающей среды. Определение и анализ показателей антропогенного воздействия на различных этапах позволяет уточнить факторы, влияющие на современное состояние ландшафтов, и прогнозировать варианты дальнейшего их развития.

Объект исследований — ландшафты юго-востока Беларуси. Предмет исследований — антропогенные изменения экосистем и ландшафтов юго-востока Беларуси за последние 2,5 тыс. лет. В ходе работы решались задачи: 1) изучение на основе археологических и письменных источников эволюции природопользования на юго-востоке Беларуси; 2) оценка антропогенных изменений экосистем и ландшафтов на различных временных срезах.

Для оценки антропогенной нагрузки на ландшафты юго-востока Беларуси использованы следующие показатели: плотность поселений археологических культур, их средняя людность (определяется палеодемографическим методом) и сельскохозяйственная освоенность земель. Природно-ландшафтная структура представлена следующими родами ландшафтов: моренно-зандровым, вторичным водно-ледниковым, аллювиальным террасированным, пойменным, озерно-аллювиальным и вторично-морен-

³ Гудина А. Н. Первая регистрация сирийского дятла *Dendrocopos syriacus* (Hemprich et Ehrenberg, 1833) на востоке Тамбовской области // Науч. ведомости БелГУ. Сер. Естеств. науки. 2010. № 3 (74). Вып. 10. С. 45—46.

ным. Наибольшее значение для размещения населения и хозяйства на протяжении всей истории имели моренно-зандровый, аллювиальный террасированный и пойменный ландшафты.

Основным фактором антропогенных изменений ландшафтов в I-м тысячелетии н. э. и до начала средневековья следует считать, повсеместно применявшееся в этот период подсечно-огневое земледелие. С учетом нормы площади подсеки, необходимой для обеспечения ресурсами одного человека, а та же площади гари [3; 4], величины людности и плотности населения на том или ином этапе определяется величина антропогенной нагрузки на ландшафты модельного района (см. табл.). Вследствие слабой изученности особенностей хозяйства эти цифры следует рассматривать как весьма приблизительные.

В ходе исследований установлено, что в I тысячелетии до н. э. антропогенным изменениям, связанным с подсечно-огневым земледелием, было подвержено в среднем 29 % территории (табл. 1). Плотность населения оценивается в 3,4 человека на км², максимальная плотность населения приходится на моренно-зандровый ландшафт — 4,4 человека на км². Наибольшие изменения, вероятно, имели место именно в моренно-зандровом ландшафте (почти до 66 % площади), а также в аллювиальном террасированном (до 53 %). В наименьшей степени были изменены озерно-аллювиальный и пойменный ландшафты (до 5 %).

Антропогенная нагрузка на ландшафты в I-м тысячелетии до н. э.

Ландшафт	Плотность поселений, штук на 100 км ²	Плотность населения, человек на км ²	Сельскохозяйственная освоенность, %	Площадь гарей, %
Моренно-зандровый	2,21	4,4	11—66,4	28,7
Вторичный водно-ледниковый	1,23	2,4	6,1—37	16
Аллювиальный террасированный	1,76	3,5	8,8—53	22,9
Пойменный	0,85	1,7	7,2—25,6	11
Озерно-болотный	1,02	2,05	5,1—30,8	13,3
Общая	1,70	3,4	8,5—51	22,1

В I-м тысячелетии н. э. антропогенная нагрузка снижается: уменьшается общее число поселений (в 1,34 раза) и, вероятно, их людность. Антропогенные изменения, связанные с земледелием, затрагивают около 12 % площади района. Плотность населения — менее 1 человека на км² (максимальная плотность населения в моренно-зандровом ландшафте — 1,48). Наибольшая нагрузка приходится на моренно-зандровый (до 22 %)

ландшафт, а также вторичный водно-ледниковый и аллювиально-террасированный — до 7 %.

К концу первого тысячелетия на территории лесной зоны Восточной Европы основной формой земледелия является пашенное земледелие [1; 2], основанное на различных вариантах паровой системы земледелия (трехполье, перелог). Для обеспечения одного человека в условиях умеренного климата при пашенной системе земледелия требуется около 1 га пашни, с учетом засева пашни 5—10 лет и оборота 15—20 лет на одного человека приходится 2—3 га обрабатываемой земли.

К началу средневекового периода антропогенным изменениям подвергается в среднем до 4,4 % территории, а средняя плотность составляет 1,4 чел./км². Наиболее преобразованным на данном этапе является морено-зандровый ландшафт — до 7,5 %, в то время как преобразованность других ландшафтов составляет 2—3 %.

В течение XVI—XIX вв. антропогенные изменения проявились на 50 % территории. Средняя плотность увеличилась до 17,7 чел./км², максимальная плотность отмечена в морено-зандровом ландшафте 23,4 чел./км². В этот период происходит значительное увеличение сельскохозяйственной освоенности по сравнению с предыдущим этапом — до 45—70 %. Значительно увеличивается площадь земель, испытывающих интенсивную сельскохозяйственную нагрузку — от 9 000 га до более 200 000 га. Наибольшие изменения отмечены в морено-зандровом ландшафте (46—70 %) и вторичном водно-ледниковом (37—56 %). Средний уровень освоенности характерен для аллювиально-террасированного (до 45%) и озерно-аллювиального (до 38 %) ландшафтов.

Таким образом, наибольшая величина сельскохозяйственной освоенности характерна для морено-зандрового ландшафта — 63—95 %. Также здесь отмечена наибольшая плотность населения — 31,8 чел./км². Несколько меньшей освоенностью отличается вторичный водно-ледниковый ландшафт — 49—74 % и аллювиальный террасированный — 41—62 % ландшафты. Наименьшие значения сельскохозяйственной освоенности характерны для озерно-аллювиального (24—36 %) и пойменного ландшафтов (11—17 %).

Литература

1. Бобровский М. В., Гин А. В. Земледелие в Европе // Триз-профи: эффективные решения. № 2. 2007. С. 44—61.
2. Коробушкина Т. Н. Земледелие на территории Белоруссии в X—XIII вв. Мн.: Наука и техника, 1979.
3. Краснов Ю. А. Раннее земледелие и животноводство в лесной полосе Восточной Европы. М.: Наука, 1971.
4. Миллов Л. В. Великорусский пахарь и особенности российского исторического процесса. М.: РОССПЭН, 1998.

Использование индексов биологического разнообразия с целью лишеноиндикации состояния атмосферного воздуха

В условиях высокой плотности городского населения, интенсивного загрязнения урбоэкосреды промышленными предприятиями и автотранспортом, особо важными становятся пути оптимизации среды обитания человека. Оценка состояния городских насаждений важна для отслеживания изменений качества условий урбоэкосреды. Лишайники являются важными компонентами природных и урбанизированных комплексов, широко известны своей чувствительностью к загрязнению атмосферы и способностью реагировать на рекреационные нагрузки, что, несомненно, важно для оценки современного состояния ландшафтов, претерпевших значительные преобразования хозяйственной деятельностью. В связи с этим актуальным вопросом является проведение анализа состояния и биоразнообразия городской лишенобиоты крупного промышленного центра, каковым является г. Минск, в связи с антропогенным воздействием компонентов урбоэкосистемы.

Большинство методов, используемых при лишеноиндикационных исследованиях, имеют ряд недостатков, связанных с длительностью, сложностью проведения и высокой стоимостью исследований (анализы исторических данных и изменения физиолого-биохимических параметров индикаторных видов), отсутствием индикационных видов на исследуемой территории (картирование распространения индикаторных видов и их характеристик), субъективностью, зависимостью от микроклимата и породы фарофита (использование синтетических индексов для количественной оценки загрязнения среды), сложностью интерпретации результатов (зонирование территории, основанное на определении изменений в обилии и общем числе видов).

Более информативным и менее субъективным в интерпретации является метод оценки структуры лишеноценозов, основанный на вычислении индексов, не связанных с определенным статистическим распределением, а являющихся функцией только видовой структуры. К их числу можно отнести и индекс биологического разнообразия.

Биоразнообразие — индекс благополучия среды. Корреляция между загрязнением экосистемы и увеличением уровня антропогенного воздействия на нее и снижением биологического разнообразия была выявлена еще в 70-е гг. XX в. [1; 2; 5; 6]. За это время для оценки качества среды были использованы все известные индексы разнообразия, в результате чего мнения ученых о том, какой из индексов наилучшим образом отра-

жает уровень загрязнения и степень негативных изменений в структуре сообщества, разделились [8]. В большинстве случаев выбор индекса определялся не только качественными характеристиками индекса (дискриминантная способность, чувствительность к размеру выборки, используемый критерий и простота в расчетах), но и типом изучаемого сообщества и воздействующего на него фактора [1; 2; 3; 6].

При этом среди всех способов изучения биоразнообразия — индексы видового богатства (геометрический ряд, логарифмический ряд, модель разломанного стержня и т. д.), индексы, основанные на относительном обилии видов (индекс Шеннона, индекс Симпсона, мера разнообразия Макинтоша и т. д.) — наиболее широкое распространение получили индексы Шеннона и Симпсона. Они обладают хорошей дискриминантной способностью, низкой чувствительностью к размеру выборки и относительной простотой расчетов, но при этом оценивают различные характеристики сообщества. Индекс Шеннона основан на оценке видового богатства, а индекс Симпсона — доминирование [8].

При проведении лишеноиндикационных исследований качества атмосферного воздуха в г. Минске нами было проведено сравнение индикационных способностей индексов Шеннона и Симпсона, наиболее часто применяемых в лишеноиндикации, индексом полеотолерантности и выровненностью по Шеннону (т. к. этот индекс исследует еще одну важную характеристику природного сообщества — выровненность). Сравнение проводилось путем расчета корреляции между индексом загрязнения атмосферы, полученном по данным инструментальных измерений на станциях непрерывного измерения содержания приоритетных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, с индексами биоразнообразия и полеотолерантности.

*Корреляция индикационных показателей
качества атмосферного воздуха*

Расположение участка исследований	ИЗА	IP (индекс полеотолерантности)	H (индекс Шеннона)	D (индекс Симпсона)	E (выровненность по Шеннону)
Горецкого — Шаранговича	2,1	8,116751	1,4555433	0,24634	0,904379904
Богдановича — Широкая	4,6	8,08658	1,85484084	0,161392405	0,891989896
Радиальная — Ваушасова	2,9	8,67193676	1,52951598	0,244067797	0,786015728
м-н Шабаны	2,4	8,7847769	1,39119245	0,294172494	0,714931
площадь Казинца	2,3	8,538462	1,37510002	0,316394434	0,661283
Жукова — Держинского	3,5	8,64187328	1,53459263	0,25743349	0,788624608
Тимирязева — Саперов	3,8	8,648	1,53559145	0,231203008	0,85703

ст. м. Пролетарская	3,7	8,730769	1,52028681	0,24947	0,781272869
Немига — Городской вал	3,5	7,822485	1,38046032	0,32004	0,709416
Коэффициент корреляции (r)		0,1043	-0,7952	-0,6811	-0,40992242

Для этого по стандартной методике [7] было проведено изучение лишенофлоры на тех участках города, где находятся станции измерения. В ходе исследования на участках выбирались здоровые средневозрастные деревья, на которых с четырех сторон (северной, южной, западной и восточной) на высоте 130 см описывался видовой состав лишайников и измерялось проективное покрытие каждого вида с помощью сетки с ячейками 1×1 см. Неизвестные и трудноопределяемые виды собирались в конверты и шифровались а затем определялись в лабораторных условиях. По полученным в результате исследования данным были рассчитаны индексы Шеннона, Симпсона и выровненность по Шеннону, по методике описанной Мэгарран [8], а также индекс полеотолерантности по методике, предложенной Трассом [10]. После чего была рассчитана корреляции данных индексов с индексом загрязнения атмосферы по стандартной формуле [9]. В результате были получены данные, приведенные в таблице.

Как видно из таблицы, наиболее сильная корреляция с уровнем загрязнения воздуха наблюдается у индекса Шеннона. Это подтверждает, что индексы биоразнообразия, являются достоверными индексами качества среды. Кроме того, они более точно отражают состояние атмосферы, чем лишенологические синтетические индексы. Наиболее подходящим для лишенологических исследований качества воздуха является индекс Шеннона.

Также в результате данного исследования установлено, что биологическое разнообразие лишенофлоры в г. Минске довольно низкое, что связано не только с загрязнением атмосферы производственными предприятиями и транспортом, но довольно высоким уровнем антропогенного воздействия на среду, имеющем место в крупных городах.

Литература

1. Mason C. F. The performance of an index of diversity in describing the zoobenthos of to laces // Appl. Ecol. 1977. № 14. P. 363—367.
2. May R. M. Patterns in multi-species communities // Theoretical Ecology: Principles and Applications. Blackwell: Oxford, 1981. P. 197—227.
3. Poiner I. R., Kennedy R. Complex patterns of change in the macrobenthos of a large sandbank following dredging // Mar. Biol. 1984. № 78. P. 335—352.

4. Rosenberg R. Benthic faunal dynamics during succession following pollution abatement in a Swedish estuary // *Oikos*. 1976. № 27. P. 414—427.
5. Schafer C. T. Distribution of foraminifera near pollution sources in Charleux Bay // *Water Air Soil Pollut.* 1973. № 2. P. 219—233.
6. Wu R. S. S. Periodic defaunation and recovery in a subtropical epibenthic community, in relation to organic pollution // *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 1982. № 64. P. 253—269.
7. Бойко А. В., Кісялеў В. Н., Чубанаў К. Д. [и др.]. Ліхенаіндыкацыя рассявання серузмьшчаючых тэхнагенных эмісій у зяленай зоне Мінска // *Весці Акадэміі навук Беларускай ССР. Серыя біялагічных навук*. Мн.: Навука і тэхніка. 1981. № 1. С. 23—26.
8. Мэгарран Э. Эколагічнае разнаобразіе і яго измеренне / пер. с англ. Н. В. Матвеевой. М.: Мир, 1992. 181 с.
9. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. Изд. 3-е, испр. Мн.: Вышэйшая школа, 1973. 320 с.
10. Трасс Х. Х. Частные методы лишеноиндикации // *Биогеохимические аспекты криптоиндикации*. Таллин: АН ЭССР, 1982. 53 с.

Т. С. Завидовская

ГОУ ВПО «Борисоглебский государственный педагогический институт»

К вопросу о формировании урбанофлоры (на примере г. Борисоглебска Воронежской области)

Борисоглебск является крупным административным и хозяйственным центром, вторым по значимости городом Воронежской области. Он располагается на северо-востоке области. Автомобильные и железнодорожные сети соединяют его с различными регионами Российской Федерации, прежде всего центром и югом.

Борисоглебск основан в 1698 г. как небольшая крепость на берегу р. Вороны, окруженная лесом. За более чем 300-летнюю историю город постоянно расширялся, захватывая новые территории. В настоящее время его площадь составляет 5 371 га. Лес сохранился лишь к западу и северо-западу от города. На южной окраине сейчас находятся искусственные посадки сосны. Значительная часть города соседствует с агроценозами.

Город расположен в юго-восточной части Окско-Донской равнины. Его территория входит в состав Среднехоперского придолинного южно-лесостепного района [15]. Для умеренно континентального климата региона характерны жаркое сухое лето и умеренно холодная зима. Увлажнение в вегетационный период недостаточное.

По характеру рельефа большая часть города приурочена к водораздельному плато рек Ворона и Хопер. На севере, западе и юге город занимает террасы и спускается к пойме.

Зональными типами почв района города являются типичные черноземы и темно-серые лесные почвы. Однако они сохранились лишь локально. Основной фон образуют урбаноземы.

История человечества — это история борьбы за независимость от природы с целью создания наиболее комфортной среды обитания. Одним из результатов этого стало появление и расширение городов — территорий, где трансформированы все естественные факторы среды и создается принципиально новая экосистема. В XX в. урбанизация приобрела глобальный характер и осуществляется со все возрастающей скоростью. Так, на территории Воронежской области с 1959 по 1991 гг. численность городского населения возросла почти в два раза — с 35 до 61 % [2].

Городские экосистемы, несмотря на специфичность своей структуры и факторов формирования, не являются редуцированными. Они состоят из тех же компонентов, что и естественные экосистемы: рельеф, климат, почвы, фитоценоз, зооценоз и т. д. Однако эти компоненты приобретают в процессе формирования новые черты. Это относится и к урбанофлоре.

Флора города — это специфическая система видов растений, формирующаяся под влиянием взаимодействия антропогенных и природных факторов. Ее образование и существование в особых условиях урбозко-системы определяют отсутствие естественных природных аналогов. Уникальность урбанофлоры делает ее важным объектом научного познания. Об этом свидетельствует появление ряда исследований флор отечественных и зарубежных городов [1; 3; 4; 8; 9; 10; 11; 12; 14; 16].

Исследования последних десятилетий позволили установить такие последствия антропогенной трансформации растительного покрова Земли, как синантропизация, унификация, адвентизация, космополитизация. Во флоре городов эти процессы проявляются наиболее отчетливо. Вместе с тем, города могут служить моделью антропогенных изменений флоры, прообразом тенденций изменения растительного покрова в будущем. В связи с этим изучение урбанофлоры позволяет вскрыть механизмы и закономерности перестройки флоры под влиянием человека, в принципиально новых условиях среды.

Все это объясняет усиленное внимание к изучению урбанофлор. К настоящему моменту наши исследования прошли путь от постановки проблемы в 2001 г. [5] до публикации конспекта флоры г. Борисоглебска и ее анализа [6]. Это, по сути, первые специальные исследования флоры данной территории. Однако они выдвигают новые вопросы. В данной

работе мы остановимся на источниках формирования флоры г. Борисоглебска.

Работы Н. Г. Ильминских [7], которые можно считать классическими, вскрыли особенности флорогенеза в условиях городской среды. Сюда относятся увеличение роли термофильных и ксерофильных семейств, адвентивных видов, терофитов и малолетних трав, видов открытых местообитаний и др. Последующие исследования подтвердили эти особенности на обширном фактическом материале. Однако вопрос о том, как именно осуществляется формирование урбанофлоры, остается открытым.

Для нас не вызывает сомнений тот факт, что ядро флоры г. Борисоглебска, вокруг которого происходит консолидация остальных видов, составляют местные виды растений. Доказательством тому служит разносторонний анализ списка зарегистрированных видов [6].

В спектре семейств доминируют *Asteraceae*, *Poaceae*, *Rosaceae*, *Brassicaceae*, что типично для флор Восточно-европейской провинции Голарктического царства. Среди жизненных форм многолетние травы составляют большинство (49,4 %), что предопределяется расположением города в границах климата гемикриптофитов. Более 55 % всех видов по характеру распространения относятся к европейско-азиатской группе геоэлементов.

Какие именно виды окружающих естественных фитоценозов заселили формирующуюся экосистему города? Ответ на этот вопрос дает детальный анализ фитоценотической принадлежности растений. Он позволил выяснить, что более 40 % видов характеризуются опушечной ценотической принадлежностью. Это, прежде всего, опушечно-луговые и опушечно-лугово-степные растения. Широкий экологический диапазон их естественных местообитаний делает представителей данной группы относительно слабо привязанными к конкретному фитоценозу и придает им лабильность, позволяя осваивать территории со сходными условиями. Таковы повсеместно встречающиеся типичные для урбанофлоры г. Борисоглебска *Achillea millefolium* L., *Artemisia absinthium* L., *Berteroa incana* (L.) DC., *Cerastium arvense* L., *Saponaria officinalis* L., *Medicago lupulina* L., *Salvia verticillata* L., *Carex praecox* Schreb., *Dactylis glomerata* L.

Опушечная фитоценотическая группа — одна из наиболее многочисленных в естественных растительных сообществах региона. Это связано, во-первых, с экологическими особенностями самих растений. Во-вторых, является следствием экотонного эффекта. Именно опушки как экотоны отличаются повышенным видовым многообразием. В-третьих, особенность фитоценотической структуры является следствием расположения города в лесостепной зоне, где расширяется диапазон типов опушек и, соответственно, общее число видов растений.

Аборигенную фракцию составляют наряду с опушечными видами лесные (11,3 %) и луговые (5,2 %) растения. Однако их распространение на территории города за редким исключением локальное. Широко распространены используемые в озеленении *Acer platanoides* L., *Tilia cordata* Mill., *Sorbus aucuparia* L. в силу своих декоративных качеств и биологических особенностей.

Еще одним доказательством наличия в урбанофлоре г. Борисоглебска ядра, образуемого аборигенными видами, является анализ размещения и встречаемости зарегистрированных на территории города растений. Отмечается общая закономерность увеличения участия местных видов по направлению к окраинам города, граничащим с естественными фитоценозами. Наряду с этим рассмотрен видовой состав основных экотопов, выделенных нами на территории Борисоглебска на нескольких модельных площадках (см. таб.).

Соотношение аборигенной и адвентивной фракций в составе основных экотопов г. Борисоглебска, %

Фрагменты естественных сообществ	Антропогенные экотопы						
	Возделываемые			Рудеральные			
	приусадебная	сельскохозяйственная	декоративная	эрозионная	придорожная	свалочная	перууплотненная
76,7	55	25	35,3	66,7	41,5	75	71,4
23,3	45	75	64,7	33,3	58,5	25	28,6

Примечание: числитель — адвенты, знаменатель — аборигенные виды.

Наиболее распространены на территории Борисоглебска возделываемый декоративный и рудеральные антропогенные экотопы.

Адвентивные виды составляют основу только сельскохозяйственных и декоративных экотопов. Декоративная группа богата по видовому составу. В цветниках используются главным образом интродуцированные виды. Однако они не включаются в конспект флоры города. Это преимущественно выращиваемые как однолетники виды, самопроизвольное произрастание которых, как правило, невозможно. Поэтому принимать участие в формировании растительного покрова города они не могут. В составе данных экотопов рассмотрены главным образом скверы. Если среди древесных растений наряду с видами местной флоры (*Quercus robur* L., *Acer platanoides* L., *Tilia cordata* Mill., *Ulmus glabra* L.) используются и интродуценты (*Quercus rubra* L., *Acer saccharinum* L., *Tilia platyphyllos*

Scor., *Ulmus pumila* L.), то травяной покров образуют преимущественно аборигенные виды (*Poa angustifolia* L., *Bromopsis inermis* (Leyss) Holub, *Taraxacum officinale* F. H. Wigg, *Achillea millefolium* L.).

Среди видов эрозийных и свалочных экотопов, довольно бедных по составу, иногда моновидовых, преобладают растения, характерные для местной флоры вне границ города (*Cirsium arvense* (L.) Holub, *Lactuca serriola* L., *Onopordum acanthium* L., *Urtica dioica* L., *Chelidonium majus* L.).

Богаты заносными видами придорожные экотопы, традиционно представляющие собой пути проникновения адвентов. Однако это утверждение справедливо лишь относительно железной дороги и центральных автодорог, прежде всего по ул. Матросовской, по которой проходит авто-трасса Воронеж — Саратов.

Данные таблицы свидетельствуют о значении местных видов (по количеству и роли в сложении растительного покрова и его фрагментов) в составе различных экотопов г. Борисоглебска, что подтверждает наше утверждение о ключевой роли аборигенной фракции в составе флоры.

Как отмечалось выше, специфика урбанofлоры связана с антропогенным фактором. Роль человека в формировании флоры города проявляется неоднозначно. Прежде всего, это создание принципиально новой среды обитания для растений. Косвенно показателем этого явления выступает синантропизация. В качестве иллюстрации вычислим ее индекс по количеству адвентов [13]. Индекс синантропизации составляет 35 %. Аналогичный индекс, рассчитанный для г. Воронежа (по данным А. Я. Григорьевской [4]), составляет 43 %.

Другой аспект влияния антропогенного фактора — адвентизация. Одно из ключевых положений фитоценологии утверждает устойчивость растительного сообщества, проявляющуюся в способности противостоять до определенного предела инвазии чуждых элементов. Растения города зачастую не образуют устойчивые фитоценозы. Городская флора находится в стадии формирования, поскольку характер и интенсивность воздействия одного из ведущих факторов флорогенеза урбанизированной территории — антропогенного — меняется в течение относительно небольшого промежутка времени. Изменения, происходящие в нашей стране последние два десятилетия, очень заметно отражаются на видовом составе растений города. Например, расширяется ассортимент видов, используемых в озеленении, соответственно, увеличивается число «беглецов из культуры». Рост числа автомобильных перевозок приводит к увеличению числа ксенофитов. В настоящее время количество адвентов во флоре г. Борисоглебска превышает 26 %, хотя только четверть из них натурализовалась на новой территории. Около 30 % адвентов появились в результате интродукции. Этот показатель важен с точки зрения соотношения целенаправленного и непреднамеренного воздействия человека на формирование урбанofлоры.

Для оценки показателя автономности флоры [9] рассмотрим соотношение аллохтонных и автохтонных тенденций. Он составляет для г. Борисоглебска $-0,559$. Отрицательное значение показателя автономности говорит о преобладании процессов внедрения чужеродных видов в развитии флоры. Однако значение этого показателя невысокое. Следовательно, роль автохтонных тенденций также довольно велика. Мы рассматриваем полученный результат как проявление ведущей роли антропогенного фактора в развитии урбанофлоры, которое осуществляется на основе естественных процессов развития растительного покрова.

Дальнейшие исследования процессов формирования урбанофлоры г. Борисоглебска несомненно внесут уточнения и дополнения в предлагаемую нами для обсуждения гипотезу.

Литература

1. Антипина Г. С. Урбанофлора Карелии. Петрозаводск: ПетрГУ, 2002. 200 с.
2. Атлас Воронежской области / под рук. Н. Н. Ермоленко. Воронеж: Воронеж. гос. пед. ун-т, 1994. 48 с.
3. Буданова М. Г. Флора сосудистых растений города Омска: дис. ... канд. биол. наук. Томск, 2003. 210 с.
4. Григорьевская А. Я. Флора города Воронежа. Воронеж: ВГУ, 2000. 200 с.
5. Завидовская Т. С. Проблемы изучения флоры и растительности города Борисоглебска и окрестностей // Исследования естественных экосистем Прихоперья и их использование в обучении (флора, фауна, экология, физиология). Борисоглебск, 2005. С. 7—13.
6. Завидовская Т. С. Флора города Борисоглебска. Борисоглебск, 2009. 150 с.
7. Ильминских Н. Г. Флорогенез в условиях урбанизированной среды: дис. ... д-ра биол. наук. СПб., 1992. 483 с.
8. Ишбирдина Л. М., Ишбирдин А. Р. Динамика флоры города Уфы за последние 60—80 лет // Ботанический журн. 1993. Т. 78. № 3. С. 1—10.
9. Малышев Л. И. Количественный анализ флоры: пространственное разнообразие, уровень видового богатства и репрезентативность участков обследования // Ботанический журн. 1975. Т. 60. № 11. С. 1537—1550.
10. Мининзон И. Л. Флора Нижнего Новгорода. Нижний Новгород: НОНО «Кабинет методов краеведческой работы и развития Нижегородской агломерации», 2004. 104 с.
11. Панасенко Н. Н. Флора сосудистых растений города Брянска // Ботанический журн. 2003. Т. 88. № 7. С. 45—52.
12. Панин А. В., Березуцкий М. А. Анализ флоры города Саратова // Ботанический журн. 2007. Т. 92. № 8. С. 1114—1154.
13. Протопопова В. В. Синантропная флора Украины и пути ее развития. Киев: Наук. думка, 1991. 204 с.
14. Раков Н. С. Флора города Ульяновска и его окрестностей. Ульяновск: Корпорация технологий продвижения, 2003. 215 с.
15. Эколого-географические районы Воронежской области / под ред. Ф. Н. Милькова. Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1996. 216 с.

16. Pyšek P. On the richness of Central European urban flora // Preslia. 1989. V. 61. № 4. P. 329—334.

А. И. Золотухин, М. А. Занина, А. А. Овчаренко
Балашовский институт (филиал)
Саратовского университета

Метод комплексной оценки антропогенной трансформации пойменных дубрав Среднего Прихоперья

*Работа выполнена в рамках тематического плана
по заданию Министерства образования РФ*

Введение

Изучению состояния и динамики пойменных дубрав посвящены многочисленные исследования [6; 16]. Данная проблема остается актуальной в связи с деградацией, периодически повторяющимся массовым отмиранием дубрав и сокращением их площадей [15; 21; 20]. Становится актуальным исследование количественных показателей древостоев и состояния этой ценной древесной породы, основных направлений динамических процессов. При проведении многолетних исследований в пойменных дубравах обнаружены стихийно распространяющиеся чужеземные виды деревьев *Acer negundo* L. и *Fraxinus pennsylvanica* March.

Распространение древесных интродуцентов *Acer negundo* L. и *Fraxinus pennsylvanica* March. в дубовых лесах представляет собой один из вариантов биологического загрязнения [2; 5; 9; 12; 14]. Вхождение интродуцентов в состав нарушенных фитоценозов приводит их к дальнейшей деформации и внедрению новых чужеродных видов [22]. Интересно проследить связи инвазии этих чужеродных видов в пойменные дубравы с их антропогенными нарушениями.

Учитывая разнообразные антропогенные преобразования пойменных дубрав, целесообразно вести длительный мониторинг их состояния. Для этого нужны эффективные методы, позволяющие оперативно получать информацию о структурных параметрах состояния лесных экосистем, имеющих индикационное значение. Известно, что природа реакций экосистем на воздействие различных антропогенных факторов одна и та же: изменение численности популяций, состава видов, их продуктивности и физиологического состояния [4]. Наибольший интерес представляет ключевой вид пойменных лесов и эдификатор — дуб обыкновенный (*Quercus robur* L.). Все это и определило цель нашей работы — провести анализ структуры и состояния пойменных дубрав Среднего Прихоперья, выбрать наиболее информативные показатели для оценки степени антропо-

погенной трансформации лесных экосистем и дать рекомендации по их использованию при проведении экологического мониторинга.

Материал и методы

Летом 2009 г. нами проведено изучение основных лесотаксационных показателей дуба и его спутников на ряде пробных площадей 50×50 м в лесах центральной поймы р. Хопер Балашовского, Романовского, Аркадакского лесничеств Саратовской области и Воронинского заповедника Тамбовской области в наиболее распространенных типах леса. Подбирались участки леса с возрастом древостоев 70—80 лет. Лесотаксационные показатели древостоев, подлесок определялись по общепринятым методикам [10; 17]. Для оценки жизненного состояния древостоев рассчитывался индекс (L, %), разработанный В. А. Алексеевым (1989). Проведена статистическая обработка полученных данных. Построены кривые распределения деревьев по ступеням толщины, чтобы проследить, может ли данное явление служить показателем антропогенных нарушений пойменных лесов. Рассчитан предложенный нами коэффициент сохранности древостоев дуба, как отношение запаса древесины дуба на 1 га к такому же показателю по таблицам хода роста порослевых дубовых древостоев [11]. Древесные интродуценты *Acer negundo* L. и *Fraxinus pennsylvanica* March., которые входят в 1-й и 2-й ярусы леса, учитывались при сплошном перечеке деревьев. Растения данных видов, распространенные в нижних ярусах леса, регистрировали на 15—20 пробных площадях 2×2 м в каждом варианте с распределением их на онтогенетические группы.

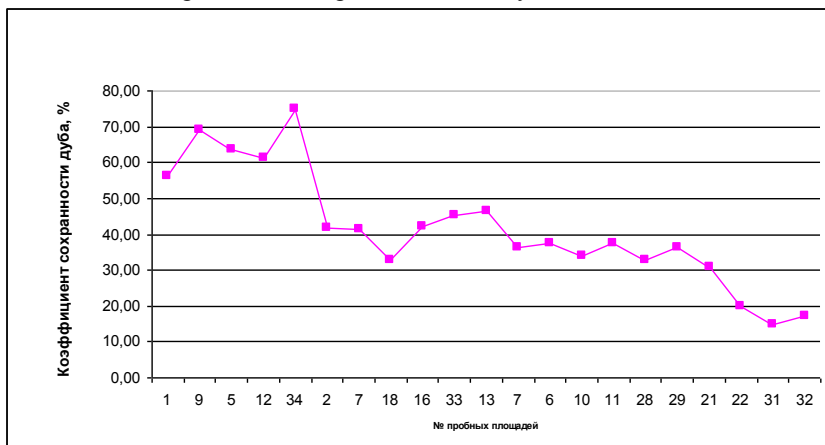
Результаты и их обсуждение

В результате изучения лесотаксационных показателей пойменных дубрав, в различной степени сохранившихся после массового отмирания и рубок, рассчитан индекс жизненного состояния древостоев дуба, который широко используется при проведении лесного мониторинга и других экологических исследований [1]. Установлено, что данный показатель для большинства изученных древостоев дуба меняется хаотично. В среднем он равен 60—80 % и характеризует состояние древостоев как удовлетворительное и хорошее, но не в полной мере отражает степень антропогенной трансформации насаждений. Поэтому при обобщении данной информации нами производился расчет коэффициента сохранности древостоев дуба. Понятие сохранности широко используется при учете лесных культур [19].

Расчет коэффициента сохранности древостоев дуба мы проводили как отношение запаса древесины дуба на пробных площадях (на 1 га) к такому же показателю из таблиц хода роста [11]. Табличные данные приняты эталонными и считаем за условный контроль. Коэффициент выражается в процентах. Предлагаемый авторами новый показатель отражает степень

уменьшения по различным причинам доли участия дуба в составе насаждений и дает возможность сравнивать древостои различного возраста друг с другом для оценки уровня антропогенной трансформации пойменных дубрав. Коэффициент сохранности дуба может совпадать с размерами полноты насаждений. Но при одинаковой полноте дуб может образовывать сообщество с составом 10Д или иметь примесь других деревьев, например 5Д5Вз. При этом доля участия дуба в образовании лесного сообщества сильно отличается. Коэффициент сохранности дуба более объективно, чем полнота, отражает количественные показатели и фитоценологическую роль данного вида, его изменения под влиянием внешних факторов (рубок леса, патологии и др.).

На рисунке отмечен коэффициент сохранности древостоев дуба на серии участков пойменных лесов Среднего Прихоперья. Изученные насаждения распределены по четырем уровням антропогенной трансформации пойменных дубрав [7]. Видно, что данный показатель варьируется от 15,8 до 75,1 % (см. табл.). Минимальное значение его отмечено в лесных насаждениях, расположенных в пригородной зоне, которые испытывают сильное антропогенное влияние (бессистемные рубки, рекреационное воздействие и др.). Высокие параметры коэффициента сохранности наблюдались в древостоях с преобладанием дуба и полнотой 0,7—0,8.



Динамика коэффициента сохранности древостоев дуба в пойменных лесах

Показатели диагностики антропогенных преобразований пойменных дубрав

Показатели	Уровни антропогенной трансформации			
	I	II	III	IV
Состав древостоя	1Яр:7Д2Лп1Ос 2Яр:1Д 7Лп2Ос	1Яр:5Д2Вз2Лп1Ос 2Яр:3Д5Лп2Вз+Кляс	1Яр4д2Вз2Лп2Ос 2Яр:6Ясп2Вз1Лп	1Яр:3Д6Ясп1Ос 2Яр:8Ясп1Кляс+Д
Полнота	0,7-0,8	0,5-0,6	0,3-0,4	0,2-0,3
Коэффициент сохранности дуба	60 и более %	40-50 %	30-40 %	20-30 %
Кривые распределения стволов по диаметру	Близки к нормальным	Имеют асимметрию и 2-3 вершины	Фрагментированные на две, могут быть без вершин	Неполные или прерывающиеся
Подлесок:	Редкий из клена татарского высотой 1,5-2 м, крушины слабитель, шиловника	Занимает до 30% территории из клена татарского высотой 4-5 м прегенеративной и генеративной групп	Занимает до 60% территории из клена татарского высотой 5-6 м генеративной и сенильной групп	Луговые сообщества с фрагментами подлеска из клена татарского генеративной группы
Древесные интродуценты	Отсутствуют или встречаются изредка в нижних ярусах	Обычны в нижних ярусах и редко во втором	Обычны в нижних ярусах и в составе второго яруса 1-2 единицы	Генеративные и виргинильные особи в нижних ярусах
Возрастное состояние	Имматурные е особи	Имматурные виргинильные и молодые генеративные	Виргинильные и молодые генеративные	Генеративные и виргинильные особи в нижних ярусах
Количество (тыс. шт./га)	До 1-2	До 3	До 4-5	До 10

Исследования распределения деревьев в лесу по толщине служат основой теории строения древостоев [18]. Дифференциация древостоев по диаметру деревьев зависит от природы леса и хозяйственной деятельности человека [4; 13; 18]. Нами установлено значительное варьирование кривой распределения от близкой к нормальной до двухвершинной или фрагментированной. Отмечена приуроченность аномалийных кривых к сильно нарушенным древостоям. Данный показатель имеет индикационное значение для оценки антропогенных преобразований пойменных дубрав.

Анализ полученных результатов показывает, что имеет место дифференциация размеров плотности популяций древесных адвентов в зависимости от структуры древостоев пойменных лесов. Число растений чужеродных видов на 1 га увеличивается с уменьшением полноты лесных насаждений и уменьшением сохранности древостоев дуба. Насаждения с высокой полнотой устойчивы к внедрению древесных адвентов. Древесные интродуценты не обнаружены в лесных массивах, расположенных на значительном расстоянии от населенных пунктов и дорог. Учет в 2009 г. показал увеличение числа растений этих видов на 1 га до 4—12 и более тысяч штук в сильно нарушенных дубовых лесах рекреационной зоны г. Балашова.

Известно, что интенсивность антропогенного воздействия на экосистемы целесообразно измерять не в параметрах самих воздействий, а в параметрах состояния биологических сообществ, которые, в частности, в лесных экосистемах маркирует их адвентизация [4]. Учитывая важную фитоценотическую и хозяйственную роль *Acer negundo* L. и *Fraxinus pennsylvanica* March., целесообразно их использовать как видовые индикаторы адвентизации и антропогенных нарушений пойменных дубрав [8].

С этой целью нами разработана шкала для оценки антропогенных изменений пойменных дубрав по распространению древесных адвентов *Acer negundo* L. и *Fraxinus pennsylvanica* March. и доли их участия в структуре лесных сообществ. Данная шкала привязана к выделенным нами четырем уровням антропогенной трансформации пойменных дубрав [7]. При составлении шкалы учитывались возрастные группы древесных интродуцентов, их минимальное и максимальное участие в разных ярусах лесных насаждений. Приведенные данные будут дополнять другие диагностические признаки уровней антропогенной трансформации пойменных дубрав: сохранности древостоев дуба, степени развития подлеска, флористического разнообразия.

Определенный интерес при изучении структуры пойменных дубрав имеет динамика подлеска, который получил большое распространение и фитоценотическое значение в нарушенных лесах. Соотношение древостоя и подлеска имеет индикационное значение при оценке их состояния. В насаждениях с нарушенной полнотой, окнах мозаики, редколесьях сформировались вторичные кустарниковые сообщества из клена татарского (*Acer tataricum* L.) и других видов высотой до 6—7 м. При этом клен татарский меняет фитоценотическую стратегию. Из пациента, произрастающего под пологом леса, он превращается в эксплорента и виолента, занимает открытые участки [6]. В настоящее время клен татарский, достигнув своего предельного возраста, отмирает и происходит замена его другими видами деревьев. Мощность и состояние подлеска имеет индикационное значение в оценке степени антропогенной трансформации пойменных дубрав.

В целях регулирования сукцессионных процессов целесообразно полнее использовать возобновительные возможности дуба. Для этого надо проводить комплексные рубки с целью улучшения световой обстановки под пологом леса, а также убирать растения генеративной возрастной группы древесных адвентов. Для этого нами предлагается особый вариант санитарных рубок, в первую очередь в рекреационных зонах населенных мест.

Заключение

Коэффициент сохранности дуба имеет индикационное значение и рекомендуется нами для определения уровней антропогенной трансформации пойменных дубрав, по следующей градации данного показателя:

I уровень — 60 % и более — мало нарушенные дубравы с слабо развитым подлеском;

II уровень — 40—50 % — средняя антропогенная трансформация, дуб поврежден, заменяется спутниками, лесная среда сохраняется;

III уровень — 30—40 % — сильная антропогенная трансформация, депрессия эдификатора носит групповой характер;

IV уровень — 20—30 % — очень сильная антропогенная трансформация, дубовый древостой в значительной мере утрачен, фрагментарные подлесочные сообщества, древесные интродуценты.

В слабонарушенных пойменных дубравах кривые распределения стволов дуба по диаметру близки к нормальным. В средне нарушенных дубравах кривые имеют асимметрию и 2—3 вершины. В сильно нарушенных дубравах кривые распределения стволовой древесины фрагментируются на две, одна из которых может быть без вершины. В очень сильно трансформированных насаждениях кривые неполные или прерывающиеся. Во всех вариантах они имеют левостороннюю, реже правостороннюю асимметрию. Все обнаруженные аномалии в структуре древостоев дуба связаны с внешним воздействием, рубками или ускоренным отмиранием. Динамика возрастного состава и плотности популяций древесных интродуцентов имеет индикационное значение при оценке антропогенных нарушений дубовых древостоев пойменных лесов. Для этих целей можно использовать и соотношение древостоев и подлеска.

Выявлена тенденция к уменьшению доли участия дуба в составе древостоев и постепенной замены его кленом татарским, вязом обыкновенным, липой мелколистной в связи с антропогенной и лесопатологической трансформацией. Установлено принципиально новое направление смены дуба древесными интродуцентами кленом ясенелистным и ясенем пенсильванским.

Литература

1. Алексеев В. А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. 1989. № 4. С. 51—57.

2. Восточноевропейские широколиственные леса / под ред. О. В.Смирновой. М.: Наука, 1994. 362 с.

3. Гниенко Ю. И. Процессы изменения лесов в пойме реки Урал в XX в. // Экол. пробл. бассейнов крупных рек — 2: тез. междунар. конф. Тольятти, 1998. С. 57—58.

4. Гусев А. П., Соколов А. С. Информационно-аналитическая система для оценки антропогенной нарушенности лесных ландшафтов // Вестник Томского государственного университета. 2008. № 309. С. 176—179.

5. Заигралова Г. Н., Кабанов С. В. Инвазия чужеродных древесно-кустарниковых растений в лесные фитоценозы лесопарка «Кумысная поляна» // Состояние антропогенно-нарушенных экосистем Прихоперьа: межвуз. сб. науч. тр. / под общ. ред. А. И. Золотухина. Балашов: Николаев, 2009. С. 18—21.

6. Золотухин А. И., Овчаренко А. А. Пойменные леса Прихоперьа: состояние, эколого-ценотическая структура, биоразнообразие: монография. Балашов: Николаев, 2007. 152 с.

7. Золотухин А. И., Овчаренко А. А., Шаповалова А. А. [и др.]. Факторы и уровни антропогенной трансформации Пойменных дубрав Прихоперьа // Состояние антропогенно-нарушенных экосистем Прихоперьа: межвуз. сб. науч. тр. Балашов: Николаев, 2009. С. 37—42.

8. Золотухин А. И., Овчаренко А. А., Занина М. А. Индикационное значение древесных адвентов в пойменных дубравах Среднего Прихоперьа // Научное обозрение. М., 2010. С. 11—15.

9. Колонин Г. В., Герасимов С. М., Морозов В. Н. Биологическое загрязнение // Экология. 1992. № 2. С. 89—94.

10. Методические указания к проведению летней учебной практики по лесоводству / сост. В. А. Лебедев, М. В. Трус. Саратов: Саратов.СХИ, 1981. 64 с.

11. Нормативно-справочные материалы ландшафтной таксации и лесопаркового проектирования / С. В. Кабанов, А. В. Терешкин. Саратов: Саратов. гос. агр. ун-т им. Н. И. Вавилова, 2001. 84 с.

12. Розно С. А. О возможности биологического загрязнения природных экосистем лесостепного Поволжья древесными интродуцентами // Самарская Лука. 2008. Т. 17. № 2 (24). С. 395—399.

13. Рыжков О. В. Особенности распределения деревьев по диаметру в заповедных лесах центральной лесостепи // Лесоведение. 2000. № 5. С. 43—52.

14. Рябинина З. Н., Никитина Н. В. Сукцессии пойменных лесов р. Урал в пределах Оренбургского градопромышленного комплекса // Вестник Оренбургского государственного университета. № 6. 2009. С. 319—321.

15. Селочник Н. Н. Факторы деградации лесных экосистем // Лесоведение. № 5. 2008. С. 52—60.

16. Соловьев С. В., Горейко В. А. Современное состояние и тенденции развития лесных биоценозов поймы Среднего Днепра // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Сер. «Биология». Т. 16 (55). № 3. 2003. С. 202—209.

17. Сукачев В. Н. Избранные труды. Т. 1. Л.: Наука, 1972. 418 с.

18. Тюрин А. В. Закономерности строения лесонасаждений и их использование в лесном хозяйстве // Сборник работ по лесному хозяйству ВНИИЛМ. М., 1971. Вып. 53. С. 49—73.

19. Усс Е. А. Естественное возобновление усыхающих еловых древостоев под пологом и на вырубках // Лесное и охотничье хозяйство. № 9. 2007. С. 19—23.

20. Харченко Н. А., Царалунга В. В. Очередная волна массового отмирания дуба // Наука и образование на службе лесного комплекса (к 75-летию ВГЛТА). Воронеж, 2005. Т. 1. С. 219—222.

21. Яковлев А. С., Яковлев И. А. Дубравы Среднего Поволжья. Йошкар-Ола: Марийский гос. технич. ун-т, 1999. 326 с.

22 Васильев С. В. Воздействие нефтегазодобывающей промышленности на лесные и болотные экосистемы. Новосибирск, 1998. 136 с.

23. Karpun Yu. N. The main problems of introduction // Hortus botanicus. 2004. № 2. P. 17—32.

*А. И. Золотухин, А. А. Овчаренко, М. А. Занина
Балашовский институт (филиал)
Саратовского университета*

Концепция биологической устойчивости и сохранения биоразнообразия пойменных лесов степной зоны в условиях антропогенного стресса

*Работа выполнена в рамках тематического плана
по заданию Министерства образования РФ.*

Концепция развития лесного хозяйства в России предусматривает существенное улучшение состояния лесов, активизацию работ по лесовосстановлению и лесоразведению, изучение и сохранение биологического разнообразия лесных экосистем [12]. Необходимы уточнения и детализация данной концепции в различных регионах на основе научных разработок.

Одним из принципов концепции устойчивого развития территории Волжского бассейна является восстановление ландшафтов — увеличивающееся воспроизводство лесных ресурсов [20]. Это связано с тем, что скорость антропогенного исчезновения запасов леса в Центральной лесостепи — 2,8 % за 10 лет [18]. К концу 50-х гг. XX столетия лесистость и лесные запасы Саратовской области сократились в два с лишним раза. Дубравы — важный компонент лесного фонда России. Пойменные дубовые леса имеют исключительное водоохранное и защитное значение для малых рек в степной зоне, особенно в последние годы в связи с экстремально жаркими и засушливыми погодными условиями. Леса здесь стабилизируют ландшафты и выполняют гидрологические, агролесомелиоративные, экологические, лесоводственные и социально-экономические функции [16].

В них имеется богатое биологическое разнообразие растений и животных. Исследованиями, проведенными нами в дубовых пойменных лесах Прихоперья и в опушечных фитоценозах, обнаружено 204 вида растений: 14 — деревьев, 12 — кустарников и 178 видов травянистых растений, которые относятся к 139 родам и 39 семействам. Среди них 56—74 видов лекарственных, 40—57 видов медоносных, 11—32 пищевых, 17—33 красивых растений. В рекреационной зоне г. Балашова число видов лекарственных, медоносных и декоративных растений на 10—15 % меньше, чем на расстоянии 20 км от города, в лесном массиве окрестностей с. Большой Мелик [5].

Видовая насыщенность в различных типах сообществ пойменных лесов изменяется в широких пределах: от 15 до 40 видов на пробной площади. Среднее число видов на пробной площадке составляет 23. Низкая видовая насыщенность связана с недостаточной освещенностью в нижних ярусах или с антропогенным влиянием. Высокая видовая насыщенность характерна для низкополнотных дубрав с деградированными древостоями. С увеличением антропогенной нагрузки сокращают свою численность семейства Лилейные, Лютиковые, Ластовневые, Норичниковые, Орхидные, Ирисовые, Колокольчиковые. Число видов семейств сложноцветные, злаковые, осоковые, ивовые при этом увеличивается. Максимальное видовое богатство (94) отмечено при среднем уровне нарушения структуры древостоев дуба. Индекс Уиттекера в различных сообществах варьируется от 3,6 (4 уровень) до 5,2 при слабом нарушении лесных сообществ. Величина индекса для всей исследуемой территории — 6,8. В результате усиления антропогенной нагрузки снижается видовое богатство пойменных дубрав, уменьшается количество неморальных видов за счет роста доли водно-болотных и опушечных групп [23].

Судьба пойменных дубрав Прихоперья в последние десятилетия была трагичной. Волна массового отмирания дуба 1972—1973 гг. усиливалась последствиями нарушений гидрологического режима действующей на р. Хопер ГЭС в начале 1960 гг. В то время применялись в большом количестве инсектициды для подавления очагов листогрызущих вредителей, велись сплошнолесосечные рубки без последующего восстановления дуба, имела место пастбищная нагрузка высокой интенсивности, что, вероятно, сказалось отрицательно на биоразнообразии, структуре и состоянии лесных экосистем.

В настоящее время ненарушенных дубовых пойменных лесов практически нет. Современное состояние дубрав поймы носит следы многолетнего интенсивного хозяйственного использования. Подавляющая часть дубовых насаждений одновозрастные, однарусные, имеют порослевое происхождение не ниже третьей-четвертой генерации, что характерно для лесов Саратовской области [10]. Они пережили кризис основного эдификатора — дуба обыкновенного — и субэдификатора — вяза обыкновенного, — связанный с многолетними рубками, нарушением гидрологического режима поймы, пастбищной нагрузкой и комплексом неблагоприятных абиотических факторов, которые спровоцировали массовое развитие болезней и вредителей.

Лесопатологическая и антропогенная дигрессии пойменных дубрав сопровождалась неравномерным отмиранием дуба в прошлом. Более интенсивной гибель дуба была в чистых дубовых и дубово-осиновых древостоях, приуроченных к понижениям. Относительно устойчивыми к по-

вреждениям и болезням оказались дубово-липовые насаждения на повышениях поймы. На значительной территории поймы сформировалась мозаичная структура лесных сообществ. Окна мозаики составляли от 30 до 60 % лесных площадей.

В сильно изреженных лесных сообществах разрушаются межпопуляционные связи, происходит раздробление ценопопуляций эдификаторов на малочисленные группы особей с нарушением консортивных связей и конкурентных отношений, что можно видеть при рубках таежных лесов. Одновременно с деградацией лесных сообществ бурно развивается процесс резкого усиления фитоценологических позиций других видов, демонстрирующих нередко территориальные экспансии или антропогенные популяционные волны. К числу таких видов можно отнести клен татарский (*Acer tataricum* L.), который в ненарушенных пойменных дубравах является компонентом подлеска [5].

В насаждениях с нарушенной полнотой, окнах мозаики, редколесьях сформировались вторичные кустарниковые сообщества из клена татарского и других видов высотой до 6—7 м. При этом клен татарский меняет фитоценологическую стратегию. Из пациента, произрастающего под пологом леса, он превращается в эксплорента и виолента, занимает открытые участки. В конце 1990 гг. сообщества клена татарского имели 20—30-летний возраст. Его возрастная структура при полноте древесного яруса 0,7—0,8 нормальная. Онтогенетический спектр полночленный. При полноте 0,4—0,6 его демографический состав неустойчив, с преобладанием генеративной или сенильной группы. В загущенных кустарниковых сообществах, как и в древостоях, включаются механизмы внутривидовых взаимоотношений и регулирования плотности популяций [5]. В настоящее время клен татарский, достигнув своего предельного возраста, отмирает, происходит его замена другими видами деревьев. Мощность и состояние подлеска имеют индикационное значение в оценке степени антропогенной трансформации пойменных дубрав.

Лесопатологический стресс радикально отличается от рекреационного использования лесов и проводимых рубок. Лесопатологическая дигрессия сопровождается не только частичным или полным отмиранием древостоев, но и появлением сильно ослабленных деревьев с пониженными репродуктивными и конкурентными свойствами. Патологию леса мы считаем одним из экологических факторов, носителями которых являются насекомые-вредители и ксилотрофные грибы. Это вторичный, непериодический, комплексный фактор, имеющий сложную природу, динамику, детерминированность. Он ускоряет смену ослабленных лесных экосистем, длительное время развивающихся на одном месте. Новые виды эдификаторов улучшают плодородие почвы и готовят благоприятные условия для

исходных типов леса. Продолжающиеся антропогенные воздействия на лесные экосистемы, особенности репродуктивной биологии дуба затрудняют процесс полного восстановления климаксовых сообществ пойменных дубрав.

В последние годы массовое отмирание дуба в лесах Прихоперья прекратилось, происходят процессы дигрессивной метастабильности, и адаптации лесных экосистем в условиях антропогенной среды обитания [8]. Улучшилось состояние дубовых древостоев. Появилось новое поколение вяза обыкновенного, вероятно, устойчивое к «голландской» болезни. Происходят демулационные процессы. Восстанавливается структура лесных сообществ. Выявлена тенденция к уменьшению доли участия дуба в составе древостоев и постепенной замены его кленом татарским, вязом обыкновенным, липой мелколистной, осиною и древесными интродуцентами в связи с антропогенной и лесопатологической трансформацией.

Пойменные дубравы Прихоперья находятся в состоянии диапорического субклимакса, что связано с недостатком семян большинства представителей древесной синузидии для формирования устойчивого потока поколений их ценопопуляций. Такие леса способны к длительному спонтанному существованию. В сложившейся структурной организации пойменных дубрав и нарастанием аридизации климата есть вероятность дальнейшего вытеснения дуба другими древесными породами, особенно натурализовавшимися древесными адвентами (схема 1).

В пойменных дубравах Прихоперья происходит необычный вариант синантропизации, когда адвентивный компонент составляют не только травянистые растения, но и древесные интродуценты — клен ясенелистный и ясень пенсильванский. Установлено принципиально новое направление смены дуба кленом ясенелистным и ясенем пенсильванским. Исследованиями, проведенными нами на территории Балашовского района, обнаружены 118 таксонов древесных растений, из них 66 интродуцированных видов. Некоторые из них могут натурализоваться и стать компонентами естественных фитоценозов [5]. Учет распространения и плотности популяций древесных интродуцентов — один из диагностических признаков степени антропогенной трансформации пойменных дубрав.

Инвазия чужеродных видов составляет одну из глобальных экологических проблем современности и угрозу биоразнообразию [1]. В Прихоперье отмечается экспансия древесных интродуцентов в природные и антропогенные сообщества [6]. Древесные интродуценты внедряются даже в заповедные фитоценозы, снижая вследствие биологического загрязнения их эталонную ценность [22]. Интродукцию рассматривают как мероприятие, оказывающее негативное влияние на состояние популяций большинства диких видов и устойчивость экосистем [4].

Нами выделено четыре уровня антропогенной трансформации пойменных дубрав Прихоперья и разработан метод их оценки [7]. Они отражают не распад лесных сообществ, а различные этапы дигрессивной метастабильности [8]. Основной принцип построения метода оценки антропогенных преобразований — выявление сохранности древостоев ключевого вида дуба, степени внедрения чужеродных видов деревьев в лесные фитоценозы и зависящих от этого параметров биоразнообразия. Наиболее глубокие изменения структуры и флористического состава отмечены в рекреационной зоне г. Балашова и других населенных пунктов, а также в районе расположения плотины гидроэлектростанции на р. Хопер. На значительном расстоянии от населенных пунктов древесные адвенты нами не обнаружены.

Учитывая основные направления сукцессий и динамики биоразнообразия, а также принципиально новый феномен экспансии древесных адвентов в пойменные дубравы Прихоперья, мы формулируем следующую стратегию действий.

Предотвратить дальнейшее сокращение ценотического разнообразия и видового богатства, сохранить последние участки старовозрастных дубовых лесов и даже отдельные деревья дуба, имеющие семенное происхождение, создавать лесные культуры этой ценнейшей древесной породы на вырубках. Дуб относят к числу уязвимых видов. Выращивание продуктивных и биологически устойчивых дубрав возможно на семенной базе естественных популяций дуба высокого генетического статуса.

Исследовать влияние видов-вселенцев на состояние популяций дуба и биоразнообразие пойменных лесов, и при необходимости разработать комплекс компенсационных мероприятий. Больше использовать внутренние биологические резервы дубрав. За последние десять лет в пойменных лесах произошло значительное увеличение количество подроста дуба [23]. Целесообразно применять систему мер по содействию естественному возобновлению дуба. При этом использовать не только классические варианты (подсев желудей, рыхление лесной подстилки), но и удаление подроста древесных интродуцентов. Для этого перспективны химические методы [21].

Проводить рубки омоложения по типу группово-выборочных. Центрами для первых приемов рубок выбирать имеющиеся пятна мозаики с благонадежным подростом дуба, которые сформировались в результате деградации дубрав в предыдущие годы. При этом поддерживать мозаичную горизонтальную структуру, которая благоприятна для восстановления дуба и сохранения биоразнообразия.

Регулировать рубками направление сукцессий, отдавая предпочтение дубу, липе, клену остролистному. Считать ильмовые как неперспективные компоненты пойменных дубрав (возможна повторная эпифитотия «голландской» болезни из-за экстремальных засух летом 2009—2010 гг., нами отмечались пока единичные больные деревья вяза).

Малоценные кустарниковые заросли, образовавшиеся в окнах мозаики, расчищать и создавать на освободившихся участках частичные культуры дуба коридорным (если площадь участка 0,5—1 га) или куртинно-групповым способами (0,1—0,2 га) путем посадки семян дуба. Для этого использовать типовые технологии и механизмы. Минимальная площадь лесных культур 600 м². Перспективными компонентами в состав лесных культур дуба желательны липа мелколистная, клен остролистный и ясень обыкновенный, которые обычны в дубовых лесах, имеют большую хозяйственную ценность и влияют положительно на дуб при определенном количественном соотношении [11].

Рекомендуется уничтожать заросли клена ясенелистного и ясеня пенсильванского путем проведения особого вида санитарных мероприятий возле дорог, на опушках леса, полянах и лесных насаждениях (выпиливать и обрабатывать пни арборицидами). Учитывая масштабы распространения древесных интродуцентов в пойменных лесах Прихоперья и их фитоценотическую роль, рекомендуется специальный вид санитарных рубок в насаждениях разного возраста, в которых чужеродные виды входят в различные ярусы леса. Наиболее остро в таких рубках нуждаются дубовые насаждения 3—4 уровней антропогенной трансформации в рекреационной зоне г. Балашова.

Разработать комплекс мер, регламентирующих хозяйственную деятельность на последних сохранившихся участках коренных природных сообществ (в старовозрастных лесах). В процессе дальнейших исследований целесообразно выделить наиболее высокопродуктивные, флористически разнообразные и биологически устойчивые лесные массивы и установить в них охранный режим. Они могут стать источником семян с высокими генетическими качествами.

Организовать многолетний мониторинг состояния и динамики пойменных дубрав, имеющих исключительную экологическую и социально-экономическую ценность. Для этого использовать разработанный нами метод оценки антропогенных преобразований лесных насаждений по сохранности древостоев дуба, распространению древесных адвентов, степени развития подлеска и параметрам биоразнообразия. Изучить пути миграции древесных адвентов в пойменные дубравы, дать оценку их конкурентоспособности.

Усилить охрану лесов от пожаров. В связи с глобальными изменениями климата, аномально жаркой погодой пойменные дубравы становятся пожароопасными. Летом 2009 и 2010 гг. на исследуемой территории были локальные пожары в пойменных дубравах.

Нецелесообразно восстановление Большекарайской мини-ГЭС. В 2001 г. прошло рабочее совещание в институте «ПоволжСЭП» по вопросу восстановления Большекарайской мини-ГЭС в Романовском районе. Как считают авторы данного проекта, ввод мини-ГЭС в эксплуатацию позволит покрыть потребность Романовского района в электроэнергии на 10—15 %, и будет способствовать улучшению качества воды в р. Хопер и состояния окружающей среды в районе расположения гидростанции [3]. Многочисленные исследования свидетельствуют об отрицательном влиянии плотин гидроэлектростанций на состояние лесов. Значительная часть речных пойм становится нелесопригодной, происходит сокращение биоразнообразия, ухудшение состояния популяций пойменных дубрав и их полная гибель, нарушается ход естественных сукцессионных процессов [13; 14; 16].

Учитывая большое значение зоогенного фактора в жизни лесных биоценозов, рекомендуется проведение надзора за динамикой насекомых-фитофагов лесопатологическими методами, проведение санитарных мероприятий и биологических методов регулирования численности насекомых-фитофагов биологическими методами. Ограничить сенокосение и пастьбу домашних животных в приопушечных зонах пойменных лесов шириной 50 м, которые имеют высокое биоразнообразие и являются очагами естественного возобновления дуба.

В настоящее время особо охраняемые территории (ООПТ) являются ключевым инструментом комплексных мероприятий по охране природы. Общая площадь всех категорий ООПТ Саратовской области составляет

около 1,5 % от площади региона, что явно недостаточно для выполнения природоохранных задач, установленных для системы ООПТ. На современном этапе развития сети ООПТ региона требуется инвентаризация наиболее перспективных для организации ООПТ участков. Значительный интерес для выделения ООПТ имеют лесные массивы пойменных дубрав р. Хопер [2]. В Прихоперье существует три охраняемых объекта — памятники природы: оз. Рассказань, Падовский приусадебный парк и природный микрозаповедник Арзянский бор [17].

На территории Балашовского лесничества рекомендуется выделение ООПТ: насаждение высокоствольного дуба обыкновенного; леса, имеющие особую рекреационную ценность в окрестностях г. Балашова. Заслуживает внимания в качестве ООПТ Алмазовский заказник.

Насаждение высокоствольного дуба обыкновенного в Падовском участковом лесничестве

Категория: памятник природы.

Профиль: ландшафтно-ботанический.

Местоположение: в 7-м выделе 27 лесного квартала Падовского участкового лесничества.

Площадь: 13 га и охранный зона 5 га.

Краткое описание. Расположен компактно на повышении поймы, окружен заливаемыми ложбинами, которые соединены с гидрографической сетью. Рельеф участка ровный. Состав древостоя 6Д4Лп + Ос, возраст 97 лет. Происхождение — семенное. Полнота 0,7 — равномерная, класс бонитета — 2. Средний диаметр и высота дуба — 32 см и 24 м соответственно. Средние показатели липы — 30 см; 23 м. Запас древесины — 240 м³. Тип лесорастительных условий — Д₂, тип леса — дубрава липовоснытиевая. Подлесок развит слабо, представлен единичными растениями бересклета бородавчатого, лещины обыкновенной, клена татарского. Травяной покров из мезофильных лесных видов, среди которых доминируют сныть обыкновенная, ландыш майский, звездчатка средняя, фиалка удивительная. Состояние древостоев дуба — хорошее. Это генетический резерват ранней формы дуба обыкновенного. В насаждении имеется 40 плюсовых деревьев дуба. На исследованной лесной территории аналогов ему нет. Здесь необходимо запретить любые рубки, кроме санитарных, проводить содействие естественному семенному возобновлению.

Специалисты ГУ «Балашовское лесничество», учитывая сильное рекреационное воздействие на лесные экосистемы (замусоривание территории, уничтожение подроста и подлеска, частые лесные пожары), в целях сохранения ценных массивов культур сосны и прилегающих к ним участков дубового леса рекомендует в пригородной зоне г. Балашова создание природного парка местного значения. Цель создания парка — реконструкция и благоустройство леса, приспособление его для отдыха населения и сбережение от рекреационного давления.

Система мероприятий должна быть направлена на повышение биологической устойчивости насаждений, их санитарно-гигиенических свойств. Создание парка может быть осуществлено в соответствии с законом Саратовской области № 35-ЗСО от 29.03.2006 «О порядке организации особо охраняемых природных территорий местного значения». Данная идея заслуживает обязательной реализации. Здесь в первую очередь возможно внедрение разработанных нами рекомендаций по повышению биологической устойчивости и биоразнообразию пойменных дубрав. Для повышения эффективности особо охраняемых природных территорий целесообразно исключить из хозяйственной деятельности определенную часть территории пригородного лесного массива (400—500 га) и в районе Падовского приусадебного парка (300—400 га).

Предлагаемая нами концепция представлена в виде обобщенной схемы (схема 2), построенной на принципах лесной биогеоценологии, которая является составной частью современного лесоведения.

Для реализации предлагаемой концепции необходимы значительные финансовые средства, но их освоение потребует консолидации усилий не только специалистов, но и населения региона. Нами ведется работа по открытию на факультете экологии и биологии Научно-образовательного центра. Его основной целью является длительный мониторинг состояния и биоразнообразия природных экосистем, анализ их антропогенных преобразований и научное обоснование рационального природопользования в Прихоперье. Планом Научно-образовательного центра предусмотрена образовательная работа с населением, особенно со студентами и школьниками по охране и восстановлению лесов, профилактике лесных пожаров, популяризации знаний основ экологии и рационального природопользования

Литература

1. Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах / А. Ф. Алимов, Н. Г. Богущая. М.: Изд-во КМК, 2004. 436 с.
2. Волков Ю. В. Структура и элементы природно-экологического каркаса и особо охраняемые территории Саратовской области // Поволжский экологический журнал. 2008. №4 . С. 264—274.
3. Энергетика и промышленность России: газ. № 11 (15). 2001. URL: <http://www.eprussia.ru/epr/15/844/htm>.
4. Демаков Ю. П. Диагностика устойчивости лесных экосистем (методологические и методические аспекты): науч. изд-е. Йошкар-Ола, 2000. 416 с.
5. Золотухин А. И. Дендрофлора г. Балашова и Балашовского района // Социально-экологические проблемы малого города: матер. Всероссийской науч.-практич. конф. (Балашов, 9—10 октября 2008 г.) / под ред. М. А. Заниной. Балашов: Николаев, 2008. С. 49—52.
6. Золотухин А. И. Экспансия древесных интродуцентов — новая экологическая проблема (Саратовская область) // Экология Центрально-Черноземной области

Российской Федерации: науч.-технич. журн. Липецк: Липецкий эколого-гуманитарный ин-т, 2006. № 1 (16). С. 148—149.

7. Золотухин А. И., Овчаренко А. А., Занина М. А. Индикационное значение древесных адвентов в пойменных дубравах Среднего Прихоперья // Научное обозрение. М., 2010. С. 11—15.

8. Ибрагимов А. К., Ануфриев Г. А., Петрова А. Н. [и др.]. О триаде дигрессивно-стабилизирующих процессов в условиях антропогенного стресса // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. Серия «Биология». Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2001. № 1. С. 60—63.

9. Исаев А. С., Абаимов А. П., Бузыкин А. И. [и др.]. Лесная биоценология — составная часть лесоведения // Лесоведение. 2005. № 4. С. 4—11.

10. Кабанов С. В. Структурное разнообразие дубрав лесопарка «Кумысная Поляна» // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. № 6. Саратов, 2006. С. 9—14.

11. Колесниченко М. В. Биохимические взаимовлияния древесных растений. М.: Лесная пром-сть, 1976. 184 с.

12. Концепция развития лесного хозяйства Российской Федерации на 2003—2010 годы // Распоряжение правительства РФ 18 января 2003 г. № 69-р. URL: www.rosleshoz.gov.ru

13. Кузьмина Ж. В. Воздействие низконапорных гидротехнических сооружений на динамику наземных экосистем зоны широколиственных лесов Центральной и Восточной Европы: автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. М., 2007. 47 с.

14. Кузьмина Ж. В. Особо охраняемые природные территории — основной полигон изучения влияния климатических изменений на экосистемы // Проблемы мониторинга природных процессов на особо охраняемых природных территориях: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Хоперского государственного природного заповедника (пос. Варварино. Воронежская область, 20—23 сентября 2010 г.). Воронеж, ВГПУ, 2010. С. 248—252.

15. Кулагин Ю. А., Кулагин А. А. К 80-летию со дня рождения доктора биологических наук профессора Юрия Захаровича Кулагина (1929—1983) // Аграрная Россия: науч.-производств. журн.: спец. выпуск. М.: Фолиум, 2009. С. 5—9.

16. Невидимов А. М. Пойменное лесоводство — новый вид зонально-географических систем ведения лесного хозяйства // Лесной журнал. 2004. № 1. URL: www.agtu.ru.

17. Особо охраняемые природные территории Саратовской области: национальный парк, памятники природы, дендрарии, ботанический сад, особо охраняемые геологические объекты // Комитет охраны окружающей среды и природопользования Саратовской области / науч. ред. В. З. Макаров. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та. 2008. 380 с.

18. Петин А. Н., Чендев Ю. Г. Многовековые изменения природных ресурсов Центральной лесостепи под влиянием антропогенных факторов (на примере Белгородской области) // Устойчивое развитие: природа — общество — человек: матер. междунар. конф. Т. 2. М., 2006. С. 58.

19. Распоряжение правительства РФ от 28 сентября 2010 г. № 11305-р. Концепция развития лесного хозяйства Российской Федерации до 2010 г. URL: www.rosleshoz.gov.ru.

20. Розенберг Г. С., Краснощекоев Г. П., Гелашвили Д. Б. Устойчивое развитие Волжского бассейна: предпосылки и опыт достижения // Устойчивое развитие: природа — общество — человек: матер. междунар. конф. Т. 2. М., 2006. С. 62.

21. Солонцов О. Н. Перспективы использования препарата ураган в качестве арборицида для ухода в дубовых лесах Центрального района РФ URL: // science-bsea.bgita.ru.

22. Стародубцева Е. А. Чужеродные виды растений в заповедных фитоценозах // Роль особо охраняемых территорий в решении экологических проблем: сб. матер. Всерос. науч.-практич. конф. Йошкар-Ола, 2008. С. 104—107.

23. Шаповалова А. А., Золотухин А. И., Кабанина С. В. Биоразнообразие антропогенно-трансформированных пойменных дубрав Среднего Прихоперья // Экологическая безопасность региона: матер. Междунар. науч.-практич. конф. (Россия, Брянск, 29—30 октября 2009 г.). Брянск: Курсив, 2009. С. 387—392.

И. А. Ильченко

*НОУ ВПО «Таганрогский институт
управления и экономики»*

Критерий пригодности системы и оценка экологической безопасности воздуха урбозкосистемы

Атмосферный воздух является одним из важнейших компонентов окружающей природной среды, т. к. необходим для удовлетворения потребностей людей и др. живых организмов в дыхании, а также в обеспечении условий для фотосинтеза растений. В связи с этим установление критериев безопасности воздуха в урбозкосистемах представляет практический интерес.

В настоящее время для оценки качества воздуха используется *ИЗА₅* — комплексный индекс загрязнения атмосферы, учитывающий пять наиболее важных примесей и представляющий собой сумму концентраций выбранных загрязняющих веществ в долях ПДК [4]. Однако данный показатель не дает представления о наличии и концентрации других химических загрязнителей и о степени превышения установленных гигиенических нормативов загрязнения воздушной среды. Поэтому для выработки более информативных критериев оценки уровня качества и экологической безопасности воздушной подсистемы городской экосистемы был использован системный подход, в соответствии с которым каждое свойство системы принято описывать с помощью некоторой выходной переменной y_i . Ее значение характеризует интенсивность этого качества и называют частным показателем качества системы [1]. Так, частными показателями качества воздуха городской экосистемы являются концентрации таких типичных химических загрязнителей, как оксид углерода (II), оксид серы (IV), оксид азота (II), оксид азота (IV) и т. д. Чтобы оценить качество системы в целом используют обобщенный показатель качества системы Y ,

который представляют в виде вектора $Y = \langle y_1, y_2, \dots, y_n \rangle$, компонентами которого выступают показатели его отдельных существенных свойств, т. е. частные показатели качества [1]. Совокупность значений показателей существенных свойств системы образует область адекватности δ , радиус которой определяется в результате проведения фундаментальных научных исследований или экспертной оценки. Качество систем оценивают с помощью критерия пригодности, оптимальности или превосходства, однако для оценки состояния воздушной подсистемы города наиболее подходит критерий пригодности $K_{приг}$ [1], согласно которому система считается пригодной, если значения всех частных показателей ее качества принадлежат области адекватности δ , а радиус области адекватности соответствует допустимым значениям всех частных показателей.

Используемая при нормировании качества среды концепция ПДК предполагает [3], что концентрации отдельных загрязнителей C_i не должны превышать предельно допустимые: $\frac{C_i}{ПДК_i} \leq 1$. В случае наличия у за-

грязнителей однонаправленного действия безопасные условия подчиняются критерию: $\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_m}{ПДК_m} \leq 1$.

В условиях загрязнения среды, например, n -загрязнителями разнонаправленного действия, состояние системы можно условно изобразить в виде n -лепестковой диаграммы, где концентрация каждого загрязнителя, выраженная в единицах ПДК, отложена по соответствующей ему координатной оси. Площадь полученного многоугольника складывается из площадей n треугольников, катеты которых представляют собой условные концентрации загрязнителей:

$$S_{реал} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} \cdot \frac{C_i}{ПДК_i} \cdot \frac{C_{i+1}}{ПДК_{i+1}} \cdot \sin \frac{360^\circ}{n}, \quad (1)$$

где при $i = i_{\max}$ концентрация и ПДК $(i + 1)$ -го загрязнителя равны: $C_{i+1} = C_1$, а $ПДК_{i+1} = ПДК_1$.

О степени экологической безопасности среды можно судить по величине отношения $\frac{S_{реал}}{S_{оон}}$, а $S_{оон}$ можно рассматривать как площадь аналогичного многоугольника, состоящего из n треугольников с катетами, равными 1, и углом между ними величиной $\frac{360^\circ}{n}$. Площадь $S_{оон}$ будет равна:

$$S_{оон} = \frac{n}{2} \sin \frac{360^\circ}{n}. \quad (2)$$

При наличии в среде загрязнителей однонаправленного действия формула 1 принимает вид:

$$S_{\text{реал}} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \dots + \frac{C_m}{\text{ПДК}_m} \right) \cdot \frac{C_{n-m+1}}{\text{ПДК}_{n-m+1}} \cdot \sin \frac{360^\circ}{n-m+1} + \sum_{i=n-m}^n \frac{1}{2} \cdot \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \cdot \frac{C_{i+1}}{\text{ПДК}_{i+1}} \cdot \sin \frac{360^\circ}{n-m+1}$$

где при $i = i_{\text{max}}$ концентрация и ПДК (i+1)-го загрязнителя равны:

$$C_{i+1} = C_1, \text{ а } \text{ПДК}_{i+1} = \text{ПДК}_1. \quad (3)$$

В этом случае $S_{\text{доп}}$ следует рассчитывать как площадь аналогичного многоугольника, состоящего из n треугольников с катетами, равными 1, и углом между ними величиной $\frac{360^\circ}{n-m+1}$. Площадь $S_{\text{доп}}$ будет равна:

$$S_{\text{доп}} = \frac{n-m+1}{2} \sin \frac{360^\circ}{n-m+1}. \quad (4)$$

Тогда условия экологической безопасности среды обитания можно определять, исходя из величины отношения $\frac{S_{\text{реал}}}{S_{\text{доп}}}$. Если $\frac{S_{\text{реал}}}{S_{\text{доп}}} \leq 1$, то среда

пригодна для жизнедеятельности. В противном случае среда является неблагоприятной. Следовательно, это неравенство можно использовать как критерий качества среды обитания.

Данный критерий можно применять и для оценки степени безопасности отдельных подсистем урбозкосистемы, например, воздушной подсистемы, почвенной, водоема рекреационного назначения и т. п. В 2008 г. в г. Таганроге Ростовской области уровень загрязнения атмосферного воздуха был повышенным, т. к. ИЗА₅ = 6,9 [5]. Стандартный индекс СИ был определен для бенз(а)пирена как максимальная концентрация, выраженная в единицах ПДК, и составил 3,5 ПДК. Наибольшая повторяемость превышения ПДК (%), НП, была зарегистрирована для оксида углерода (II) и оказалась равной 13,0 ПДК. Анализ показателей выбросов загрязняющих веществ в атмосферу за период с 2003 по 2008 гг. [5], в том числе и влияющих на формирование высокого уровня загрязнения атмосферы, показал отсутствие зависимости ИЗА от количества загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух. Химический состав воздушной подсистемы г. Таганрога в 2008 г. характеризовался наличием следующих загрязнителей: взвешенные вещества — 1,3 ПДК, оксид серы (IV) — 0,04 ПДК, оксид углерода (II) — 1,3, оксид азота (IV) — 1,3, оксид азота (II) — 1 ПДК, хлороводород — 0,2 ПДК, формальдегид — 3,3 ПДК, бенз(а)пирен — 1,7 ПДК. Поскольку концентрации взвешенных веществ, оксида углерода (II), оксида азота (IV), формальдегида и бенз(а)пирена превышают величины их ПДК, то воздушная подсистема экосистемы города не удовлетворяет критерию пригодности. Без учета однонаправлен-

ного действия загрязнителей получаем: $S_{дон} = 2,828$, $S_{реал} = 4,104$,

а $\frac{S_{реал}}{S_{дон}} = 2,72$. Значит, общее содержание химических загрязнителей

в городском воздухе в 2,72 раза превышает условия, регламентированные действующими нормативами. С учетом однонаправленного действия двух групп загрязнителей (Гигиенические нормативы, 2003): а) оксида серы (IV) и оксида азота (IV); б) оксида углерода (II) и формальдегида, — диаграммы превращаются в пятилепестковые, их площади, вычисленные по формулам 3 и 4, равны: $S_{дон} = 2,38$, $S_{реал} = 12,72$, а $\frac{S_{реал}}{S_{дон}} = 5,34$. Следова-

тельно, использование данного подхода к определению критериев безопасности среды показывает превышение допустимых условий более чем в 5 раз. Анализ полученных результатов позволяет сделать заключение о том, что учет однонаправленного действия загрязнителей ужесточает критерии экологической безопасности среды обитания (в данном случае химического состава воздуха) и в большей степени удовлетворяет положениям теории потенциальной опасности любого загрязнения окружающей среды.

Предложенная методика была использована для изучения экологической безопасности атмосферного воздуха в других городах Ростовской области. Так, в 2008 г. в г. Азове уровень загрязнения воздуха характеризовался значением $ИЗА_5 = 10,8$ и оценивался как «высокий» [5]. Состав поллютантов близок к их составу в г. Таганроге, т. к. отсутствует только хлороводород. Согласно действующим гигиеническим нормативам, среди перечисленных загрязнителей эффектом однонаправленного действия обладают оксид серы (IV), оксид азота (IV) и оксид азота (II), а также оксид углерода (II) и формальдегид. Вклад загрязнителей первой группы составляет 2,44, а второй — 4,4, т. е. обе величины больше 1. Концентрация бенз(а)пирена также превышает ПДК. Значит, воздушная подсистема города не является пригодной для жизнедеятельности людей и других организмов. Экологически безопасным условиям соответствует правильный четырехугольник с площадью $S_{дон} = 2,0$, тогда как площадь четырехугольника, отвечающего реальным условиям, равна: $S_{реал} = 10,02$. Тогда $\frac{S_{реал}}{S_{дон}} = 5,01$. Следовательно, допустимые условия превышены в 5,01 раза.

В 2008 г. индекс загрязнения атмосферы г. Новочеркаска Ростовской области составлял $ИЗА_5 = 10,9$ и оценивался как «высокий». Среди обна-

руженных в нем загрязнителей эффектом однонаправленного действия обладают: а) оксид серы (IV), оксид азота (IV), оксид азота (II); б) фенол, оксид углерода (II) и формальдегид. Вклад первой группы поллютантов равен 2,34, второй группы — 4,9, и по этим группам загрязнителей воздух экологически опасен. Концентрация взвешенных веществ превышает ПДК в 1,3 раза. Значит, воздушная подсистема города не является пригодной ни по одному показателю. Экологически безопасным условиям соответствует правильный треугольник с площадью $S_{дон} = 1,3$, а площадь треугольника, характеризующего реальные условия, составляет:

$$S_{реал} = 9,04. \text{ Тогда } \frac{S_{реал}}{S_{дон}} = 6,95, \text{ т. е. критерии экологической безопасно-}$$

сти воздуха превышены в 6,95 раз. В то же время в изучаемый период времени г. Новочеркасск и г. Азов имели почти одинаковые значения $ИЗА_5$, следовательно, применение предложенной методики позволяет выделить отличия в характере и уровне загрязнения воздуха этих городов.

По результатам экологического мониторинга 2008 г., среди всех городов Ростовской области воздух г.Цимлянска являлся наиболее безопасным: $ИЗА_5 = 0,5$, — поэтому уровень загрязнения воздуха оценивался как «низкий». Действительно, концентрации 5 загрязнителей из 6 не превышали фонового значения, только концентрация взвешенных веществ была в 2 раза выше фоновой. Эффектом однонаправленного действия обладают оксид серы (IV), оксид азота (IV), оксид углерода (II) и сероводород, а их общий вклад составлял 0,32, т. е. меньше 1. Концентрация взвешенных веществ и оксида азота (II) также не превышали ПДК, поэтому аэроподсистему данного города можно считать пригодной для живых организмов по всем содержащимся в ней загрязнителям. Экологически безопасным условиям соответствует правильный треугольник с площадью $S_{дон} = 1,3$, а площадь треугольника, соответствующего реальным

условиям, равна: $S_{реал} = 0,072$. Тогда $\frac{S_{реал}}{S_{дон}} = 0,06$, критерии экологиче-

ской безопасности воздуха выполняются, а «резерв» воздушной подсистемы по отношению к возможным загрязнителям можно оценить примерно в 94 %.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы. Во-первых, в условиях антропогенного загрязнения и существующих нормативов безопасности городской окружающей среды более целесообразно использовать предложенный критерий безопасности, учитывая влияние всех присутствующих загрязнителей и соотносящий реальное состояние городской экосистемы с состоянием, допускаемым действующими санитарными правилами и нормами.

Во-вторых, при оценке качества городской среды обитания учет однонаправленного действия загрязнителей ужесточает критерии качества и экологической безопасности среды обитания и более отвечает теории потенциальной опасности любого загрязнения окружающей среды.

Литература

1. Анфилатов В. С., Емельянов А. А., Кукушкин А. А. Системный анализ в управлении. М.: Финансы и статистика, 2006.
2. Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.1338-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест: М.: Мин-во здравоохранения РФ, 2003.
3. Коробкин В. И., Передельский Л. В. Экология. Ростов н/Д: Феникс, 2000.
4. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186-89. М.: Госкомгидромет, 1989.
5. О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2008 году // Экологический вестник Дона / под общ. ред. С. Г. Курдюмова, Г. И. Скрипки [и др.]. Ростов н/Д: Синтез Технологий, 2009.

О. В. Катыхева

*Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова*

Оценка экологических, социальных и экономических факторов, влияющих на состояние здоровья городского населения

Условия окружающей социальной и природной среды, существенно повышающие риск возникновения заболеваний и определяющие высокие показатели заболеваемости, получили названия факторов риска. По данным Всемирной организации здравоохранения, здоровье населения на 50 % зависит от образа и качества жизни, на 20 % — от качества окружающей среды, еще на 20 % — от наследственных особенностей организма и на 10 % — от развития системы здравоохранения [2].

В пределах территории с однородным социально-экономическим фоном, таких как города, качество медико-санитарной помощи можно считать равноценным. Образ жизни и наследственность, как факторы риска, оказывают заметное влияние на состояние здоровья населения в условиях раздельного проживания различных достаточно крупных социальных и профессиональных групп. В условиях ограниченной территории проживания, на которой можно предполагать однородность социально-экономических условий жизни населения, фактором, в наибольшей степени определяющим дифференциацию показателей заболеваемости населения, является состояние окружающей среды [3].

Ижевск — один из крупных промышленных городов России, в котором проживает 40,2 % населения Удмуртской Республики. Город харак-

теризуется высокой концентрацией крупных предприятий оборонной промышленности, прежде всего — тяжелого и точного машиностроения, а также металлургического, оружейного и других производств. Градостроительная концепция, в рамках которой возник и развивается Ижевск, была типична для Урала и Прикамья: город-завод, возведенный на берегу р. Иж. В настоящее время территория города также не имеет четкого функционального зонирования — т. е. промышленные зоны размещения предприятий разбросаны по территории города и перемежаются с зонами жилой застройки, а также рекреационными зонами [1].

Оценка влияния экологических и социально-экономических факторов на состояние здоровья населения города Ижевска проводилась в период с 1991 по 2005 гг. по таким критериям как структура загрязняющих веществ, выброшенных в атмосферу, основные демографические показатели территории, такие, как численность, естественный прирост населения, половозрастная структура населения, общие экономические показатели территории, уровень урбанизации, структура и уровни заболеваемости и смертности городского населения.

Демографическая ситуация в г. Ижевске не отличается от общероссийской: т. е. как минимум на протяжении последних 10 лет происходят процессы депопуляции — спад рождаемости и увеличение смертности населения, а также общее сокращение продолжительности жизни населения с увеличением разницы в продолжительности жизни между мужским и женским населением [4; 5].

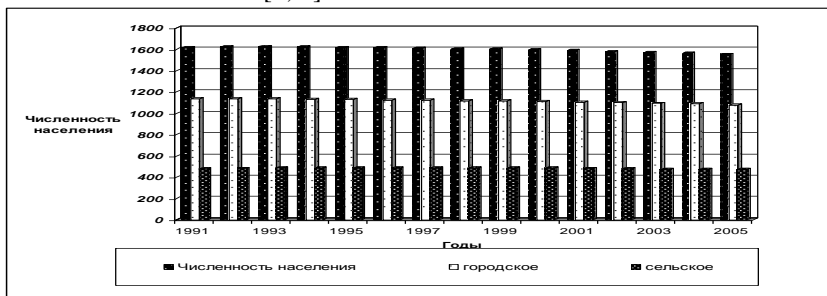


Рис. 1. Численность населения Удмуртской Республики (тыс.)

В период с 1991 до 1997 гг. происходило падение объемов производства вследствие сложившихся политических, экономических и социальных преобразований, что привело к некоторому сокращению объемов вредных выбросов в атмосферу от стационарных источников, а также уменьшению сбросов загрязняющих веществ в водоемы. Вместе с тем одновременно выявился и ряд негативных процессов. В связи с сокращением финансирования в значительной мере были свернуты работы по

строительству новых и нормальной эксплуатации действующих природоохранных объектов. Также произошло структурное изменение составов выбросов в атмосферу, т. е. в значительной мере увеличилось количество выбросов от передвижных источников.

В качестве критериев оценки взаимосвязей в территориальных антропоэкологических системах выступают показатели здоровья населения, эффективность использования которых определяется тем, что население является одним из основных реципиентов антропогенного воздействия на среду. Таким образом, изменение состояния здоровья населения (вплоть до изменений на генетическом уровне), проживающего в условиях измененной в процессе воздействия среды, можно считать важнейшими вторичными последствиями в системе взаимодействия природы и общества [3].

На территории г. Ижевска происходит снижение уровня здоровья населения, т. к. оно подвержено повышенной антропогенной нагрузке: т. е. наличие значительного загрязнения атмосферы, поверхностных и подземных вод, почвы. Наблюдается повышение уровня нетрудоспособности населения, рост острых и хронических заболеваний. Признаками сложной экологической ситуации можно считать участвовавшие вспышки инфекционных заболеваний, усиление процессов мутагенеза, рост наследственных и онкологических заболеваний.

Особенности воздействия факторов окружающей среды привели к существенным изменениям показателей уровня здоровья населения, которые можно сформулировать следующим образом:

- ускорение динамики всех показателей, характеризующих здоровье (заболеваемость, инвалидность, смертность, физическое развитие);

- характерные демографические изменения (отрицательный прирост населения, смертность населения в трудоспособном возрасте);

- доминирование ряда заболеваний высокого уровня (болезни системы кровообращения, хронические неспецифические болезни органов дыхания, несчастные случаи, отравления, травмы);

- выделение группы важных заболеваний, ранее редко встречавшихся (эндокринные, аллергические, врожденные пороки, болезни иммунной системы);

- рост заболеваемости некоторыми инфекционными болезнями (корь, дифтерия, гепатит Б, аденовирусы и прочее);

- образование нового неэпидемического типа патологий.

Влияние социально-экономических факторов на здоровье населения может быть как прямым (при снижении уровня и качества жизни повышается заболеваемость такими общепринятыми социальными болезнями как туберкулез, болезни нервной системы и органов чувств, системы кровообращения, алкоголизм, наркомания, венерические болезни), так и опосредованно.

средованным, например, при снижении экономической активности промышленности, в частности, снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, происходит снижение заболеваний органов дыхания. Наиболее сильно влияние социально-экономических факторов находит отражение в структуре смертности населения [5; 6].

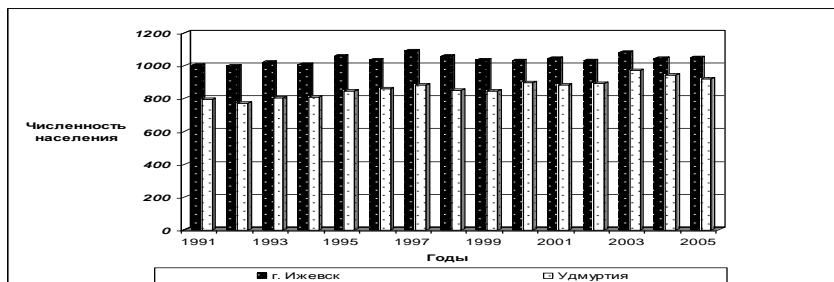


Рис. 2. Первичная заболеваемость всех категорий населения (на 1 тыс. населения)

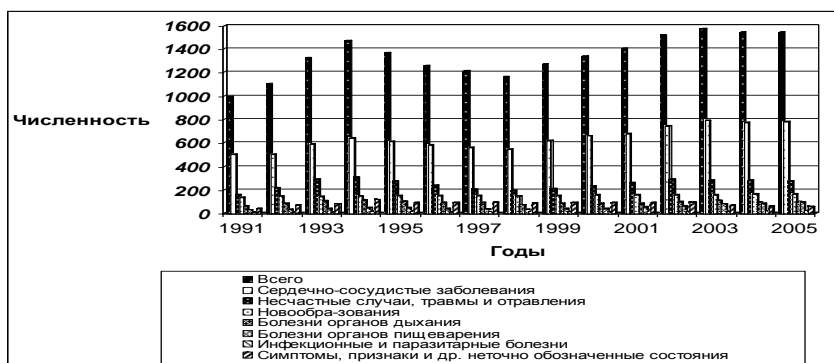


Рис. 3. Уровень смертности в населения г. Ижевска по основным причинам (на 100 тыс. населения)

Как видно из рис. 3, на протяжении всего периода исследования преобладающей причиной смертности населения г. Ижевска являются сердечно-сосудистые заболевания, а также несчастные случаи, травмы и отравления. Смертность по причинам новообразований, заболеваний органов дыхания и органов пищеварения занимают третье, четвертое и пятое места соответственно.

В современных условиях невозможно отделять процессы формирования здоровья от экономических, экологических условий. Исследование воздействия изменений в экологической и социально-экономической сфере на здоровье населения в городах является актуальной проблемой

междисциплинарного характера, которая в силу своей сложности не может иметь исчерпывающего и однозначного решения.

Литература

1. Ежова Н. Н., Молчанова Л. Ф., Глумова В. А. [и др.]. Влияние экологических факторов на здоровье населения Ижевска // Актуальные проблемы медицины. Казань, 1994. С. 58—61.
2. Малхазова С. М. Медико-географический анализ территорий: картографирование, оценка, прогноз. М.: Научный мир, 2001. 240 с.
3. Прохоров Б. Б. Здоровье населения России. Проблемы изучения и прогнозирования // Рабочие доклады Центра демографии и экологии человека. № 12. М., 1993. 53 с.
4. Сениявский А. С. Российская урбанизация: экологические последствия и их влияния на демографические процессы // Историческая экология и историческая демография / под ред. Ю. А. Полякова. М.: Российская политич. энциклопедия (РОССПЭН), 2003. С. 47—74.
5. Удмуртия в цифрах // Статистический сборник. Ижевск, 2005.
6. Социально-экономическое положение в Удмуртской республике в 2005 году // Статистический сборник, Ижевск. 2005

Л. В. Кашицына, М. Ю. Сергадеева
Балашовский институт (филиал)
Саратовского университета

Биологическая активность почв под многолетними травами

Как показали наши исследования, проводимые на опытных участках в Балашовском районе на пахотных землях ЗАО «Балашов-зерно» (бывший колхоз им. Ленина), в одновидовых посевах наибольшая численность микроорганизмов наблюдалась у люцерны синегибридной (*Medicago Sativa*), из них аммонификаторов было 12 900 тыс./га абсолютно сухой почвы, у житняка и волоснеца — 1 200 тыс./га. Аналогичная картина наблюдалась и в травосмесях: посевы из злаковых культур содержали в почве меньшее количество азотобактера, клостридий и целлюлозоразлагающих микроорганизмов. Как только вводится бобовый компонент (люцерна синегибридная и эспарцет), так резко возрастает численность клубеньковых бактерий (19,2—20,1 тыс./г абсолютно сухой почвы против одновидовых посевов), азотобактера (20,0—24,0 тыс./г против 16,7—18,6 в одновидовых посевах), целлюлозоразлагающих микроорганизмов (70,0—71,0 тыс./г абсолютно сухой почвы против 50,9—65,0 в одновидовых посевах).

В целом по всем вариантам опыта общий уровень содержания микроорганизмов в почве оказался высоким и характеризует микробоценоз как благоприятный для роста и развития сеяных трав (табл. 1).

Таблица 1

Влияние многолетних трав и травосмесей на микробоценоз почвы тыс./г абсолютно сухой почвы (среднее за 2004—2007 гг.)

Варианты	Клубеньковые бактерии, тыс./га	Азотобактер, тыс./га	<i>Clostridium pasteurianum</i> тыс./га	Целлозоразлагающие, тыс./га	Аммонификаторы на МПА, тыс./га	Использующие минеральный азот, тыс./га
Житняк	15,0	17,0	74	50,9	12,0	12,6
Волоснец	15,4	16,7	76	61,0	12,0	12,5
Люцерна	19,7	18,6	89	70,3	12,9	14,9
Волоснец + житняк	16,0	16,8	77	62,0	12,3	12,4
Волоснец + люцерна	17,6	17,8	78	64,0	13,0	12,6
Волоснец + эспарцет	19,2	20,0	81	65,0	17,1	12,6
Волоснец + житняк + люцерна	19,7	22,0	82	66,0	16,2	11,8
Волоснец + житняк + эспарцет	20,1	24,0	84	71,0	16,3	12,1

Определение численности микроорганизмов не дает полного представления о жизнеспособности микробоценоза в целом. Поэтому мы исследовали ферментативную его активность. Как оказалось, закономерность содержания/активности ферментов была та же, что и по численным показателям.

Таблица 2

Ферментативная активность почвы под посевами многолетних трав (среднее 2004—2006 гг.)

Ферменты на 100 г почвы	Варианты опыта*							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Протеаза, мг аминного азота за 20 часов	20,2	20,0	29,8	20,5	31,0	32,8	36,2	38,6
Уреаза, мг NH ₃	1,23	1,26	1,44	1,24	2,30	2,29	2,50	2,51
Инвертаза, мг глюкозы	57,6	54,0	60,3	54,0	64,2	64,0	64,4	64,8
Каталаза, мг O ₂	3,46	3,40	3,73	3,46	4,10	4,40	4,80	4,74

* 1. Житняк; 2. Волоснец; 3. Люцерна синегрибридная; 4. Волоснец + житняк; 5. Волоснец + люцерна синегрибридная; 6. Волоснец + эспарцет; 7. Волоснец + житняк + люцерна синегрибридная; 8. Волоснец + житняк + эспарцет.

Уровень колебания активности протеазы, уреазы, инвертазы, каталазы особенно заметен в смешанных посевах, в трехкомпонентных видовых составах, где ризосфера более мощная (протеазы — 32,8—36,2 мг; уреазы — 2,29—2,50 мг; инвертазы — 64,4—64,8 мг; каталазы — 4,80—4,74 мг);

в одновидовых посевах лидирует люцерна синегибридная (протеазы — 29,8 мг; уреазы — 1,44 мг; инвертазы — 60,3 мг; каталазы — 3,73 мг) (табл. 2).

Таким образом, важнейшим фактором эффективного земледелия является органическое вещество, которое, будучи энергетической пищей для микроорганизмов, оказывает положительное влияние на экологическую среду, способствующую жизни растений.

М. В. Ковальская

*Томский государственный университет систем
управления и радиоэлектроники*

Изменение численности коловраток при разных концентрациях нефтяного загрязнения

Коловратки (*Rotatoria*) являются одной из важнейших групп зоопланктона и выполняют существенную экологическую функцию в водных экосистемах [5]. Благодаря своим небольшим размерам и высоким скоростям обмена, способности быстро наращивать численность путем партеногенетического размножения и пластичным жизненным циклом, коловратки наиболее чувствительны к изменению условий водных экосистем [2; 8]. Коловратки используются как биологические индикаторы свойств воды: отмечается чувствительность солоноводных коловраток к различным токсичным веществам, производным нефти [1; 3]. Общеизвестно, что коловратки должны включаться в систему мониторинга озер [5].

Увеличение объемов добычи нефти приводит к усилению техногенной нагрузки на все компоненты экосистемы, в том числе и на водные объекты. Усиление нефтезагрязнений водоемов, негативное действие вредных веществ отражаются на всех звеньях водной экосистемы, нарушается биология размножения, развитие и поддержание необходимой численности видов гидробионтов [6; 7]. В результате изменяется среда обитания водных организмов и становится непригодной для их существования [4]. При нефтезагрязнении водоемов показано изменение численности коловраток [10]. В то же время отсутствие количественных данных изменений численности популяций в зависимости от концентрации нефтезагрязнений затрудняет использование исследуемой группы организмов при оценке уровня нефтезагрязнений водоемов.

Целью данной работы являлось исследование влияния различных концентраций нефти на популяцию коловраток *Brachionus Plicatilis* в контролируемых условиях.

В качестве объектов исследований являлись покоящиеся яйца солоноводных коловраток *Brachionus Plicatilis*, собранные в оз. Каракуль Алтайского края в ноябре 2009 г. Подсчет и анализ коловраток проводился

прямым микроскопированием водной пробы [11]. Пробы обрабатывались счетным методом в камере Богорова [8].

Результаты исследований

Продолжительность эксперимента составляла 15 суток. Контролем служила незагрязненная вода. Опыты проводились при комнатной температуре +20 °С, со слабой продувкой, аэратором. Питание коловраток осуществлялось через день раствором из пекарских дрожжей из расчета 100 мг на 1 л воды.

Представленные на рис. 1 среднестатистические данные изменений численности коловраток позволяют заметить, что концентрации нефти 10 мл/л оказывают стимулирующее влияние на численность на 8 сутки последствия. На 12 сутки наблюдается увеличение численности коловраток при 10 и 20 мл концентрации нефти. В 15 сутки численность беспозвоночных в загрязненной воде равна $13\,125 \pm 3\,050,0$; $16\,083 \pm 1\,326,0$; $17\,667 \pm 811,4$ экз./мл по сравнению с контролем — $15\,750 \pm 778,6$ экз./мл. Статистически достоверные изменения наблюдаются только при концентрации 20 мл.

Увеличение численности может быть связано с развитием нефтебактерий, которыми стали дополнительно питаться коловратки.

При увеличении дозы внесения нефти до 40 мл/л воды в течение 10 суток происходит рост численности коловраток до $16\,160 \pm 262,5$ экз./мл, что значительно больше по сравнению с контролем $8\,440 \pm 177,1$ экз./мл. Начиная с 13-суточного периода наблюдений, происходит снижение численности до $13\,660 \pm 158,1$ экз./мл на 15 сутки (рис. 2).

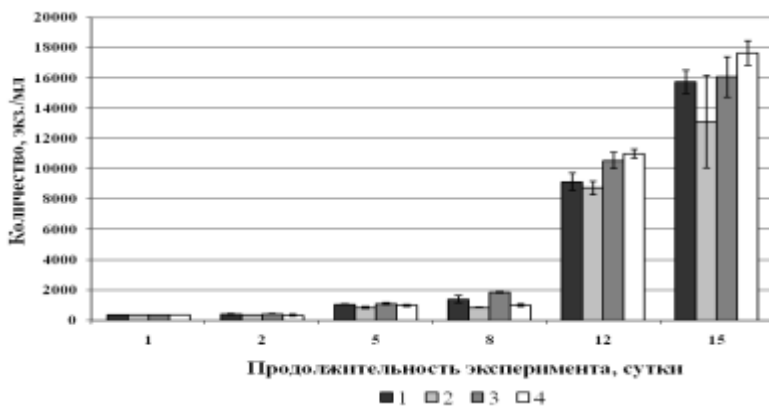


Рис. 1. Изменение численности коловраток в зависимости от дозы внесения нефти: 1 — контроль, 2 — при концентрации 5 мл нефти на 1 л воды, 3 — при концентрации 10 мл нефти на 1 л воды, 4 — при концентрации 20 мл нефти на 1 л воды

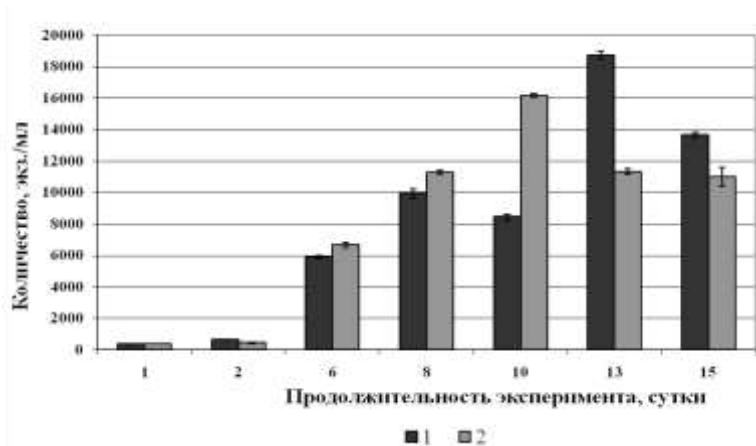


Рис. 2. Изменение численности колловатов в зависимости от дозы внесения нефти: 1 — контроль, 2 — при концентрации 40 мл нефти на 1 л воды

При загрязнении 80; 160; 320 мл/л наблюдается снижение численности на 4 сутки до $325 \pm 23,7$; $100 \pm 15,8$; $400 \pm 47,4$ экз./мл. В течение последующих суток численность также снижается до $1\ 200 \pm 63,2$; $18 \pm 2,8$; $49 \pm 9,2$ экз./мл по сравнению с контролем — $18\ 950 \pm 679,9$ экз./мл (рис. 3).

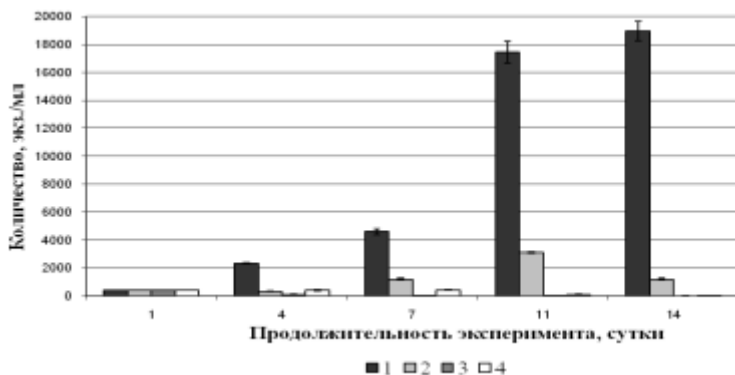


Рис. 3. Изменение численности колловатов в зависимости от дозы внесения нефти: 1 — контроль, 2 — при концентрации 80 мл нефти на 1 л воды, 3 — при концентрации 160 мл нефти на 1 л воды, 4 — при концентрации 320 мл нефти на 1 л воды

Выводы

1. Нефтезагрязнение различных концентраций вызывает существенные изменения численности солоноводных колловатов.

2. Концентрации нефти порядка 20 мл/л стимулирует увеличение численности коловраток. Повышение концентрации нефти приводит к снижению численности и гибели беспозвоночных.

3. Выявлены три стадии адаптивных реакций коловраток в зависимости от концентрации нефти: стимуляции (при концентрации нефти 20 мл/л воды), резистентности (при 40 мл/л) и депрессии (при 80; 160; 320 мл/л).

Литература

1. Ferrando M. D., Andreu-Moliner E. Acute toxicity of toluene, hexane, xylene and benzene to the rotifers *Brachionus calyciflorus* and *Brachionus plicatilis* // J. Bull. Envir. Cont. Toxic. 1992. V. 49. P. 266—271.

2. Segers H. Annotated checklist of the rotifers (*Phylum Rotifera*), with notes on nomenclature, taxonomy and distribution // J. Zootaxa. 2007. V. 1564. P. 1—104.

3. Snell T. W., Moffat B. D., Janssen C. [et. al.]. Acute toxicity Tests Using Rotifers. IV. Effects of Cysts Age, Temperature and Salinity on the Sensitivity of *Brachionus calyciflorus*. // J. Ecotoxicol Envir. Safety. 1991. V. 24. P. 308—317.

4. Абдурахманов Г. М., Ахмедова Г. А., Гасангаджиева А. Г. Загрязнение западной части среднего Каспия нефтяными углеводородами и биологическое разнообразие // Вестник Астраханского гос. технич. ун-та. 2006. С. 151—158.

5. Галковская Г. А., Вежновец В. В., Зарубов А. И. [и др.]. Коловратки (Rotifera) в водных экосистемах Беларуси. Мн.: БГУ, 2001. 185 с.

6. Карташев А. Г. Биоиндикация экологического состояния окружающей среды. Томск: Водолей, 1999. 192 с.

7. Карташев А. Г. Экологические аспекты нефтедобывающей отрасли Западной Сибири. Томск: Томск. гос. ун-т систем управл. и радиоэлектроники, 2007. 218 с.

8. Киселев И. А. Планктон морей и континентальных водоемов. Т. 1. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1969. 657 с.

9. Кутикова Л. А. Коловратки фауны СССР (*Rotatoria*). Л.: Наука, 1970. 744 с.

10. Лоскутова О. А., Фефилова Е. Б. Зоопланктон и зообентос рек Печорского бассейна в условиях аварийного загрязнения нефтепродуктами // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2004. Т. 6. № 2. С. 146—162.

11. Чертопруд М. В., Чертопруд Е. С. Краткий определитель беспозвоночных пресных вод центра европейской части. М.: Макс-пресс, 2003. 184 с.

А. В. Кузнецов

Научный центр «Охрана биоразнообразия» РАЕН, г. Москва

Оценка состояния окружающей среды с целью определения вреда и исчисления размера ущерба животному миру от хозяйственной и иной деятельности

Проведение расчетов, связанных с оценкой ущерба, вызываемого уничтожением объектов животного мира и их среды обитания, обусловлено задачами предотвращения вредного воздействия на животный мир и взыскания компенсаций за причиненный вред. Сферой применения

оценочных показателей является исчисление размера ущерба, вызываемого всеми видами вредного воздействия на животных и среду их обитания:

— при незаконном уничтожении животных и (или) повреждении среды обитания;

— проведении государственной экологической экспертизы проектов и оценке воздействия осуществляемой и планируемой деятельности на среду обитания животных;

— подготовке разделов оценки воздействия на окружающую среду в проектах затрагивающих среду обитания животных.

Разработка методического обеспечения данного процесса требует решения следующих задач:

— установление методов и показателей стоимостной оценки ущерба (вреда), возникающего в результате уничтожения, повреждения и деградации местообитаний животных, совместимых с методологией оценочных работ, применяемой при оценке других объектов, а также в практике финансового анализа хозяйственной и инвестиционной деятельности;

— классификация объектов животного мира для целей стоимостной оценки среды их обитания;

— определение коэффициентов для учета ценности отдельных групп животного мира и среды их обитания;

— установление порядка определения ущерба, вызываемого различными видами воздействия на среду обитания животных [1].

Перечисленные задачи были решены коллективом НЦ «Охрана биоразнообразия» Российской Академии Естественных Наук в прикладной разработке «Методика оценки вреда и исчисления размера ущерба от уничтожения объектов животного мира и нарушения их среды обитания».

Методика определяет оценку вреда для наземных позвоночных животных, беспозвоночных животных и биологического разнообразия. Настоящая методика Конкурсной комиссией Госкомэкологии РФ признана

в 1999 г. наиболее пригодной для практического применения. После доработки правовым отделом Госкомэкологии РФ методика утверждена (28 апреля 2001 г.).

Целями методики являются:

1. Определение порядка оценки вреда от уничтожения объектов животного мира и/или нарушения их среды обитания при различных видах антропогенных воздействий.

2. Исчисление размера ущерба, нанесенного объектам животного мира и/или их среде обитания при ведении хозяйственной и иной деятельности.

3. Исчисление размера ущерба объектам животного мира и/или их среде обитания при исследованиях по оценке воздействия на окружающую среду намечаемой хозяйственной и иной деятельности [2].

Оценка ущерба проводится в несколько этапов.

На первом этапе выявляется масштаб фактического или потенциального (прогнозируемого) воздействия, устанавливается территория его влияния, и степень трансформации среды обитания животных. Проводится зонирование территории по степени нарушенности местообитаний.

На втором этапе определяется видовой состав, исходная или фактическая численность животных, а также их годовая продуктивность. Проводится деление животных на оценочные группировки

На третьем этапе осуществляется сбор информации экономического характера. К такой информации относятся данные о ценах на продукцию объектов охоты и промысла, включая продукцию части и дериваты редких видов животных, ставки процентов по валютным депозитам, данные о затратах на проведение воспроизводственных работ.

На четвертом этапе определяется размер фактически нанесенного или потенциального (прогнозируемого) вреда в натуральной форме, а затем рассчитывается стоимость ущерба по каждой оценочной группе и всей территории вредного воздействия.

На пятом этапе определяется размер компенсационных выплат собственникам объектов животного мира, которые могут обеспечить равноценное восстановление качества утраченных или поврежденных местообитаний животных в зоне воздействия либо в другом месте [3].

Помимо данной методики Приказом Министерства природных ресурсов от 28 апреля 2008 г. № 107 утверждена «Методика исчисления размера вреда, причиненного объектам животного мира, занесенным в Красную книгу Российской Федерации, а также иным объектам животного мира, не относящимся к объектам охоты и рыболовства и среде их обитания».

Следует разделить возможности использования вышеуказанных методик, поскольку существует принципиальное различие в применении расчетов нанесенного ущерба, как вследствие нарушения экологического законодательства, так и в рамках правомерной хозяйственной деятельности. Последнее не рассматривается и не учитывается методикой 2008 г. Главная же особенность методики, утвержденной Госкомэкологией (2001), заключается в оценке вреда от планируемой хозяйственной и иной деятельности, т. е. является важной основой для разработки ОВОС.

Основой для расчета компенсации вреда являются таксы, рекомендованные в методике, утвержденные в соответствии с установленным законодательством Российской Федерации порядком, вместо рекомендуемых методикой 2001 г. Таксы, которые на данный момент отменены, возможны в использовании, также и иные таксы, утвержденные в соответствии

с порядком установленным законодательством. Поэтому целесообразно рассматривать методiku (2001) как универсальную, особенно в случаях планируемой хозяйственной деятельности, непредусмотренных более поздней методикой, принятой и утвержденной МПР 28 апреля 2008 г.

Литература

1. Медведева О. Е. Демонстрационные материалы для распространения опыта применения экономических методов охраны объектов животного мира. М.: Земля-Информ, 2002. 36 с.

2. Кривенко В. Г. Распространение позитивного опыта по оценке ущерба от уничтожения объектов животного мира и деградации среды их обитания. М.: ЦИМЖ Евразии. 2002. 89 с.

3. Методика оценки вреда и исчисления размера ущерба от уничтожения объектов животного мира и нарушения их среды обитания (Утверждена Госкомэкологией РФ 28.04.2001).

А. М. Кузьмичев, А. И. Золотухин
Балашовский институт (филиал)
Саратовского университета

Влияние низового пожара на лесные культуры

Существует проблема повреждений лиственных лесов пожарами в связи с экстремально жаркими условиями последних нескольких лет. В Балашовском районе Саратовской области имели место весенние низовые пожары в искусственно созданном лесном массиве противозрозийного назначения в окрестностях пос. Ветельный Балашовского лесничества (111—120 кв.). Степень повреждения огнем и устойчивость деревьев к данному фактору изучена недостаточно, поэтому и стало целью работы.

Исследования влияния низовых пожаров на лиственные породы проводились весной и летом 2010 г. в 3 выделе 111 квартала и во 2, 4, 5, 6, 7, 9, 12, 26 выделах 112 квартала общей площадью 24,3 га. Объекты исследования *Quercus robur* L., *Ulmus laevis* Pall., *Fraxinus lanceolata* Borkh., *Ulmus pumila* L., *Betula pendula* Roth, *Tilia cordata* Mill., произрастающие на выделах, подвергшихся низовому пожару. Возраст насаждений исследуемых видов 30—49 лет, только у *Fraxinus lanceolata* Borkh. в 5 выделе 112 квартала возраст составляет 17 лет. Степень поврежденности стволов определялась по разработанной нами методике. Для этой цели составлена пятибалльная шкала. Выделено соответственно пять классов повреждения деревьев: I класс не повреждены (не обожжены); II — слабо поврежденные (поверхностные повреждения стволов деревьев до 30—50 %); III — средне поврежденные (от 50 % до полного выгорания коры); IV — сильно поврежденные (полное выгорание коры и частичное повреждение древесины); V — упавшие деревья со сгоревшими стволами. Жизненность древесных пород определялась в пределах возрастных групп ценопопуляций

по В. А. Алексею [1; 2]. Всего было учтено 1 968 экземпляров исследуемых видов лиственных пород.

При маршрутном исследовании были получены сведения по степени поврежденности стволов древесных пород низовым пожаром (см. табл.).

Оценка поврежденности стволов древесных пород низовым пожаром

Вид древесной породы	Выдел и квартал	Число деревьев, %				
		I	II	III	IV	V
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	111 кв. 3 в.	80	13	—	—	—
	112 кв. 2 в.	85	15	—	—	—
	112 кв. 4 в.	69	31	—	—	—
	112 кв. 6 в.	15	83	2	—	—
<i>Fraxinus lanceolata</i> Borkh.	111 кв. 3 в.	86	14	—	—	—
	112 кв. 2 в.	90	10	—	—	—
	112 кв. 4 в.	76	24	—	—	—
	112 кв. 5 в.	17	48	35	—	—
	112 кв. 6 в.	2	97	1	—	—
	112 кв. 7 в.	20	80	—	—	—
	112 кв. 12 в.	17	83	—	—	—
<i>Ulmus pumila</i> L.	112 кв. 7 в.	45	55	—	—	—
<i>Quercus robur</i> L.	112 кв. 6 в.	40	60	—	—	—
	112 кв. 7 в.	25	75	—	—	—
<i>Betula pendula</i> Roth	112 кв. 7 в.	23	76	1	—	—
	112 кв. 9 в.	3	94	—	—	—
<i>Tilia cordata</i> Mill.	112 кв. 9 в.	13	86	1	—	—
	112 кв. 26 в.	14	86	—	—	—

Из таблицы видна различная степень поврежденности исследуемых лиственных пород низовым пожаром. В большей степени чувствительны к огню *Tilia cordata* Mill., *Betula pendula* Roth, *Quercus robur* L., у которых повреждения составили 60—94 % древостоя. *Ulmus laevis* Pall. в 6 выделе 112 квартала получил повреждения II класса. Они отмечены у 83 % деревьев. Более сильные травмы отмечены у единичных стволов. Большинство деревьев *Fraxinus lanceolata* Borkh. в 6, 7, 12 выделах 112 квартала имеют повреждения огнем II класса (80—97 %); в 5 выделе 112 квартала слабые повреждения (48 %) и средние — 35 %. Высокий процент поврежденности *Ulmus laevis* Pall. и *Fraxinus lanceolata* Borkh. связан с наличием густого травянистого покрова в насаждениях, который усиливает лесной пожар. Степень поврежденности стволов низовым пожаром зависит от видов деревьев, структуры насаждения, наличия лесной подстилки или травянистого покрова. В высокополнотных фитоценозах лесные пожары менее интенсивные, чем в изреженных.

Поврежденность стволов древесной растительности низовым пожаром сказалась на их жизненном состоянии. Особенности пожарных травм нами учитывалось по возрастным группам ценопопуляции, а внутри них определяли жизненное состояние древесных растений по методике В. А. Алексеева (1989). Ценопопуляция *Ulmus laevis* Pall. регрессивного типа состоит из старых генеративных экземпляров здоровых (52 %), ослабленных (27 %) и сильно ослабленных (0,5 %) ожогами, соответственно 1, 2 и 3 классы жизненности, по В. А. Алексееву, также из старых вегетативных здоровых (10 %) и ослабленных (10,5 %) (рис. 1).



Рис. 1. Распределение *Ulmus laevis* Pall. по классам жизненности В. А. Алексеева

Ценопопуляция *Fraxinus lanceolata* Borkh. — нормального неполноценного типа, у которой отсутствуют проростки и виргинильные молодые экземпляры. Характер и процент ослабленности в каждой возрастной группе различен. Максимальная встречаемость ослабленных деревьев не более 21 %, а сильно ослабленных до 7 % (рис. 2).

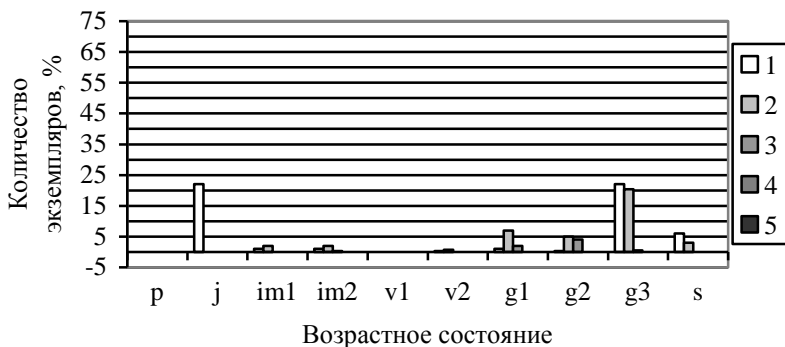


Рис. 2. Распределение *Fraxinus lanceolata* Borkh. по классам жизненности В. А. Алексеева

Ценопопуляция *Ulmus pumila* L. — нормального неполночленного типа, в составе которой отсутствуют проростки, ювенильные, молодые, средневозрастные и старые генеративные, также старые вегетативные. Наибольший процент встречаемости ослабленных (21 % — 2 кл.) экземпляров у имматурных средневозрастных (рис. 3).

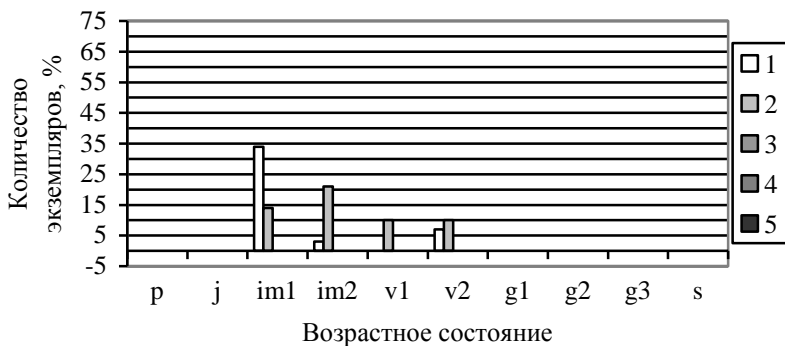


Рис. 3. Распределение *Ulmus pumila* L. по классам жизненности В. А. Алексеева

Ценопопуляция *Quercus robur* L. — нормального неполночленного типа, состоящая из имматурных средневозрастных здоровых (4 %), ослабленных (13 %) и средневозрастных генеративных здоровых (33 %), ослабленных (50 %) (рис. 4).

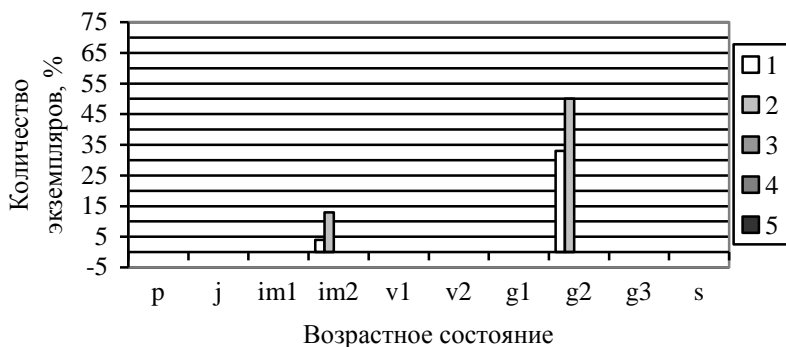


Рис. 4. Распределение *Quercus robur* L. по классам жизненности В. А. Алексеева

Ценопопуляция *Betula pendula* Roth — нормального неполночленного типа, в которой отсутствуют проростки, ювенильные, виргинильные молодые, старые вегетативные. Очень большой процент ослабленных (74 %) деревьев у средневозрастных генеративных (рис. 5).

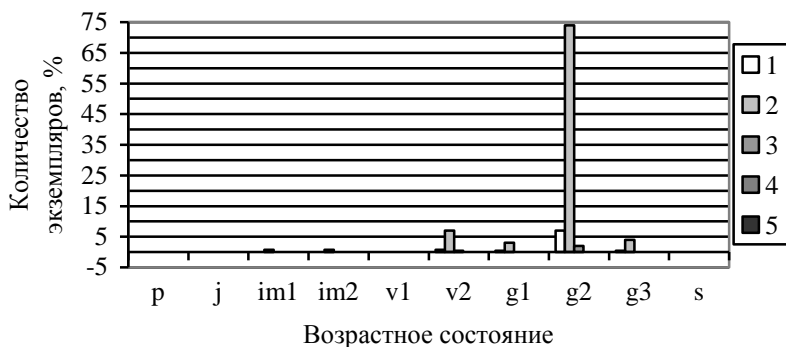


Рис. 5. Распределение *Betula pendula* Roth L. по классам жизненности В. А. Алексеева

Ценопопуляция *Tilia cordata* Mill. нормального неполночленного типа с присутствием виргинильных средневозрастных здоровых (4 %), ослабленных (22 %), сильно ослабленных (0,3 %) и средневозрастных генеративных здоровых (10 %), ослабленных (63,7 %) экземпляров (рис. 6) [2; 3].

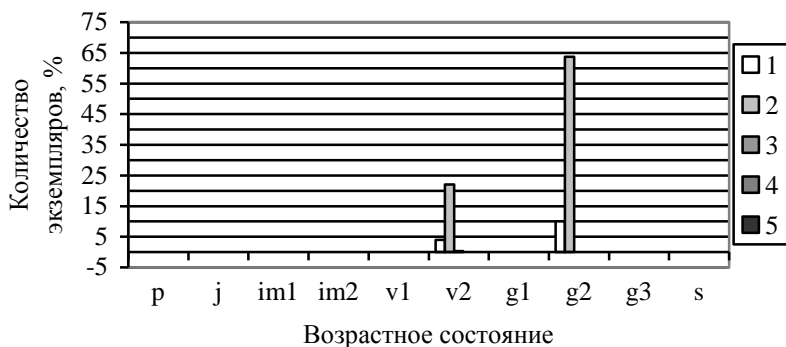


Рис. 6. Распределение *Tilia cordata* Mill. по классам жизненности В. А. Алексеева

Минимальное количество ослабленных растений у *Ulmus laevis* Pall., *Fraxinus lanceolata* Borkh. и *Ulmus pumila* L. Популяции *Quercus robur* L., *Betula pendula* Roth, *Tilia cordata* Mill. сильнее пострадали от низового пожара.

Результаты исследований показали, что наиболее огне- и жизнестойкие лиственные породы *Ulmus laevis* Pall., *Fraxinus lanceolata* Borkh. и *Ulmus pumila* L. Менее устойчивы к огню *Quercus robur* L., *Betula pendula* Roth, *Tilia cordata* Mill. У всех видов деревьев степень повреждения огнем зависит от возраста — чем они старше, тем устойчивее к данному фактору. Это важно учитывать при создании лесных массивов на пожароопасных территориях.

Литература

1. Алексеев В. А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоя // Лесоведение. 1989. № 4. С. 51—57.
2. Матвеев Н. М. Биоэкологический анализ флоры и растительности (на примере лесостепной и степной зоны): учеб. пособие. Самара: Самарский ун-т, 2006. 311 с.
3. Чернова Н. М. Общая экология: учеб. для студентов пед. вузов. М.: Дрофа, 2004. 416 с.

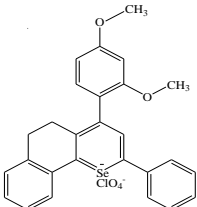
Е. И. Линькова, Н. Н. Гусакова
Саратовский государственный аграрный университет
имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

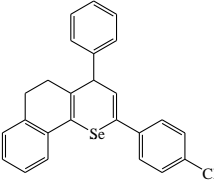
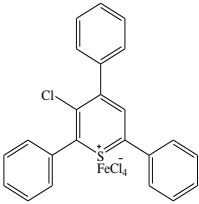
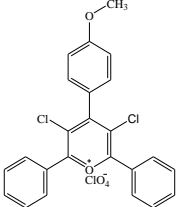
Прогнозирование биологической активности SE-, S-, O-содержащих, гетероциклических соединений с использованием программы PASS

При наличии достаточно богатой коллекции разнообразных химических соединений крайне ограничены возможности для их экспериментального тестирования, что требует тщательнейшего отбора потенциально перспективных веществ уже на ранних стадиях исследования. Такой отбор может быть осуществлен на основе компьютерного прогноза спектра биологической активности химических соединений при помощи программы PASS.

Программа PASS [5] (Prediction of Activity Spectra for Substance) выполняет прогноз спектров биологической активности химических соединений по их структурным формулам, включая основные и побочные фармакологические эффекты, мутагенность, канцерогенность, тератогенность и эмбриотоксичность. Под спектром биологической активности понимается вся совокупность фармакологических эффектов, биохимических механизмов действия и видов специфической токсичности, которые вещество может проявить при взаимодействии с биологическими объектами. В рамках такого определения абстрагируются от многих факторов, влияющих на количественные характеристики биологической активности (объект, доза, путь введения и т. д.), и рассматривается биологическая активность как «внутреннее» свойство вещества, которое проявляется при соответствующих условиях в эксперименте или клинике. При этом биологическая активность определяется лишь качественным образом (наличие/отсутствие), что, конечно, является достаточно грубым описанием действительной ситуации, но в рамках такого приближения в аналитических и прогностических целях можно использовать значительный объем информации о биологически активных соединениях, накопленный человечеством.

Биологическая активность веществ, в программе PASS

№ п/п	Название вещества	Формула	Активность
1	Перхлорат 2-фенил-4-(2,4-диметоксифенил)-7,8-бензо-5,6-дигидроселенохромилля (перхлорат селенохромилля) ПХСХ.		0,379 0,030 Anticarcinogenic (Антиканцерогенный) 0,594 0,033 Antifungal (Противогрибковый) 0,331 0,276 Immunostimulant (Иммуностимулятор) 0,594 0,033 Antiviral (Антивирусный)

2	2-(п-хлорфенил)-4-фенил-7,8-бензо-5,6-дигидроселенохромен (селенохромен) СХ.		0,421 0,029 Antiparasitic (Инсектицидный) 0,731 0,020 Antifungal (Противогрибковый) 0,580 0,062 Antitoxic (Относится к антитоксинам) 0,774 0,012 Immunostimulant (Иммуностимулятор) 0,552 0,101 Antiviral (Анти-вирусный)
3	Тетрахлорферрат-2,4,6-трифенил-3-хлортиопирилия. (Тетрахлорферрат тиопирилия) ТХФТП.		0,351 0,035 Antimutagenic (Антимутагенный) 0,342 0,080 Antitoxic (Относится к антитоксинам) 0,434 0,130 Immunostimulant (Иммуностимулятор) 0,357 0,021 Insecticide (Инсектицид) 0,632 0,056 Antiviral (Анти-вирусный)
4	Перхлорат 2,6-дифенил-4-метоксифенил-3,5-дихлорпирилия. (перхлорат пирилия) ПХП.		0,357 0,021 Insecticide (Инсектицид) 0,304 0,050 Antimutagenic (Антимутагенный)

В настоящее время описание структуры химических соединений в системе PASS основано на плоских структурных формулах молекул веществ, которые представляются в виде списка атомов, образующих молекулу, и списка связей между ними. На данный момент программа прогнозирует чуть менее 1 тыс. видов активностей, в базе данных содержится более 43 тыс. веществ. Точность прогноза составляет более 85 %. Результаты прогноза выдаются пользователю в виде списка названий вероятных видов активности с расчетными оценками вероятностей наличия (P_a) и отсутствия каждого вида активности (P_i), которые имеют значения от 0 до 1. Эти вероятности рассчитываются независимо по подвыборкам активных и неактивных соединений, и поэтому их сумма не равна единице. P_a и P_i интерпретируются как оценки меры принадлежности вещества к классам активных и неактивных соединений соответственно либо как оценки ошибок первого и второго рода. Чем больше для конкретной активности величина P_a и чем меньше величина P_i , тем больше шанс об-

наружить данную активность в эксперименте. Для $P_a > P_i$ вероятности ошибок первого и второго рода равны [1; 3; 4].

Для нас представляло интерес компьютерное прогнозирование биологической активности новых Se-, S-, O-содержащих гетероциклических соединений, синтезированных на кафедре органической и биорганической химии Саратовского университета с помощью программы PASS. (Данные вещества также исследовались как рострегуляторы на цветочных культурах произрастающих в городских условиях [2]). Полученная биологическая активность, интересная нам, представлена в таблице.

Таким образом, вышеуказанные соединения проявляют антиоксидантную, фунгицидную активности, а также обладают антивирусным, противогрибковым, иммуностимулирующим, инсектицидным, антимутагенным действиями, относятся к антиотоксикантам.

Литература

1. Лагунин А. А., Филимонов Д. А., Поройков В. В. Компьютерный поиск потенциальных антигипертензивных соединений комбинированного действия // Хим.-фарм. журн. 2001. № 35 (7). С. 28—34.
2. Линькова Е. И. Гусакова Н. Н. Эффективность действия новых биологически активных веществ на продуктивность бархатцев в условиях города // Вестник «Естественные и технические науки». 2009. № 5 (43). С. 145—149.
3. URL: [<http://www.ibmh.msk.su/PASS>].
4. Поройков В.В. Компьютерное предсказание биологической активности веществ: пределы возможного // Химия в России. 1999. № 2. С. 8—12.
5. Поройков В. В., Филимонов Д. А. Компьютерный прогноз биологической активности химических соединений как основа для поиска и оптимизации базовых структур новых лекарств // Азотистые гетероциклы и алкалоиды: сб. М.: Ирридиум-пресс, 2001. Т. 1. С. 123—129.

О. А. Криво

ГОУ ВПО «ИГПИ им. П. П. Ершова», г. Ишим

Исследование атмосферного загрязнения г. Ишима по морфологическим признакам хвои сосны обыкновенной (*Pinus Sylvestris*)

На юге Тюменской области, левом берегу р. Ишим, расположен г. Иш́им. Основными агентами загрязнения атмосферного воздуха города являются выхлопные газы автомобилей и вредные выбросы предприятия хлебокомбината «Ишимский».

Целью нашей работы стало исследование состояния атмосферного загрязнения г. Ишима методом биоиндикации с привлечением сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*).

В работе использовался метод отбора проб в ключевых точках. На территории города были отобраны пробы на 7 участках, причем 4 точки сбора располагались на центральной магистрали города — ул. К. Маркса. Всего обработано 1 400 пар игл. В загрязненных районах города на хвое всех исследованных растений присутствуют однотипные повреждения — хлорозы, некрозы.

На территории города повреждено (в среднем по точкам) 35,6 %, в то время как в Синицинском бору — лишь 8,5 %. Данный показатель свидетельствует о загрязнении атмосферного воздуха выше среднего.

Для сравнения были рассмотрены пробы, собранные нами на территории памятника природы «Синицинский бор», а также на территории областного центра г. Тюмень и в г. Тобольске. Результаты показывают, что в г. Тюмень (52,6 %) и г. Тобольске (51,5 %) наблюдается более высокий процент поврежденных хвои, чем на территории г. Ишима.

Сосна обыкновенная как индикатор предупреждает о начавшемся загрязнении атмосферного воздуха в пределах территории г. Ишима.

М. В. Ларионов,
Балашовский институт (филиал) ГОУ ВПО «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

Миграция приоритетных поллютантов в условиях урбанизированной среды

Одной из наиболее острых экологических проблем в ряде городов Саратовской области является мощное загрязнение почвенного покрова химическими веществами, входящими в состав отходов нефтепродуктов от промышленности, автомобильного и железнодорожного транспорта.

Район исследований: было заложено 6 разрезов и отобраны почвенные образцы в разных точках г. Балашова (парк им. Куйбышева, ОАО «Балашовская нефтебаза», железнодорожная станция Балашов-1, АЗС на ул. Орджоникидзе, перекресток улиц К. Маркса и 30 лет Победы) [1]. Из каждого разреза брались три прикопки. Образцы в разрезах отбирались по двум глубинам: 0—20 см; 20—40 см. Затем земля упаковывалась в бумажные пакеты.

В ходе лабораторных исследований в 2007—2009 гг. проб почвогрунтов были получены результаты, представленные в табл. 1.

Таблица 1
Динамика содержания нефтяных углеводородов (мг/кг)
*в почвенном покрове**

Объекты исследований	Средневзвешенное содержание углеводородов, мг/кг		
	2007 г.	2008 г.	2009 г.
1	61,2 ± 1,4	56,7 ± 1,2	59,4 ± 1,3

2	1 236,0 ± 19,3	1 431,2 ± 21,6	1 127,5 ± 18,2
3	372,6 ± 6,8	598,3 ± 7,9	495,1 ± 6,1
4	289,4 ± 5,5	265,7 ± 4,8	250,3 ± 4,6
5	211,5 ± 2,5	235,4 ± 3,3	248,2 ± 3,4
	P < 0,05**		

* ОДК углеводородов нефти в почвах селитебных зон — 180 мг/кг, в почвах нефтехранилищ и площадок разгрузки нефтепродуктов — 2000 мг/кг, в почвах автозаправочных станций — 275 мг/кг [2]; 1 — контроль (парк им. Куйбышева); 2 — в 100 м от ОАО «Балашовская нефтебаза»; 3 — в 100 м от ст. Балашов-1; 4 — в 100 м от АЗС на ул. Орджоникидзе; 5 — в 100 м от перекрестка улиц К. Маркса и 30 лет Победы;

** достоверность результатов.

Из таблицы 1 следует: наибольшее содержание нефтяных углеводородов отмечено в зоне влияния нефтеналивного технологического оборудования, железнодорожного и автомобильного транспорта. Поступление нефтепродуктов в грунтовые воды подтверждается полученными в ходе исследований показателями содержания в них углеводородов, фенолов и синтетических поверхностно-активных веществ, что отражено на табл. 2.

Таблица 2

Уровень контаминации грунтовых вод поллютантами*
(2007—2009 гг.)

Определяемые вещества	Средневзвешенное содержание, мг/л		
	2007 г.	2008 г.	2009 г.
Углеводороды	0,16 ± 0,004	0,23 ± 0,006	0,25 ± 0,005
Фенолы	—	0,00008 ± 0,000002	0,0001 ± 0,000003
СПАВ	0,36 ± 0,005	0,42 ± 0,009	0,48 ± 0,007
	P < 0,05**		

* ПДК для углеводородов нефти — 0,3 мг/л, фенолов — 0,0001 мг/л и СПАВ — 0,5 мг/л [2];

** достоверность результатов.

Из табл. 2 видно: фоновое содержание данных загрязнителей в грунтовых водах по годам варьируется незначительно, но постепенно приближается к уровню 1,0 ПДК. Рост содержания поллютантов в почвенной среде и грунтовых водах в последние годы обусловлен активизацией потребления нефти, сопровождающимся большими потерями нефтепродуктов и скоплением большого количества отходов от их использования. Изменения концентраций загрязняющих веществ в грунтовых водах связано и с такими явлениями как снеготаяние, ливневые дожди и наводнения в весенний период.

Литература

1. Методические указания МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. М.: Санэпидиздат, 1999. 26 с.

2. Ливчак И. Ф. Инженерная защита и управление развитием окружающей среды. М.: Колос, 2001. 159 с.

*Н. В. Ларионов, М. В. Ларионов,
Балашовский институт (филиал)
Саратовского университета*

Антропометрические показатели детей в зависимости от уровня загрязнения среды

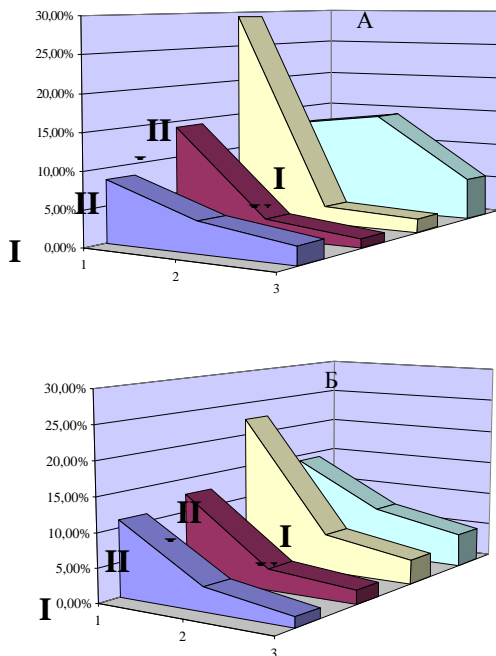
В связи с усилением техногенного прессинга на природные и антропогенно измененные экосистемы наблюдается развитие и распространение патологических состояний у детей. Они подвержены воздействию экопатологических факторов, особенно в критический подростковый период роста и развития (16—17 лет), в силу возрастной незрелости обменных процессов [1].

Общая доля воздействия техногенных загрязнений в структуру заболеваемости детей-подростков Саратовской области составляет в среднем 26,5 % [2].

Резкое несоответствие массы тела его длине, а также обхватов частей тела продольным размерам указывает на дисгармоничность физического развития подростков и зачастую является проявлением отклонений в эндокринной регуляции роста.

На рисунке представлено процентное соотношение мальчиков (А) и девочек (Б) с соответствующими антропометрическими показателями, проживающих на различных территориях Саратовской области.

При мощном воздействии химических загрязнителей и повышенном радиационном фоне (г. Саратов) средневзвешенный ростовой показатель мальчиков группы III превосходит таковой у мальчиков других групп и составляет $178,1 \pm 0,3$ ($P < 0,05$). Вариабельность роста и физического развития данных испытуемых выявляет явную дисгармоничность их развития: увеличивается количество мальчиков с ростом ниже среднего — 15,9 %; доля мальчиков со средним ростом резко снижается — 48,2 %; возрастает число мальчиков с ростом выше среднего — 23,5 % и с высоким ростом — 10,4 %. Исследуемые антропометрические показатели девочек (группа III), проживающих в условиях г. Саратова, менее выражено, но повторяют внутригрупповое распределение ростового показателя девочек с более выраженными отклонениями средневзвешенного ростового показателя от экологически благополучного района (г. Балашов) (различия достоверны, $P < 0,05$). Масса тела достоверно снижена по сравнению со всеми тремя группами территорий с антропогенной нагрузкой, кроме I группы (г. Балашов).



Сравнительная диаграмма физического развития мальчиков (А) и девочек (Б) (2005—2009 гг.): I — г. Балашов (экологически чистый район), II — г. Балаково, III — г. Саратов, IV — г. Энгельс; 1 — дефицит массы, 2 — избыток массы, 3 — низкий рост

Ростовой показатель мальчиков IV группы, проживающих на территории г. Энгельса, находится на 2-м месте после группы III мальчиков по максимальной величине и составляет $178,3 \pm 2,4$ ($P < 0,05$). Регистрируется минимальное количество лиц со среднестандартным физическим развитием (норма) — 70,2, при этом выявлено 12,6 % обследуемых с дефицитом массы тела, 11,5 % — с ее избытком. Различия достоверны ($P < 0,05$). Высокие концентрации химических загрязнителей среды вызывают у мальчиков увеличение роста и массы в целом.

Высокая химическая загрязненность среды г. Энгельса ведет к стимуляции процессов роста у девочек. Ростовой показатель девочек IV группы выше, чем в г. Балашове (на 0,4 см), но ниже, чем в городах Балаково и Саратов. Вариационный анализ роста выявил большой процент девочек с ростом выше среднего — 19,6 %. Вместе с тем в отличие от районов преимущественно радиационного загрязнения, выявлено максимальное количество обследуемых с низким ростом — 4,9 %, при этом регистриру-

ется 14,1 % девочек с дефицитом массы тела, 7,4 % — с избытком массы тела. Разнонаправленность реакций указывает на очевидный вклад токсичности среды в дисгармоничность адаптационных процессов роста и физического развития подростковых групп девочек в условиях сочетанных высоких токсико-химических изменений среды.

Таким образом, в популяции подростков выявились возрастные, половые и территориальные адаптационные особенности в формировании антропометрических показателей к различным вариантам воздействия среды. У мальчиков радиационный фактор вызывает в большей степени разнонаправленность реакций (г. Балаково), а химический фактор по мере усиления своего влияния (г. Саратов, Энгельс) в целом для популяции мальчиков стимулирует увеличение массы тела и рост. Для девочек характерно, что радиационный фактор стимулирует увеличение массы тела, а химический фактор активизирует рост.

Литература

1. Дорожнова К. П. Роль социальных и биологических факторов в развитии ребенка. М.: Медицина, 1983. 160 с.
2. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Саратовской области в 2008 году». Саратов: Изд-во Управления Роспотребнадзора по Саратовской области, 2009. 279 с.

***В. Б. Любимов¹, Н. П. Котова², Е. В. Мельников³,
В. Ю. Петрак⁴, В. В. Солдатова⁵***

*1,3,4) Брянский государственный университет
им. акад. И. Г. Петровского,*

2,5) Балашовский институт (филиал) Саратовского университета

Компоненты гидротермического режима и их влияние на рост и развитие интродуцентов

Установлено, что температура гибели листьев у растений, в независимости от вида и природных условий их естественного обитания, составляет +50 °С. Основными, лимитирующими интродукцию растений, их рост и развитие факторами среды является не высокая, а низкая температура атмосферного воздуха и дефицит влаги.

Ключевые слова: растения, интродукция, методы, жароустойчивость, экологический фактор, температура, дефицит, абсолютная влажность почвы.

Исключительно большое значение для создания насаждений с целью оздоровления окружающей среды в городах и населенных пунктах, защиты агроэкосистем и обеспечения населения экологически чистой сельскохозяйственной продукцией, сохранения биоразнообразия, повышения его продуктивности, сохранения экологической безопасности имеет интродукция растений, предусматривающая разработку прогрессивных техно-

логий, обеспечивающих оптимальные условия для роста и развития растений. Экстремальные температуры, напряженный ветровой режим, дефицит влаги в почве, зарегистрированные в течение вегетационного периода 2010 г. во многих регионах России, вскрыли многие недостатки в сельском и лесном хозяйстве (лесные питомники), в плодоводстве и овощеводстве. Анализ результатов, полученных в 2010 г., позволяет сделать заключение, что при использовании современных, прогрессивных агротехнических приемов, их модернизации, особенно в области орошения, правильном районировании культур, можно было бы не только избежать огромные потери урожая, но и повысить его за счет моделирования оптимального гидротермического режима, нейтрализации дефицита влаги в корнеобитаемом горизонте почвы. Следует отметить, что небывалый рост температур в 2010 г., зарегистрированный в пределах наших регионов (Саратовская, Брянская и другие области), при достаточном водообеспечении благоприятно влияет на рост и развитие растений, повышение их продуктивности.

В настоящее время накоплен значительный объем исследований и практического опыта по созданию насаждений в сложных экологических условиях. В зависимости от поставленных задач исследователями решались те или иные вопросы, связанные с интродукцией растений и их адаптацией к абиотическим факторам, дифференцированно природным условиям района исследований. Предлагаемые методы интродукции были направлены на поиск в природных условиях устойчивых и вместе с тем характеризующихся высокой продуктивностью, декоративностью, а часто и габитусом видов, отвечающих экологическим условиям района интродукции. В связи с этим, физиологи уделяли большое внимание поиску физиологических показателей устойчивости растений, анатомы — структурным особенностям различных органов растений в связи с их приспособленностью к окружающей среде, биохимики — биохимическим процессам и их динамике в условиях района интродукции. Основной целью исследований был поиск диагностических показателей для определения перспективности интродуцента, показатель, характеризующий степень его солевыносливости, жароустойчивости, засухоустойчивости, зимостойкости и морозоустойчивости. В качестве такого показателя исследователями предлагалось, например, использование интенсивности транспирации, стабильности оводненности листьев и побегов в течение вегетации, скорости потери воды листьями (водоудерживающей способности), жароустойчивости листьев и другие [5]. Наиболее широкое распространение получил показатель характеризующий жароустойчивость растений, которая оценивалась и оценивается чаще всего по летальной температуре листьев, выдерживаемых в водяной бане при разной температуре [4]. Зимостой-

кость и морозоустойчивость определялась на основе изучения оводненности побегов в зимний период и визуальных наблюдений за состоянием перезимовавших растений [8]. Исследования такого плана — без учета эволюции ландшафтов, экосистем, биоценозов и фитоценозов, формирования экологического спектра вида, его биологической продуктивности, жизненной формы и ареала — не могли принести успех для интродукции. Вместе с тем такие исследования имели большое значение для развития фундаментальных наук, создания богатейших коллекций растений в ботанических организациях. В 1984 г. на Всесоюзном совещании «Актуальные задачи физиологии и биохимии растений в ботанических садах СССР» председатель Совета ботанических садов СССР Л. Н. Андреев отмечает, что усилия физиологов и биохимиков должны быть направлены на ускорение, повышение эффективности и экономичности интродукции растений. Л. Н. Андреев заостряет внимание на том, что большим преимуществом ученых, работающих в системе ботанических садов, является объединение их усилий на решение единой научной проблемы — интродукции и акклиматизации растений, но это преимущество до сих пор используется еще недостаточно [1]. Из доклада Л. Н. Андреева следует сделать заключение, что практически до конца прошлого столетия не был разработан метод интродукции, удовлетворяющий запросы декоративного садоводства, защитного лесоразведения, создания лесных культур, озеленения городов, сел, промышленных и сельскохозяйственных объектов, не было найдено и универсального физиологического показателя, позволяющего оценить степень перспективности интродуцента. Более критично на этой конференции прозвучало выступление А. М. Гродзинского. Ученый говорил о том, что использование для характеристики интродуцентов, так называемых «физиологических показателей», например, интенсивности фотосинтеза, активности отдельных ферментов и т. п., не приносит ничего нового в интродукцию растений [6].

Нами проблема толерантности растений к абиотическим факторам изучается на протяжении всего периода исследовательской работы. Начиная с 1972 г. исследования проводились лабораторными и полевыми методами в условиях северных и южных пустынь, затем, с 1990 г. и по настоящее время, — в степном, лесостепном и лесном регионах. Методологической основой наших исследований являлась синтетическая теория эволюции и вытекающие из этой теории экологические законы, закономерности, правила и явления, а также аксиома Ч. Дарвина об адаптивности вида к абиотическим факторам среды и формировании его естественного ареала [9—11]. Полученная в результате исследований информация анализируется на фоне визуальных наблюдений за состоянием, ростом и развитием интродуцентов на фоне погодных условий и динамики вод-

но-солевого режима почв. Особое внимание уделяется сопоставлению физиологических показателей, изученных у интродуцированных видов, с показателями, характерными для представителей природной флоры.

Основополагающими факторами, влияющими на эволюцию ландшафтов Земли, ее экосистем, биоценозов, их видовое разнообразие являются влага и тепло. Под воздействием этих факторов сформировались современные ландшафты Земного шара. Продуктивность любой экосистемы тем выше, чем благоприятнее сочетание абиотических факторов, составляющих гидротермический режим. Гидротермический коэффициент (ГТК) представляет собой отношение валового увлажнения к радиационному балансу. Под воздействием ГТК формируются и другие факторы: ветровой режим, морфологические, физические и химические свойства почв, их плодородие, степень засоленности и т. д. Таким образом, основными, лимитирующими интродукцию растений факторами являются, прежде всего, дефицит влаги и величина радиационного баланса. В связи с этим при интродукции растений большое значение имеет изучение толерантности вида к высоким и низким температурам атмосферного воздуха, атмосферной и почвенной засухе, засоленности почв. Полученные знания позволяют выявить лимитирующие интродукцию факторы и определить возможность в районе интродукции нейтрализовать их отрицательное влияние на растения. Эти знания составляют основу для моделирования в районе интродукции условий, обеспечивающих нормальный рост и развитие интродуцента, реализацию его биологического потенциала.

Высокая температура воздуха является важнейшим компонентом засухи. Ее влияние на растения изучается в течение многих десятилетий многими исследователями. В соответствии с экологическим законом о взаимодействии факторов, экстремальные температуры усиливают атмосферную и почвенную засуху, что приводит к обезвоживанию растений. Здесь проявляется и влияние экологического закона о неоднозначности действия факторов на разные функции. Например, высокий рост температур вызывает снижение скорости фотосинтеза и увеличение интенсивности дыхания, что ведет к истощению организмов и их гибели. Некоторые исследователи считали возможным для определения перспективности интродуцентов использование в качестве показателя жароустойчивости видов показателя летальной температуры листьев [2; 5; 12; 14]. Вместе с тем анализ литературных данных показывает на большую разницу летальных температур у одних и тех же видов, определенную разными методами. Например, И. Д. Зелепухиным и Р. А. Дуровой североамериканские виды древесных растений, интродуцированные в Казахстан, разделены на три группы по степени их жароустойчивости [7]. Жароустойчивость определялась методом, разработанным Ф. Ф. Мацко-

вым [12]. Авторами к жароустойчивым видам отнесены интродуценты с летальной температурой листьев от +70 до +80 °С, к средней степени жароустойчивости — от +50 до +60 °С и к нежароустойчивым — от +45 до +48 °С. Как видим, по утверждению авторов, амплитуда летальных температур для листьев у разных видов древесных растений составляет 35° — от +45 до +80 °С. К. А. Ахматов отмечает, что листья древесных растений, интродуцированные в Киргизию, погибают в температурном промежутке от +51 до +58 °С — с амплитудой в 7°. В. П. Тарабриным определена жароустойчивость древесных растений, интродуцированных на Украину. По данным автора, летальная температура листьев составляет от +46 до +50 °С, с разницей между видами в 4°. В качестве примера приведем опубликованные результаты исследований по определению летальной температуры листьев у *Quercus robur L.*: по методике Ф. Ф. Мацкова +69,2 °С, по методике К. А. Ахматова +58 °С, по методике В. П. Тарабрина +50 °С [11; 14]. Как видим, амплитуда летальной температуры листьев *Q. robur L.* составляет 19,2°. Такое расхождение летальных температур у одного вида не может остаться без внимания. Далеко не равнозначны показатели жароустойчивости, определенные методом Ф. Ф. Мацкова и у других исследователей для травянистых растений. Например, в работе К. А. Бадановой, Н. А. Томахина и Н. В. Балиной летальная температура пшеницы, ячменя и овса составляет от +58 до +69 °С. Н. Д. Пронина пишет, что для наиболее засухоустойчивых пшенично-пырейных гибридов температура гибели составляет от +49,5 до +53,5 °С, т. е. совершенно несопоставимые результаты для травяных растений [3; 13].

В течение ряда лет мы провели серию опытов по определению летальной температуры листьев у древесных растений, обитающих в разных природных зонах. Цель исследований заключалась в определении объективности результатов по определению летальной температуры листьев существующими методами и целесообразности использования этого показателя при интродукции растений.

Анализ результатов исследований показал, что получить идентичные результаты по методикам, разработанным Ф. Ф. Мацковым, К. А. Ахматовым и В. П. Тарабриным, невозможно. В 1974 и 1975 гг. методом Ф. Ф. Мацкова нами изучена жароустойчивость листьев у 22 видов из рода *Salix L.* и 14 видов из рода *Populus L.* В эксперимент были включены виды, естественно обитающие в разных экологических условиях. В соответствии с диагностическими признаками, описанными в методике, летальная температура листьев у разных видов из рода *Salix L.* была зарегистрирована в пределах от +48 до +64 °С, а у представителей из рода *Populus L.* — от +47 до +62 °С. Однако четко определить температуру летального исхода было практически невозможно. Листья видов по-разному реагировали на

действие высоких температур водяной бани. У одних видов с повышением температуры появлялся буроватый оттенок, у других — серый, у третьих — голубоватый. Наблюдалось частое несоответствие между физиологическим показателем жароустойчивости и экологическими условиями естественного обитания вида. Например, неперспективная для аридного климата *Salix integra* Thunb., естественно обитающая на сырых лугах и выдерживающая частичное заболачивание, имеет летальную температуру листьев +52 °С как и перспективная, обитающая в степных и полупустынных районах *S. caspica* Pall. *S. cinerea* L., естественно произрастающая в низинах, на болотах и малопроточных понижениях, повреждающаяся в условиях пустынь в периоды высоких температур и засух, имеет летальную температуру +62 °С, т. е. на 10° выше, чем абориген Мангышлака — *S. caspica* Pall. Неперспективный для пустынь европейский гибрид *Populus berolinensis* Dipp. и перспективный вид *P. bolleana* Lauche, обитающий в аридных регионах Средней Азии, имеют одинаковый показатель летальной температуры листьев +57 °С. Идея определения летальной температуры для листьев путем повышения температуры водяной бани не вызывает сомнений и отвечает экологическим законам оптимума и толерантности, по которым, как недостаточная, так и избыточная сила воздействия экологического фактора или ресурса приведет организм к гибели. Повышение температуры водяной бани, в конечном счете, вызовет гибель листьев. Однако визуальное определение летальной температуры листьев методом Ф. Ф. Мацкова не дает объективных результатов, т. е. предложенная диагностика не позволяет точно определить температуру гибели листа. Убедившись на основе большого фактического материала, полученного в результате многолетних исследований о невозможности получения объективных результатов по определению летальной температуры листьев методом, разработанным Ф. Ф. Мацковым, в 1975 г. были проведены исследования по определению этого показателя методом К. А. Ахматова [2]. Метод основан на выдерживании срезанных стеблей с листьями в бытовых термосах, заполненных водой, нагретой до определенной температуры. В отличие от метода Ф. Ф. Мацкова, летальная температура определяется не по изменению цвета листьев, а по их гибели (засыханию листьев и неодревесневших побегов). Показатели летальной температуры, полученные методом К. А. Ахматова, значительно отличались от показателей, определенных методом Ф. Ф. Мацкова. Листья включенных в эксперимент видов погибли при температуре +49...+50 °С. Нами были продолжены исследования и по методу, предложенному В. П. Тарабриным, заключающемуся в выдерживании облиственных побегов (не отделенных от материнских растений) в термосах, наполненных водой с определенной температурой. Листья ряда видов из рода *Crataegus*

L. u Rosa L. погибли при температуре +49...+50 °С. В дальнейшем в опыт были включены виды аридных областей — *Populus diversifolia Schrenk* и *Tamarix ramosissima Ldb.* Летальная температура для листьев составила +50 °С. В результате исследований мы пришли к заключению, что объективную температуру гибели листьев можно получить методами К. А. Ахматова и В. П. Тарабрина. Нами была изучена температура гибели листьев у 90 видов из числа покрытосеменных растений, относящихся к различным природным зонам, включая пустыни и полупустыни. Опыт проводился в пятикратной повторности в течение трех лет. Объем выборки составил 450 вариантов. Среднее арифметическое значение летальной температуры листьев составило $+49,8 \pm 0,4$ °С, дисперсия — 70,5, критерий достоверности среднего арифметического значения — 124,5, коэффициент вариации — 16,8 % и показатель точности опыта — 0,8 %. Для средней арифметической температуры гибели листьев получены параметры с большей достоверностью этой величины и значением показателя точности опыта, значительно меньшего 5 %.

Анализ исследований показал, что растения, независимо от их флористической принадлежности и условий естественного обитания, имеют для листьев летальную температуру, заключенную в очень узких пределах. Листья всех включенных в эксперимент видов выдерживали температуру +47 °С и погибли при температуре +50 °С. Исследованными методами определить разницу между видами по степени их жароустойчивости не представляется возможным. Например, в наших экспериментах, при температуре +49 °С зарегистрирована гибель листьев у *Hippophae rhamnoides L.*, *Tamarix ramosissima Ldb.*, *Calligonum caput Medusae Schrenk.*, *Maclura aurantiaca Nutt.*, *Robinia pseudoacacia L.*, *Lycium ruthenicum Murr.*, а при температуре +50 °С погибли листья *Quercus robur L.*, *Symphoricarpos albus (L.) Blake*, *Acer semenovii Regel. et Herd.*, *Crataegus transcaspica Pojark.*, *Amorpha californica Nutt.*, *Populus diversifolia Schrenk*, *Haloxylon aphyllum (Minkw.) Iljin* и др. Как видим, некоторые виды пустынной флоры имеют летальную температуру для листьев + 49 °С, другие +50 °С. Аналогичный результат наблюдается и у представителей Северной Америки, Дальнего Востока, Сибири и Европы. Четко выраженной тенденции повышения летальной температуры листьев у видов в зависимости от условий их естественного местообитания не прослеживается. Включенные в эксперимент виды мы анализировали и по зонам А. Редера [15]. Представители второй зоны, характеризующейся минимальными температурами воздуха от –40 до –46 °С — *Acer negundo L.*, *Amelanchier alnifolia Nutt.* имеют летальную температуру листьев +50 °С, а *Elaeagnus orientalis L.*, *Fraxinus lanceolata Boerkh.*, *Padus virginiana (L.) Mill.* и др. +49 °С; представители пятой зоны с минимальными температурами от

–23 до –29 °С — *Acer henryi* Pax, *A. truncatum* Bge., *Amygdalus triloba* (Lindl.) Ricker., имеют летальную температуру листьев +50 °С, другие виды — *A. croceolanata* Wats., *A. fruticosa* L., *Berberis aristata* DC., *B. integerrima* Bunge — +49 °С. Результаты исследований показывают отсутствие коррелятивной связи изменения летальной температуры листьев в связи с приспособленностью вида к аридному климату. Достоверность исследований подтверждается не только математической обработкой результатов исследований, но и проведенным нами экспериментом, который основан на выдерживании растений, с закрытыми корневыми системами (в контейнерах), в сушильных шкафах с нагретым воздухом. В 1987 г. трехлетние сеянцы *Tamarix leptostachys* Bge. и *Cotoneaster apiculatus* Rehd. et Wils помещались в термостат с различной температурой воздуха (46, 48, 50, 52, 54 °С). После получасового выдерживания при определенной температуре (варьирование температуры в течение опыта составляло около 1,0°) растения возвращались в обычные для них условия питомника. Поврежденные температурой листья и молодые побеги отмирали, неповрежденные функционировали. Естественное местообитание *T. leptostachys* Bge. — пустыни Ср. Азии, Казахстана, Западной Монголии и Китая. У *C. apiculatus* Rehd. et Wils ареал иной — территория Западного Китая. Начало повреждения листьев и неодревесневших побегов у *T. leptostachys* Bge. зарегистрировано при температуре +46 °С, а у *C. Apiculatus* Rehd. et Wils +48 °С. Летальный исход листьев и молодых побегов у того и другого вида наступил при температуре +50 °С. Анализ исследований позволяет сделать заключение, что методы В. П. Тарабрина и К. А. Ахматова, основанные на выдерживании растений в водяной бане, и метод, основанный на воздействии высокой температурой воздуха, дают близкие по величине результаты. Аналогичные исследования проведены в 2000—2007 гг. Изучен показатель летальной температуры листьев у 30 видов древесных растений, широко введенных в озеленение Саратовской области, отличающейся по климатическим условиям от полуострова Мангышлак. Результаты показали, что амплитуда летальных температур для листьев, определенная методом К. А. Ахматова, составляет всего три градуса (+48...+50 °С). Амплитуда, определенная методом В. П. Тарабрина для тех же видов, составляет два градуса (от +49 до +50 °С). Аналогичные результаты были получены и при определении летальной температуры листьев для ряда видов, введенных в озеленение г. Брянска. Как видим, летальные температуры листьев у разных видов, определенные в Брянской и Саратовской областях, а также на полуострове Мангышлак, близки по величине. Некоторую разницу в температуре гибели листьев у разных видов (+48...+50 °С) относим к погрешностям в методах, например, из-за трудности поддержания стабильной температуры в водяной бане, термосе, разной про-

должительности выдерживания листьев и побегов, возрасту листьев и степени одревеснения побегов. На наш взгляд, высокие температуры усиливают действие атмосферной и почвенной засух, что способствует нарушению водообмена у растений, приводящему к нагреванию листьев до летального исхода. Однако максимальные температуры воздуха, наблюдаемые в условиях даже пустынь, тем более в Саратовской и Брянской областях, не являются прямым фактором, вызывающим гибель деревьев и кустарников. Дефицит воды является основным экологическим фактором, лимитирующим интродукцию деревьев и кустарников в засушливые регионы.

В процессе исследований 2002—2008 гг. была определена жароустойчивость 28 видов из числа травяных растений, природной флоры Саратовского региона. В независимости от вида и места его естественного обитания угнетение растений зарегистрировано при температуре +47 °С, а гибель — при температуре +48...–49 °С. Максимальная температура атмосферного воздуха в районе исследований значительно ниже летальной температуры для травяных растений. Как известно, температура поверхности почвы в разные сезоны года и даже в течение суток значительно изменяется. Кроме того, температура поверхности почвы и приземного слоя отличается от температуры атмосферного воздуха. В связи с этим была поставлена задача, заключающаяся в определении, не является ли максимальная температура нагрева поверхности почвы и приземного слоя летальной для растений?

К высоким температурам атмосферного воздуха и его сухости травяные растения, как и древесные, адаптировались не за счет повышения жароустойчивости клеток, а прежде всего путем эволюции механизмов гомеостаза, обеспечивающих равновесное состояние организмов в изменяющихся условиях среды, и, прежде всего, обеспечивающих оптимальный водный баланс растений. Циркуляция воды (почва — растение — атмосфера) позволяет поддерживать температуру зеленой клетки на уровне не выше температуры окружающей среды. Зависимость температуры атмосферного воздуха от высоты над уровнем почвы отражена в табл. 1.

Таблица 1

*Зависимость температуры воздуха от высоты над уровнем почвы
(Балашовский район, 2006 г.)*

Точка измерения	Время, часы		
	9.00	11.00	13.00
	16 августа (t °С)		
	Влажное место		
На поверхности почвы	22	24	27

На высоте 5 см от почвы	24	25	28
На высоте 10 см от почвы	26	27	29
На высоте 15 см от почвы	27	28	30
Солнечное, сухое открытое место			
На поверхности почвы	24	26	27
На высоте 5 см от почвы	25	27	29
На высоте 10 см от почвы	26	28	30
На высоте 15 см от почвы	28	30	31
В тени насаждения			
На поверхности почвы	23	25	26
На высоте 5 см от почвы	24	25	27
На высоте 10 см от почвы	25	26	29
На высоте 15 см от почвы	26	28	30
26 августа (t °С)			
Влажное место			
На поверхности почвы	20	21	23
На высоте 5 см от почвы	23	24	26
На высоте 10 см от почвы	26	27	28
На высоте 15 см от почвы	27	28	29
Солнечное место			
На поверхности почвы	24	26	27
На высоте 5 см от почвы	25	28	30
На высоте 10 см от почвы	27	29	31
На высоте 15 см от почвы	30	31	32
В тени			
На поверхности почвы	21	24	26
На высоте 5 см от почвы	23	26	27
На высоте 10 см от почвы	26	28	27
На высоте 15 см от почвы	27	29	29

Как видим из табл. 1, температура на поверхности почвы значительно ниже температуры атмосферного воздуха и летальной для растений температур.

Определение абсолютной влажности почвы в периоды экстремальных температур и сухости атмосферного воздуха в Саратовской и Брянской областях осуществлено по методике, приведенной в работе В. Б. Любимова, Л. Г. Горковенко и Е. Б. Смирновой [17].

В самый экстремальный период (июнь — август 2010 г.) температура на поверхности почвы и приземного слоя атмосферного воздуха была значительно ниже летальной температуры для растений. Параллельно температуры нами изучена абсолютная влажность почвы в корнеобитаемом горизонте на территории питомников (городов Балашов, Аркадак

Саратовской области и Брянск). Результаты исследований отражены в табл. 2.

Таблица 2

Абсолютная влажность почвы (август 2010 г.)

Глубина взятия образца, см	Масса сы- рой почвы, г	Абсолютно сухая почва, г	Количество воды в образце, г	Абсолютная влажность почвы, % $W = \frac{a}{p} 100 = *$
-------------------------------------	------------------------------	-----------------------------	------------------------------------	--

Аркадакский район Саратовской области 18 августа 2010 г.

0—5	224	210	14	6,7
10—15	238	219	19	8,6
20—25	209	189	20	10,6

Балашовский район Саратовской области 16 августа 2010 г.

0—5	192	180	12	6,7
10—15	204	190	14	7,4
20—25	208	186	22	11,8

Экспериментальный участок Брянского государственного университета
имени академика И. Г. Петровского 15 августа 2010 г.

0—5	186,4	174,14	12,26	7,0
10—15	185,8	169,5	16,3	9,6
20—25	186,0	164,0	22,0	13,4

* W — абсолютная влажность почвы, a — кол-во воды в образце, p — масса абсолютно сухой почвы.

Как видим, с глубиной абсолютная влажность почвы повышается с 6,7 % в поверхностном горизонте до 11,8 % на глубине 20—25 см (г. Балашов) и, соответственно, с 7,0 до 13,4 % (г. Брянск). Здесь следует отметить, что 1—2-летние растения при такой абсолютной влажности корнеобитаемого горизонта не испытывали угнетения в течение вегетации.

Приведем годичный прирост за 2010 г. у ряда интродуцентов (самый неблагоприятный по погодным условиям год за все время наблюдений метеоданных), зарегистрированный в городах Брянске (Брянская область) и Балашове и Аркадаке (Саратовская область).

Исследовалась в г. Балашове: высота 1- и 2-летних сеянцев дуба красного (*Quercus rubra* L.) — листопадное дерево, естественно обитающее на востоке Северной Америки, от Новой Шотландии до Флориды и на запад — до Миннесоты и Техаса; высота 2-летних сеянцев магонии падуболистной (*Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt. — вечнозеленый кустарник, естественно обитающий на западе Северной Америки, от Британской Колумбии и до Калифорнии.

В г. Брянске: высота 1- и 2-летних растений дуба красного (*Q. rubra* L.); высота прироста 1-летних укоренившихся черенков форзиции свисающей (*Forsythia europaea* Deg. et. Bald.) — прямостоячий кустарник, естествен-

но обитающий в Юго-Восточной Европе (Албания). Результаты отражены в табл. 3. Полученные основные параметры дают довольно полное представление о средних арифметических значениях и заслуживают доверия на 95%-м доверительном уровне ввиду большой достоверности средних арифметических ($t > 3$) и значений показателя точности опыта меньшего 5 % ($P < 5$ %).

Следует отметить, что, несмотря на экстремальные погодные условия, рост и развитие растений в середине августа 2010 г. продолжался. Вегетирующие побеги и листья у включенных в эксперимент видов не были повреждены высокими температурами, падения тургора в дневные часы не наблюдалось. Абсолютная влажность почвы в питомнике г. Балашова составила в корнеобитаемом горизонте 11,8 %, а в г. Брянске — 13,4 %. Таким образом, с глубиной абсолютная влажность почвы увеличивается, и растения с хорошо развитыми корневыми системами обеспечивают надземную часть достаточным количеством влаги. Более интенсивный рост растений в г. Брянске по сравнению с ростом растений в г. Балашове подтверждает важность для роста и развития влаги (табл. 3). Сравнение средних высот 1- и 2-летних растений *Quercus rubra* L. показало на достоверность превышения растений, выращиваемых в г. Брянске, над растениями, выращиваемыми в г. Балашове:

1) определение достоверности превышения однолетних растений, выращиваемых в более благоприятных природных условиях в г. Брянске, над однолетними растениями, выращиваемых в г. Балашове, с более низкой абсолютной влажностью корнеобитаемого горизонта почвы:

$$\frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 - m_2^2}} = \frac{11,26 - 8,9}{\sqrt{0,21^2 - 0,19^2}} = \frac{2,36}{0,276} = 8,58.$$

2) определение достоверности превышения двухлетних растений, выращиваемых в более благоприятных природных условиях в г. Брянске над двухлетними растениями, выращиваемых в г. Балашове, с более низкой абсолютной влажностью корнеобитаемого горизонта почвы:

$$\frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 - m_2^2}} = \frac{25,9_{\text{г}} - 20,9_{\text{г}}}{\sqrt{1,17_{\text{г}}^2 - 0,48_{\text{г}}^2}} = \frac{5}{1,26} = 3,9.$$

Число степеней свободы для наших вариационных рядов вычисляем по формуле: $\nu = N_1 + N_2 - 2 + 32 + 32 - 2 = 62$. Табличное значение критерия Стьюдента для наших вариационных рядов $t = 2$, что значительно ниже вычисленных значений. Следовательно, средние арифметические значения, полученные для высот растений в г. Брянске, достоверно превышают средние арифметические значения, полученные для высот растений, выращиваемых в г. Балашове.

В августе 2010 г. был проведен лабораторный опыт по определению влажности завядания (ВЗ) методом вегетационных миниатюр для проростков пузыреплодника калинолистного — *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim. и клена остролистного — *Acer platanoides* L. Результаты отражены в табл. 4.

Таблица 4

Определение абсолютной влажности почвы и абсолютной влажности завядания (ВЗ) для проростков *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim. Балашов, 2010 г. (посев 3 августа 2010 г.)

Дата	19.8	20.8	21.8	22.8	23.8	24.8	25.8	26.8
t °С	32	30	29	29	27	27	27	26
Масса образца почвы, г	174,8	164,9	162,5	152,7	138,5	115,6	100,8	85,5
Масса воды, г	98,2	88,3	85,9	76,1	61,9	39,0	24,2	8,9
Абсолютная влажность почвы, %	128	115	112	99	80	50,9	31,0	11,6

Абсолютно сухая почва составила 76,6 г. 26 августа зарегистрировано интенсивное падение тургора, что оценено нами как ВЗ. 27 августа все проростки погибли. Абсолютная влажность завядания для проростков составляет 11,6 %. Аналогичные результаты получены и в условиях г. Брянска. Абсолютная влажность почвы (%) определялась по формуле:

$$W = \frac{a}{p} 100 = \quad ; a — \text{кол-во воды в образце, } p — \text{масса абсолютно сухой почвы.}$$

При размножении растений, безусловно, необходимо анализировать экологический спектр вида, выявлять экологические факторы, лимитиру-

ющие его интродукцию и моделировать условия, обеспечивающие, прежде всего, оптимальный гидротермический режим, соответствующий условиям его естественного обитания. В условиях стабильного, регулярного обеспечения водой у интродуцентов в результате транспирации температура листьев близка к температуре окружающей среды и значительно ниже температуры, приводящей к летальному исходу. Однако в периоды экстремальных температур, сухости воздуха и почв, при отсутствии регулярного орошения, нарушение водного баланса у растений приводит к нагреванию листьев до летального исхода, что часто наблюдается в насаждениях южной и юго-восточной части территории Саратовской области, относящейся к сухой степи и граничащей с полупустыней.

Максимальная температура атмосферного воздуха на поверхности почвы в районах исследований значительно ниже летальной температуры, зарегистрированной для растений. На основании изучения вопроса исследований и полученных собственных результатов следует сделать заключение о том, что к высоким температурам атмосферного воздуха и его сухости растения адаптировались в процессе эволюции не путем повышения жароустойчивости клеток и их органелл, а, прежде всего, путем эволюции механизмов обеспечения организма водой. Циркуляция воды (почва — растение — атмосфера) позволяет поддерживать температуру листьев, побегов, всего организма, близкую к температуре окружающей среды, благодаря водному балансу. Однако его нарушение, безусловно, ведет к нагреву растений до летальных температур, что необходимо учитывать при разработке агротехнических приемов их размножения и содержания в культуре. Используя современные достижения в области орошения, их дальнейшая модернизация, применительно к тем или иным видам растений, позволит не только избежать потери урожая в экстремальные годы, но и обеспечит стабильное ежегодное получение высокого урожая, в том числе и сельскохозяйственных культур.

Литература

1. Андреев Л. Н. Роль физиологических исследований в разработке проблемы интродукции растений // Актуальные задачи физиологии и биохимии растений в ботанических садах СССР. Пушкино: АН СССР, 1984. С. 3—4.
2. Ахматов К. А. Полевой метод определения жароустойчивости растений // Бюл. Гл. ботан. сада. М.: Наука, 1972. Вып. 86. С. 24—26.
3. Баданова К. А. Испытания закаленных к засухе растений в полевых опытах // Проблемы засухоустойчивости растений. М.: Наука, 1978. С. 218—223.
4. Викторов Д. П. Малый практикум по физиологии растений. М.: Высш. шк., 1983. 136 с.
5. Генкель П. А. О состоянии и направлении работ по физиологии жаро- и засухоустойчивости растений // Проблемы засухоустойчивости растений. М.: Наука, 1978. С. 5—20.

6. Гродзинский А. М. Уровни физиологических и биохимических исследований растений в ботанических садах // Актуальные задачи физиологии и биохимии растений в ботанических садах СССР. Пушино: АН СССР, 1984. С. 49—50.
7. Зелепухин И. Д. Жароустойчивость североамериканских деревьев и кустарников в Алма-Ате // Труды ботан. сада АН Каз ССР. Алма-Ата: Наука, 1969. Т. 11. С. 113.
8. Лапин П. И. Древесные растения ГБС АН СССР. М.: Наука, 1975. 547 с.
9. Любимов В. Б. К вопросу о методах определения жароустойчивости древесных растений. Шевченко: МЦНТИ, 1988. 4 с.
10. Любимов В. Б. Экологическая валентность древесных растений к температурному фактору. Волгоград: Учитель, 1997. 11 с.
11. Любимов В. Б. Интродукции деревьев и кустарников в засушливые регионы. Воронеж; Белгород: БГУ, 2002. 224 с.
12. Мацков Ф. Ф. К вопросу о физиологической характеристике сортов яровой пшеницы. М.: Сов. ботан., 1936. С. 98.
13. Пронина Н. Д. Оценка засухоустойчивости новых сортов пшенично-пырейных гибридов с помощью физиологических методов // Проблемы засухоустойчивости растений. М.: Наука, 1978. С. 223—228.
14. Тарабрин В. П. Жароустойчивость древесных растений и методы ее определения в полевых условиях // Бюл. Гл. ботан. сада. М.: Наука, 1969. Вып. 74. С. 53—56.
15. Иванов В. Б. Практикум по физиологии растений: учеб. пособие для студентов высш. пед. учеб. заведений. М.: Изд. Центо «Академия», 2001. 144 с.
16. Rehder A. Manual of cultivated trees and shrubs. New York, 1949. 725 p.
17. Любимов В. Б., Горковенко Л. Г., Смирнова Е. Б. Методика изучения в полевых условиях третьей среды обитания живых организмов — почвы. Балашов: Николаев, 1998. 13 с.

С. В. Максимов

*Брянский государственный университет
имени академика И. Г. Петровского*

Фенология травяной и остромордой лягушек в пределах г. Брянска

Амфибии занимают особое положение среди наземных позвоночных животных, так как существуют в двух средах обитания, что определяет их чувствительность и к изменению условий жизни в водоеме, и к процессам, происходящим на суше. Экологическая валентность видов и ее динамика позволяет оценивать изменения условий водной и наземной сред обитания лягушек особенно при антропогенной нагрузке на биотопы.

Цель работы — проследить динамику фенологических дат двух видов амфибий в антропогенно измененных экотопах для выявления биоиндикационных признаков. Нами использовались рекомендуемые подходы к изучению земноводных [2; 3; 4; 5]. Фенологические наблюдения уста-

навливают сроки сезонных явлений, их закономерности, а также факторы, которые их определяют. Наблюдения осуществляли в пределах городской черты на постоянных маршрутах и стационарных пробных площадях, использовали работы студентов БГУ.

Сравнительная фенология репродуктивного периода земноводных прослежена на двух видах: травяной (*Rana temporaria* Linnaeus, 1758) и остромордой (*Rana arvalis* Nilsson, 1842) лягушек. Водоемы различного происхождения и размера на территории лесопарка «Соловьи» (г. Брянск) окружены липняком волосистоосоковым, липняком снытевым, липняком (липо-дубняком) пролесниковым. Места нерестилищ амфибий: старицы р. Десны, временные водоемы на правом берегу р. Десны и канавы в пойме р. Десны, крупный заболоченный водоем на левом берегу р. Десны (болото по дороге к заводу «Ирмаш»).

Основные фенодаты у травяной и остромордой лягушек отражены в табл. 1, 2.

Таблица 1

Основные фенодаты у *Rana temporaria*

Год	Первая встреча	Начало размножения	Появление личинок	Последние лягушки
1984	2,4	8,4	12,5	15,10
1985	5,4	12,4	18,5	29,10
1989	17,3	25,3	21,4	2,10
1992	26,3	3,4	12,5	28,10
1994	22,3	1,4	7,5	8,11
1995	18,4	29,4	29,5	3,11
1998	12,4	17,4	24,5	29,10
1999	18,3	24,3	28,4	28,10
2000	11,3	16,3	18,4	10,11
2001	17,3	19,3	21,4	3,11
2002	14,3	19,3	19,4	4,11
2003	22,3	29,3	2,5	1,11
2004	28,3	4,4	9,5	26,10
2005	13,4	19,4	21,5	15,11
2006	27,3	2,4	6,5	8,11
2007	19,3	25,3	1,5	29,10
2008	24,3	1,4	2,5	9,11
2009	11,3	18,4	25,5	15,11 (16,11)
2010	1,4	8,4	7,5	

Таблица 2

Основные фенодаты у *Rana arvalis*

Год	Первая встреча	Начало размножения	Появление личинок	Последние лягушки
1984	21,4	29,4	15,5	10,9
1985	22,4	12,5	18,5	5,9
1989	14,4	1,5	22,5	4,9
1992	12,4	22,4	18,5	10,9
1994	15,4	1,5	28,5	15,9
1998	22,4	3,5	19,5	17,9
1999	4,4	24,4	2,5	1,10
2000	8,4	28,4	2,5	29,10
2001	7,4	16,4	29,4	1,11
2002	8,4	15,4	1,5	4,11
2003	11,4	16,4	3,5	18,10
2004	12,4	18,4	7,5	27,10
2005	26,4	2,5	15,5	15,9
2006	22,4	17,4	2,5	14,9
2007	28,4	7,5	21,5	17,9
2008	23,4	19,4	4,5	12,9
2009	13,4	21,4	30,4	4,10
2010	19,4	10,5	23,5	

Амфибии выходят из анабиоза в начале марта — начале апреля при повышении дневной температуры атмосферы свыше $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ и воды — $+4\dots 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

За все годы наблюдений самая ранняя первая встреча травяной лягушки зарегистрирована 11 марта (2000 и 2009 гг.), наиболее поздняя — 18 апреля (1995 г.). От первой встречи до начала размножения у травяной лягушки проходит от 2 дней до 11 — в среднем 6,5 дней. Самая ранняя дата начала спаривания зафиксирована 16 марта (2000 г.), поздняя — 19 апреля (2005 г.). Период икротетания длится от 15 до 25 суток в зависимости от температуры воздуха. Первые кладки в 1989, 1994 и 1999—2003, 2008 гг. обнаружены раньше самого раннего срока, указанного для Подмосковья [1]. От начала спаривания у травяной лягушки до появления личинок в водоемах проходит от 26—29 до 37 (39) дней (2010 г.). Две фенодаты — начало размножения и выход головастиков (появление личинок) — зависят от среднесуточной температуры воздуха и особенно от температуры воды (табл. 3). Формирование эмбрионов напрямую зависит от температуры воды, причем, чем она ниже, тем дольше происходит развитие кладок. Так, в 1995 г. прошло 30 дней со дня начала спаривания и до появления личинок в водоеме. При этом среднесуточная температура воздуха наблюдалась — $+8,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, температуры воды — $+10,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. В 1999 г.

эмбриональный период длился дольше, так как начало спаривания зарегистрировано при среднесуточной температуре $+5,9$ °С, воды — $+5,5$ °С. В среднем эмбриональное развитие для травяной лягушки длится от 8 до 14 суток. Период, в который можно встретить спаривающихся травяных лягушек, их кладки в водоемах, в черте города более длительный по сравнению с естественной средой [1]. За пределами городской черты в водоемах длительность подобного периода не превышала 7—10 суток. Эту же закономерность отмечал и А. А. Лебединский (1980). Объяснения этим фактам приведены ранее [6]. На урбанизированной территории возможности выбора удобного места для икрометания сильно ограничены, и лягушкам часто приходится размножаться в мелких, нередко пересыхающих в течение лета водоемах, которые, однако, весной прогреваются быстрее. Именно в таких водоемах появляются первые особи и первые кладки. В естественной природной обстановке травяные лягушки размножаются в более оптимальных и однородных условиях, что и способствует сокращению периода размножения, а водоемы на территории города более разнородны по своим условиям. В связи с этим сроки появления в них травяных лягушек различны, за счет чего общая продолжительность периода размножения увеличивается. Следует, видимо, иметь в виду, что в некоторых водоемах города за счет общей нехватки мест для размножения плотность особей может быть очень велика, ведь в туда амфибии движутся со значительных территорий.

Для остромордой лягушки зимовка завершается при температуре воздуха $+4$ °С, эмбриогенез длится от 4 до 10 суток. Наиболее ранняя первая встреча остромордой лягушки зарегистрирована 7 апреля (2001 г.), наиболее поздняя — 28 апреля (2007 г.). От первой встречи до начала размножения у остромордой лягушки проходит от 8 дней до 20, в среднем 14 дней. Самая ранняя дата начала спаривания зарегистрирована 14 апреля (2000 и 2008 гг.), поздняя — 3 мая (1998 г.) и 7 мая (2007 г.). Период икрометания длится от 5 до 10 суток в зависимости от температуры воздуха. От начала спаривания до появления личинок у остромордой лягушки

в водоемах проходит от 6—9 суток до 27 дней (1994 г.). Так же как и для травяной лягушки, начало размножения и выход головастика (появление личинок) зависят от среднесуточной температуры воздуха и воды (табл. 3). Чем ниже температура воды, тем дольше происходит развитие кладок. Так, в 1985 г. через 6 дней после спаривания зарегистрированы личинки в водоеме. При этом наблюдалась среднесуточная температура воздуха — $+15,2$ °С, воды — $+12,8$ °С. В 1999 и 2009 гг. прошло 9 дней до появления личинок в водоеме при температурах воздуха $+14,9$ °С ($+15,4$) и воды

+14,0 (+13,2 °С) соответственно. В 1992 и 1994 гг. эмбриональный период длился дольше в связи с холодной весной: среднесуточная температура воздуха — +11,5 °С (+12,7), воды — +11,2 (11,7 °С).

Таблица 3

Показатели среднесуточной температуры воздуха и воды при начале размножения травяной и остромордой лягушек

Год	Начало размножения лягушек		Температура воздуха среднесуточная		Температура воды	
	травяной	остромордой	для травяной	для остромордой	для травяной	для остромордой
1984	8,4	29,4	10,5	15,2	5,8	12,8
1985	12,4	12,5	10,0	14,7	7,5	15,3
1989	25,3	1,5	11,5	12,1	6,9	12,3
1992	3,4	22,4	6,5	11,5	5,5	11,2
1994	1,4	1,5	7,8	12,7	6,0	11,7
1995	29,4		8,5	—	10,5	—
1998	17,4	3,5	7,3	16,4	6,8	14,8
1999	24,3	24,4	5,9	14,9	5,5	14,9
2000	16,3	28,4	7,7	18,1	5,9	14,7
2001	18,3	16,4	8,4	17,4	6,9	14,1
2002	19,3	15,4	6,1	12,9	5,3	11,9
2003	29,3	16,4	8,2	14,2	5,2	11,8
2004	4,4	18,4	7,1	15,1	6,3	12,2
2005	19,4	2,5	12,3	14,2	9,2	12,7
2006	2,4	17,4	7,9	13,3	5,4	11,5
2007	25,3	7,5	5,4	16,4	6,2	13,5
2008	1,4	19,4	12,3	11,2	8,7	11,8
2009	18,4	21,4	9,7	15,4	5,5	13,2
2010	8,4	10,5	7,5	11,9	6,0	14,5

Сравнение фенодат для земноводных, обитающих в естественной и урбанизированной средах, показало следующее. Для травяной лягушки первые встречи на территории Неруссо-Деснянского Полесья [5] в 1989 и 1992 гг. зарегистрированы раньше — 12 и 25 марта, а в 1999 — позже — 25 марта. Начало размножения и появления личинок в различные годы также регистрировали в более ранние сроки, в среднем на 2—10 дней. Последние встречи травяной лягушки в фоновых биотопах регистрировались позже, например, 7 ноября в 1999 г. Фенодаты, наблюдаемые для остромордой лягушки в Неруссо-Деснянском Полесье также диагностировались ранее, чем для биотопов на территории города: начало размножения в 1989 г. наблюдалось 16 апреля, появление личинок в 2004 г. — 4 мая.

Итак, комплекс условий и механизмы репродуктивной изоляции обеспечивают совместное существование близкородственных видов амфибий в одних биотопах. Обитание в условиях симбиотопии характеризуется

прежде всего фенологическими различиями. Травяные лягушки на урбанизированных территориях Южного Нечерноземья появляются раньше, чем остромордые, соответственно, у них ранее наблюдается выход головастиков. Эмбриогенез обоих видов напрямую связан с температурой воздуха и воды, в которой развивается икра. Эмбриогенез травяной лягушки в среднем длиннее, чем остромордой. Травяная лягушка размножается при температурах воды и воздуха ниже, чем остромордая. Период спаривания и икрометания у травяной лягушки длится 25 дней, что значительно превышает такую же фенофазу у остромордой.

Биологические различия проявляются и в предпочтениях в местах нереста: травяная лягушка откладывает икру в основном на мелководных участках старицы — с глубины 0,08—0,10 м, остромордая предпочитает более глубокие участки — с глубины от 0,15 (0,35) м. Остромордая лягушка при спаривании образует скопления на мелководных участках, которые зарастают прикрепленными ко дну растениями и выносящими зеленую массу на поверхность (гигро-гидрофиты и ксеромезофиты) — кубышкой желтой, кувшинкой чисто-белой, камышом лесным, тростником южным, осоками. Травяная лягушка откладывает икру в воду, которая в дальнейшем покрывается плейстофитной растительностью. Остромордая лягушка в отличие от травяной наблюдалась в большом зарастающем (заболачивающемся) водоеме на окраине лесопарка «Соловьи». Травяная лягушка для размножения использовала водоемы различного размера и происхождения: старицы, каналы от колеи дороги, крупные заболачивающиеся водоемы с обширной гладью воды.

Литература

1. Банников А. Г. Бесхвостые земноводные Жизнь животных. Т. 4. Ч. 2. М., 1979.
2. Гаранин В. П. Программа изучения амфибий и рептилий в заповедниках // Амфибии и рептилии заповедных территорий: сб. науч. трудов. М., 1987. С. 5—8.
3. Гаранин В. П., Панченко И. М. Методы изучения амфибий в заповедниках // Амфибии и рептилии заповедных территорий: сб. науч. трудов. М., 1987. С. 8—5.
4. Измерение и мониторинг биологического разнообразия: стандартные методы для земноводных / пер. с англ. С. Л. Кузьмин (ред.). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2003. 380 с.
5. Коцержинская Е. М. Амфибии и рептилии заповедника «Брянский лес» // Фауна позвоночных животных заповедника «Брянский лес». Брянск, 2008. С. 39—49.
6. Лебединский А. Особенности размножения и развития амфибий на урбанизированной территории // Фауна Нечерноземья, ее охрана, воспроизведение и использование. Калинин, 1980. С. 69—81.
7. Методы исследования земноводных и пресмыкающихся / сост. Н. А. Литвинов. Пермь, 2003. 48 с.

Влияние тяжелых металлов на биофизические показатели и жизнеспособность семян яровой пшеницы

Последние годы характеризуются повышенным интересом к изучению влияния тяжелых металлов на живые системы. Это обстоятельство связано с тем, что с одной стороны, концентрация металла может быть избыточной и даже токсичной, тогда этот металл называют «тяжелым», с другой стороны, при нормальной концентрации или дефиците его относят к микроэлементам.

В течение длительного времени в биогеохимических исследованиях микроэлементов превалировал интерес к геохимическим аномалиям, возникающим из-за них эндемиям природного происхождения. Далее в связи с бурным развитием промышленности и глобальным техногенным загрязнением окружающей среды стали привлекать аномалии элементов, в большей степени тяжелых металлов, имеющих индустриальное происхождение. По некоторым исследованиям, влияние тяжелых металлов на живые организмы весьма разнообразно и обусловлено их химическими особенностями, отношением к ним организма и условиями окружающей среды [1; 2; 3; 4].

Это активизирует процесс изучения растений как биоиндикаторов загрязнения тяжелыми металлами окружающей среды. Вместе с тем, в настоящее время признается, что такого рода загрязнение может приводить к непрогнозируемым экологическим последствиям и требует своевременных исследований и оценки.

В 2010 г. нами исследовалось влияние некоторых тяжелых металлов на биофизические показатели (сопротивление, кОМ; биоэлектрический потенциал или БЭП, мВ) и жизнеспособность семян пшеницы. Измерение биологических эффектов проводилось на проростках семян яровой пшеницы, пророщенных на растворах солей тяжелых металлов ($ZnSO_4$, $CuSO_4$, $Co(NO_3)_2$, $BaCl_2$, $Fe_2(SO_4)_3$) разной концентрации (0,25...0,0001 мг/мл). Сравнение велось с контролем (дистиллированная вода). Семена в количестве 100 штук пророщивали в растворах солей тяжелых металлов (опытная группа) и дистиллированной воде (контрольная группа) в закрытых стеклянных чашках Петри в течение 5 суток. В качестве индикаторных параметров пшеницы рассматривались длина стебля, энергия и способность семян к прорастанию, физиологическое состояние проростков оценивалось по биофизическим показателям. Электрическое сопротивление комплекса тканей проростка измерялось игольчатыми электродами, биоэлектрический потенциал на высокоомном милливольтметре

постоянного тока с электрометрическим усилителем. Статистическая обработка данных проводилась в программе Microsoft Excel.

В таблице представлены зависимости биофизических параметров и жизнеспособности семян пшеницы от различных концентраций тяжелых металлов.

Зависимости биофизических показателей и жизнеспособности семян пшеницы от концентрации солей тяжелых металлов (2010 г.)

№ опыта	Металл и его концентрация, мг/мл	Энергия прорастания, %	Способность к прорастанию, %	Длина стебля (5-дневный проросток)	Сопротивление, кОМ	БЭП, мВ
1	Эталон	33	38	2,63 ± 0,86	32,62 ± 1,19	31,80 ± 1,38
2	Fe 0,25	53	76	3,95 ± 0,60	30,34 ± 0,88	32,80 ± 0,58
	0,025	44	50	3,10 ± 0,79	50,01 ± 1,78	30,60 ± 0,49
	0,001	38	57	2,25 ± 0,62	54,04 ± 1,89	20,60 ± 0,42
	0,0001	11	35	1,85 ± 0,51	41,06 ± 1,16	13,60 ± 0,62
3	Zn 0,25	43	62	4,00 ± 0,75	34,49 ± 0,64	32,40 ± 1,26
	0,025	30	46	3,95 ± 0,55	30,61 ± 0,50	23,40 ± 0,48
	0,001	29	44	3,77 ± 0,64	28,77 ± 0,69	27,40 ± 1,55
	0,0001	25	38	2,65 ± 0,44	22,57 ± 1,06	25,20 ± 0,74
4	Co 0,25	29	39	3,95 ± 0,86	33,63 ± 0,78	33,40 ± 0,84
	0,025	12	19	1,85 ± 0,89	36,61 ± 0,41	23,80 ± 0,44
	0,001	24	36	4,25 ± 1,05	27,49 ± 0,37	25,80 ± 0,92
	0,0001	34	42	4,25 ± 0,72	25,72 ± 0,31	27,60 ± 0,69
5	Cu 0,25	25	26	2,91 ± 0,94	33,54 ± 0,38	23,00 ± 1,20
	0,025	37	43	3,77 ± 0,42	26,99 ± 0,71	29,60 ± 1,25
	0,001	47	50	6,14 ± 0,58	31,38 ± 0,51	24,40 ± 0,41
	0,0001	27	27	2,06 ± 0,71	34,48 ± 1,99	15,00 ± 0,40
6	Ba 0,25	15	15	1,18 ± 0,63	44,50 ± 1,34	22,60 ± 0,87
	0,025	30	30	2,61 ± 1,22	41,16 ± 0,79	29,60 ± 1,63
	0,001	22	22	3,07 ± 1,44	40,04 ± 1,87	23,2 ± 1,43
	0,0001	44	44	5,78 ± 0,63	21,62 ± 0,41	52,00 ± 1,30

Раствор с концентрацией Fe 0,25 мг/мл способствовал высокой энергии и способности к прорастанию семян пшеницы, длина проростков составила $3,95 \pm 0,60$ мм, а наименьшее значение сопротивления тканей ($30,34 \pm 0,88$ кОМ) и наибольшее значение БЭП ($32,80 \pm 0,58$ мВ) свидетельствуют о хорошей жизнеспособности развивающихся проростков. Таким образом, эта концентрация является оптимальной для прорастания семян пшеницы и стимулирует развитие проростков. Угнетение развития проростков пшеницы и снижение их жизнеспособности наблюдается при концентрации этого металла 0,0001 мг/мл, о чем свидетельствуют высокое

сопротивление тканей ($41,06 \pm 1,16$ кОМ) и низкий БЭП ($13,60 \pm 0,62$ мВ). Аналогичная закономерность отмечена при проращивании семян в растворе цинка.

При исследовании влияния металлов Со и Ва наилучшее развитие проростков наблюдалось в растворах с концентрацией этих металлов 0,0001 мг/мл. При концентрации Со 0,025 мг/мл семена не только плохо прорастали, но и угнеталось развитие проростка, увеличено значение сопротивления тканей ($36,61 \pm 0,41$) и снижен БЭП ($23,80 \pm 0,44$), что показывает снижение уровня жизнедеятельности и ослабленное состояние проростков. Развитие признаков угнетенного состояния проростков наблюдалось в растворе с концентрацией Ва 0,001 мг/мл. Неблагоприятной концентрацией для семян отмечена концентрация Ва 0,25 мг/мл: сопротивление высокое ($44,50 \pm 1,34$ кОМ) и низкий БЭП ($22,60 \pm 0,87$ мВ).

Оптимальные условия для развития проростков в растворе меди наблюдались при концентрации этого металла 0,001 мг/мл, наилучшую жизнеспособность показали проростки в растворе с концентрацией этого металла 0,025 мг/мл (низкое сопротивление $26,99 \pm 0,71$ кОМ и высокий БЭП $29,60 \pm 1,25$ мВ). Слабое развитие проростков и угнетение их физиологического состояния отмечено при концентрациях металла в растворах 0,0001 мг/мл и 0,25 мг/мл.

На основании результатов исследования можно сделать предварительные выводы:

1. В исследованных образцах зафиксирована прямая зависимость развития проростков пшеницы от концентрации исследуемых металлов в растворах.

2. Угнетение проростков, проращенных в растворах солей тяжелых металлов, отмечается при высоком сопротивлении тканей ($34,48 \dots 54,01$ кОМ) и низком биоэлектрическом потенциале ($13,60 \dots 23,40$ мВ).

3. Специфика действия металлов Fe и Zn указывает на то, что в рассматриваемых концентрациях они являются биологически активными микроэлементами, необходимыми для нормального развития проростков пшеницы.

4. Влияние Cu показало, что концентрация этого металла 0,0001 мг/мл является недостаточной для нормального развития проростков, а концентрация 0,25 мг/мл вызывает токсичный эффект, оказывая отрицательное воздействие на развитие и состояние проростков пшеницы, о чем свидетельствуют высокое сопротивление и низкий биологический потенциал.

5. Концентрация металлов Со и Ва 0,0001 мг/мл является необходимой для развития проростков, являясь биологически активным микроэлементом. При концентрациях Со 0,025 мг/мл и Ва 0,001 мг/мл развивается

токсическое действие данных металлов и полное угнетение проростков при концентрации Ва 0,25 мг/мл.

6. Семена яровой пшеницы проявили высокую чувствительность по отношению к исследованным тяжелым металлам. В связи с этим рекомендуется использовать ее биофизические показатели и жизнеспособность в биотестировании для ранней диагностики загрязнения окружающей среды.

Литература

1. Ильин В. Б. Оценка существующих экологических нормативов содержания тяжелых металлов в почве // Агрехимия. 2000. № 9. С. 74—79.
2. Алексеев Ю. В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. Л.: Агропромиздат, 1987. 141 с.
3. Цветнова О. Б., Щеглов А. И. Аккумуляция ^{137}Cs высшими грибами и их роль в биохимической миграции нуклида в лесных экосистемах // Вестник МГУ. Сер. 17. Почвоведение. 1996. № 4. С. 59—69.
4. Радомская В. И., Радомский С. М. Техногенное загрязнение тяжелыми металлами территории г. Благовещенска // Мониторинг природных экосистем: сб. ст. Всерос. науч.-практич. конф. 2008. С. 156—159.

Е. К. Меркулова

*Балашовский институт (филиал)
Саратовского университета*

Анализ состава микобиоты Среднего Прихоперья

Территория Среднего Прихоперья, куда входит Саратовская область, расположена между 49°48' и 52°49' северной широты и 42°30' и 50°47' восточной долготы и занимает юго-восточную часть России [4]. Район известен своей богатой флорой и фауной, но состав микобиоты до сих пор полностью не изучен.

В ходе изучения макромицетов среднего Прихоперья было выявлено 227 видов из 87 родов, входящих в 25 семейств из 12 порядков (см. табл.). Систематика грибов дана по работам Ф. В. Федорова, Л. В. Гарибовой, И. И. Сидоровой [3].

*Таксономическая структура макромицетов
среднего Прихоперья*

Семейство	Число родов	Число видов
Порядок <i>HYPOCREALES</i>		
	2	2
Порядок <i>LEOTIALES</i>		
	1	1
Порядок <i>PEZIZALES</i>		
	8	16

Продолжение таблицы

Порядок <i>APHYLLOPHORALES</i>		
<i>Stereaceae</i>	1	1
<i>Fistulinaceae</i>	1	1
<i>Poriaceae</i>	12	14
<i>Ganodermataceae</i>	1	2
<i>Hymenochaetaceae</i>	3	4
<i>Polyporaceae</i>	3	6
<i>Albatrellaceae</i>	1	2
<i>Schizophyllaceae</i>	1	1
<i>Hydnaceae</i>	2	2
<i>Cantharellaceae</i>	1	2
<i>Clavariaceae</i>	3	5
<i>Thelephoraceae</i>	1	1
Порядок <i>BOLETALES</i>		
<i>Boletaceae</i>	6	27
<i>Paxillaceae</i>	1	2
<i>Gomphidiaceae</i>	1	2
Порядок <i>HYGROPHORALES</i>		
<i>Hygrophoraceae</i>	1	2
Порядок <i>TRICHOLOMATALES</i>		
<i>Tricholomataceae</i>	8	27
<i>Pleurotaceae</i>	1	4
Порядок <i>AGARICALES</i>		
<i>Amanitaceae</i>	2	11
<i>Agaricaceae</i>	3	10
<i>Coprinaceae</i>	1	5
<i>Strophariaceae</i>	3	8
<i>Entolomataceae</i>	2	4
<i>Cortinariaceae</i>	4	8
Порядок <i>RUSSULALES</i>		
<i>Russulaceae</i>	1	15
	1	18
Группа порядков <i>ГАСТЕРОМИЦЕТЫ</i>		
	8	19
Порядок <i>NIDULARIALES</i>		
	1	2
Подкласс <i>HETEROBASIDIOMYCETIDAE</i>		
	1	1
	1	2

Первое место в микобиоте занимает порядок *Agaricales*, на долю которого приходится 20,5 % от общего числа видов. Также большое значение

имеют порядки *Aphyllorphorales* (39 видов), *Russulales* (33 вида), *Boletales* и *Tricholomatales* (по 31 виду). Самыми малочисленными порядками, включающими по 1—2 вида, являются *Leotiales*, *Hygrophorales*, *Nidulariales*.

Ведущими семействами являются *Russulaceae* — 33 вида, *Tricholomataceae* и *Boletaceae* содержат по 27 видов. Наибольшее число видов в родах *Lactarius* (18 видов) и *Russula* (15 видов), относящихся к семейству *Russulaceae*, большинство представителей которого являются симбиотрофами с хвойными и березовыми породами, характерными для района исследования.

В районе исследований обнаружен 21 вид ядовитых грибов, из них смертельно ядовитые: *Amanita phalloides*, *A. virosa*, *Inocybe patouillardii*.

В районе исследований произрастает 20 видов макромицетов, занесенных в Красную книгу Саратовской области. В ходе работы были отмечены новые месторождения редких видов грибов: земляная звезда бахромчатая (*Geastrum fimbriatum* Fr.), гриб-зонтик девичий (*Macrolepiota puellaris* (Fr.) Mos.).

Geastrum fimbriatum обнаружен в хвойном лесу в районе с. Подгорное Романовского района в июле 2001 г. Ранее месторождения были найдены в Татищевском и Базарно-Карабулакском районах Саратовской области. *Macrolepiota puellaris* обнаружен в хвойном лесу в августе 2007 г. в окрестностях с. Лопатино Балашовского района.

Отмечены виды, которые становятся редкими для территории Саратовской области. Это клаваридельфус язычковидный (*Clavariadelphus ligula* (Fr.) Donk) (1999, пойма р. Хопер), рамария желтая (*Ramaria flava* (Fr.) Quel.) (2000, окр. с. Старый Хопер), земляная звезда черноголовая (*Geastrum melanocephalum*) (2007, Романовский район). Они могут быть рекомендованы для внесения в Красную книгу Саратовской области

Исследование в данном направлении необходимо продолжить для пополнения списка макромицетов Прихоперья, а также выявления месторождений редких и охраняемых видов с целью сохранения их популяций.

Литература

1. Гарибова Л. В., Сидорова И. И. Грибы. Энциклопедия природы России. М.: ABF, 1997. 352 с.
2. Красная книга Саратовской области: Грибы. Лишайники. Растения. Животные / Комитет охраны окружающей среды и природных ресурсов Саратовской обл. Саратов: Детская книга, 2006. С. 17—30.
3. Федоров Ф. В. Грибы. М.: Россельхозиздат, 1990. 110 с.
4. Энциклопедия Саратовского края. В очерках, событиях, фактах, именах. Саратов: Приволж. кн. изд-во, 2002. 686 с.

Е. А. Митрофанова¹, Н. Н. Гусакова²

¹ МОУ «Средняя общеобразовательная школа села Лопатина» Пензенской области,

² ФГУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова», г. Саратов

Мониторинг качества поверхностных вод малых рек-притоков р. Суры с использованием «Тест-комплекта для химического анализа воды»

Согласно федеральному закону «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», водные объекты, используемые для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, купания, занятий спортом, отдыха и лечебных целей, в том числе водные объекты, расположенные в черте городских и сельских поселений, не должны являться источником биологических, химических и физических факторов вредного воздействия на человека.

Критерии безопасности и безвредности для человека водных объектов, в том числе предельно допустимые концентрации в воде химических, биологических веществ, микроорганизмов, уровень радиационного фона, устанавливаются санитарными правилами.

Известно, что значительная часть загрязнения крупных рек поступает с водами из малых притоков, которые, в свою очередь, получают загрязнение из небольших ручьев. Поэтому важно вести наблюдения за качеством воды малых рек.

Нами в течение 2006—2010 гг. ведется наблюдение за состоянием воды в 13 реках бассейна р. Суры в пределах Пензенской области, причем ряд объектов анализируется впервые.

Пробы для анализа отбирались в реках: Уза, Камешкир, Красноярка, Елюзань, Сура, Юловка, Кадада, Кряжим, Труев, Чардым, Верхозимка, Няньга, Пенза. Отбор проб проводили «Системой проботорборной для экологических исследований ПЭ-1105 (патент РФ № 2090856)».

Для анализа качества воды в реках нами выбраны методики изучения ионного состава речной воды тест-системами, разработанными во Владимирском госуниверситете под руководством профессора Амелина, опыты проводились в трехкратной повторности, затем подсчитывалось среднее значение, которое сравнивалось с нормами ПДК.

В целом анализ динамики качества воды рек, по данным «Территориального фонда информации по природным ресурсам и охране окружающей среды МПР России по Приволжскому федеральному округу», показывает отсутствие экстремально-высоких концентраций загрязняющих веществ. Среднегодовые концентрации превышали ПДК рыбохозяйственного водоема по концентрации ионов железа и меди.

Однако полученные нами данные указывают на превышение норм ПДК по содержанию ионов кальция в 3,7 раза, железа в 4,45 раза, нитрит анионов в 3,3 раза, фосфат анионов в 2,4 раза в р. Сура.

В р. Кадада превышение норм ПДК по содержанию ионов кальция в 1,58 раза, железа в 10 раз, фосфат анионов в 2,6 раза. Концентрация остальных определяемых ионов колеблется в пределах, установленных рыбохозяйственных ПДК.

Можно предположить, что значительное превышение содержания в воде рек Пензенской области железа, меди обусловлено природными факторами, является фоновым и мало зависит от деятельности человека.

Анализируя полученные нами результаты, видно, что превышение норм ПДК по содержанию ионов в воде остальных рек, где отбирались пробы для анализа, тенденции сохраняется. Отмечается превышение норм ПДК по содержанию ионов железа: в р. Елюзань — 10 раз, р. Уза, Труев, Юловка — в 5 раз, Верхозимка — в 3 раза, Няньга — в 4,6 раза, Камешкир — 4,8 раза, Чардым — 2,75 раза; ионов меди: Няньга — в 2,5 раза, Пенза — в 4,8 раза, Труев — в 3 раза, Уза — в 5,5 раза в остальных реках в пределах норм ПДК; нитрит анионов: Верхозимка — в 2,5 раза, Пенза — 2,9 раза, Чардым — в 3 раза, Уза — в 3,5 раза. Концентрация остальных ионов колеблется в пределах норм ПДК.

Значение pH во всех отобранных пробах — в пределах норм ПДК.

С. О. Негрбов^{1}, О. П. Негрбов¹,
О. О. Маслова², О. В. Селиванова¹*

¹Воронежский государственный университет,

²Воронежский государственный педагогический университет

Особо охраняемые территории и сохранение биоразнообразия Воронежской области

Внимание мирового сообщества на проблемы сохранения биоразнообразия наблюдалось в течение всего периода становления цивилизации, отражаясь в региональных законодательствах, религиозных культах и этических нормах. С усилением антропогенного влияния уничтожение природных ресурсов приобрело катастрофический характер, что заставило общественность разрабатывать меры по защите среды своего обитания⁴. Пусковым механизмом масштабных проектов послужило принятие Международной конвенции по биологическому разнообразию на международном саммите в г. Рио-де-Жанейро в 1992 г., которое стимулировало разработку региональных программ и мероприятий по биоразнообразию.

⁴ Горшков В. Г. Экологическая и экономическая ценность девственной природы // Доклады АН СССР. 1991. Т. 218 (6). С. 1507—1510.

Несколько позднее была предложена концепция устойчивого развития, взаимодействия человека и его среды обитания в связи с осознанием выживания цивилизации в мировом масштабе.

Всемирный фонд охраны природы (WWF, 2000) разрабатывает предложения к 2010 г. составить для большинства ключевых экорегионов программу «Global 200!», где сосредоточено до 90 % всего биоразнообразия планеты. В рамках «базового» климатического проекта WWF в России для экорегионов готовятся «климатические паспорта» — небольшие брошюры с сжатым изложением проблем, главная цель которых — привлечь внимание общественности и официальных лиц, определить степень катастрофичности, примерные сроки принятия мер и размеры территории. В дальнейшем предполагается составление более детальных проектов по отдельным территориям.

В широком смысле под биоразнообразием понимается комплекс из ландшафтов и мест обитания, разнообразие живых организмов и их генофонд. Значение животных, растений, грибов и бактерий в сохранении стабильности окружающей среды, влиянию факторов среды на здоровье человека, очистке воздуха, почвы и воды интенсивно изучается экологами, биологами, технологами, химиками, службами санитарно-гигиенического контроля и медиками. В то же время остается наиболее слабым звеном при анализе роли биоразнообразия в окружающей человека среде и в природных экосистемах биологическая составляющая, т. е. механизмы взаимодействия видов в природе, их роль в трансформации веществ, их детоксикации, флуктуирующих изменений при воздействии изменчивых климатических и других природных изменений и тем более при воздействии ксенобиотиков.

Экологическая концепция определяет то, что региональное и глобальное экологическое равновесие поддерживается с помощью сохранения естественного разнообразия экологически взаимосвязанных природных сообществ — природного каркаса экологической стабильности. Многофункциональность каждого природного ресурса: сельскохозяйственные, лесные, водные, охотничьи, рекреационные угодья в той или иной степени выполняют такую важнейшую функцию как поддержание экологической стабильности, необходимой для ведения сельского, лесного и охотничьего хозяйства, обеспечения полноценного отдыха и здоровой среды обитания людей и социально-экономического развития общества.

Средообразующие функции природных сообществ основаны на их способности к самовосстановлению, в результате чего оказанное на них дестабилизирующее воздействие оказывается нейтрализованным. Условием сохранения способности природных сообществ своих природных функций является их экологическая связь между собой, делающая воз-

возможной естественное восстановление нарушенных участков за счет миграции живых организмов с соседних участков, сохранившихся лучше.

В мире насчитывается не менее 4—5 млн видов живых организмов, а по некоторым подсчетам их должно быть около 30 млн. Ежегодно описывается несколько десятков тысяч новых для науки видов беспозвоночных животных, бактерий, вирусов, грибов и водорослей. Даже среди крупных форм животных рыб и птиц ученые открывают новые виды. В последние десятилетия описываются десятки новых возбудителей заболеваний человека и животных.

Уточняется список вреда отдельных традиционно привычных продуктов питания человека. Так, в обычных для питания населения грибах — рядовках и свинухах — обнаружены токсичные вещества, опасные для здоровья человека.

Крайне недостаточно разработана проблема влияния ксенобиотиков, т. е. искусственно созданных человеком веществ на организм человека и на живые компоненты природных экосистем. Большинство новых ксенобиотиков не прошли токсикологических испытаний. Из более 8 млн ксенобиотиков с точки зрения токсикокинетики и токсикодинамики в биологических объектах исследовано не более сотой части списков этих веществ. Остаются проблемными вопросами биоаккумуляция, биотрансформация, воздействия малых доз токсикантов, в том числе тяжелых металлов и стойких органических загрязнителей, и тем более комплексного воздействия факторов на организм человека и компоненты природной среды.

При слабой изученности биологических взаимосвязей компонентов природных экосистем и их составов в настоящее время необходимо по возможности сохранять элементы сравнительно ненарушенных территорий природных биогеоценозов. Такие территории кроме эталонов и модельных участков для исследователей и образцов природных экосистем для будущих поколений, являются резерватами сохранения видов различных организмов, пополняющих своим составом нарушенные человеком агроэкосистемы, искусственные лесные посадки или урбоценозы.

Экологический каркас территорий складывается из природно-ландшафтного комплекса и антропогенно измененных территорий, обычно связанных с исторически сложившимися типами хозяйственной деятельности. Основу этого каркаса должна составлять сеть особо охраняемых территорий, осуществляющих сохранение биоразнообразия данных областей. Данные участки могут быть сопряжены с экологическими коридорами и с Европейской экологической сетью (European ECOlogical Network-EECONET).

Основу экологического каркаса составляют ключевые территории — ядра экологического каркаса, которые связаны транзитными территориями

ми миграции отдельных элементов экосистем. Данные участки должны быть объединены буферными зонами, защищающими ключевые и транзитные территории от воздействий человеческой деятельности.

Развитие равномерной и репрезентативной сети охраняемых природных территорий — одно из важнейших направлений оптимизации природной среды. Заповедные территории выполняют функции охраны эталонов ландшафтных комплексов различных рангов. В качестве охраняемых образцов ландшафтных районов в пределах каждой ландшафтной провинции следует рассматривать государственные заповедники и национальные природные парки. Эталоны типов местности могут быть представлены в ландшафтных заказниках, равно как эталоны типов растительных ассоциаций и типов почв — в соответствующих ботанических и почвенных заказниках.

Типичные, характерные, редкие (реликтовые и эндемичные) и исчезающие урочища и фации, а также урочища и фации, содержащие уникальные биологические и геолого-геоморфологические объекты, могут охраняться как памятники природы. Очевидно, что чем значительнее степень воздействия человека на ландшафты региона, тем выше экологическая потребность в развитии охраняемых природных объектов. Единая непрерывная сеть мелких (памятники природы) и средних (заказники) охраняемых природных комплексов в совокупности с заповедниками может служить опорой ландшафтно-экологического мониторинга. В связи с этим охраняемые природные объекты должны отражать все многообразие ландшафтов и его составных частей определенного региона и обеспечивать наблюдение за основными тенденциями развития природных комплексов, изменениями геофизических и геохимических свойств ландшафтов, контролировать динамику биотических и абиотических переменных.

При выделении охраняемых территорий необходимо соблюдение ряда принципов или методологических приемов. Прежде всего это *ландшафтно-зональный принцип* учета особенностей ландшафта, природной зоны и климата. Из принципов расположения малых охраняемых территорий можно назвать репрезентативность, т. е. представленность всех типов экосистем на определенной территории, биологическое разнообразие, как основа устойчивости и гомеостаза биоты, площадь, необходимая для сохранения видового состава и ряд других региональных и индивидуальных особенностей территорий.

Выделение 157 охраняемых территорий в Воронежской области проводилось около 30 лет обществом охраны природы с помощью ученых и энтузиастов составлялись паспорта этих участков. В 1983 г. ВООП опубликована монография «Заповедные уголки Воронежской области». Группой географов, ботаников и зоологов под руководством В. И. Федотова

в 1990—1991 гг. были проведены обследования ряда ООПТ и опубликованы карты: «Особо охраняемые ландшафты Воронежской области» и «Карта охраны природы Воронежской области. Экологический аспект». В 2001 г. был издан «Кадастр особо охраняемых территорий Воронежской области».

В настоящее время в Воронежской области ООПТ занимают едва больше 5 % общей площади, это 2 заповедника, 1 музей-заповедник, ряд ключевых территорий (КОТР) и охотничьих заказников, 2 федеральных заказника и более 170 ООПТ регионального значения.

В последние годы составлены паспорта для ряда новых ООПТ Воронежской области. В Новоусманском районе в Усманском бору выделены памятники: «Маклокское озеро», «Клюквенное болото — 2», «Дуб Святогор», «Родник Маклоцкий», «Лиственничная аллея», «Болото Самара», «Озеро Черепашье», «Дубовая аллея». Составляются паспорта для ООПТ в Ольховатском районе «Родник Криница» и урочище «Пивневы кучи».

Выделение уникальных ландшафтов предотвращает их использование для аренды частными лицами и исключает строительство различных объектов. В дальнейшем намечено формирование экологической сети на территории Воронежской области.

Г. Л. Осипенко, И. Б. Ленивко

Учреждение образования «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины»

Формирование комплексов жуужелиц (*Coleoptera, Carabidae*) на территориях пригородных лесов г. Гомеля, подверженных химическому загрязнению

Предприятия химической промышленности являются одним из основных загрязнителей окружающей среды. В десятку наиболее загрязненных городов Беларуси по суммарному загрязнению входит и Гомель, в структуре хозяйства которого важное место занимает химическое производство. В районе Гомельского химического завода из-за ухудшения гидрологического режима происходит подтопление отдельных участков леса, что отрицательно сказывается на состоянии лесных насаждений и их животном населении. В зоне влияния Гомельского химического завода присутствует еще один фактор загрязнения — перенос ветром фосфогипса в близлежащие сосновые леса с отвалов. При этом около 8 м напочвенного покрова в глубь соснового леса покрывается равномерным тонким слоем этого вещества. В результате формируются определенные условия обитания для животного населения, в том числе и жуужелиц. Вследствие своей многочисленности и распространенности жуужелицы играют важную роль в биогеоценозах и традиционно являются объектом экологиче-

ских исследований [2]. Так как почти все виды жуужелиц так или иначе связаны с почвой, весьма чутки к условиям аэрации и увлажнения, солевого режима, проявляют высокую избирательность к условиям среды, их многочисленность и значимость в биоценозах позволяет считать представителей этого семейства одной из модельных групп почвенной мезофауны [5]. Все это указывает на необходимость изучения формирования комплекса жуужелиц на территориях с разной степенью трансформации, так как интересны не только механизмы расселения по загрязненной территории карабидокомплексов, но и сама возможность формирования устойчивого биоценоза.

Объекты и методы исследования

На промплощадке Гомельского химического завода ежегодно накапливается свыше 297 тыс. т фосфогипса, а его использование составляет около 3 % годового выхода. Отвалы фосфогипса занимают площадь более 70 га и складированы в отвалах свыше 14 003 тыс. т. Понимая важность выяснения механизмов формирования комплексов наземных животных, в том числе и жуужелиц, нами в районе Гомельского химического завода были выбраны четыре участка, подверженные в той или иной степени влиянию предприятия.

Сосняк вейниковый. Древесно-кустарниковый ярус представлен сосной, березой, дубом, единично кленом, осиной и др. Травянистый покров образуют мятлик, иван-чай, единично раakitник, одуванчик, пижма и др. Проективное покрытие составляет до 18 %. В течение года сосняк вейниковый испытывает влияние отвалов фосфогипса, который в отдельные дни (по розе ветров) покрывает слоем до 3 мм поверхность почвы. Этим, по-видимому, можно объяснить до 35 % сухостоя в древесном ярусе.

Сосняк орляковый. Флористический состав более разнообразный, чем в сосняке вейниковом. Проективное покрытие до 90 %.

Сосняк кисличный. Древесно-кустарниковый ярус представлен сосной, грабом, березой, дубом, кленом, осиной и ясенем. Травянистый ярус — кислицей, ландышем, черникой, купеной лекарственной, седмичником европейским, орляком и т. п. Проективное покрытие — 42 %. Учитывая богатство флористического состава и удаленность от Гомельского химического завода, его можно считать эталонным.

Старые отвалы фосфогипса. Почвенный покров отсутствует. Растительные ярусы формируются непосредственно на фосфогипсовом субстрате мощностью 0,5—1,5 м. Древесно-кустарниковый ярус представлен березой, осиной и ивой, а травянистый покров — иван-чаем, мать-и-мачехой и некоторыми злаками. Проективное покрытие составляет до 35 %.

Для выполнения работы использовалась методика, предложенная А. Л. Тихомировой [3], с некоторыми изменениями. Так, вместо стеклян-

ных банок использовались пластиковые бутылки 1,5 л, отрезанные с нижней части на 10 см. В качестве фиксирующей жидкости использовалась смесь воды, соли и уксусной кислоты. Ловушки расставлялись по 10 в каждом изучаемом местообитании. За весь период исследования отработано 11 050 ловушко-суток. Учтено 15 видов жужелиц: *Calosoma sycophanta* L., *Carabus glabratus* Payk., *Carabus hortensis* L., *Cychrus caraboides* L., *Cicindela germanica* L., *Pterostichus niger* Schall., *Pterostichus punctulatus* Schall., *Pterostichus lepidus* Leske., *Pterostichus versicolor* Sturm., *Pterostichus oblongopunctatus* L., *Harpalus latus* L., Н. (P.) *rufipes* Deg, *Amara eurynota* P, *Calathus erratus*, *Leistus ferrugineus*. Латинские названия жужелиц даны в изложении Э. И. Хотько [4; 5].

Результаты исследований

Исследования показали, что явным доминантом, встречающимся во всех рассматриваемых местообитаниях является *Harpalus rufipes*. Виды *Harpalus latus*, *Pterostichus oblongopunctatus*, *Cicindela germanica*, *Pterostichus versicolor* занимают субдоминантное положение. Оставшиеся виды являются рецендентными и субрецендентными. Местообитания значительно отличаются между собой. Так, на территории отвалов фосфогипса отмечена высокая динамическая активность таких видов, как *Cicindela germanica*, *Calathus erratus*, *Harpalus rufipes*, *Pterostichus versicolor*. Динамическая активность *Pterostichus lepidus* на отвалах фосфогипса незначительна, а виды *Harpalus latus*, *Pterostichus oblongopunctatus* и вовсе не отмечены в отличие от сосняков. Следует отметить, что в фауне жужелиц на отвалах фосфогипса присутствуют виды *Cicindela germanica*, *Calosoma sycophanta*, *Amara eurynota* и *Pterostichus versicolor*, которые встречаемы больше на открытом пространстве. Самый немногочисленный видовой состав жужелиц отмечен для сосняка вейникового. Возможно, что постоянный перенос ветром фосфогипса с отвалов привел к обеднению флористического и фаунистического разнообразия. Динамическая активность учтенных в нем жужелиц *Harpalus rufipes*, *Pterostichus oblongopunctatus*, *Pterostichus lepidus*, *Harpalus latus*, *Calathus erratus* оказалась низкой. Богатый видовой состав характерен для сосняка орлякового и сосняка кисличного. В состав их карабидокомплексов входят виды: *Harpalus latus*, *Pterostichus oblongopunctatus*, *Pterostichus lepidus*, *Harpalus rufipes* Deg, *Cychrus caraboides*, *Carabus glabratus*, причем последние два вида были учтены только на территории этих сосняков. О своеобразии сосняка орлякового свидетельствует присутствие только в его составе *Pterostichus punctulatus*, в составе сосняка кисличного — *Carabus hortensis*, *Leistus ferrugineus*.

Возраст сосняка кисличного и его удаленность от источников химического загрязнения способствовали формированию на его территории

карабидокомплексов, характерных для сосновых лесов. Следует отметить, что ядро карабидофауны здесь составляют виды: *Carabus hortensis*, *C. glabratus*, *Cychrus caraboides*, *Pterostichus oblongopunctatus*. Для территории Беларуси эти виды встречаются как в нарушенных, так и в ненарушенных биоценозах. Разнообразие жужелиц сосняка кисличного дополняют как лесные, так и эврибионтные виды *Pterostichus niger*, *P. lepidus*, *Calathus erratus*, *Leistus ferrugineus*, *Harpalus rufipes*, *H. latus*, встречающиеся единично.

На территории отвалов фосфогипса, где идут активные процессы почвообразования и зарастания кустарником и березой отмечен своеобразный видовой состав. Наибольшее участие в формировании карабидокомплекса принимают *Calathus erratus*, *Harpalus rufipes*, *Cicindela germanica*. Последний вид можно представить как индикатор условий отвалов фосфогипса, где формирующийся почвенный субстрат приобретает характер суглинка, что соответствует экологическому описанию этого вида [1]. Учет *Calathus erratus* и *Harpalus rufipes* объясняется широким распространением этих видов в полевых и лесных условиях.

Видовой состав жужелиц сосняка вейникового и орлякового имеет минимальный состав. Видовое разнообразие жужелиц вышеуказанных сосняков формируют: *Cychrus caraboides*, *Pterostichus oblongopunctatus*, *Harpalus rufipes*, *Calathus erratus*. Это, по-видимому, результат того, что сосняк вейниковый заносится фосфогипсом в течение всего года, а сосняк орляковый находится в непосредственной близости от отвалов. В отношении биотопической приуроченности в карабидокомплексе исследуемых биотопов можно выделить три наиболее выраженные группы жужелиц. Это группа лесных видов, характерных для сосняков, группа эврибионтов, обитающих в различных биотопах, а также полевых и лесо-полевых видов, учтенных преимущественно на отвалах фосфогипса. В экологической структуре изучаемых биотопов доминируют мезофильные виды. Следует отметить, что при приближении к отвалам фосфогипса от сосняка кисличного появляются сначала ксерофильные виды *Pterostichus lepidus* и *Pterostichus punctulatus*, в сосняках вейниковом и орляковом и на отвалах фосфогипса к ним присоединяется мезоксерофильный вид *Cicindela germanica*.

Таким образом, формирование комплексов жужелиц на территориях, испытывающих повышенное химическое загрязнение, во многом определяется физиономической структурой местообитаний и степенью воздействия на них промежуточных и побочных продуктов производства.

Литература

1. Александрович О. Р. Жуки жужелицы (Coleoptera, Carabidae) фауны Беларуси // Фауна и экология жесткокрылых Беларуси. Мн.: Наука і тэхніка, 1991. С. 41.

2. Рыжая А. В. К вопросу изучения фаунистических комплексов жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) в г. Гродно // Весник ГрДУ. Серия 2. 2004. № 2. С. 102—108.

3. Тихомирова А. Л. Методы почвенно-зоологических исследований: науч. изд. М.: Наука, 1975. 128 с.

4. Хотько Э. И. Почвенная фауна Беларуси. Мн.: Навука і тэхніка. 1993. 252 с.

5. Хотько Э. И. Определитель жуужелиц (Coleoptera, Carabidae): учеб. пособие. Мн.: Наука и техника, 1978. 88 с.

П. С. Петренко

ФГУ «Заповедник „Комсомольский“,

*ФГОУ ВПО «Амурский гуманитарно-педагогический
государственный университет»*

Биохимический анализ вод р. Горин заповедника «Комсомольский»

Заповедник «Комсомольский», расположенный в Комсомольском районе Хабаровского края в 40 км северо-восточнее г. Комсомольска-на-Амуре, занимает нижнюю устьевую часть р. Горин (длина реки в пределах заповедника 40 км), которая разделяет его на две характерные зоны — сглаженную низкорослую правобережную и скалистую левобережную, являя собой главную водную артерию ООПТ.

Рассмотрим динамику биохимического состава вод р. Горин в пределах заповедника «Комсомольский» и попытаемся выяснить ее причины и следствия.

Лабораторией аналитического контроля заповедника «Комсомольский» ежегодно ведется отбор проб воды р. Горин на выявление содержания в ней химических и биохимических показателей, среди которых БПК₅, аммоний солевой, фосфаты, железо общее, медь и цинк. Рассмотрим изменения превышения норм ПДК выше указанных показателей по месяцам за последние 5 лет (рис. 1, табл. 1) [1—5].

Как видно из графика, превышение норм ПДК больше всего по железу общему, причем максимум приходится на зимний период и начало весны (превышение в 28—32 раза). На втором месте среди исследуемых показателей по превышению норм ПДК находится БПК₅: максимальное превышение наблюдается в мае и августе — 13,8 и 11,4 соответственно. Что касается солей тяжелых металлов, то максимальное превышение норм ПДК меди приходится на зиму (в 6—10 раз), а цинка на сентябрь (в 2,7 раза). Значительное превышение фосфатов отмечено лишь в апреле (в 4,6 раза). Солевой аммоний максимально выходит за пределы норм ПДК в октябре — в 5,7 раза и в январе — в 4,13 раза. Превышение норм ПДК

по нефтепродуктам незначительное и непостоянное, максимально проявляется весной: в апреле в 2,4 раза, в мае в 1,3 раза.

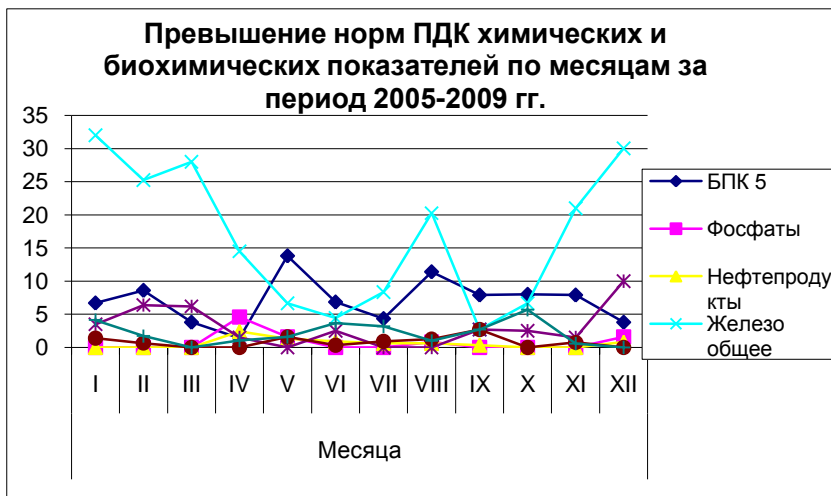


График превышения норм ПДК химических и биохимических показателей по месяцам в 2005—2009 гг.

Попытаемся выявить причины и следствия такого превышения норм ПДК рассматриваемых химических и биохимических показателей в водах Горина.

Уровень грунтовых вод в бассейне р. Горин находится очень близко от поверхности. Такое расположение, а также неоднородный состав аллювиальных отложений (большая часть из которых глинистые) приводит к тому, что пойма реки особенно в его приустьевой части, где и располагается заповедник, часто заболочена. Заболоченность оказывает большое влияние на концентрацию биогенов и органических веществ. Они повышают в реке содержание железа и аммония солевого.

Также следует отметить, что в связи с перегруженностью органическими веществами в водах р. Горин значительно возрастает показатель БПК₅ (биохимическое потребление кислорода). Об этом свидетельствуют данные графика, где максимальное превышение норм ПДК по БПК₅ доходит до 11 и 13. Подобное явление может нарушить экологическое равновесие в водоеме: исчезнут кислородолюбивые организмы и появятся виды, терпимые к дефициту кислорода. Заморы, приводящие к массовой гибели рыб, отрицательным образом влияют на биоразнообразие и популяцию иктофауны р. Горин.

На повышенное содержание в водах р. Горин железа общего, аммония солевого, а также меди и цинка значительное влияние оказывают сточные воды станции космической связи (в п. Хурмули) и коммунально-бытовые стоки поселков, расположенных на берегах выше Комсомольского райо-

на. Особенно повышает содержание меди стоки с рудника Первомайский, расположенном в бассейне р. Горин. Специальных сооружений по очистке солей тяжелых металлов и рудничных вод нет.

Стоит обратить внимание и на систематическое превышение норм ПДК фосфатов весной, что также связано с влиянием сточных вод, богатых фосфором, которые в данный сезон года активизируются.

Таким образом, причинами повышенного содержания рассмотренных химических и биохимических показателей являются в равной степени как природные (большое содержание аллювиальных глинистых отложений, близкий уровень грунтовых вод, следствием чего является заболоченность поймы приустьевой части реки), так и антропогенные (коммунально-бытовые и рудниковые сточные воды) факторы.

Литература

1. Летопись природы: Книга тридцатая, 2005. ГПЗ «Комсомольский». Комсомольск-на-Амуре, 2006.
2. Летопись природы: Книга тридцать первая, 2006 г., ГПЗ Комсомольский. Комсомольск-на-Амуре, 2007.
3. Летопись природы: Книга тридцать вторая, 2007 г., ГПЗ Комсомольский. Комсомольск-на-Амуре, 2008.
4. Летопись природы: Книга тридцать третья, 2008 г., ГПЗ Комсомольский. Комсомольск-на-Амуре, 2009 г.
5. Летопись природы: Книга тридцать четвертая, 2009 г., ГПЗ Комсомольский». Комсомольск-на-Амуре, 2010.

А. И. Плеханов, А. А. Смотрова

Саратовский государственный технический университет, Балашовский филиал

Проблемы утилизации твердых бытовых отходов в г. Балашове

Проблема утилизации твердых бытовых отходов (ТБО) в малых городах России актуальна и недостаточно изучена [1; 2; 3]. Имеющиеся технологические варианты ее решения рассчитаны на крупные мегаполисы и требуют комплекса специальной техники и больших финансовых затрат. Нами поставлена цель — найти эффективное решение данной проблемы в условиях г. Балашова.

Для этого проведена практическая работа по изучению состава твердых бытовых отходов, которые накапливаются различными возрастными группами населения, среди нескольких статистических семей, состоящих из трех человек: до 30 лет; до 60 лет; до 100 лет. Все выбрасываемые отходы, кроме пищевых продуктов, взвешивались отдельно по группам бытовых отходов по одной единице. Результаты приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

*Выброс твердых бытовых отходов в течение года
(по возрастным категориям)*

№ п/п	Вид отходов	Группа населения (по массе, кг)		
		до 30 лет	до 60 лет	выше 60 лет
1	Пластмасса	3,082	1,831	0,294
2	Металл	1,125	1,235	0,341
3	Стекло	25,725	15,215	1,181
4	Бумага, картон	3,801	1,295	0,634
5	Текстиль	1,875	1,237	0,355
6	Полиэтиленовые пакеты	0,060	0,045	0,045

Таблица 2

Выброс твердых бытовых отходов на душу населения в г. Балашове

№ п/п	Виды отходов	Период (по массе, кг)		
		неделя	месяц	год
1	Пластмасса	0,3	1,28	15,622
2	Металл	0,052	0,228	2,701
3	Стекло	1,424	6,103	74,251
4	Бумага, картон	0,33	1,413	17,192
5	Текстиль	0,2	0,855	10,403
6	Полиэтиленовые пакеты	0,0029	0,0123	0,150

Если эти данные перевести на долю всех жителей г. Балашова, в котором проживают примерно 90 тыс. человек, то получим следующие показатели:

Таблица 3

Общая масса выбрасываемых ТБО за год в г. Балашове

№ п/п	Виды отходов	Вес по массе (т)
1	Пластмасса	1405,98
2	Металл	243,09
3	Стекло	6682,59
4	Бумага, картон	1547,28
5	Текстиль	936,27
6	Полиэтиленовые пакеты	13,5

Твердые бытовые отходы доставляются со всего города специальными автомобилями марок NO 440-2, NO 440-4 в специально отведенное место (полигон), находящийся за чертой города, для их утилизации и захоронения. Некоторая часть из них уничтожается (сжиганием). В связи с тем, что полигон расположен недалеко от города, экологическая обстановка в последние годы стала неблагоприятной.

На наш взгляд, такой способ уничтожения твердых бытовых отходов не только не эффективен, но и вреден для окружающей среды (выделение при сгорании токсичных веществ, загрязнение почвы и т. д.). Данные выброса вредных веществ при сгорании твердых бытовых отходов приводятся в табл. 3.

Анализ грузопотоков и состава ТБО, поступающих на полигон, показал, что целесообразно изменить технологию их переработки. Для этого важно произвести разделение отходов на отдельные виды с последующей их переработкой на малых предприятиях. После разгрузки автомобилей с ТБО по мере их пополнения, сортировки, разделения на отдельные виды предлагается производить на ленточном транспортере ТКР-20А (который выпускается нашей промышленностью).

Погрузка в приемный бункер транспортера осуществляется при помощи экскаватора-погрузчика 3О-2626 на базе трактора «Беларусь-820» грейфером. Этот транспортер нашел большое применение в сельскохозяйственном производстве. Он удобен в работе, электро- и пожаробезопасен, прост в эксплуатации, проведении технического обслуживания, технологический процесс выполняется устойчиво. Ниже приведено описание технологической схемы, которая нами модернизирована по разделению ТБО на фракции.

Распределительный транспортер ТКР-20А состоит из узлов: приводная станция; лента с роlikоопорами; сбрасывающая тележка; натяжная станция; ведомый барабан. **Приводная станция** предназначена для приведения в движение основного рабочего органа ленты. **Натяжная станция** предназначена для создания необходимой силы трения на приводном барабане и компенсации вытягивания ленты при эксплуатации. **Роlikоопора** предназначена для поддержания ленты и уменьшения ее провисания под собственным весом и несущим грузом. **Сбрасывающая тележка** предназначена для разгрузки отходов в заданном месте то длине транспортера. **Тормозной барабан** имеет следующее назначение: перемещение всей техники при отключенной ленте и движении ленты при неподвижной тележке. **Коробка включения** представляет собой коробку с постоянно замкнутой парой шестерен раздвижной муфтой включения. При замкнутой муфте ведущий барабан сбрасывает тележки. При разомкнутой муфте ведущий барабан вместе с лентой неподвижен.

При работе транспортера сбрасывающую тележку устанавливают в крайнем положении. По всей длине транспортера с обеих сторон устанавливаются бункеры-накопители отходов, рядом с которыми находятся рабочие. По мере продвижения твердых бытовых отходов по транспортеру рабочие укладывают в бункер-накопитель только отходы определенного вида. Например: бумага, стекло, пластик и т. д. После заполнения бункеров-накопителей твердыми бытовыми отходами экскаватор-погруз-

чик ЭО-2626 загружает их в грузовые автомобили (самосвалы), которые, в свою очередь, направляют в пункты на малые предприятия для дальнейшей переработки.

Выводы: выяснив причины накопления ТБО, проблемы их утилизации, с нашей точки зрения, можно предложить следующие меры борьбы по их нейтрализации и уничтожению:

1. Организовать пункты раздельного приема ТБО по примеру утилизации металлолома.

2. На полигонах свалок ТБО произвести монтаж и установку транспортера для разделения ТБО на фракции: стекло, металл, бумага и картон, пластмасса, текстиль и т. д. Раздельно складировать и отправлять на перерабатывающие заводы (предприятия) как вторичное сырье.

Этот метод малозатратный, экономически выгодный. Появляется возможность создания дополнительных 200 рабочих мест, что немаловажно для городов, где проблематично найти работу. Выгода для города от внедрения вполне очевидна: отсутствие огромных свалок, сохранение благоприятной экологической среды, пополнение городского бюджета дополнительными налогами. Большая масса твердых бытовых отходов дает возможность создания минипредприятий в г. Балашове по переработке пластмассы, стекла и изготовления из них новых строительных материалов.

Литература

1. Быков А. А., Мурзин Н. В. Проблема анализа безопасности человека, общества и природы. СПб: Наука, 1997.

2. Данилов-Данильян В. И., Горшков В. Г., Арский Ю. М. [и др.]. Окружающая среда между прошлым и будущим: Мир и Россия. М.: ВИНТИ, 1994.

3. Путилов В. А., Копреев А. А., Петрухин Н. В. Охрана окружающей среды. М.: Химия. 1991.

А. С. Прохожева, С. В. Кабанов

Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова, г. Саратов

Экосистемное разнообразие лесов Прихоперья на территории Саратовской области

Сохранение биологического разнообразия является важным принципом устойчивого управления лесами, необходимость соблюдения которого определяется действующим Лесным кодексом РФ. Оценка биоразнообразия на региональном и локальном уровне (уровне природно-территориального комплекса), может быть осуществлена на основе материалов лесоустройства [1; 2].

Оценка экосистемного разнообразия лесной растительности была проведена на основе лесотаксационных данных. Единицей анализа являлся

лесотаксационный выдел. Вся информация была организована в виде электронных баз данных, где каждый таксационный выдел представляет собой отдельную запись.

Экосистемное разнообразие оценивалось по числу и набору лесных формаций (типов древостоя), представленных на рассматриваемой территории. Тип древостоя определялся по доминирующей древесной породе. Дубовые насаждения учитывались по хозяйственным секциям с разделением на низкоствольные, высокоствольные, нагорные, пойменные и байрачные.

Для количественной оценки разнообразия применялась формула Шеннона. Индекс Шеннона (H) чаще других используется при характеристике биоразнообразия [3] и рассчитывается по формуле:

$$H = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i,$$

где p_i — доля i -го лесообразователя в общей площади лесничества (участкового лесничества); S — общее число лесообразователей.

Значение индекса возрастает при увеличении числа видов и более равномерном соотношении численностей. Чем более неравномерно представлены древесные породы, тем меньше при прочих равных условиях значение индекса. Индекс Шеннона обычно варьируется в пределах от 1,5 до 3,5, очень редко превышая 4,5. В сообществах сбалансированных, имеющих высокое видовое разнообразие, величина индекса — от 3 до 5. В экстремальных условиях его величина снижается.

Оценка проведена для трех лесничеств Прихоперья Саратовской области, а также для каждого участкового лесничества этих трех лесничеств в отдельности. Результаты расчетов приводятся в табл. 1.

Таблица 1

Количественная оценка экосистемного разнообразия

Лесничество	Участковое лесничество	H
Аркадакское		3,43
	Ильменское	2,78
	Роговское	3,78
	Турковское	2,44
Балашовское		3,19
	Алмазовское	2,99
	Балашовское	2,83
	Падовское	2,97
	Самойловское	3,05
Макаровское		3,57
	Владыкинское	3,19
	Красноярское	3,54
	Макаровское	3,58

Результаты расчетов свидетельствуют о сходстве видового разнообразия лесов Прихоперья. Величина индекса Шеннона изменяется от 2,44 до 3,78. Более высокое видовое разнообразие лесов отмечается в Макаровском лесничестве, наиболее низкое — в Балашовском, Аркадакское лесничество занимает промежуточное положение.

Из 10 участковых лесничеств наибольшие показатели отмечены в Роговском лесничестве (величина энтропии — 3,78), а наименьшие в Турковском участковом лесничестве Аркадакского лесничества.

В Аркадакском лесничестве самая высокая величина энтропии в Роговском участковом лесничестве, наименьшая в Турковском участковом лесничестве. Величина энтропии зависит от количества лесообразователей, которое в Роговском составляет 23, в Турковском — 16.

По аналогичной методике была проведена количественная оценка типологического разнообразия всех лесов и дубовых лесов в отдельности. Результаты расчетов приводятся в табл. 2.

Таблица 2

Количественная оценка типологического разнообразия

Лесничество	Участковое лесничество	H	H типов леса дубрав
Аркадакское		3,24	2,51
	Ильменское	2,41	1,43
	Роговское	3,34	2,91
	Турковское	2,68	1,88
Балашовское		2,57	1,47
	Алмазовское	2,51	1,08
	Балашовское	2,25	1,16
	Падовское	2,71	1,77
	Самойловское	2,59	0,49
Макаровское		3,30	2,17
	Владыкинское	3,10	1,76
	Красноярское	3,17	2,09
	Макаровское	3,02	2,29

Результаты расчетов свидетельствуют о сходстве типологического разнообразия лесов Прихоперья. Индекс Шеннона колеблется от 2,25 в Балашовском участковом лесничестве Балашовского лесничества до 3,34 в Роговском участковом лесничестве Аркадакского лесничества. Наибольшее типологическое разнообразие лесов отмечено в Макаровском лесничестве, чуть ниже — в Аркадакском лесничестве, а наименьшее — в Балашовском лесничестве. В Аркадакском лесничестве самая высокая величина энтропии в Роговском участковом лесничестве, наименьшая — в Ильменском участковом лесничестве.

Типологическое разнообразие дубрав Прихоперья варьируется значительно сильнее. Индекс Шеннона колеблется от 0,49 в Самойловском участковом лесничестве Балашовского лесничества до 2,91 в Роговском лесничестве Аркадакского лесничества. Наибольшее значение индекса Шеннона в Аркадакском лесничестве, наименьшее — в Балашовском лесничестве, а Макаровское лесничество занимает промежуточное положение.

Таким образом, наиболее высоким экосистемным разнообразием характеризуются леса Роговского участкового лесничества Аркадакского лесничества. Общее количество лесообразователей в Аркадакском лесничестве — 27. Основным лесообразователем являются дуб пойменный высокоствольный, меньшую площадь занимают ива древовидная, осина, сосна. Доля дубовых насаждений в лесном фонде составляет 54,5 % от общей площади покрытой лесной растительностью.

В материалах лесоустройства дубовые насаждения отнесены к 13 типам леса (табл. 3). Наиболее распространены дубняк кленово-ландышевый и дубняк ежевико-крапивный.

Таблица 3

Распределение площади дубрав Аркадакского лесничества по типам леса

Тип леса	Площадь	
	га	%
Дубняк боромятликовый (Дбм)	492,2	4,28
Дубняк ежевико-крапивный (Дежк)	3 457,6	30,11
Дубняк кленово-ежевиковый (Дкеж)	1 023,4	8,91
Дубняк кленово-кустарниковый ежевиковый (Дккеж)	202,3	1,76
Дубняк кленово-ландышевый (Дкл)	4 333,3	37,72
Дубняк кленово-ландышевый с терном (Дклт)	317,2	2,76
Дубняк ландышевый (Дл)	237,1	2,06
Дубняк орляковый (Дорл)	3,4	0,03
Дубняк волосисто-осоковый (Дос)	680,8	5,93
Дубняк остепненный (Дост)	23,3	0,20
Дубняк пакленовый (Дпкл)	532,5	4,64
Дубняк снытевый (Дсн)	75,3	0,66
Дубняк узкомятликовый (Дузм)	108,5	0,94
Итого	11 486,9	100,00

Наиболее разнообразны пойменные дубовые насаждения, в которых отмечено 10 типов леса. Преобладающими здесь также являются дубняк кленово-ландышевый и дубняк ежевикико-крапивный. В низкоствольных насаждениях количество типов леса несколько больше, чем в высокоствольных. Пойменные насаждения дуба встречаются в судубравных и дубравных трофотопях, в сухих, свежих, влажных и сырых условиях увлажнения, в общей сложности в 11 эдатопах.

Литература

1. Бобровский М. В., Ханина Л. Г. Количественная оценка разнообразия растительности на локальном уровне по лесотаксационным данным // Лесоведение. 2004. № 3. С. 28—34.
2. Заугольнова Л. Б., Ханина Л. Г. Параметры мониторинга биоразнообразия лесов России на федеральном и региональном уровнях // Лесоведение. 2004. № 3. С. 3—14.
3. Миркин Б. М., Розенберг Г. С., Наумова Л. Г. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. М.: Наука, 1989. 214 с.

А. В. Попов, А. И. Золотухин
Балашовский институт (филиал)
Саратовского университета

Качество зерна озимой пшеницы

Основной показатель качества зерна пшеницы — это содержание белка и клейковины. Важнейшим фактором, обуславливающим уровень накопления белка в зерне, является обеспеченность растений азотом. Отмечается высокая эффективность дробного внесения азота, особенно поздних подкормок посевов раствором мочевины.

На качество зерна пшеницы оказывают влияние не только минеральные, но и органические удобрения, однако информации по этому вопросу в литературе очень мало. Нами проведены опыты по исследованию сухого гранулированного птичьего помета на качество зерна пшеницы в ООО «Нива» Энгельсского района Саратовской области.

Качество зерна пшеницы характеризуется физическими, биохимическими, технологическими свойствами. Наши исследования показали, что они заметно варьируются в зависимости от погодных условий и различных доз сухого гранулированного птичьего помета (см. табл.).

Масса 1 тыс. семян, характеризующая крупность зерна, увеличивается по мере улучшения условий влажности. В этом плане особенно жестким был 2010 г., когда масса 1 тыс. семян была наименьшей — 26—28 г против 40—42 г в остальные годы исследования. Сухой гранулированный птичий помет в ряде случаев позволяет получать более выполненное зерно.

Натура зерна в наших опытах сильно зависела от погодных условий. На контрольном варианте в засушливом 2010 г. она оказалась минимальной — 738 г/л, а во влажном 2009 г. максимальной — 803 г/л. Сухой гранулированный птичий помет в дозах 3,6—5,4 т/га устойчиво повышал этот показатель на 34—52 г/л.

Показатели качества зерна орошаемой озимой пшеницы в зависимости от применения различных доз сухого гранулированного птичьего помета и системы лесных полос (2008—2010 гг.)

Дозы СГПП, т/га	Объемная масса, г/л	Масса 1 тыс. зерен, г	Стекловидность, %	Содержание белка, %	Содержание клейковины, %
Без лесных полос					
0	731	37,0	60,8	13,7	27,5
1,8	740	37,1	61,1	14,2	28,4
3,6	765	38,0	63,4	14,5	29,0
5,4	783	39,2	65,5	14,9	30,1
С лесными полосами					
0	735	37,0	61,2	13,9	27,9
1,8	747	37,5	62,4	14,4	28,8
3,6	769	38,3	68,7	14,7	29,5
5,4	787	39,7	69,0	15,1	30,3

Хлебопекарная сила пшеницы, по общему признанию большинства исследователей, в основном связана с белковым комплексом зерна, количеством и качеством клейковины. Сильная пшеница должна содержать не менее 14 % (на сухое вещество) белка и не меньше 28 % сырой клейковины в зерне, а в муке первого сорта — не менее 32 % и по качеству должна быть не ниже первой группы, то есть с хорошей упругостью и нормальной растяжимостью.

Решающее влияние на накопление сырого белка оказали погодные условия.

Максимум его был отмечен в более засушливые 2009 и 2010 гг. — 14,7—15,0 %. В среднем за три года на контрольном варианте содержание сырого белка составило 13,7 %.

Сухой гранулированный птичий помет в дозе 3,6 т/га повысил содержание сырого белка на 1,1 %. Более высокие дозы помета не способствовали адекватному приросту белка. Под влиянием лесных полос наблюдалась тенденция к повышенному накоплению белка в зерне на всех вариантах.

При использовании сухого гранулированного птичьего помета за счет значительного повышения урожайности озимой пшеницы существенно возрастает сбор белка с каждого гектара посева.

Он имеет явную тенденцию к увеличению по мере повышения уровня удобрения. Максимальный сбор белка превышает неудобренный контроль в 1,6—1,7 раза. В среднем за три года на контрольном варианте валовой выход белка составил 438, а при внесении 5,4 т/га сухого гранулированного птичьего помета 727 кг/га. Еще более заметные результаты получены на вариантах, испытывающих благотворное воздействие лесных полос — на них выход белка составил соответственно 467 и 787 кг/га. В первом случае сбор белка с каждого гектара посева увеличился на 29 кг, а во втором на 60 кг — только за счет влияния лесных полос на лучшем варианте сбор белка увеличился на 31 кг/га.

Количество и качество сырой клейковины в большой степени определяет качество выпеченного хлеба. Без удобрений в среднем за три года содержание сырой клейковины составило 27,5 %, а на удобренных вариантах 28,4—30,4 %, что соответствует стандарту на сильные пшеницы. Качество клейковины имело тенденцию к уменьшению. Стекловидность зерна коррелировала с величиной сырой клейковины.

Сила муки наибольшей была на хорошо удобренных вариантах. С возрастанием уровня питания разжижение теста уменьшалось, а валориметрическая оценка имела тенденцию к увеличению.

Суммирующими показателями хлебопекарных свойств муки (зерна) являются объемный выход хлеба и общая хлебопекарная оценка. Как показали результаты исследований, наибольший объемный выход хлеба 1 000—1 050 мл получается на хорошо удобренных вариантах.

Бесспорным следует также считать, по-видимому, неизменность аминокислотного состава отдельных фракций белка. В то же время эти фракции различаются между собой по содержанию аминокислот. В связи с тем, что под влиянием удобрений соотношение белковых фракций изменяется, изменится также и содержание аминокислот в суммарном белке. Чаще всего происходит снижение содержания лизина и увеличение глутаминовой кислоты, пролина и других аминокислот, преобладающих в проламинах. Когда же содержание аминокислот рассчитывается на массу зерна или муки, то количество их в разной степени повышается вследствие увеличения суммарного белка.

Аминокислотный состав белка является очень важным показателем качества и биологической ценности продукции. Как известно, белки образуются из отдельных аминокислот; многие из них, но далеко не все, синтезируются в организме человека и животных. Неспособные синтезироваться в живом организме получили название биологически незаменимых. К ним относятся лизин, лейцин, изолейцин, валин, метионин, фенилаланин, треонин и триптофан. Человек и животные должны получать их в составе пищи. Недостаток или отсутствие хотя бы одной из них нарушает обмен веществ и вызывает тяжелые заболевания.

В наших опытах в среднем за три года содержание незаменимых аминокислот на удобренных вариантах в большинстве случаев оставалось неизменным.

Зерно, выращенное в 2008—2010 гг. на опытном поле подверглось анализу на содержание вредных соединений нитратов и нитритов. Установлено, что при внесении сухого гранулированного птичьего помета в дозах 3,6 и 5,4 т/га в зерне озимой пшеницы эти соединения не превышают ПДК, что дает возможность использовать зерно для любых нужд.

*А. В. Попов, А. И. Золотухин
Балашовский институт (филиал)
Саратовского университета*

Фотосинтетическая деятельность посевов озимой пшеницы

Урожай растений определяется, прежде всего, размерами ассимиляционной поверхности, продолжительностью и интенсивностью ее работы [1—4]. Однако при чрезмерном увеличении листовой поверхности начинается затенение листьев нижних ярусов верхними, баланс между приходом и расходом органического вещества ухудшается, что приводит к снижению общего урожая [2; 3; 5].

В засушливом Поволжье дефицит влаги и недостаток минерального питания приводит к подавлению ростовых процессов, что является основной причиной недобора урожая.

Для зерновых культур оптимальным индексом листовой поверхности считается 40—50 тыс. м²/га, а оптимальным фотосинтетическим потенциалом — не менее 2 млн/м²/дней/га [3; 2]. В условиях орошения вопрос о наиболее производительной ассимиляционной поверхности приобретает важное значение. В связи с этим в задачу наших исследований входило изучить особенности формирования листовой поверхности озимой пшеницы, ее продуктивности в зависимости от применения различных доз сухого гранулированного птичьего помета и системы лесных полос.

Результаты наших исследований, проводимых в ООО «Нива» Энгельсского района Саратовской области по совместному действию изучаемых приемов (табл. 1), свидетельствуют, что наибольший эффект на формирование листовой поверхности оказывает сухой гранулированный птичий помет в дозах 3,6—5,4 т/га.

Анализируя показатели площади листьев в зависимости от изучаемых приемов, необходимо отметить, что в начальный период весенней вегетации (кущение) на удобренных вариантах с высокой влагообеспеченностью почвы листообразование у озимой пшеницы проходило заметно быстрее, чем на фоне естественного плодородия почвы. Причем нарастающие ассимиляционной поверхности во все годы исследований отмечалось

до фазы колошения — цветения. Затем площадь листьев постепенно снижалась в результате старения и отмирания сначала нижних листьев, а затем и средних ярусов. На неудобренном контроле площадь листьев снижалась значительно быстрее, чем при внесении удобрений.

Таблица 1

Основные показатели фотосинтетической деятельности орошаемой озимой пшеницы в зависимости от применения различных доз сухого гранулированного птичьего помета и системы лесных полос (2008—2010 гг.)

Дозы СГПП, т/га	Максимальная площадь листьев, тыс. т/га	Фотосинтетический потенциал посева, тыс. м ² /дней/га	Продуктивность фотосинтеза, г/м ² /сутки	Урожайность, т/га	
				сухая био-масса	зерно
Без лесных полос					
0	22,5	1 657	4,53	5,76	3,20
1,8	24,5	1 805	4,60	6,30	3,50
3,6	29,0	2 137	4,49	7,43	4,13
5,4	34,2	2 519	5,31	8,78	4,88
С лесными полосами					
0	24,1	1 812	4,55	6,05	3,36
1,8	26,7	1 905	4,91	6,64	3,69
3,6	31,5	2 338	4,85	8,12	4,51
5,4	38,0	2 721	5,18	9,38	5,21

Для определения связи между площадью листьев и урожаем зерна озимой пшеницы нами рассчитан коэффициент корреляции, который составил +0,976. Поэтому приемы, приводящие к улучшению развития площади листьев посевов, являются главным средством достижения урожая.

Одним из важных показателей, характеризующих ассимиляционную мощность посевов, служит фотосинтетический потенциал, который дает представление о суммарной величине листовой поверхности и продолжительности ее активной работы в течение вегетации [6]. Во многих работах отмечается наличие прямой связи между урожаем и величиной фотосинтетического потенциала, формирующейся при разных режимах орошения и урожая минерального питания.

В наших исследованиях фотосинтетический потенциал посева на контрольном варианте составил 1 657, а при использовании сухого гранулированного птичьего помета в дозе 5,4 т/га без использования лесных полос 2 519, а с ними — 2 721 тыс./м²/дней/га. Корреляционный и регрессионный анализ показали высокую прямолинейную зависимость урожая

сухой биомассы и зерна озимой пшеницы от величины фотосинтетического потенциала.

Коэффициенты корреляции между этими показателями составили $0,518 \pm 0,005$ и $0,985 \pm 0,001$, а уравнения регрессии имели вид: $y = 17,306 + 0,012x$ и $y = -3,414 + 0,045x$.

Высокая урожайность озимой пшеницы зависит не только от величины листовой поверхности и хода ее формирования, но и от суточных приростов продуктивности фотосинтеза.

В наших опытах сухой гранулированный птичий помет в большинстве случаев повышал продуктивность фотосинтеза, особенно в дозе 5,4 т/га.

Урожай сухой биомассы на лучших вариантах поднялся до 7,4—8,8 т/га, а с применением системы лесных полос до 8,1—9,4 против 5,8—6,0 т/га на контроле. Урожай зерна рос пропорционально увеличению дозы удобрения, достигнув на лучших вариантах 4,9—5,2 против 3,2—3,4 т/га на контроле (табл. 2).

Таблица 2

Динамика нарастания сухого вещества посевами озимой пшеницы в зависимости от применения различных доз сухого гранулированного птичьего помета и системы лесных полос (2008—2010 гг.), т/га

Дозы СГПП, т/га	Кущение	Трубкавание	Колошение	Полная спелость
Без лесных полос				
0	0,43	2,99	4,55	5,76
1,8	1,47	3,28	4,98	6,30
3,6	1,55	3,86	5,87	7,43
5,4	0,61	4,56	6,94	8,78
С лесными полосами				
0	0,45	2,13	4,78	6,05
1,8	0,50	3,45	5,24	6,64
3,6	0,61	4,22	6,41	8,12
5,4	0,70	4,87	7,41	9,38

Литература

1. Бегишев А. Н. Работа листьев различных сельскохозяйственных культур в полевых условиях // Труды ин-та физиологии растений АН ССР. М., 1953. Т. 8. С. 37—41.
2. Листопад Г. Е., Климов А. А., Иванов А. Ф. [и др.]. Программирование урожая // Труды Волгоградского с.-х. ин-та. Волгоград, 1975. Т. 5. С. 104—150.
3. Ничипорович А. А. Фотосинтез — основной процесс питания растений // Сочинения по проблемам фотосинтеза. М.: Колос, 1967. С. 3—6.
4. Чаповская Г. В., Замарев А. Г. Фотосинтетический потенциал и продуктивность зерновых культур // Программирование урожая с.-х. культур. М.: Колос, 1975. С. 232—235.

5. Шатилов И. С., Замарев А. Г., Чаповская Т. В. Формирование и продуктивность работы фотосинтетического аппарата сельскохозяйственных растений в севообороте // Изв. ТСХА, 1969. Вып. 6. С. 49—58.

6. Иванов А. Ф., Филин В. И. Программирование урожая зерновых и кормовых культур в севооборотах с учетом специализации орошаемого земледелия // Труды Волгоградского с.-х. ин-та. Волгоград, 1978. Т. 65. С. 150—157.

А. В. Попов, А. И. Золотухин
Балашовский институт (филиал)
Саратовского университета

Эколого-агрохимическая оценка сухого гранулированного птичьего помета

Нормативные показатели качества птичьего помета разработаны ТУ 9849-008-00008064—95 [1]. Данный нормативный документ (табл. 1) дает право компетентным организациям выдавать сертификат качества на помет, как побочную продукцию птицефабрик. Помет классифицируется на три вида: помет птичий с подстилкой (ПП), от молодняка (ПМ) и взрослого поголовья (ПВ) [1].

Таблица 1

Основные показатели качества птичьего помета

Показатель	Норма по видам		
	ПП	ПМ	ПВ
1. Массовая доля влаги, % не более	45	65	75
2. Массовая доля общих форм, % на нормативную влажность, не менее:			
азот	1,8	1,4	1,2
фосфор	0,7	0,4	0,3
калий	0,6	0,5	0,3
3. Содержание посторонних включений на нормальную влажность, не более: с высокой удельной массой (камни, щебень, металл и др.) размером более 50 мм	1,5	1,5	1,5
4. Содержание тяжелых металлов, мг/кг сухого вещества, не более:			
свинец	30	30	30
марганец	1000	1000	1000
медь	40	40	40
кобальт	15	15	15
никель	50	50	50
цинк	80	80	80
5. Содержание пестицидов (остаточное количество), мг/кг*	Ниже или на уровне ПДК почвы		
6. Титр кишечной палочки, г, не менее	0,1	0,1	0,1
7. Патогенные микроорганизмы	отсутствуют		

8. Яйца и личинки гельминтов	отсутствуют
------------------------------	-------------

*Номенклатура контролируемых пестицидов определяется конкретными условиями их применения.

Наши исследования, проводимые в ООО «Нива» Энгельского района Саратовской области, показали, что содержание питательных веществ в птичьем помете высокого качества изменяется в соответствии с его влажностью (табл. 2).

Таблица 2

Содержание питательных веществ в птичьем помете хорошего качества, % на естественную влажность

Влажность, %	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
15	4,7	3,1	2,1
20	4,5	3,7	1,8
65	1,9	1,9	0,9
70	1,8	1,7	0,7
75	1,5	1,4	0,5

Общий азот колеблется в пределах 1,5—4,7, фосфор — 1,4—3,1 и калий — 0,5—2,1 % на естественную влажность. Сравнив полученные данные с нормативом, убеждаемся в том, что птичий помет действительно высокого качества. Образцы с влажностью 65 и 75 % превосходят нормативные показатели по азоту в 1,3—1,4, калию — в 1,7—1,8 и фосфору — в 4,7 раза.

В абсолютно сухом веществе птичьего помета хорошего качества зарегистрированы следующие концентрации элементов питания: азота — 5,4—6,0, фосфора — 3,6—7,7 и калия — 2,0—2,5 %. По содержанию азота он превосходит навоз крупного рогатого скота в 3—4, а фосфора — в 4—8 раз. Многолетние анализы качества помета на птицефабриках Саратовской области показали, что его влажность колеблется в очень широких пределах — от 32 до 97 % (табл. 3).

В нашем эксперименте концентрация питательных веществ подстилочного помета при близкой влажности (32—35 %) различалась в 6,0—7,7 раз. Крайние величины у помета плотной консистенции при 52—75 % влажности различались по азоту и фосфору в 2,5—2,6, а по калию — в 16 раз, что свидетельствует о грубых нарушениях в технологии хранения (табл. 3).

В среднем помет птичий имел влажность 62, азота — 0,94, фосфора — 1,30, а калия всего лишь 0,18 %. По нормативу при данной влажности он должен содержать не менее 1,51 % азота, 0,43 % фосфора и 0,54 % калия. Таким образом, птичий помет в Энгельском районе оказался беднее по азоту в 1,6 и калию — в 3 раза.

В абсолютно сухом веществе найдено следующее количество питательных веществ: азота 0,68—3,91, фосфора 1,00—7,70 и калия 0,05—1,26 % (табл. 4). Среднее содержание азота было равно 2,35, фосфора — 3,08 и калия — 0,50 %. По сравнению с высококачественным пометом было безвозвратно утрачено 59 % азота, 38 % фосфора и 78 % калия. Столь значительные потери элементов пищи растений обесценивают помет птичий как органическое удобрение, создают серьезную угрозу окружающей среде и требуют изыскания надежных методов его переработки и утилизации, наиболее существенным из которых является высокотемпературная сушка.

Таблица 3

Содержание питательных веществ в птичьем помете при нарушенной технологии хранения, % на естественную влажность

Влажность, %	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
32	2,66	0,69	0,06
35	0,44	5,00	0,46
52	1,68	2,70	0,31
55	1,09	1,22	0,11
57	0,91	0,75	0,06
62	1,08	1,33	0,19
62	1,01	0,26	0,02
68	0,80	1,21	0,28
71	0,68	0,71	0,10
75	0,64	1,07	0,25
77	0,29	0,60	0,29
97	0,045	0,03	0,005

Необходимость производства сухого гранулированного помета усиливается в настоящее время в связи с тем, что из общего количества помета, получаемого на птицефабриках, около 80 % составляет бесподстилочный со сверхнормативной влажностью 75 % и выше [2].

Таблица 4

Содержание питательных веществ в птичьем помете при нарушенной технологии хранения, % на сухое вещество

Влажность помета, %	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
32	3,91	1,01	0,09
35	0,68	7,70	0,71
52	3,49	5,62	0,65
55	2,42	2,71	0,25
57	2,11	1,74	0,15
62	2,84	3,50	0,50
62	2,66	0,68	0,05

68	2,48	3,75	0,87
71	2,31	2,41	0,34
75	2,56	4,28	1,00
77	1,26	2,61	1,26
97	1,48	1,00	0,17

Значительная часть элементов питания в сухом гранулированном птичьем помете находится в водорастворимой форме. В исследованных образцах в водную вытяжку переходило азота 47—70, фосфора — 4—20 и калия — 60—90 % от общего их содержания в удобрениях. Для полевых опытов нами использовался сухой гранулированный птичий помет с влажностью 12 %, содержанием азота 5,0, фосфора 3,7 и калия 2,1 %.

Удобрение является экологически безопасным. Ртуть в исследованных образцах обнаружена лишь в виде следов. Содержание кадмия и мышьяка не значительно. Концентрация свинца и никеля в 1,5—2,0 раза ниже установленного регламента. В сухом гранулированном птичьем помете полностью погибли семена сорняков, отсутствовали пестициды, патогенные микроорганизмы, яйца и личинки гельминтов.

Следовательно, подготовленное при строгом соблюдении технологии на основе бесподстилочного птичьего помета сухое гранулированное удобрение является высококонцентрированным и экологически безопасным, пригодным для удобрения различных сельскохозяйственных культур.

Литература

1. Лысенко В. П. Какой помет должен поступать из птичников // Птицеводство. 1999. № 3. С. 26.
2. Новиков М. Н. Птичий помет — ценное органическое удобрение. М.: Росагропромиздат, 1989. 80 с.

Г. Н. Попов, В. А. Кузьминов, Е. Б. Смирнова
Балашовский институт (филиал)
Саратовского университета

Влияние вермикомпоста на уровень транспирации и содержание в листьях гречихи аскорбиновой кислоты

Изучение влияния различных доз вермикомпоста, вносимого как основное удобрение, на интенсивность транспирации гречихи в условиях Саратовской области произведено впервые. Схема опыта представлена в табл. 1.

Установлено, что вносимые количества вермикомпоста повышают интенсивность транспирации в утренние часы по сравнению с контролем. В дневные часы на удобренных вариантах шло снижение транспирации

более заметно, чем на контроле. Особенно на вариантах с высокими дозами вермикомпоста. Это позволило растениям более экономно расходовать воду. В вечерние часы транспирация достигла примерно таких же величин, что и в утренние или несколько повышалась. Ход транспирации в дневное время коррелирует с увеличением количества связанной и снижением свободной воды в листьях гречихи (табл. 1).

Таблица 1

Влияние вермикомпоста на интенсивность транспирации гречихи
(мг/г сырого вещества за 3 мин)

Вариант опыта	Фазы вегетации					
	4—5 пар листьев			цветение		
Время определения (часы)	7	13	19	7	13	19
Температура воздуха, °С (средняя)	14	22	18	17	31	28
2007 г.						
Контроль	33,0	55,0	35,8	27,0	39,3	22,5
Вермикомпост, т/га						
1,5	35,0	55,0	36,9	28,0	34,7	22,6
3,0	35,5	46,0	36,0	28,2	25,0	22,0
4,5	35,6	46,6	35,0	28,3	34,6	21,0
6,0	35,7	46,5	35,0	28,4	33,2	22,0
2008 г.						
Контроль	26,0	21,0	25,0	22,6	42,3	22,7
Вермикомпост, т/га						
1,5	22,0	21,0	26,0	22,8	40,8	22,0
3,0	21,7	23,0	25,0	22,9	39,4	21,8
4,5	21,6	19,0	25,0	30,0	39,3	19,8
6,0	21,6	19,0	25,0	30,0	37,5	20,0
2009 г.						
Контроль	24,0	66,1	34,8	31,2	53,3	25,8
Вермикомпост, т/га						
1,5	23,0	55,0	33,2	30,4	53,0	25,4
3,0	22,0	55,5	32,3	29,4	49,4	24,8
4,5	21,5	56,0	30,4	28,2	49,0	24,2
6,0	22,0	55,2	30,8	28,0	48,0	24,3

Так как вермикомпост является органоминеральным удобрением, имеет высокое содержание микроэлементов, можно предположить, что его внесение повысит засухоустойчивость гречихи, и провели изучение динамики содержания аскорбиновой кислоты по вариантам опыта. Содерж-

жание аскорбиновой кислоты определялось в стеблях и листьях по фазам развития растений гречихи (табл. 2).

Нами установлено, что максимальное количество аскорбиновой кислоты находится в листьях и достигает максимума в фазе цветения. В это время в листьях концентрация аскорбиновой кислоты составила на контрольном варианте в среднем за три года 151,2 мг/% на сырое вещество против 51,5 в фазу 4—5 пар листьев.

Таблица 2

Влияние вермикомпоста на содержание аскорбиновой кислоты в надземных органах гречихи, мг/% на сырое вещество (среднее 2007—2009 гг.)

Вариант опыта	Фазы вегетации		
	4—5 пар листьев	бутонизация	цветение
<i>листья</i>			
Контроль	51,5	147,6	151,2
Вермикомпост, т/га			
1,5	56,3	148,2	152,6
3,0	57,4	149,7	153,5
4,5	57,0	149,6	152,9
6,0	57,3	146,7	153,1
<i>стебли</i>			
Контроль	5,9	27,5	15,9
Вермикомпост, т/га			
1,5	6,2	28,3	16,5
3,0	6,6	28,8	16,3
4,5	6,3	28,0	16,5
6,0	6,4	28,2	16,7

В годы недостаточного увлажнения (2008, 2009) содержание аскорбиновой кислоты возрастало до 203,2 мг/% на сырое вещество или было в 2—3 раза выше, чем во влажном 2007 г. Значительное накопление аскорбиновой кислоты при неблагоприятных погодных факторах (засухе) свидетельствует о том, что она является ответной реакцией организма растений и играет защитную роль.

Таким образом, внесение вермикомпоста как основного удобрения способствовало накоплению аскорбиновой кислоты, содержание которой, по сравнению с контролем, в среднем за три года было больше на 4—5 % во все фазы развития.

Ю. Г. Поцепай
Брянский государственный университет
имени академика И. Г. Петровского

Разнообразие сообществ синантропной растительности и их кормовая ценность

Изучение разнообразия синантропной растительности, закономерностей синантропизации на территории городов необходимо для преодоления ее нежелательных последствий, охраны биологического разнообразия на популяционно-видовом и ценотическом уровне, оптимизации городского развития, организации биомониторинга. Следует отметить, что в синтаксономическом плане изученность растительности российских населенных пунктов, в отличие от европейских, остается слабой, например, вопрос о кормовом значении и урожайности биомассы сообществ ассоциаций растительности.

Показатели ценофлор урбанизированных и неурбанизированных территорий Брянской области

Класс	Показатель						
г. Брянск							
Древесная и кустарниковая растительность							
<i>Quercus — Fagetea</i>	306	191	65	14	20	31	10,1
<i>Salicacetea purpureae</i>	142	95	46	4	18	18	12,7
<i>Alnetea glutinosae</i>	133	112	50	5	16	8	6,0
<i>Vaccinio — Piceetea</i>	126	93	43	2	18	12	9,5
<i>Robinietea</i>	97	75	36	3	13	22	22,7
Травянистая растительность							
<i>Molinio — Arrhenatheretea</i>	296	176	50	22	24	36	12,2
<i>Trifolio — Geranietea sanguinei</i>	169	112	31	7	23	24	14,2
<i>Phragmiti — Magnocaricetea</i>	136	97	42	13	14	4	2,9
<i>Galio — Urticetea</i>	133	96	34	9	11	45	33,8
<i>Agropyretea repentis</i>	127	85	30	3	19	21	16,5
<i>Plantaginetea majoris</i>	102	69	23	3	14	10	9,8
<i>Artemisietea vulgaris</i>	92	66	26	3	15	22	23,9
<i>Sedo — Scleranthetea</i>	72	57	22	2	19	11	15,3
<i>Bidentetea tripartitae</i>	42	30	21	1	16	8	19,1
г. Трубчевск							
Древесная и кустарниковая растительность							
<i>Quercus — Fagetea</i>	216	73	51	7	11	27	12,5
<i>Salicacetea purpureae</i>	92	45	28	2	9	14	15,2
<i>Vaccinio — Piceetea</i>	103	39	19	2	14	11	10,7
<i>Robinietea</i>	59	32	21	2	12	13	22,0
Травянистая растительность							
<i>Molinio — Arrhenatheretea</i>	173	56	20	17	18	22	12,7
<i>Trifolio — Geranietea sanguinei</i>	89	23	15	4	19	11	12,4
<i>Phragmiti — Magnocaricetea</i>	75	41	27	8	12	2	2,7
<i>Plantaginetea majoris</i>	54	17	9	3	11	5	9,3

<i>Artemisietea vulgaris</i>	47	24	8	3	14	11	23,4
<i>Sedo — Scleranthetea</i>	43	16	11	2	15	8	18,6
<i>Bidentetea tripartitae</i>	39	12	15	1	12	6	15,3
Показатели ценофлор по неурбанизированным территориям Брянской области (Булохов, 2001, 2003) Древесная и кустарниковая растительность							
<i>Quercu — Fagetea</i>	260	172	64	13	26	3	1,5
<i>Vaccinio — Piceetea</i>	109	77	42	7	25	3	2,8
<i>Salicetea purpureae</i>	91	74	39	3	12	1	1,1
<i>Alnetea glutinosae</i>	70	60	37	5	11	1	1,4

Продолжение таблицы

Травянистая растительность							
<i>Molinio — Arrhenatheretea</i>	270	144	42	33	25	10	3,7
<i>Sedo — Scleranthetea</i>	114	79	28	5	19	6	5,3
<i>Phragmiti — Magnocaricetea</i>	103	68	34	18	15	1	1,0
<i>Plantaginetea majoris</i>	103	64	28	5	19	4	3,9
<i>Trifolio — Geranietea san- guinei</i>	63	54	18	1	22	5	7,9

Примечание. Параметры ценофлор: 1, 2 и 3 — соответственно число видов, родов и семейств; 4 — число выделенных ассоциаций и сообществ; 5 — среднее значение α -разнообразия; 6 — число адвентивных видов; 7 — доля адвентивных видов, %.

Растительность г. Брянска представлена 14 классами, растительность г. Трубчевска представлена 11 классами (см. табл.).

Для сравнительного анализа процессов синантропизации в ценофлорах мы использовали данные по неурбанизированным территориям Брянской области, приведенные в работах А. Д. Булохова (см. табл.).

В классах *Galio — Urticetea*, *Agropyretea repentis*, *Artemisietea vulgaris* и *Bidentetea tripartitae* представлена типичная травянистая синантропная растительность. Как и следовало ожидать, в составе их ценофлор выявили наиболее высокую степень адвентивизации. Также высокие значения этого показателя наблюдали у ценофлор псаммофильных сообществ *Sedo — Scleranthetea*, которые на территории города часто нарушены.

Для ценофлор сообществ, выявленных в пределах города, было характерно большее видовое разнообразие (показатели среднего α -разнообразия увеличиваются на городской территории) (см. табл.). Исключение составляли сообщества классов *Quercu — Fagetea* и *Vaccinio — Piceetea*.

Аномальное увеличение таксономического разнообразия можно объяснить экотонным эффектом: городские местообитания представляют собой пограничную зону между собственно природной и городской средой — своеобразный антропогенный экотон, или уробоэкотон по Н. Г. Ильминских.

Город Брянск находится в зоне ярко выраженного экотонного эффекта (на стыке хвойно-широколиственных, широколиственных лесов и пойменных лугов). В пределах города существуют рефугиумы флоры — овраги, крутые склоны, болота, пойма, городские леса, освоение которых под нужды города затруднительно. Антропогенным влиянием вызваны нарушения природных сообществ, в которые внедряются апофиты и адвентивные виды. Вместе с тем влияние города не приводит к существенному обеднению местной флоры. В зоне урбоэкотоны сосредоточены многие редкие таксоны. Таким образом, баланс становления видового состава флоры сильно сдвинут в сторону ее обогащения.

Снижение α -разнообразия сообществ широколиственных и сосновых лесов (табл. 1) связано с выпадением из ценоза не устойчивых к сильной рекреационной нагрузке видов травяно-кустарничкового яруса. Однако в целом разнообразие ценофлоры возрастает за счет большей антропогенной дифференциации экотопов.

Для г. Брянска индекс синантропизации флоры составил 47,7 %, индекс адвентизации — 35,5 %, индекс апофитизации — 52,2 %. Аналогичные показатели для г. Трубчевска — соответственно 36,7, 26,5 и 63,3 %. Степень антропогенной трансформации флор, а также растительных сообществ для г. Брянска оказалась выше, чем для г. Трубчевска — малого города, в котором промышленность и транспортная сеть менее развиты. Показатели синантропизации флор можно сравнить с данными, полученными другими авторами. Н. Г. Ильминских [4] во флоре г. Казани выявил 914 видов сосудистых растений, в том числе 202 вида апофитов; аллохтонных видов, имеющих большое значение во флоре, 381, большая их часть (321 вид) принадлежит к антропофитам. А. В. Чичев [7] в г. Пушкино определил 302 вида дикорастущих растений, из которых 224 — синантропные; 79 % синантропных видов составляют антропофиты. Во флоре г. Томска И. Е. Мерзляковой [6] выявлено 679 видов, из них адвенты — 136. Все авторы отмечают динамичность и непостоянство городских флор, что стимулируется появлением и натурализацией заносных видов, а также тесную связь видового богатства с возрастом города, численностью его населения, расширением застройки, развитием промышленности и транспорта. Отмеченная оригинальность флоры связана с расположением городов на стыках ботанико-географических выделов суши различного ранга [4]. Урожайность биомассы травяного покрова наиболее высокая наблюдалась в фитоценозах классов *Molinio* — *Arrhenatheretea*, *Phragmiti* — *Magnocaricetea*, *Agropyretea repenitii*, *Artemisietea vulgaris* в пределах 9,5—15,5 ц/га. Кормовая ценность высокая и средняя. Средняя урожайность надземной биомассы 7,3—9,49 ц/га — в сообществах классов *Trifolio* — *Geranietea sanguinei*, *Galio* — *Urticetea*, *Bidentetea*

tripartitae. Кормовая ценность средняя. В сообществах остальных классов урожайность надземной биомассы 7,3 ц/га, кормовая ценность угодий невысокая.

Итак, растительность г. Брянска представлена 14 классами и г. Трубчевска 11 классами. Фитоценозы рассматриваемых городов синантропизированы, кроме сообществ синантропных классов (*Artemisietea vulgaris*, *Plantaginetea majoris*, *Robinietea*), синантропизации подверглись сообщества всех других классов. Индексы синантропизации и адвентизации флоры для г. Брянска выше, чем для г. Трубчевска, индекс апофитизации максимален для флоры малого города. Неодинаковые показатели антропогенной трансформации флоры обусловлены в двух городах разной степенью урбанизации. Синантропизация выявлена и для ценофлор синтаксонов: на урбанотерриториях они богаче, чем на естественных территориях. Это вызвано гетерогенностью местообитаний, а в условиях г. Брянска — и экотонным эффектом, что согласуется с данными других авторов. Кроме того, на территории городов в ценофлорах лесной зональной растительности интенсивно идет процесс олуговения.

Литература

1. Булохов А. Д. Синтаксономия как основа ботанико-географического анализа флоры и охраны растительности (на примере Южного Нечерноземья): автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 1992. 32 с.
2. Булохов А. Д. Травяная растительность Юго-Западного Нечерноземья России. Брянск: Изд-во БГУ. 2001. 296 с.
3. Булохов А. Д., Соломец А. И. Эколого-флористическая классификация лесов Южного Нечерноземья России. Брянск: Изд-во БГУ, 2003. 359 с.
4. Ильминских Н. Г. Анализ городской флоры (на примере г. Казани): автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1982. 23 с.
5. Ильминских Н. Г. Урбанистические градиенты во флоре: матер. IV раб. совещания по сравнительной флористике «Изучение биологического разнообразия методами сравнительной флористики» (Березинский биосферный заповедник). СПб., 1998. С. 244—250.
6. Мерзлякова И. Е. Соотношение синантропных элементов во флоре г. Томска // Ботан. журн. 2001. Т. 86. С. 94—96.
7. Чичев А. В. Синантропная флора города Пушино // Экология малого города: сб. науч. тр. Пушино, 1981. С. 18—42.

**В. Н. Решетникова¹, Ю. В. Ермоленко²,
В. В. Кузнецов², И. Ю. Черникова²**

¹ Балашовский институт (филиал) Саратовский университет,

² Российский химико-технологический университет
им. Д. И. Менделеева, г. Москва

Твердофазное спектрофотометрическое определение обменного кальция и магния в почвах

Качество почв является одним из важнейших экологических показателей. Однако до начала 70-х гг. XX в. почва была единственным элементом биосферы, в котором не нормировалось содержание химических загрязнений в большинстве развитых стран, в т. ч. и в нашей. Сегодня содержание химических веществ в почве нормируется, как правило, в национальных стандартах⁵ [1].

Задачи, решаемые при разработке и усовершенствовании методов анализа природных объектов, включают поиск новых химико-аналитических систем и разработку новых аналитических методик на их основе. Ионы Ca^{2+} и Mg^{2+} , входя в состав подземных и поверхностных вод, анализируются в экологических аналитических лабораториях чаще всего при определении обменного кальция и магния в почвах и жесткости подземных и поверхностных вод.

Авторами предложен новый метод для определения обменного кальция и магния в почвах, основанный на нековалентной иммобилизации арсеназо III (при определении Ca^{2+}) и магнезона ИРЕА (при определении Mg^{2+}) в желатиновый гель. Использована визуальная и спектрофотометрическая индикация аналитического сигнала (твердофазная спектрофотометрия). В качестве полимерной подложки применялась композиционная оптически прозрачная матрица: желатиновый гель, нанесенный на триацетилцеллюлозную пленку. Селективность метода при определении кальция по отношению к магнию достигается поддержанием оптимального значения $\text{pH} = 7,7$. В случае определения магния мешающее влияние кальция устраняется маскированием раствором сегнетовой соли.

Правильность полученных результатов подтверждена методом добавок и результатами межлабораторного эксперимента с участием агрохимической лаборатории г. Балашова (метод комплексонометрического титрования). Результаты определений представлены в таблице.

Результаты определения в почвах ($n = 5$, $P = 0,95$)

	Добавлено, мкг/мл	Найдено, $c \pm \delta$, мкг/мл	s_r	Результаты агрохимической лаборатории, мкг/мл
Обменный Mg^{2+}	12,1	$13,68 \pm 0,36$	0,033	13,44
		$25,32 \pm 0,68$	0,035	
		$12,81 \pm 0,71$	0,045	

⁵ СанПиН 2.1.7.1287-03. Почва, очистка населенных мест, бытовые и промышленные отходы. Санитарная охрана почвы. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. М., 2003.

	12,1	24,46 ± 0,98	0,032	
Обменный Ca ²⁺	1002	970,7 ± 10,6	0,009	960
		1967,1 ± 20,2	0,008	
		1036,7 ± 12,8	0,010	1 024

К преимуществам предлагаемого метода следует отнести широкий диапазон определяемых содержаний, сохранение цветовой информации на чувствительном элементе в течение длительного времени и возможность визуальной индикации при полуколичественном определении содержания кальция и магния в варианте тест-метода при проведении анализа на месте.

Т. А. Рожкова

Медицинский колледж, г. Камышин, Волгоградская обл.

Зависимость здоровья подростков от вредных привычек (на примере медицинского колледжа Г. Камышина)

Важнейшую роль в решении задач, стоящих перед системой здравоохранения Волгоградской области, в повышении ее эффективности выполняет реализация приоритетного национального проекта «Здоровье».

В рамках реализации приоритетного национального проекта «Здоровье» демографическая политика Волгоградской области направлена на увеличение продолжительности жизни населения, сокращение уровня смертности, рост рождаемости, регулирование внутренней и внешней миграции, укрепление здоровья населения [1].

В 2009 г. в Волгоградской области на профилактических осмотрах обследованы 97,7 % подростков, в 2008 г. — 96,7 %, в 2007 г. — 95,6 %. В табл. 1 представлены данные заболеваемости подростков Волгоградской области [1].

Таблица 1

*Заболеваемость подростков
на 100 тыс. подросткового населения*

№ п/п	Районы	Годы		
		2007	2008	2009
1	Районы области	119 257,1	122 647,7	122 886,4
2	г. Волжский	146 150,4	156 107,4	172 689,6
3	г. Волгоград	202 559,2	207 306,8	229 434,7
4	г. Камышин	102 160,0	89 869,6	81 785,7
5	г. Михайловка	171 884,6	182 217,4	229 428,6
6	г. Фролово	164 176,5	160 937,5	162 200,0
7	Область по территории	162 961,7	165 944,4	183 623,4

Большая часть заболеваний у подростков — результат их образа жизни. Это основная возрастная группа риска для приобретения вредных привычек — курения, употребления алкоголя, — которые не только являются факторами риска развития заболеваний сердечно-сосудистой системы, но и отрицательно влияют на общий уровень здоровья населения [3].

Проведенный опрос среди студентов (16—20 лет) ГОУ СПО «Медицинский колледж № 4, г. Камышин», показал:

- 82 % юношей являются активными курильщиками;
- 76 % девушек — пассивные курильщики;
- 24 % признались, что злоупотребляют либо когда-то увлекались алкоголем;
- 59 % отметили, что за количеством выпитого не следят, но полагают, что выпивают умеренно;
- 82 % респондентов не смогут даже после перенесенной болезни отказаться от вредных привычек (значительное число пассивных курильщиков сомневаются, что смогут заставить окружающих не курить в их присутствии).

Численность населения Волгоградской области в последние годы снижается и на 01.01.2009 г. составила 2 598,933 тыс. человек, уменьшившись за год на 9,83 тыс. Основным фактором такого сокращения является естественная убыль населения, которая сохраняет устойчивый долговременный характер. Начиная с 1992 г., в области показатель общей смертности превышает рождаемость. Наряду с этим в последние годы наблюдается некоторое замедление темпа депопуляции, выразившееся в росте рождаемости и снижении смертности населения [1; 2].

В структуре смертности на первом месте болезни — системы кровообращения — 61,3 %, на втором — новообразования — 15,8 %, на третьем — травмы и отравления — 9,3 %, на четвертом — болезни органов дыхания — 4,3 %, на пятом — болезни системы пищеварения — 4,2 % (табл. 2).

Таблица 2

Динамика основных медико-демографических показателей по Волгоградской области за 2004—2009 гг. (на 1 тыс. населения)

Показатель	Годы						МЗРФ 2008
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
Рождаемость	9,6	9,4	9,8	10,7	11,3	11,4	12,1
Смертность	15,3	15,6	15,2	14,6	14,5	14,5	14,6
Младенческая смертность	14,4	11,7	10,8	11,1	12,0	9,8	8,5

Естественный прирост	-5,7	-6,2	-5,4	-3,9	-3,2	-3,1	-2,5
----------------------	------	------	------	------	------	------	------

На сегодняшний день нельзя определить положительную динамику показателя смертности. Несмотря на все усилия со стороны государства стабилизировать ситуацию путем реализации ряда задач, направленных на снижение смертности, очевидно, что причина в высокой смертности не от отсутствия квалифицированных специалистов и высокотехнологичного оборудования. Несомненно, это является важным звеном в оказании качественной медицинской помощи, но становится понятно, что часто невозможно помочь человеку без его на то желания.

Успешное снижение заболеваний у подростков возможно только благодаря наличию достоверных знаний относительно их этиологии и патогенеза, своевременному выявлению факторов риска, адекватной терапии и грамотно проводимой профилактической работе, что делает реализацию национального проекта «Здоровье» жизненно важным.

Литература

1. Вотинцева Г. О. Статистический анализ и показатели работы ЛПУ Волгоградской области 2007—2009 гг. Волгоград, 2010. С. 6—7, 105—106.
2. Новиков В. И. Доклад о состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2008 году. Комитет природных ресурсов и охраны окружающей среды Администрации Волгоградской области. Волгоград: Панорама, 2009. С. 56—72.
3. Петров В. И., Ледаев М. Я. Артериальная гипертензия у детей и подростков. Волгоград, 1999. С. 9—13.

С. В. Салманова

ГОУ ВПО «Борисоглебский государственный педагогический институт»

Физико-химические свойства аллювиальных почв приустьевой поймы р. Хопер на примере Хоперского государственного природного заповедника

Ландшафты характеризуются определенным сочетанием геологического строения, климатической и гидрологической обстановки, почвенного покрова, растительного и животного мира. Каждый ландшафт развивается от исходных молодых форм к более зрелым. В ходе этого развития складывается определенный тип отношений между слагающими его частями, от более динамичного в молодом ландшафте до более устойчивого, приближающегося к состоянию стационарного режима, в зрелом ландшафте.

Большое значение приобретают работы по исследованию почвообразования в лесных пойменных ландшафтах. По мнению большинства исследователей, именно лесная растительность в поймах рек является

первичной [3]. Пойменные почвы за счет аллювиальных и русловых процессов постоянно обновляются во времени и в пространстве, поэтому особый интерес представляют аллювиальные прирусловые почвы.

Объекты и методы исследований

Исследования проводились в Хоперском государственном природном заповеднике в прирусловой части поймы реки Хопер. Хоперский государственный природный заповедник за 70 лет своего существования является эталоном или мало нарушенной территорией, с богатым разнообразием растительного и животного мира, и служит своего рода «точкой отсчета» для оценки антропогенных изменений природы лесостепи Центрального Черноземья [4].

Образцы для лабораторного изучения были взяты из четырех почвенных разрезов: три разреза были заложены в 189 квартале южного лесничества, один в 98 квартале центрального лесничества (первая цифра номер разреза, вторая — номер квартала):

4/189 — в прирусловой зоне недалеко от берега;

5/189 — в понижении между прирусловыми гривами;

6/189 — на вершине прирусловой гривы;

1/98 — в прирусловой зоне недалеко от берега.

Анализы, характеризующие физико-химические свойства почв, выполнены следующими методами: рН водной и солевой вытяжек, гидролитическая кислотность по Каппену, гумус общий по Тюрину в модификации Симакова, азот по Корнфилду [9].

Результаты и их обсуждение

Развитие и эволюция почв тесно связаны с динамикой состава растительности и распределением ее в пространстве [1].

Пойменная часть заповедника по составу лесных ассоциаций очень сходна с примыкающей к ней с севера пойменной территорией Хоперского лесничества и Теллермановского опытного лесничества, описанной А. А. Матвеевой. Отличительной чертой лесной растительности поймы заповедника является наличие в прирусловой зоне осокорников и белотопольников. Распределение ассоциаций отражает основные закономерности, установленные Е. А. Смирновой, Ф. И. Червяковым и А. А. Матвеевой для лесов поймы р. Хопер. В пределах каждой зоны поймы прослеживаются изменения режимов поемности и аллювиальности. По мере поднятия поверхности поймы над базисом эрозии уменьшается продолжительность затопления и наблюдаются последовательные стадии формирования развитого почвенного покрова. Эти изменения сопровождаются последовательной сменой эдификаторов растительного покрова и соответственно сменой растительных сообществ [5, 6, 8].

Под лесами приречных частей пойм, включающих отмели, прирусловые валы и крупные гривы, формируются пойменно-лесные слоистые

и серые слаборазвитые почвы с ярко выраженной слоистостью профиля и отсутствием гумусового горизонта. По мере ослабления аллювиального процесса и облесения пойменные слоистые отложения под влиянием лесной растительности эволюционируют в пойменно-лесные серые слаборазвитые почвы. Сверху у них обособляется зачаточный гумусовый горизонт с белесой присыпкой, в нижней половине которого сохраняется слоистость. Зональные черты в почвах приречных пойм Среднерусского Черноземья сильно затушеваны флювиальными процессами [1; 2; 7].

Аллювиальная слоистая почва характеризуется небольшой мощностью, слабой генетической дифференциацией и сильной слоистостью профиля, наличием серии погребенных горизонтов, накоплением Mn-Fe-новообразований, облегченным гранулометрическим составом. Результаты анализа представлены в таблице.

Реакция почвенного раствора от близкой к нейтральной до слабощелочной (рН — 5,97—7,44). Гидролитическая кислотность практически отсутствует. В почве со слабощелочной реакцией почвенного раствора гидролитическая кислотность приближается к нулю.

Содержание гумуса в верхних слоях этих почв составляет 2,02—4,75 %. Вниз по профилю почв наблюдается постепенное его уменьшение. В то же время на той или иной глубине отмечается увеличение содержания гумуса, что связано с наличием погребенных слоев. Разрезы № 1 и 4, расположенные ближе к руслу реки, характеризуются большей слоистостью и низким содержанием гумуса, азота в отличие от разрезов № 4, 5.

Выводы

Отмеченные в настоящей работе особенности строения лесных пойменных почв приустьевой поймы теснейшим образом связаны с их генезисом.

Пойменно-лесные слоистые почвы приурочены к приустьевой части поймы, где формируются на легких аллювиальных отложениях под покровом ветляников и разреженной травянистой растительности при кратковременном затоплении паводковыми водами и неглубоком залегании грунтовых вод. Доминируют пойменно-лесные слоистые и слоистые примитивные супесчаные почвы, характеризующиеся неоднородным гранулометрическим составом, плохой агрегированностью, низким содержанием гумуса, азота, реакцией близкой к нейтральной, низкой гидролитической кислотностью.

Специфика почвообразования накладывает отпечаток на строение почвенного профиля и его физико-химические свойства. Полицикличность почвообразования обуславливает наличие погребенных горизонтов.

Литература

1. Ахтырцев Б. П., Яблонских Л. А., Ахтырцев А. Б. Генезис и эволюция почв пойменных лесов лесостепи // Вестник ВГУ. Серия География, геоэкология, 2009. № 1. С. 36—40.
2. Ахтырцев Б. П., Яблонских Л. А. Пойменные почвы Окско-Донской равнины и их изменение при сельскохозяйственном использовании. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1993. 216 с.
3. Добровольский Г. В., Титкова Н. Ф. Особенности структуры почв пойменных дубрав // Почвоведение. 1960. № 1. С. 15—25.
4. Зобов А. И. Некоторые итоги деятельности Хоперского государственного природного заповедника за 70 лет // Состояние особо охраняемых природных территорий Европейской части России: сб. науч. ст., посвящ. 70-летию ХГПЗ. Воронеж: ВГУ, 2005. С. 5—12.
5. Протоклитова Т. Б. Лесная растительность Хоперского заповедника // Труды Хоперского гос. заповедника. 1971. Вып 6. С. 237—299.
6. Романовский М. Г., Щекалева Р. В. Почвообразование и сукцессии растительности в пойме реки Хопер // Вестник Московского гос. ун-та леса. Лесной вестник. 2007. № 5. С. 96—102.
7. Свиридова И. К., Удодова Е. Ф. Строение и свойства лесных почв правобережной поймы р. Хопра в пределах Хоперского заповедника. Дубравы Хопер-

ского заповедника. Ч. I. Условия местопроизрастания насаждений. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1976. С. 56—77.

8. Титов Ю. В., Печенюк Е. В. Динамика травянистой растительности поймы реки Хопер / под ред. Р. В. Камелина. Л.: Изд-во Ботан. ин-та им. В. Л. Комарова, 1990. 139 с.

9. Яблонских Л. А. Полевые и лабораторные исследования при выполнении дипломных работ. Воронеж: ВГУ, 2003. 51 с.

Н. С. Санькова

ГОУ ВПО «Ишимский государственный педагогический институт им. П. П. Ершова»

Анализ видового состава пойменного луга после длительного затопления

Луг — это тип зональной и интразональной растительности, характеризующийся господством многолетних травянистых растений, главным образом злаковых и осоковых, в условиях достаточного или избыточного увлажнения.

Нами был исследован участок площадью 10,2 га затопленного в 2007 г. пойменного луга вблизи г. Ишим. Уровень воды достигал 8 м 84 см. С 2008 г. началось естественное иссушение территории, в настоящее время более половины ее вышло из-под воды. В течение полевого периода 2009 г. нами были проведены геоботанические описания на территории, освободившейся от воды.

В настоящее время доминирующим видом на территории является *Polygonum amphibium/Polygonaceae*, встречается как водная, так и наземная его формы. Часто встречается *Butomus umbellatus/Butomaceae*, *Scirpus lacustris/Cyperaceae*. На осушенных территориях первыми появляются однолетние сорные виды — *Urtica urens/Urticaceae*, *Amaranthus retroflexus/Amaranthaceae*, *Lepidium ruderale/Brassicaceae*. Вообще на свободных от воды территориях произрастает 25 видов, принадлежащих 14 семействам.

В дальнейшем планируется наблюдать эту территорию до полного ее естественного осушения.

Н. А. Сквородникова

Брянский государственный университет
имени академика И. Г. Петровского

Особенности миграции ¹³⁷CS в почвах различных агроэкосистем

В результате аварии на Чернобыльской АЭС почти 2 млн га сельскохозяйственных угодий на территории юго-западной части России подверглась загрязнению радионуклидами с продолжительным периодом

полураспада (^{137}Cs , ^{90}S). На некоторых площадях уровни загрязнения были столь высоки, что использование получаемой на них продукции невозможно. Поэтому исследование распределения ^{137}Cs в почвах агроэкосистем имеет большое практическое значение в связи с решением проблемы обеспечения населения экологически чистой продукцией, выращиваемой на загрязненных после катастрофы на ЧАЭС сельскохозяйственных угодьях, открывает новые возможные пути для повышения эффективности мероприятий по борьбе с загрязнением почв и сельскохозяйственной продукции радионуклидами.

Основная масса радионуклидов независимо от типа почв и ландшафта длительное время удерживается в верхних почвенных горизонтах. Однако характер их распределения и биологическая доступность неодинаковы, поэтому актуальной задачей остается наблюдение за содержанием и интенсивностью перемещения ^{137}Cs по профилю почв агроэкосистем.

Целью исследования явилось изучение особенностей миграции ^{137}Cs в почвах агроэкосистем в отдаленный период после катастрофы на ЧАЭС.

Объектом исследования служили почвы агроэкосистем открытой катены «Старый Вышков», которая располагается в Белорусской провинции дерново-подзолистых слабогумусированных почв и низинных болот (с. Старый Вышков Новозыбковского района Брянской области). На протяжении катены абсолютные высоты колеблются от 160,6 до 131,4 м. Угол наклона катены изменяется от 0,3 до 10°. В 1992 г. вдоль трансекта, имеющего южное направление, Е. В. Просяниковым и В. Б. Осиповым были заложены мониторинговые ключевые почвенные участки, расположенные на различных элементах рельефа: вершина холма, верхняя часть склона, середина склона, подножье склона и древняя ложбина стока ледниковых вод [1; 2].

Исследование особенностей миграции ^{137}Cs по почвенному профилю проводили в 2008 г. Для определения содержания ^{137}Cs образцы почвы отбирали послойно через каждые 10 см до глубины 1 м. Почву высушивали, измельчали и просеивали через сито диаметром 1 мм. В почвенных образцах содержание радионуклида определяли на универсальном спектрометрическом комплексе «Гамма плюс» с программным обеспечением «Прогресс 2000» по стандартным методикам.

При рассмотрении динамики плотности загрязнения почв ^{137}Cs использовали литературные данные, относящиеся к 1992 г. [1; 2] и результаты собственных исследований, полученных в 2008 г.

В агроэкосистемах в отличие от естественных экосистем действуют дополнительные факторы, модифицирующие естественное поведение радиоактивных веществ. В зависимости от способа обработки почвы и типа применяемых при этом орудий происходит механическое перерас-

пределение радионуклидов в обрабатываемом слое. Используемые агромериторативные приемы и технологии изменяют свойства почв и оказывают влияние на состояние радионуклидов, их подвижность и доступность для корневого поглощения растениями [3]. В результате отчуждения с урожаем происходит постоянный вынос радионуклидов из почвы, а подбором культур можно, в определенной степени, регулировать его размеры и т. п.

Таким образом, для агроэкосистем характерно совместное влияние естественных и антропогенных факторов на поведение радионуклидов, которое трудно разделить. Своеобразие биогеохимических условий, особенности почвенно-растительного покрова, некоторые технологические приемы могут не только замедлить, но и, наоборот, обусловить более интенсивную миграцию радионуклидов в почве и по звеньям трофических цепочек по сравнению с аналогичными процессами на смежных территориях.

На рис. 1 представлено распределение ^{137}Cs по профилю исследуемых почв агроэкосистем.

При глубокой вспашке с оборотом пласта наиболее загрязненным оказался слой, включающий плужную подошву, равный 20—35 см. По данным В. Б. Осипова [2], в 1992 г. в пахотном слое почвы было сосредоточено 37—94 % от суммарного содержания ^{137}Cs в 50-сантиметровом слое дерново-подзолистых и болотных низинных почв соответственно.

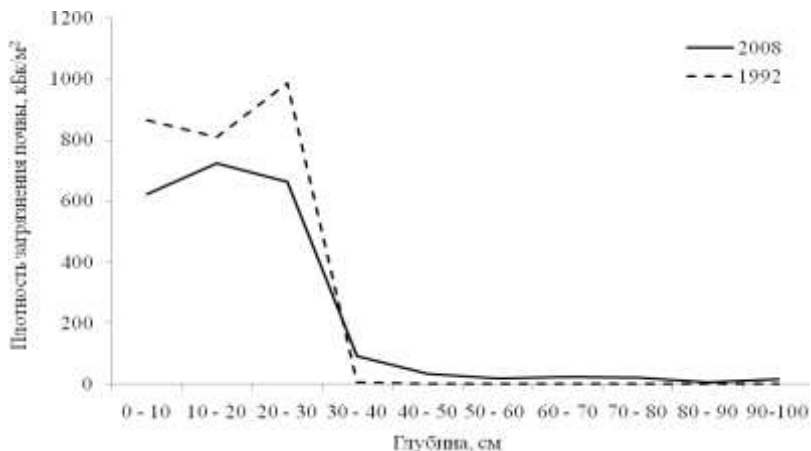


Рис. 1. Распределение ^{137}Cs в окультуренной дерново-подзолистой псевдофибровой глубокопахотной почве на глубоких флювиогляциальных отложениях, подстилаемых мореной (P2) (1992 г. — данные В. Б. Осипова, Е. В. Просянкиова)

Неоднократная перепашка дерново-подзолистой почвы на вершине моренного холма привела к 1992 г. к относительно равномерному распре-

делению около 62,7 % запаса радионуклида в слое почвы, равном 0—20 см, 36,9 % запаса радионуклида было сосредоточено на глубине 20—30 см.

В 2008 г. в пахотной дерново-подзолистой почве Р2 основная масса ^{137}Cs (90 %) была равномерно распределена в слое 0—30 см, глубже содержание радионуклида убывает, однако содержание ^{137}Cs в слое почвы 30—100 см заметно выше, чем в 1992 г. (рис. 2, 3).

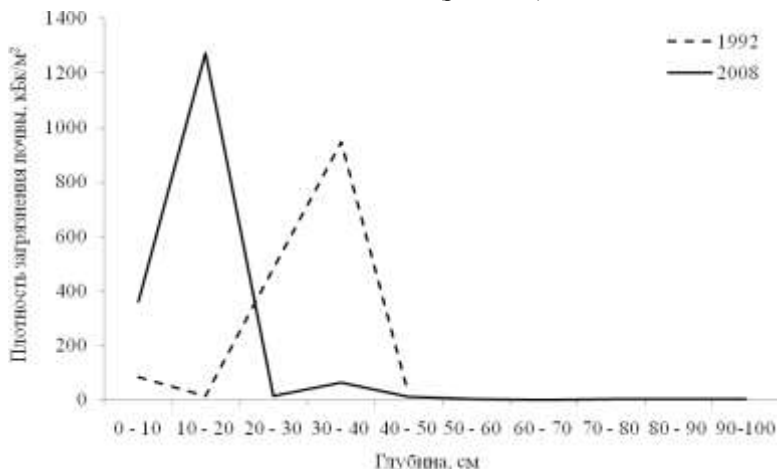


Рис. 2. Распределение ^{137}Cs в болотной низинной перегнойно-глеевой освоенной почве на флювиогляциальных отложениях (Р9) (1992 г. — данные В. Б. Осипова, Е. В. Просянникова)

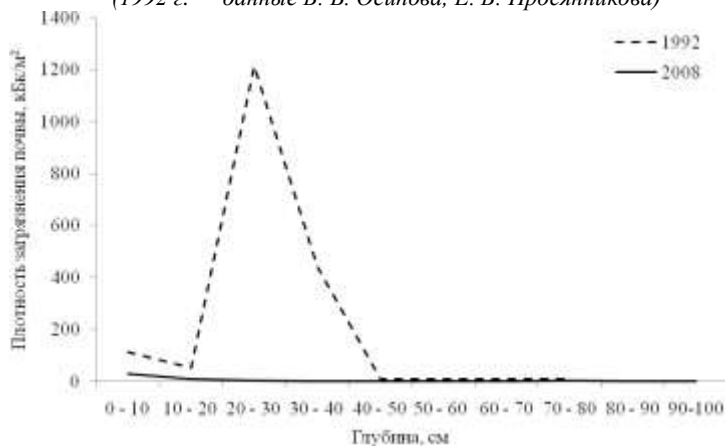


Рис. 3. Распределение ^{137}Cs в болотной низинной перегнойно-средне-торфяной освоенной почве (Р10) (1992 г. — данные В. Б. Осипова, Е. В. Просянникова)

В 1992 г. в болотных низинных почвах максимум активности (89—92 %) наблюдался в нижней части пахотного горизонта (25—40 см), так как при глубокой вспашке на торфяных почвах, обладающих более связной структурой, пласт переворачивается без перемешивания.

Однако в 2008 г. в болотной низинной перегнойно-глеевой освоенной почве (P9), которая после радиоактивного загрязнения была перепахана и залужена, а затем еще 1—2 раза перепахивалась, пик активности (73,7 %) отмечается на глубине 10—20 см, в слое 0—10 см находилось 20,8 % ^{137}Cs . В болотной низинной перегнойно-среднеторфяной освоенной почве (P10), длительное время после аварии на ЧАЭС использовавшейся в качестве пастбища, затем вновь перепаханной и выведенной из сельскохозяйственного оборота, в 20-сантиметровом слое в 2008 г. было сосредоточено 86,9 % запаса радионуклида. При этом распределение ^{137}Cs в нижележащих слоях почвы носит практически равномерный характер.

При рассмотрении вертикальной миграции радионуклида можно отметить, что увеличение его содержания в подпахотном горизонте наблюдается в дерново-подзолистой почве (P2), где из-за повышения плотности почвы возрастает объем тонких водных слоев, способных задерживать ионы.

В болотных низинных освоенных почвах, которые не подвергались ежегодной сельскохозяйственной обработке, содержание радионуклида в слое почвы, равном 35—50 см, несколько уменьшилось.

На опорных площадках P2 и P10 плотность загрязнения почв с 1992 по 2008 гг. существенно уменьшилась. максимальное снижение ^{137}Cs наблюдается в болотной низинной перегнойно-средне-торфяной освоенной осушаемой почве (P10). Запас радионуклида в болотной низинной перегнойно-глеевой освоенной почве на флювиогляциальных отложениях (P9, древняя ложбина стока ледниковых вод) за исследуемый период несколько увеличился, что обусловлено привнесом ^{137}Cs в процессе горизонтальной миграции со склона катены.

Таким образом, в почвах агроэкосистем, расположенных на разных элементах рельефа, наблюдается значительное перераспределение запаса ^{137}Cs , вызванное как вертикальной миграцией радионуклида в глубь почвенного профиля и выносом с дренажным стоком, так и привнесом с поверхностным и внутрипочвенным стоками и припахиванием из нижележащих горизонтов почвы.

Литература

1. Просяников Е. В. Взаимовлияние почв и радиоактивности в экосистемах полей и ополья юго-запада России: дис. ... д-ра. с.-х. наук: 03.00.27; Почв. ин-т им. В. В. Докучаева. М., 1995. 464 с.

2. Осипов В. Б. Физико-химические особенности поведения ^{137}Cs , ^{90}Sr и их стабильных изотопов в почвах экосистем Брянской области, подвергшихся за-

грязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.01; ВНИИСХРАЭ. Обнинск, 1995. 149 с.

3. Круглов С. В. Физико-химические аспекты загрязнения сельскохозяйственных угодий в результате радиационной аварии и миграция радионуклидов в системе почва-растение: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.01; ВНИИСХРАЭ. Обнинск, 1997. 49 с.

В. В. Смольникова

*Северо-кавказский государственный
технический университет*

Исследование влияния углеводородного загрязнения на санитарное состояние почвенных экосистем

Загрязнение почвенных экосистем углеводородами нефти приводит к глубокому изменению ее физических и химических свойств, качественного и количественного состава почвенной биоты. На нефтезагрязненных участках формируется высокая фитотоксичность почв, при этом полная регенерация биоценозов не достигается даже через 25 лет после загрязнения [2; 4].

Опасность загрязнения почв определяется уровнем ее возможного отрицательного влияния на воду, воздух, пищевые продукты, биологическую активность почвы и процессы самоочищения. Целью настоящих исследований было изучение влияния углеводородного загрязнения на присутствие санитарно-показательной микрофлоры в нефтезагрязненных почвах. Определялось количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), бактерий группы кишечной палочки (БГКП), сальмонелл, общее количество протеев, анаэробов (*Clostridium perfringens*) и плесневых грибов.

Присутствие в почве БГКП указывает на возможное наличие патогенной микрофлоры. Бактерии рода протеев относятся к санитарно-показательным микроорганизмам, патогенным для человека, обнаружение *Proteus vulgaris* свидетельствует об эпидемиологическом неблагополучии исследуемой среды. Присутствие *Cl. perfringens* можно рассматривать как индикатор развития анаэробных условий в среде. Высокое содержание плесени в почвах ухудшает их санитарное состояние и является неблагоприятным фактором. Плесени способны производить микотоксины, отрицательно влияющие на урожайность сельскохозяйственных культур, а зараженная микотоксинами продукция представляет угрозу здоровью человека и животных. Микотоксины входят в перечень веществ, регламентированных в сырье, кормах и пищевых продуктах. Появление спор плесени в воздухе может спровоцировать у людей возникновение аллергических заболеваний [1; 6].

Для исследований использовались образцы ставропольского слабо-выщелоченного чернозема, отобранные вблизи нефтебазы и автозаправочных станций. Концентрация углеводов нефти в собранных образцах колебалась от 1,5 до 3,6 г/кг. В качестве контроля использовался незагрязненный слабовыщелоченный ставропольский чернозем. Все опыты проводились в трехкратной повторности согласно стандартным методикам [1].

В контрольном образце незагрязненной почвы обнаружено КМАФАнМ от $19 \cdot 10^3$ до $20 \cdot 10^3$ КОЕ/г, *Clostridium perfringens* от 1,1 до 2,4 КОЕ/г, не было обнаружено бактерий рода сальмонелл и плесневых грибов, БГКП и протеев.

В нефтезагрязненных образцах почв обнаруживалось до 13 клеток бактерий рода сальмонелл и от 3 до 6 плесневых грибов в 1 г почвы. Согласно нашим наблюдениям, количество обнаруженных в образцах колоний плесневых грибов зависело от концентрации нефти в почве и содержания органики. С увеличением концентрации нефти в образце количество колоний в посевах возрастало. Аналогичная зависимость наблюдалась и при увеличении содержания органического вещества в образце почв при одинаковом уровне нефтяного загрязнения. Таким образом, в почве, богатой органическими веществами и подвергшейся углеводородному загрязнению, создаются благоприятные условия для развития плесневых грибов.

Численность *Clostridium perfringens* в нефтезагрязненных образцах по сравнению с контролем увеличилась на два порядка, КМАФАнМ на 3—6 порядков в зависимости от уровня загрязнения. Коли-титр во всех нефтезагрязненных образцах был равен 0,9, что соответствует бактериально загрязненной почве. При исследовании нефтезагрязненных образцов было обнаружено, что увеличение концентрации нефти в почве и содержания в почве органического вещества совпадало с увеличением численности БГКП и анаэробов, накоплением бактерий рода *Proteus* и *Salmonella*.

Таким образом, присутствие углеводов нефти ухудшает санитарные показатели качества почв, а наиболее неблагоприятная ситуация возникает в почвах, богатых органическим веществом. В связи с этим актуален поиск эффективных способов подавления санитарно-показательных микроорганизмов биотехнологическими методами.

Литература

1. Билай В. И., Пидопличко Н. М. Токсинообразующие микроскопические грибы. Киев: Наукова думка, 1970. 287 с.
2. Влияние нефтяного загрязнения на некоторые компоненты агросистемы / Ф. Х. Хазиев [и др.] // Агрохимия. 1988. № 2. С. 56—61.
3. Гашева М. Н., Гашев С. Н., Соролютин А. В. Состояние растительности как критерий нарушенности лесных биоценозов при нефтяном загрязнении // Экология. 1990. № 2. С. 77—78.

4. Гузев В. С., Левин С. В. Техногенные изменения сообщества почвенных микроорганизмов // Перспективы развития почвенной микробиологии. М.: МАКС Пресс, 2001. С. 178—219.

5. Справочник по микробиологическим и вирусологическим методам исследования / под ред. М. О. Бюргер. М.: Медицина, 1973. 456 с.

6. Пяткин К. Д., Кривошеин Ю. С. Микробиология. М.: Медицина, 1981. 512 с.

Е. М. Сулига

*Балашовский институт (филиал)
Саратовского университета*

Антропогенное загрязнение и эпифитные водоросли

Эпифитные водоросли на коре древесных растений урбанизированных территорий изучены фрагментарно. Городская экосистема существенно отличается от природных зональных ценозов климатом, физико-химическими свойствами почв и атмосферы, а также высоким уровнем загрязнения внешней среды. Приспособление к эпифитному образу жизни позволяет более полно использовать ресурсы древесной среды, осваивать новые экологические ниши и снижает конкурентное напряжение в биоценозе. Изучение эпифитных водорослей выявляет возможности использования особенностей их состава и численности для индикации загрязнения воздуха.

Материал собирался со стволов деревьев в 2008—2009 гг. на территории г. Балашова и его окрестностей. Эти участки различались степенью антропогенной нагрузки. Изучались водоросли на территории комбината плащевых тканей (КПТ), нефтебазы, городского парка, а в качестве контроля была взята рекреационная зона (Захоперье). В растительном покрове городов обычно преобладают специально сформированные посадки древесных растений. Проведены маршрутные исследования эпифитных водорослей, обитающих на коре следующих деревьев: тополь черный (*Populus nigra* L.), клен американский (*Acer negundo* L.), липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), береза повислая (*Betula pendula* L.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.).

Пробы водорослей отбирали на высоте 100—150 см от поверхности почвы, а также на нижних частях ствола около 10—15 см. Весной произрастающие водоросли занимают большую площадь, ближе к почве, что было ранее замечено [2]. Перед сбором материала осматривали поверхность субстрата и отмечали наличие или отсутствие разрастаний водорослей, которые заметны невооруженным глазом. Поверхностные разрастания водорослей на коре деревьев выглядят в виде общего позеленения субстрата, зеленых, сине-зеленых или коричневых налетов, пленок, пятен.

Отбирали и анализировали пробы по общепринятой альгологической методике [3]. Определяли по определителям и таксономическим сводкам [4], а также по пополняемым спискам опубликованных видов в электронной базе данных [URL: www.algaebase.org].

Кора деревьев является специфическим биотопом для оседания и развития на ее поверхности водорослей. Известно, что поселяются эпифитные водоросли на стволах с растрескивающейся морщинистой корой. В щелях скапливается пыль, растительные остатки, продукты постепенного разрушения самой коры. Кора отдельных видов различается по кислотности. Изменение pH субстрата может происходить как с увеличением возраста дерева, так и под воздействием загрязнения. Дождевая вода, стекающая по ветвям, стволам более кислая, чем вода того же дождя, выпадающая на открытых пространствах [6].

На коре обнаружено 31 видовой таксон эпифитных водорослей. Их распределение по таксономическим отделам дано в табл. 1. Главное положение занимают три отдела *Chlorophyta* (46 %) от общего числа видов, *Cyanophyta* (26 %), *Xanthophyta* (17 %), меньше видов обнаружено из отдела *Bacillariophyta* (10 %) и самое низкое содержание в отделе *Euglenophyta* (1 %). Все эти виды входят в состав пяти классов, 12 порядков и 15 семейств. Преобладание зеленых водорослей на коре живых деревьев описывалось в литературе и ранее [2]. Зеленые водоросли представлены четырьмя порядками *Chlorococcales*, *Ulotrichales*, *Chlorosarcinales* и *Tetrasporales*. Вторым по числу видов стоит отдел *Cyanophyta*, содержащий такие порядки, как *Oscillatoriales*, *Nostocales* и *Chroococcales*.

Таблица 1

Состав эпифитных альгоценозов

Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Род	Вид
<i>Cyanophyta</i>	1	3	3	5	8 (26 %)
<i>Chlorophyta</i>	1	4	6	9	14 (46 %)
<i>Bacillariophyta</i>	1	2	2	2	3 (10 %)
<i>Xanthophyta</i>	1	2	3	3	5 (17 %)
<i>Euglenophyta</i>	1	1	1	1	1 (1 %)
Всего	5	12	15	20	31

Наиболее часто встречается ряд родов эпифитных водорослей — *Microcystis*, *Phormidium Nostoc* (*Cyanophyta*); *Chlorella*, *Trebouxia*, *Trentepohlia*, *Chlorococcum* (*Chlorophyta*).

В экологическом аспекте преобладают виды устойчивые к перенесению неблагоприятных условий — *Nostoc*, *Trentepohlia*, *Chlorella*, *Trebouxia*,

Tetracystis. Широко были представлены одноклеточные неподвижные водоросли, менее колониально-одноклеточные и колониально-нитчатые.

Наибольшее число видов аэрофильных водорослей было обнаружено на *Populus nigra* — 12; *Tilia cordata* — 9; *Betula pendula* — 6; *Sorbus aucuparia* — 4 соответственно.

Большое видовое разнообразие водорослей имеет городской парк и рекреационная зона. Это явление наблюдалось во всех взятых пробах.

Таблица 2

Видовое разнообразие эпифитных водорослей
в черте города (Г) и рекреационной (Р) зоне

Таксон	Объект							
	Тополь		Липа		Береза		Рябина	
	Г	Р	Г	Р	Г	Р	Г	Р
<i>Cyanophyta</i>	3	4	2	3	1	2	1	1
<i>Chlorophyta</i>	5	7	3	5	3	3	1	3
<i>Xanthophyta</i>	1	1	1	1	—	1	—	—
Всего	9	12	6	9	4	6	2	4

В рекреационной зоне выявлен 31 вид аэрофильных водорослей, а в городской 21 соответственно (табл. 2).

Таким образом, проведенные исследования показали довольно высокое биоразнообразие водорослей в г. Балашове, где преобладающим отделом являются представители *Chlorophyta*. В целом доминирование зеленых водорослей является отличительной чертой альгофлоры на растительных субстратах в умеренной зоне. В рекреационной зоне выявлено большее видовое разнообразие водорослей, чем в промышленной. Эти данные могут быть использованы для мониторинга состояния городских экосистем. Исследованные водоросли преимущественно микроскопической формы. Невооруженным глазом их видно лишь при массовом развитии, когда они окрашивают субстрат в красный, зеленый или другие оттенки. Несмотря на свои микроскопические размеры, эта группа организмов играет большую и еще во многом не изученную роль в экосистемах.

Литература

1. Андреева В. М. Почвенные и аэрофильные зеленые водоросли (*Chlorophyta: Tetrasporales, Chlorococcales, Chlorosarcinales*). СПб., 1998, 351 с.
2. Воронкова Е. А. Эпифитные водоросли на *Betula pendula* (*Betulaceae*) и *Tilia cordata* (*Tiliaceae*) // Ботанич. журн. 1998. Т. 83. № 11. С. 40—42.
3. Водоросли: справочник / под ред. С. П. Вассера. Киев, 1989. 608 с.
4. Голлербах М. М., Косинская Е. К., Полянский В. И. Определитель пресноводных водорослей СССР. Сине-зеленые водоросли. М., 1953. Вып. 2. 653 с.

5. Дубовик И. К., Климина И. П. Эпифитные водоросли древесных растений в городах Предуралья // Ботанич. журн. 2010. Т. 91. № 10. С. 1527—1534
6. Barkman J. J. Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes. Assen, 1958. 628 p.

М. В. Харлампиева

*Брянский государственный университет
имени академика И. Г. Петровского*

Жизненность видов семейства *Orchidaceae* Южного Нечерноземья России (в Брянской области)

Катастрофически быстрое снижение разнообразия видов и растительных сообществ во многих регионах Земли, включая европейские страны, является одной из ключевых проблем глобальной экологии [16; 17; 18]. На границах ареалов сокращение популяций видов идет с большей скоростью, поскольку именно там действуют основные лимитирующие факторы [14; 15; 16; 17; 18]. Исследований популяций орхидных на границах их распространения очень мало. Изучение биологии орхидных в Южном Нечерноземье России (в пределах Брянской области), их распространения, экологических особенностей позволяет выявить механизмы поддержания биоразнообразия семейства *Orchidaceae* и учитывать их для сохранения редких видов растений в региональном масштабе. Продолжить исследования региональных авторов о распространении орхидных [3; 4; 5; 11; 12; 21; 22] на основе популяционных, геоботанических и фитоценологических данных — одна из важнейших задач, от успешности решения которой зависит полнота, научность и достоверность сведений, внесенных в новое издание региональной Красной книги Брянской области.

Цель работы — выявление стратегий выживания орхидных в различных по антропогенной нагрузке биотопах. Объектами исследования настоящей работы были выбраны представители всех видов сем. *Orchidaceae*, встречающиеся на территории Брянской области (Южное Нечерноземье России). Основным материалом включал 16 видов орхидных. Определяли видовую принадлежность растений по стандартным определителям [4; 5; 7]. Названия видов указывали по С. К. Черепанову (1995).

В центральной части исследуемой территории работу проводили на постоянных и временных площадках в 2007—2009 гг. Для изучения популяций орхидных было заложено 48 пробных площадей, на которых делали полное геоботаническое описание. Все особи на площадках регистрировали с учетом их онтогенетического состояния, определение которого проводили согласно общепринятым методикам [13; 19; 23; 24; 25] и специальным разработкам для орхидных. Участие видов в растительных сообществах оценивали по 8-балльной шкале оценки покрытия-обилия

Ж. Браун-Бланке (1964). Для экологической оценки местообитаний использовали данные об освещенности и характеристиках почвы — важности, pH, содержании азота, оцененные по 5-балльной шкале Ландольта (Landolt, 1977) и результаты химических анализов. Семенную продуктивность побегов рассчитывали, исходя из среднего числа семян в коробочке. Подсчет условно-потенциальной семенной продуктивности (УПСП) производили на основании среднего числа цветков, а условно-реальной (УРСР) — среднего числа плодов. В популяциях орхидных в качестве счетной единицы использовали побег. Под численностью популяции понимали общее число побегов на всей площади исследования. Популяция обозначалась как локальная, когда ее границы четко определялись визуально, в противном случае популяция рассматривалась как континуальная.

Оценка жизненности особей и популяций детально разработана сотрудниками Проблемной биологической лаборатории и кафедры ботаники МГПУ [23; 24; 25]. Жизненность вида определяется совокупностью биологических характеристик, значимых в любой точке его ареала [1; 2]. Региональное распространение — отражение всех реализованных потенциалов вида с учетом оптимальных условий, где он может существовать. На границах ареалов таких условий становится меньше и не все биологические потенциалы могут реализоваться. Характеристики на уровне особей, популяций, видов орхидных оценивали по авторским шкалам И. В. Блиновой (2010). Жизненность вида оценена на основе анализа признаков на уровне особи, популяции и биоценологических связей (табл. 1). На уровне организма оценивали среднее число семян на побег и интенсивность вегетативного разрастания и размножения. Эти показатели тесно связаны как с особенностями жизненной формы видов, так и с их фитоценологическими и онтогенетическими стратегиями. На уровне популяции важными считали площадь популяции, число генеративных побегов и процент молодых растений из онтогенетического спектра. Жизненность вида в сообществе определяли шириной его экологической амплитуды, сопряженностью с определенными типами фитоценозов и соответствием его фенологии продолжительности и срокам вегетационного периода. Отбор признаков и разработка шкал для их оценки позволили заострить внимание на сигнальных характеристиках, которые в настоящее время исследованы недостаточно. Разработанный подход позволяет сравнить жизненность одних и тех же видов в разных частях их ареалов и выяснить их приспособительные стратегии и уязвимые черты.

В настоящее время на территории Брянской области произрастают 35 представителей семейства орхидные из 18 родов. Во флоре области отсутствуют эндемичные виды орхидных.

На основании сочетания их общей (N) и эффективной (Ne) численности выделено пять групп среди исследованных видов:

1 — формируют популяции с высокой N (150—250 побегов) и низкой до средней Ne (20—50 побегов) (*Cypripedium calceolus*, *Goodyera repens*),

2 — популяции с высокой N (100—150 побегов) и средней до высокой Ne (30—100 побегов) (*Platanthera bifolia*, *Dactylorhiza incarnate*, *Neottia nidus-avis*);

3 — популяции со средней до высокой N (50—100 побегов) и средней Ne (30—50 побегов) (*Hammarbya paludosa*, *Listera cordata*);

4 — популяции со средними значениями N (30—80 побегов) и низкими до средних Ne (10—50 побегов) (*Epipactis palustris*, *E. Helleborine*, *Dactylorhiza maculata*, *Listera ovata*, *Gymnadenia conopsea*, *Herminium monorchis*);

5 — маленькие популяции с низкими значениями N (5—30 побегов) и Ne (5—15 побегов) (*Epipogium aphyllum*, *Corallorrhiza trifida*, *Malaxis monophyllos*, *Coeloglossum viride*, *Epipactis atrorubens*).

Совокупная оценка изученных видов по трем популяционным характеристикам (общая и эффективная численность, процент плодообразования) позволила выделить три характерные группы, из которых наиболее уязвимой является первая:

I — образуют популяции с низкой (средней) численностью, в особенности эффективной, и низким процентом плодообразования, обусловленным строгой и неэффективной аллогамией (*Hammarbya paludosa*, *Cypripedium calceolus*);

II — популяции со средней численностью и средним процентом плодообразования, обусловленным успешной аллогамией или переходом к автогамии (*Coeloglossum viride*, *Dactylorhiza maculata*, *Listera cordata*);

III — популяции с переменной численностью и высоким процентом плодообразования, обусловленным успешной автогамией (*Corallorrhiza trifida*, *Goodyera repens*, *Listera ovata*, *Epipactis atrorubens*).

Общая численность (N) популяций орхидных динамична по годам. Ее изменения не всегда являются однонаправленными у разных видов в одни и те же годы. Наиболее динамичными по численности являются популяции *Epipogium aphyllum*, *Corallorrhiza trifida*, *Malaxis monophyllos*, *Coeloglossum viride*, наименее динамичными — популяции *Epipactis atrorubens*, *Gymnadenia conopsea*. За исключением коралловиднокорневищных видов, наибольшая динамика эффективной численности (Ne) выявлена в популяциях *Cypripedium calceolus*, *Malaxis monophyllos*, *Hammarbya paludosa*, *Coeloglossum viride*.

Степень встречаемости популяций орхидных (по собственным данным и литературному обзору) снижается по сравнению с районами в центре

ареала из-за сокращения числа подходящих местообитаний. В результате многие популяции превращаются в локальные, расположенные на маленьких площадях. Такие «островные» популяции отмечены у 10 изученных видов орхидных. У одного вида — *Dactylorhiza incarnata* — они представляются переходными. Другая особенность, отмеченная во время исследований — значительное сокращение эффективной численности популяции (N_e).

Неодинаковый размер особей в популяциях отражает их жизнеспособность, и возможны разные методики для оценки их жизненного состояния [6; 8; 9; 19; 20; 23; 24]. В данной работе жизнеспособность вида рассчитывалась для 10 видов (см. табл.). В Брянской области наибольшая сумма рассчитанных баллов (13—14 баллов), характеризующих каждый вид, была у *Coeloglossum viride*, *Dactylorhiza incarnata*, *Neottia nidus-avis* видов из 10, тогда как по максимальным значениям каждый вид мог бы иметь 23 балла. Потеря баллов имеет место даже для наиболее жизнеспособных видов, но виды с высокими баллами жизнеспособности представляют пример удачного сочетания потерь и компенсаций, тогда как у видов, находящихся под угрозой исчезновения, возникает больше кризисов.

В Брянской области, где виды орхидных распределены по территории неравномерно, виды с наиболее широким распространением (*Coeloglossum viride*, *Platanthera bifolia*, *Dactylorhiza incarnata*, *Neottia nidus-avis*) имели наибольшую сумму рассчитанных баллов, отражающую их максимальный потенциал жизнеспособности; наиболее редкие виды (*Cypripedium calceolus*, *Neottianthe cucullata Hammarbya paludosa*) характеризовались наименьшей суммой баллов.

Итак, в исследуемом регионе рассчитаны количественные показатели жизнеспособности видов. Наименее высокий потенциал жизнеспособности характерен для таксонов древних групп (*Malaxideae*, *Epipogieae*, *Calypsoeae*, *Cypripedioideae*): *Cypripedium calceolus*, *Neottianthe cucullata Hammarbya paludosa*. При ведении Красной книги Брянской области этим видам следует присвоить категорию редкости CR — виды, находящиеся под серьезной угрозой исчезновения и обеспечить охрану всех известных популяций. Наиболее высокий балл жизнеспособности рассчитан для *Coeloglossum viride*, *Dactylorhiza incarnata*, *Neottia nidus-avis*.

Результаты настоящей работы показали, что редкая встречаемость орхидных на изученной территории связана с незначительным распространением высококальциевых горных пород, редкой встречаемостью некоторых растительных сообществ определенных типов, недостатком опылителей, происходящими изменениями экологических условий в экотопах, сопровождающихся сменой растительного покрова, а также, несомненно, антропогенным фактором. Применение новых методических подходов — Красной книги РФ (2008), критериев IUCN, потенциала жизнеспособности видов — позволит уточнить экологические оценки в дальнейшем для следующего выпуска КК Брянской области.

Литература

1. Блинова И. В. Эколого-биологические особенности некоторых представителей семейства *Orchidaceae* Мурманской области: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1995. 24 с.
2. Блинова И. В. Биология Орхидных на северо-востоке Фенноскандии и стратегии их выживания на северной границе распространения: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 2010. 46 с.
3. Босек П. З. Растения Брянской области. Брянск: Приок. кн. изд-во, 1975. 464 с.
4. Булохов А. Д., Величкин Э. М., Харитонцев Б. С. Новые материалы к флоре Брянской области // Ботанич. журн. 1981. Т. 66. № 5. С. 750—753.
5. Булохов А. Д., Величкин Э. М. Определитель растений Юго-Западного Нечерноземья России (Брянская, Калужская, Смоленская, Орловская области). Брянск: Изд-во БГПУ, 1997. 320 с.
6. Восточно-европейские леса: история в голоцене и современность / под ред. О. В. Смирновой. М., 2004. Кн. 1. 479 с.
7. Губанов И. А., Киселева К. В. [и др.]. Луговые травянистые растения. М.: Агропромиздат, 1990. 214 с.
8. Заугольнова Л. Б. Ценопопуляции растений. М.: Министерство просвещения РСФСР, 1986. 73 с.
9. Злобин Ю. А. Принципы и методы изучения ценологических популяций растений. Казань, 1989. 146 с.
10. Программа и методика наблюдений за ценопопуляциями видов растений Красной книги СССР. М., 1986. 33 с.
11. Красная книга Брянской области. Растения. Грибы. Брянск, 2004. 272 с.
12. Красная книга РСФСР. Растения. М., 1988. 590 с.
13. Работнов Т. А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Геоботаника. М.; Л., 1950. Вып. 6. С. 7—204.
14. Толмачев А. И. Введение в географию растений. Л.: Изд-во Ленинград. ун-та, 1974. 156 с.
15. Юрцев Б. А. Флора Сунтар-Хаята: Проблемы истории высокогорных ландшафтов. Л.: Наука, 1968. 236 с.
16. Юрцев Б. А. Некоторые тенденции развития метода конкретных флор // Ботанич. журн. 1975. Т. 60. № 1. С. 69—83.
17. Юрцев Б. А. Флора как природная система // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1982. Т. 87. Вып. 4. С. 3—22.
18. Юрцев Б. А. Основные направления современной науки о растительном покрове // Ботанич. журн. 1988. Т. 73. № 10. С. 1389—1395.
19. Уранов А. А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. науки. 1975. № 2. С. 7—34.
20. Уранов А. А. Жизненное состояние вида в растительном сообществе // Бюллетень МОИП. М., 1960. Т. 65. № 3. С. 106—118.
21. Федотов Ю. П., Евстигнеев О. И. Орхидные Неруссо-Десянянского Полесья (Брянская область) // Ботанич. журн. 1998. Т. 83. № 7. С. 143—146.
22. Федотов Ю. П., Евстигнеев О. И. Находки редких видов орхидных в Брянской области // Ботанич. журн. 2003. Т. 88. № 10. С. 118—121.

23. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). М., 1976. 217 с.
24. Ценопопуляции растений (развитие и взаимоотношения). М., 1977. 131 с.
25. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии). М., 1988. 182 с.
26. Черепанов, С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб., 1995. 992 с.
27. Braun-Blanquet J. Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Aufl. Wien-New York: Springer-Verlag, 1964. 865 s.

А. А. Цветкова¹, В. А. Обидина²

¹ Саратовский филиал института проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН,

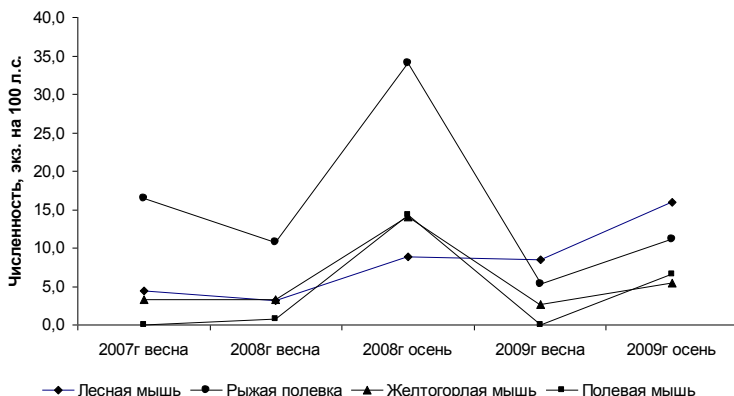
² Балашовский институт (филиал) Саратовского университета

Особенности обитания мелких млекопитающих в пойменных лесах и степях Прихоперья

Среди многих видов хозяйственной деятельности человека земледелие, распашки целинных земель, вырубка лесов, а также рекреационный фактор оказывают мощное воздействие на степные и лесостепные ландшафты, на биоразнообразии растительного и животного населения, в том числе и на мелких млекопитающих. Основной задачей представленной работы является исследование видовой структуры, распространения мелких млекопитающих в пойменных и степных местообитаниях под воздействием природных и антропогенных факторов. Материалом для данного сообщения послужили результаты полевых работ, проведенных в 2007—2009 гг. в Балашовском районе Саратовской области, в окрестностях с. Тростянка. Отлов животных проводили ловушками по стандартной методике [4]. Отработано 5 175 ловушко-суток и отловлено 1 030 экз. мелких млекопитающих. В качестве меры биологического разнообразия сообществ использовали хорошо известные индексы Симпсона [7]. Исследования проводили в ландышевой дубраве, в дубово-липово-крапивной с зарослями хмеля и существенной деградацией древостоя [3] в кленово-осиновом лесу вдоль старого русла р. Хопер, по опушке смешанного леса с богатой луговой растительностью, в осоково-кустарниковых зарослях по берегу озера. На степных, измененных антропогенной деятельностью, участках обследовали тростниково-кустарниковые заросли по берегу р. Тростянки, полезащитные лесополосы с разным составом древостоя, осушенные и заросшие кустарником и травянистой растительностью оросительные каналы, бурьянные заросли, сельскохозяйственные поля с различными зерновыми культурами.

Основу сообщества грызунов пойменного леса составляют рыжая полевка (*Clethrionomys glareolus*), лесная (*Apodemus uralensis*) и желтогорлая мышь (*Apodemus flavicollis*). Эти фоновые виды вносят наибольший

вклад в численность мелких млекопитающих пойменных местообитаний. Все типичные лесные биотопы характеризуются высоким уровнем численности обитающих в них мышевидных грызунов, но низким видовым разнообразием. В антропогенных местообитаниях доминирует лесная мышь, экологические особенности которой позволяют приспосабливаться к разнообразным условиям среды, далее по показателю обилия следуют полевая мышь (*Apodemus agrarius*), обыкновенная полевка (*Microtus arvalis*), серый хомячок (*Cricetulus migratorius*) [10].



Динамика численности фоновых видов грызунов в природных и антропогенных местообитаниях

Периодические изменения численности мелких млекопитающих характерны для обитающих в нашем регионе грызунов [2; 8; 9; 11]. Высокий уровень численности мышевидных грызунов отмечен в 2008 г., у фоновых видов подъем численности происходил практически синхронно, но с разной амплитудой колебания и численным обилием в природных и антропогенных биотопах, рыжей полевке свойственны более резкие колебания численности (см. рис.). В сентябре 2008 г. она занимала доминирующее положение, в отдельных биотопах индекс доминирования D составлял 0,84, на нее приходилась почти половина в общих уловах, численность в пойменном лесу составила 44,0 экз. на 100 ловушко-суток. Лесная мышь в пойменных лесах была малочисленна, но в антропогенных местообитаниях, в бурьянниках достигала 22,0 экз. на 100 ловушко-суток. На следующий год обстановка в сообществе грызунов изменилась. Произошел спад численности популяции рыжей полевки. В 2009 г. наблюдалось значительное увеличение численности лесной мыши, этот вид равномерно заселил все типы природных и антропогенных биотопов. Доля в уловах составила 51,0 %, при средней численности 16,0 экз. на 100 ловушко-суток.

Сравнительный анализ биотопического распределения мелких млекопитающих в пойме показывает, что рыжая полевка доминирует в основных типах дубовых пойменных лесов. Этот вид вполне благополучно обитает в лесах, подвергающихся рубке, рыжие полевки находят надежные убежища среди поваленных деревьев, в пнях, подгнивших корнях деревьев, под многочисленными ветровалами. Для рыжих полевок главным лимитирующим фактором является недостаток естественных убежищ [1]. Следовательно, бессистемные рубки деревьев, загрязнения, происходящие в результате активной рекреационной деятельности, не должны являться критическим фактором для существования мелких обитателей леса. Лесная мышь в пойменных лесах предпочитает кленово-осиновый лес. Желтогорлые мыши наибольшего обилия достигают в дубраве ландышевой с преобладанием дубовых насаждений, где в разные годы содоминируют лесной мыши или рыжей полевке. От уровня численности рыжей полевки и лесной мыши зависит плотность популяций и распределение по местообитаниям мелких млекопитающих. Самые высокие показатели видового разнообразия характерны для опушки смешанного леса с богатой луговой растительностью и зарослями терновника. Индекс видового разнообразия Симпсона составляет 3,2.

При высокой численности мышевидных грызунов рыжая полевка и желтогорлая мышь в 2008 г. вышли за пределы пойменного леса, и поселились в полевозащитной лесополосе, имеющей среди основных составляющих пород (клена, липы, акации, вяза) дубовые насаждения. Численность рыжей полевки в лесополосах была значительно ниже, чем в пойме — 6,0 экз. на 100 ловушко-суток, желтогорлой мыши — 11 экз. на 100 ловушко-суток.

В антропогенных местообитаниях лесная и полевая мыши биотопически привязаны к лесополосам различного состава, бурьянникам, обитают на полях, о чем свидетельствуют показатели относительной численности. Так, в 2008 г. численность лесной мыши в этом биотопе была 22,0 экз. на 100 ловушко-суток, а полевой мыши — 20 экз. на 100 ловушко-суток. Обыкновенная полевка (*Microtus arvalis*) по мере увеличения площадей зерновых культур находит на полях новые оптимальные биотопы, расширяет свой ареал [5], всюду встречается на межах и в бурьянниках. Численность обыкновенной полевки в бурьяннике в 2009 г. составила 4,0 экз. на 100 ловушко-суток. Исконные обитатели степных ландшафтов — серый хомячок и обыкновенный хомяк в результате распашки целинных земель покинули привычные местообитания, перешли на поля и прилегающие к ним природные биотопы. На сельскохозяйственных землях формируется новое население грызунов, несколько отличающееся от коренных сообществ [6]. Серый хомячок не подвержен резким колебаниям численности, его плотность популяции на полях достаточно устойчива, осенью этот вид переселяется в лесополосы.

Разнообразные природные комплексы Прихоперья обуславливают существенные различия в плотности населения и видовом разнообразии мелких млекопитающих. Пойменные дубравы в долине р. Хопер создают благоприятные условия для обитания лесных видов и их распространения в трансформированные степные ландшафты. В свою очередь, виды степного фаунистического комплекса успешно обитают на сельскохозяйственных полях, где в течение многих лет формируется новое сообщество грызунов.

Литература

1. Башенина Н. В. Европейская рыжая полевка. М.: Наука, 1981. 351 с.
2. Давидович В. Ф. Фауна млекопитающих и динамика численности некоторых грызунов в Саратовской области // Зоологич. журн. 1964. Т. 43. Вып. 9. С. 1366—1372.
3. Золотухин А. И., Овчаренко А. А. Пойменные леса Прихоперья: состояние, эколого-ценотическая структура, биоразнообразие. Балашов: Николаев, 2007. 152 с.
4. Карасева Е. В., Телицина А. Ю. Методы изучения грызунов в полевых условиях: учеты численности и мечение. М.: Наука, 1996. 228 с.
5. Кучерук В. В. Степной фаунистический комплекс млекопитающих и его место в фауне Палеарктики // География населения наземных животных и методы его изучения. М.: Изд-во АН СССР, 1959. С.45—87.
6. Неронов В. И., Хляп Л. А., Тупикова Н. В. [и др.]. Изучение формирования сообществ грызунов на пахотных землях Северной Евразии // Экология. 2001. № 3. С. 355—363.
7. Песенко Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 287 с.
8. Цветкова А. А. Численность и сезонные изменения в распределении мелких млекопитающих в Саратовском Правобережье // Поволжский экологич. журн. 2008. № 4. С. 368—374.
9. Цветкова А. А., Опарин М. Л., Опарина О. С. Роль мелких млекопитающих в природных и антропогенных ландшафтах Саратовского Правобережья // Экология. 2008. № 2. С. 134—140.
10. Цветкова А. А., Обидина В. А. Биотопическое распределение мышевидных грызунов в пойменных лесах и степях Прихоперья // Поволжский экологич. журн. 2009. № 4. С. 351—356.
11. Шляхтин А. Г., Ильин В. Ю., Опарин М. Л. [и др.]. Млекопитающие севера Нижнего Поволжья. Кн. I. Состав териофауны // Изд. Сарат. ун-та. 2009. 248 с.

Е. А. Цыглакова

*Балашовский институт (филиал)
Саратовского университета*

Экологическая безопасность: человеческое измерение

Необходимо отметить, что сегодня изучение рисков, возникающих в результате влияния человеческой деятельности на окружающую природную среду и обратного влияния экологических загрязнений, является одной из основных задач человечества.

Если население Земли будет продолжать увеличиваться, то соответственно, значительно обострится проблема снабжения продовольствием и природными ресурсами. Поскольку проблема «парникового эффекта» и глобального потепления не теряет своей актуальности, то, возможно, человечество со временем будет вынуждено отказаться от нефти и угля как источника энергии. Перед человечеством стоит задача найти продукт, который бы мог заменить нефть и уголь.

Для того чтобы обеспечить пропитанием, одеждой и жильем возросшее количество людей, необходимо интенсифицировать производство, и в большей пропорции, чем рост населения, поскольку необходима модернизация устаревших предприятий. Поэтому объем производства должен будет возрасти примерно вполтину.

Производство продовольствия сегодня значительно уступает приросту народонаселения. Этот разрыв особенно велик и имеет тенденцию к увеличению в менее развитых странах. Перед человечеством стоит задача обеспечить устойчивый опережающий рост производства продовольствия по отношению к росту населения.

Тесно связан с рассматриваемой проблематикой и процесс урбанизации. Большие города являются еще и промышленными центрами.

Рост городского населения определяется притоком из деревни. В результате этого быстро увеличивается число поселений, для которых характерны во многих странах отсутствие элементарных санитарно-бытовых условий и, как результат, вспышки эпидемий, что усугубляется плохим состоянием окружающей среды.

Общественный городской транспорт перегружен и нещадно эксплуатируется, не лучше обстоит положение с системами водоснабжений и канализации. Как правило, большинство болезней вызвано плохим состоянием окружающей среды.

Острые респираторные заболевания, туберкулез, кишечные инфекции и болезни, обусловленные низким уровнем санитарии и заражением питьевой воды (диарея, дизентерия и тиф), обычно носят эпидемический характер; они являются одной из главных причин высокой заболеваемости и смертности, особенно среди детей.

Между тем со многими болезнями следует бороться не столько медикаментозными средствами, сколько путем улучшения водоснабжения, создания надлежащих санитарных условий и распространения элементарных медицинских знаний среди населения. Решение этих проблем лежит в сфере экономического развития.

Большой ущерб здоровью наносит некачественное питание, характерное для людей с низким уровнем доходов. В большинстве случаев недоедание выражается в нехватке калорий или протеина, или обоих параметров, не хватает и таких элементов, как железо и йод.

Необходимы комплексные подходы, которые бы определили основные задачи в области здравоохранения, а также в производстве продовольствия, водоснабжении и санитарии, особенно с учетом экологических факторов и планирования населенных пунктов.

Новые сельскохозяйственные технологии во всем мире связаны с постепенным переходом к использованию искусственного семенного фонда, так как ухудшение окружающей среды ведет к исчезновению дикорастущих собратьев сельскохозяйственных растений.

В настоящее время экологический кризис представляет собой оборотную сторону научно-технического прогресса и тех благ, которые он принес человеку. Например, создание атомного оружия и развитие атомной энергетики привели к страшнейшим катастрофам прошлого века — Хиросимы и Нагасаки, Чернобыльской АЭС. Это не только привело к гибели миллионов людей, но и скажется на здоровье еще многих, не родившихся поколений.

Сегодня происходит катастрофическое сокращение лесов на нашей планете. Озоновые дыры и антропогенное загрязнение окружающей среды могут привести к гибели человечества.

Можно сделать вывод, что угрозы природе и самому человеку как биологическому виду, возникшие в результате развития и распространения производственных и военных технологий, порожденные промышленными катастрофами, являющиеся последствием непродуманной и неосторожной человеческой деятельности, очень разнообразны. Общество и природа тесно взаимосвязаны и составляют одно целое, и перед человечеством стоит задача, заключающаяся в предотвращении экологических катастроф и нахождении способов гармоничного отношения в системе «человек — природа».

Таким образом, можно сделать вывод, что решение проблем окружающей среды возможно только на основе социально-экономического развития общества.

*А. А. Шаповалова, М. А. Занина
Балашовский институт (филиал)
Саратовского университета*

Биоразнообразие антропогенно трансформированных дубрав Среднего Прихоперья

*Работа выполнена в рамках тематического плана
по заданию Министерства образования РФ.*

Биоразнообразие — залог устойчивого развития любой экосистемы. Подробно биоразнообразие растений изучено в основном для заповедников лесной зоны России [3; 4]. Изменение биоразнообразия на фоне антропогенного стресса в пойменных лесах среднего течения р. Хопер

не достаточно изучено, что и определяет цель и актуальность исследований. Среднее течение р. Хопер располагается на территории Правобережья Волги Саратовской области, в Окско-Донской низменности.

Исследования проводились в 2009—2010 гг. в пойме р. Хопер или его притоков (р. Ворона). Для изучения биоразнообразия пойменных лесов Прихоперья было заложено 163 пробных площадок размером 20×20 м. Каждая площадка была отнесена к одному из четырех уровней антропогенной трансформации. Для оценки биоразнообразия использованы показатели видового разнообразия, предложенные Р. Уиттекером [6; 4]. Постоянство видов в выделенных группах описаний определяли по методу Браун-Бланке [2].

В зависимости от состояния древостоя, степени развития подлеска было выделено 4 уровня антропогенной трансформации. **Первый уровень** — мало нарушенные. Это хорошо сохранившиеся дубравы с полнотой 0,7—0,9 и слабо развитым подлеском. Травяной покров сохраняет характер коренных насаждений с преобладанием лесных видов. **Второй уровень** — средняя деградация. Древостой поврежден, его полнота составляет 0,5—0,7. Дуб заменяется спутниками (кустарниками); лесная среда сохраняется за счет сильно разросшегося подлеска. Вторичные кустарниковые сообщества составляют 30 % территории. Напочвенный покров с преобладанием лесных и сорно-лесных видов. **Третий уровень** — сильная деградация. Отмирание деревьев группового характера средней и сильной интенсивности, имеются нарушения других ярусов и лесной среды. Сюда относятся насаждения с полнотой 0,5—0,6. Подлесок занимает до 40—50 % площади. Сильное влияние деградации древесных эдификаторов сопровождается резким сокращением числа видов и проективного покрытия характерных дубравных травянистых растений, распределение их становится неравномерным; интенсивно распространяются рудеральные виды и древесные интродуценты. **Четвертый уровень** — очень сильная деградация, дубовый древостой в значительной мере утрачен (полнота 0,3—0,5). Происходит замещение дуба его спутниками. В отдельных случаях формируются травянистые (луговые) сообщества с фрагментами подлеска (с проективным покрытием до 60 %).

При исследовании видового состава антропогенно трансформированных дубрав обнаружено 157 видов растений, относящихся к 116 родам из 46 семейств. Видовая насыщенность изменяется в широких пределах: от 7 до 37 видов на пробной площади (табл. 1).

В антропогенно трансформированных дубравах обнаружено 157 видов растений. Максимальное видовое богатство (94) отмечено для 2 уровня антропогенной деградации (табл. 1), а минимальное (78) — для 1 уровня. Показатели видового богатства при слабом антропогенном прессе сначала

повышаются, затем, при увеличении нагрузки, понижаются, что подтверждает эффект «высвобождения ресурсов нарушением» [1]. Поддержание видового разнообразия на относительно высоком уровне возможно только при умеренном воздействии нарушения. Слишком высокий уровень может существенно изменить условия обитания для всех членов сообщества, вплоть до их вымирания, что послужит причиной резкого видового обеднения [1]. В данном случае при высоком уровне антропогенной депрессии сообщества находятся на грани смены эдификатора в древостое. А в травяном покрове усиливают свои позиции виды опушечной, рудеральной и адвентивной эколого-ценотических групп [5].

Таблица 1

Изменение альфа- и бета-разнообразия в дубравах с разной степенью антропогенной трансформации

Уровни антропогенной трансформации	Изменение видовой насыщенности	Средняя видовая насыщенность	Число видов			Видовое богатство	Индекс Уиттекера
			деревьев	кустарников	трав		
1	7—29	16,0	9	7	62	78	5,2
2	9—31	20,1	12	8	74	94	4,9
3	15—31	23,5	12	6	75	93	4,1
4	17—35	25,7	12	5	72	89	3,6
Всего	7—35	23,0	17	10	140	157	6,8

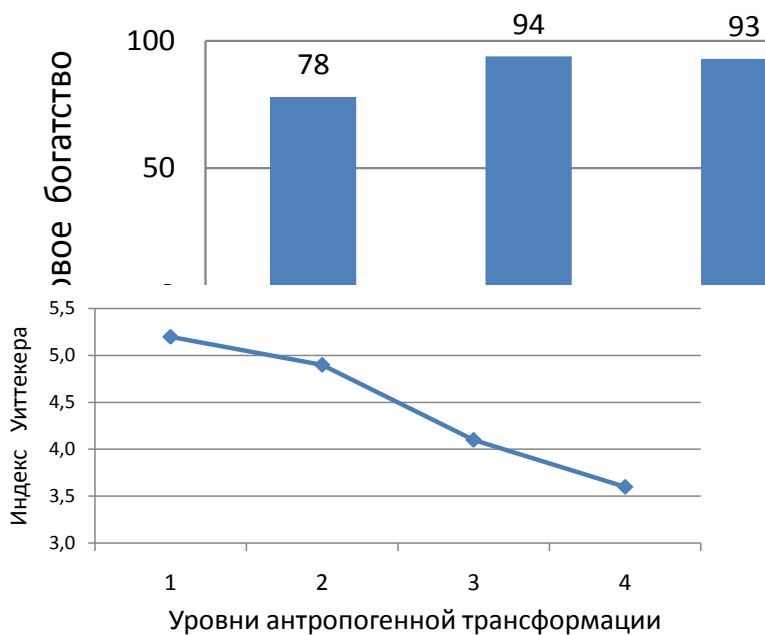
Оценка флористического сходства сообществ происходила с использованием коэффициента Жаккара. Коэффициенты сходства Жаккара оказываются достаточно высокими (0,30—0,52), т. к. исследования проводились в относительно однородных сообществах. Наиболее схожими являются группы участков с близким уровнем антропогенной трансформации (1 и 2; 2 и 3 уровни). Сильнее всего отличаются группы с 1 и 4 уровнем антропогенной трансформации. Дифференцирующие виды разных групп и их постоянство меняется в зависимости от уровня антропогенной трансформации (табл. 2).

Индекс Уиттекера в различных сообществах (табл. 1) варьируется от 3,6 (4 уровень) до 5,2 (1 уровень), а величина индекса для всей исследуемой территории — 6,8. Эти достаточно низкие показатели индекса свидетельствуют о невысокой гетерогенности флоры дубрав. Это связано с однородными экологическими условиями дубовых лесов. Отмечается закономерное снижение гетерогенности флоры с увеличением уровня антропогенной трансформации.

Таблица 2

Коэффициенты сходства Жаккара между сообществами с разной степенью антропогенной трансформации

Уровни антропогенной трансформации	2	3	4
1	0,52	0,41	0,30
2		0,51	0,36
3			0,49



Влияние антропогенной нагрузки на показатели бета-разнообразия

Примечание. А — изменение видового богатства, Б — изменение индекса Уиттекера, 1—4 — уровни антропогенной трансформации.

На рисунке видно, что с повышением антропогенной нагрузки видовое богатство растет. В то же время индекс Уиттекера в тех же группах участков снижается. Таким образом, несмотря на увеличение видов с повышением антропогенной нагрузки, гетерогенность флоры только уменьшается.

В табл. 3 приведены виды, которые дифференцируют уровни антропогенной трансформации дубовых лесов Прихоперья.

Таблица 3

Дифференцирующие виды дубрав
с разной степенью антропогенной трансформации

Виды растений	Уровни антропогенной трансформации			
	1	2	3	4
	45*	37	39	42
<i>Quercus robur</i> L.	V ^{3-5**}	V ³⁻⁵	V ²⁻³	V ²⁻⁴
<i>Convallaria majalis</i> L.	V ¹⁻⁴	V ⁺⁴	IV ⁺³	IV ⁺³
<i>Geum urbanum</i> L.	III ⁺²	III ⁺²	III ⁻¹	III ⁺²
<i>Alliaria petiolata</i> (Bieb) Cavara et Grande.	I	I	I	I
<i>Equisetum pratense</i> L.	I	I	I	I
<i>Carex vesicaria</i> L.	I	I	I	I
<i>Humulus lupulus</i> L.	I	I	I	I
<i>Ficaria verna</i> Huds	I	I	I	I
<i>Tilia cordata</i> Mill.	V ¹⁻³	III ⁺³	III ⁺²	II
<i>Scrophularia nodosa</i> L.	III ⁺¹	I		
<i>Torilis japonica</i> (Houtt.) DC.	II	I	I	I
<i>Acer platanoides</i> L.	II	I	I	I
<i>Iris pseudacorus</i> L.	II	I	I	
<i>Campanula trachelium</i> L.	II	I		
<i>Viola mirabilis</i> L.	II	I		
<i>Vincetoxicum rossium</i> (Kleopov) Barbar.	II	I		
<i>Scilla sibirica</i> Haw.	I			
<i>Epipactis helleborine</i> (L.) Crantz	I			
<i>Aegopodium podagraria</i> L.	IV ¹⁻⁵	III ⁺⁴	II	II
<i>Euonymus verrucosa</i> Scop.	III ⁺²	II	I	I
<i>Lathyrus vernus</i> (L.) Bernh.	III ⁺¹	II	I	
<i>Poa nemoralis</i> L.	II	III ⁺¹	I	I
<i>Poligonatum odoratum</i> (Mill.) Druce.	II	II		
<i>Viburnum opulus</i> L.	II	II		
<i>Corydalis solida</i> (L.) Clairv	II	II		
<i>Adenophora liliifolia</i> (L.) A. DC	I	I		
<i>Glechoma hederacea</i> L.	IV ⁺²	V ⁺²	IV ⁺²	III ¹⁻²
<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.	II	IV ⁻¹	I	

Продолжение таблицы

<i>Cucubalus baccifer</i> L.	I	III ^{r+}		
<i>Angelica sylvestris</i> L.	I	II	I	
<i>Festuca altissima</i> All.	I	II	I	I
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	I	II	I	I
<i>Ulmus glabra</i> Huds.	II	III ⁺²	IV ⁺²	I
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	II	III ⁺⁴	III ⁺⁵	II
<i>Populus tremula</i> L.	II	III ⁺²	III ⁺²	II
<i>Frangula alnus</i> Mill.	I	III ⁺¹	II	I
<i>Rosa majalis</i> Herm.	I	III ⁺¹	II	I
<i>Carex contigua</i> Hoppe	I	II	IV ^{r-1}	II
<i>Galium rubioides</i> L.	II	II	IV ^{r+}	I
<i>Elymus caninus</i> (L.) L.	I	I	III ⁺¹	I
<i>Vicia sepium</i> L.	I	I	III ^{r+}	
<i>Bromopsis inermis</i> (Leys.) Holub.		I	III ⁺¹	I
<i>Rubus caesius</i> L.	III ¹⁻⁵	III ²⁻³	V ⁺⁴	V ¹⁻⁴
<i>Urtica dioica</i> L.	II	III ¹⁻⁵	IV ¹⁻⁵	V ⁺³
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Marsh	I	I	III ⁺²	IV ¹⁻²
<i>Acer negundo</i> L.	I	I	III ⁺¹	V ⁺²
<i>Heracleum sibiricum</i> L.	I	I	II	III ^{r-1}
<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski			I	II
<i>Viola montana</i> L.			I	II
<i>Acer tataricum</i> L.	III ⁺¹	III ⁺¹	III ^{r-2}	V ²⁻⁴
<i>Aristolochia clematitis</i> L.	III ⁺¹	II	III ^{r-2}	IV ⁺²
<i>Chelidonium majus</i> L.	II	II	III ⁺²	IV ¹⁻³
<i>Galium aparine</i> L.	I	I	I	II
<i>Chaiturus marrubiastrum</i> (L.) Reich- enb.	I	I	I	II
<i>Serratula coronata</i> L.		I	I	II
<i>Arctium lappa</i> L.		I	I	II
<i>Artemisia vulgaris</i> L.				II

*Количество пробных площадок в группе.

**Классы постоянства: I — вид встречается менее чем на 20 % площадок, II — от 21 до 40 %, III — от 41 до 60 %, IV — от 61 до 80 %, V — от 81 до 100 %. Для III—V классов постоянства указывается обилие видов на площадках арабскими цифрами по пятибалльной шкале Браун-Бланке.

Виды *Quercus robur* L., *Convallaria majalis* L., *Geum urbanum* L. встречаются в дубравах всех уровней антропогенной трансформации с высокими классами постоянства. Антропогенная нагрузка не влияет на постоянство видов в дубравах Прихоперьа: *Alliaria petiolata* (Bieb) Cavara et Grande., *Equisetum pratense* L., *Carex vesicaria* L., *Humulus lupulus* L., *Ficaria verna* Huds. Низкий уровень антропогенной нагрузки (1—2 уровень) дифференцируют виды: *Tilia cordata* Mill., *Scrophularia nodosa* L., *Corydalis solida* (L.) Clairv., *Aegopodium podagraria* L., *Euonymus verrucosa* Scop., *Lathyrus vernus* (L.) Bernh., *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm., *Torilis japonica* (Houtt.) DC., *Cucubalus baccifer* L., *Iris pseudacorus* L., *Campanula trachelium* L., *Viola mirabilis* L. Большинство из дифференцирующих видов этих групп являются неморальными. Редкие для района исследования виды (*Epipactis helleborine* (L.) Crantz, *Scilla sibirica* Haw., *Adenophora liliifolia* (L.) A. DC) встречены только на участках с 1 или 2 уровнем антропогенной трансформации.

Виды, толерантные к сильной антропогенной нагрузке (3—4 уровень): *Galium rubioides* L., *Elymus caninus* (L.) L., *Vicia sepium* L., *Rubus caesius* L., *Urtica dioica* L., *Acer negundo* L., *Heracleum sibiricum* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Viola montana* L., *Chelidonium majus* L., *Galium aparine* L., *Arctium lappa* L., *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub., *Acer tataricum* L., *Fraxinus pennsylvanica* Marsh, *Artemisia vulgaris* L. В группах с 3 и 4 уровнем трансформации среди видов с высокими классами постоянства увеличивается количество опушечных и сорных видов (табл. 2).

Таким образом, в результате усиления антропогенной нагрузки снижается видовое богатство пойменных дубрав, гетерогенность флоры. Складываются менее благоприятные условия для существования дубравы. Тем не менее пойменные леса обладают высоким экологическим потенциалом, который обеспечивает биологическую устойчивость в напряженной экологической среде.

Литература

1. Жигарев И. А. Нарушения и видовое богатство сообществ. Эффект «высвобождения ресурсов нарушением» // Научные труды Московского пед. ун-та. Физико-математические и естественные науки: сб. ст. М.: Прометей; МПГУ. 2007. С. 339—350.
2. Миркин Б. М., Наумова Л. Г., Соломещ А. И. Современная наука о растительности. М.: Логос. 2000. 264 с.
3. Смирнова О. В., Заугольнова Л. Б., Попадюк Р. В. Методические подходы и методы оценки изменения биоразнообразия в ходе сукцессий // Сукцессионные процессы в заповедниках России и проблемы сохранения биологического разнообразия / под ред. О. В. Смирновой, Е. С. Шапошникова. СПб.: РБО. 1999. С. 26—35.
4. Смирнова О. В., Заугольнова Л. Б., Ханина Л. Г. Оценка и сохранение биоразнообразия лесного покрова в заповедниках Европейской России / под ред. Л. Б. Заугольновой. М.: Научный мир, 2000. 196 с.

5. Шаповалова А. А., Золотухин А. И., Кабанина С. В. Биоразнообразие антропогенно трансформированных пойменных дубрав Среднего Прихоперья // Сборник статей междунар. науч.-практич. конф. 29—30 октября 2009. Брянск: РИО БГУ, 2009. С. 418—424.

6. Whittaker R. H., Lewin A. S. The role of mosaic phenomena in natural communities // *Theor. Pop. Biol.* 1977. V. 12. № 2. P. 117—139.

***О. В. Шершнев, Т. Г. Флерко, А. И. Павловский,
А. Ф. Акулевич, И. О. Прилуцкий***

Учреждение образования «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины»

Региональные особенности использования и экологического состояния пресных вод в Беларуси

Использование пресных вод. В Беларуси потребности сельского хозяйства и промышленности, как правило, обеспечиваются за счет использования поверхностных вод. Основным источником питьевого водоснабжения являются пресные подземные воды, приоритетное использование которых определено в ст. 5 Закона Республики Беларусь «О питьевом водоснабжении».

Для водоснабжения городского населения Беларуси разведано более 260 месторождений пресных подземных вод с эксплуатационными запасами около 6,6 млн м³/сут. Большинство месторождений подземных вод (более 60 %) относится к малым с эксплуатационными запасами 1—30 тыс. м³/сут.

Естественные ресурсы пресных подземных вод оцениваются в 15,9 км³/год, а прогнозные ресурсы пресных подземных вод — в 18,1 км³/год. Суммарный водоотбор в 1,8 млн м³/сут для централизованного водоснабжения составляет лишь 27,3 % от разведанных эксплуатационных запасов подземных вод [2]. Таким образом, прогнозные эксплуатационные ресурсы пресных подземных вод являются достаточными для обеспечения современных и перспективных потребностей в воде.

В Беларуси водоотбор из природных источников за период 1985—2008 гг. снизился на 39 %. За тот же период доля поверхностных вод в общем водоотборе сократилась с 60 до 44 %, в то время как водоотбор подземных вод вырос с 40 до 56 %. Похожая тенденция к сокращению наблюдается и для водопотребления, но имеет свои особенности для различных секторов (рис. 1).

В 2008 г. величина водопотребления составляла 1 410 млн м³, или 86 % от общего водоотбора. В среднем 40,6 % общего водопотребления приходится на хозяйственно-питьевые цели, 30 % — на производственные нужды, 21,3 % на рыбное хозяйство и 8 % на орошение, обводнение и сельскохозяйственное водоснабжение. По сравнению с 1985 г. общее

водопотребление сократилось на 46,5 %. С 1985 по 2008 гг. наблюдается устойчивая тенденция к сокращению водопотребления на производственные, сельскохозяйственные и рыбохозяйственные нужды, т. е. в сферах водопотребления, в которых используются преимущественно поверхностные воды. Потребление питьевой воды на душу населения в среднем составляет около 200—220 л/сут. В этом секторе водопотребление с 1985 по 2002 гг. возросло на 41 %, однако затем сократилось на 28 % за период 2002—2008 гг. [1; 2].

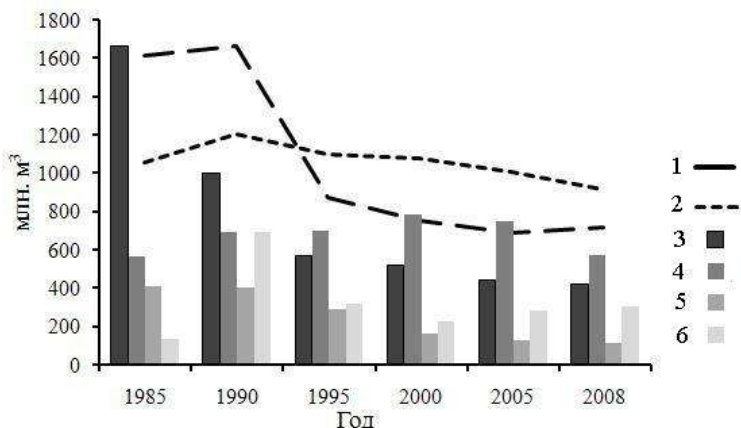


Рис. 1. Динамика водоотбора и водопотребления пресных вод:
 1 — забор воды из поверхностных объектов, 2 — забор воды из подземных горизонтов; использование воды на нужды: 3 — производственные, 4 — хозяйственно-питьевые, 5 — сельскохозяйственное водоснабжение и орошение, 6 — рыбное прудовое хозяйство

По-видимому, существует ряд причин, повлекших за собой сокращение водопотребления, среди которых: снижение уровня экономического развития в первой половине 1990-х гг.; сокращение населения; экономия воды за счет оборотного и последовательного использования; использование водомерных устройств (счетчиков воды).

Экологическое состояние пресных вод. Качество и количество пресных подземных вод обусловлено рядом факторов, которые можно разделить на природные и антропогенные (рис. 2).

К природным факторам принадлежат естественное повышенное/пониженное содержание химических элементов, подток соленых вод, наводнения и заболачивание территории. Особенностью подземных вод Беларуси является высокое содержание железа ($> 0,3 \text{ мг/дм}^3$), марганца ($> 0,1 \text{ мг/дм}^3$) и дефицит фтора ($< 0,7 \text{ мг/дм}^3$). Подток соленых вод наблюдается на ограниченных по площади участках разгрузки глубинных

минерализованных вод, приуроченных к региональным тектоническим разломам и солянокупольным структурам в Припятском прогибе. Это приводит к возрастанию минерализации до 4 000—6 000 мг/дм³ и воды приобретают хлоридный натриевый состав. Наводнения наблюдаются в периоды весеннего половодья или выпадения сильных дождей. В результате отходы промышленного производства, стоки и радионуклиды переносятся водой и загрязняют почвы, поверхностные водные объекты и подземные воды [3].

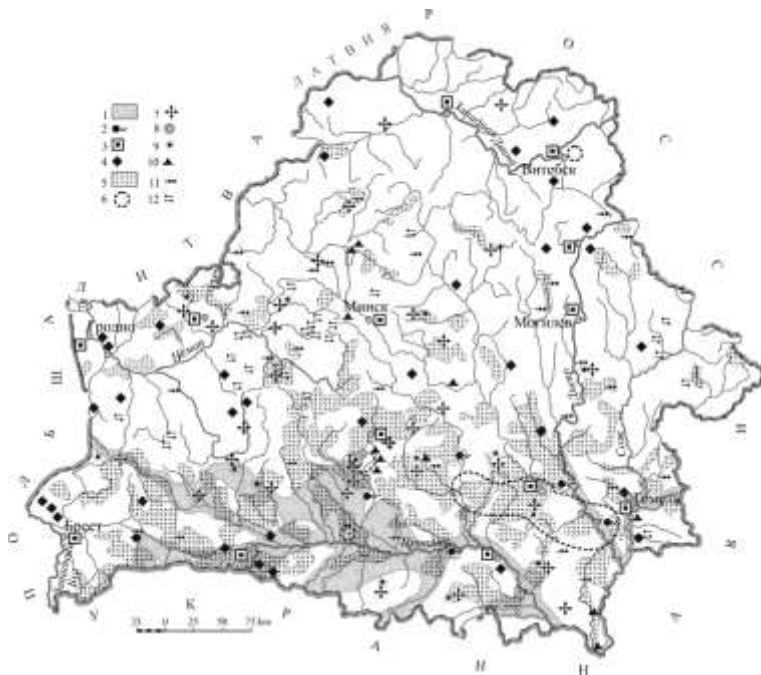


Рис. 2. Факторы, влияющие на качество и количество ресурсов пресных подземных вод:

природные факторы: 1 — затопление и подтопление земель при катастрофических паводках, 2 — подток соленых вод; антропогенные факторы: 3 — объекты интенсивного промышленного и коммунально-хозяйственного воздействия, 4 — крупные животноводческие комплексы, 5 — территории интенсивной мелиорации земель, 6 — территории разведки и разработки месторождений полезных ископаемых (нефти, калийной соли, строительных материалов, доломитов), 7 — дефляция (на мелиорированных землях, в горных выработках, промышленных отвалах), 8 — карст (в горных выработках), 9 — разложение органического вещества (на мелиорированных землях), 10 — подтопление в пределах водохранилищ, 11 — суффозия (на участках горных выработок), 12 — плоскостной смыв (на обрабатываемых землях)

К антропогенным факторам относятся: сточные воды промышленных производств, городов и поселков, животноводческих комплексов; интенсивное ведение сельского хозяйства (мелиорация земель, применение минеральных удобрений и пестицидов); твердые бытовые отходы городов и поселков городского типа; нарушенные земли; чрезмерный водоотбор; потери воды при транспортировке; влияние гидротехнического строительства; радиоактивное загрязнение территории.

Антропогенное воздействие наибольшее влияние оказывает на неглубоко залегающие подземные воды (глубина 3—6 м) и межпластовые водоносные комплексы четвертичных отложений. Это приводит к загрязнению пресных вод нитратами, хлоридами, сульфатами, пестицидами, нефтепродуктами, тяжелыми металлами и т. п.; развитию процессов дефляции, плоскостной эрозии, суффозии, подъему уровня грунтовых вод и заболачиванию, разложению органического вещества, истощению водоносного горизонта и подтягиванию соленых вод из нижезалегающих водоносных горизонтов.

Мероприятия по охране пресных вод. Мероприятия, направленные на достижение устойчивого использования пресных вод: в пределах зон санитарной охраны водозаборов необходимо улучшать экологическое состояние их территорий; ограничить или запретить сельскохозяйственное использование земель в границах развития депрессионных воронок водозаборов и в пределах прибрежных полос; использовать неглубоко залегающие подземные воды для технических целей на территориях загрязнения подземных вод и заболоченных земель; в пределах крупных промышленных и сельскохозяйственных объектов, полигонов твердых бытовых отходов необходимо проведение постоянного мониторинга поверхностных и подземных вод.

Литература

1. Окружающая среда и природные ресурсы Республики Беларусь 1999: ст. сб. Мн., 1999. 182 с.
2. Состояние природной среды Беларуси: эколог. бюл. / под ред. В. Ф. Логинова. Мн.: Минсктиппроект, 1997—2009.
3. Ясовеев М. Г., Шершнев О.В., Кирвель И. И. Водные ресурсы Республики Беларусь (распространение, формирование, проблемы использования и охраны). Мн.: БГПУ, 2005. 296 с.

А. С. Шуваева, Л. В. Лебедь, Н. Н. Гусакова
ФГОУ ВПО «Саратовский государственный
аграрный университет им. Н. И. Вавилова»

Биоиндикационная оценка экологического состояния рабочего поселка Базарный Карабулак

Один из районных центров Саратовской области, р. п. Базарный Карабулак, примечателен тем, что жители его всегда уделяли особое внимание озеленению и ландшафтному дизайну. Население не только высаживает,

но и систематически ухаживает за древесными и цветочными культурами в селитебных и рекреационных зонах. Радует ассортимент видов, широко представленный в зеленых насаждениях: береза повислая, клен остролистый, липа мелколистная, каштан конский, рябина, тополь советский, катальпа прекрасная, сирень обыкновенная, различные хвойные культуры.

Из литературы⁶ известно, что древесные культуры могут быть надежными тест-объектами для скринингового анализа экологического состояния различных ландшафтно-архитектурных ансамблей. Систематическое наблюдение за динамикой их физиологических и морфометрических параметров позволяет не только оценить качество среды обитания, но и своевременно предсказать антропогенное влияние на него и предложить ряд мер по снижению техногенной нагрузки. Из большого числа существующих сейчас методик мы выбрали метод «Биотест», предложенный International Biotest Foundation⁷, основанный на расчете флуктуирующей асимметрии. Флуктуирующая асимметрия представляет собой ненаследуемое ненаправленное отклонение от билатеральной симметрии в процессе развития организма под действием стрессирующих факторов. Стабильность развития тест-объекта оценивается в баллах, причем 5 баллов (величина флуктуирующей асимметрии превышает 0,054) характеризует ее критическое состояние, тогда как 1 баллу (величина флуктуирующей асимметрии не более 0,040) соответствует условная норма.

Для характеристики экологического состояния р. п. Базарный Карабулак нами были выбраны в качестве тест-объектов береза повислая (*Betula pendula* Roth.) и каштан конский (*Aesculus hippocastanum* L.), встречающиеся повсеместно в различных ландшафтно-архитектурных ансамблях рабочего поселка. Анализ проводился по морфометрическим характеристикам листовых пластинок.

Проанализировав возможные пути поступления экотоксикантов и их распространения в окружающей среде, мы пришли к выводу, что приоритетными для р. п. Базарный Карабулак являются передвижные источники загрязнения: личный и общественные транспорт, транзитные большегрузные автомобили и междугородние автобусы. Полученные в результате биоиндикационного обследования данные позволяют сделать вывод, что в центре рабочего поселка, где зеленые насаждения обильны, а интенсивность автомобильного движения заметно снижена, уровень флуктуирующей асимметрии тест-объектов ($0,046 \pm 0,001$) соответствует 3 баллам, что характеризует состояние окружающей среды как стабильное для большей части жилой зоны и зон отдыха. На въезде в р. п. Базарный Карабулак, где при высокой интенсивности автомобильного движения и малой мощности зеленых насаждений имеет место постоянное скопление как легкового, так и грузового транспорта, уровень флуктуирующей асимметрии возрастает до $0,051 \pm 0,002$. Соответственно, качество среды обитания здесь приближается к критическому уровню.

⁶ Дружжина Т. А., Лебедь Л. В., Гусакова Н. Н. Скрининговая оценка экологического состояния городской среды по древесным культурам // ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». Саратов, 2008. 136 с.

⁷ Там же.

Научное издание

Антропогенная трансформация природных экосистем

*Материалы
Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием
(г. Балашиха, 13—14 октября 2010 г)*

Под редакцией А. И. Золотухина

Подписано в печать 28.11.10. Формат 60×84/16.

Уч.-изд. л. 10,7. Усл.-печ. л. 12,75.

Тираж 150 экз. Заказ №

ИП «Николаев»,

г. Балашов, Саратовская обл., а/я 55.

Отпечатано с оригинал-макета,

изготовленного редакционно-издательским отделом
Балашовского института Саратовского университета.
412300, г. Балашов, Саратовская обл., ул. К. Маркса, 29.

Печатное агентство «Арья»,

ИП «Николаев»,

412309, г. Балашов, Саратовская обл.,
ул. К. Маркса, 43.

Е-mail: arya@balashov.san.ru