Всероссийская научная школа для молодежи

Инновационные методы и подходы в изучении естественной и антропогенной динамики окружающей среды

МАТЕРИАЛЫ

ЧАСТЬ 3

Киров
2010

Федеральное агентство по науке и инновациям

Вятский государственный гуманитарный университет

Учреждение Российской академии наук

Институт биологии Коми НЦ Уральского отделения РАН

Учреждение Российской академии наук Институт географии РАН

Государственный природный заповедник «Нургуш»

МАТЕРИАЛЫ

ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ ДЛЯ МОЛОДЕЖИ

«ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ И ПОДХОДЫ В ИЗУЧЕНИИ ЕСТЕСТВЕННОЙ И АНТРОПОГЕННОЙ ДИНАМИКИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»

СТАТЬИ

ЧАСТЬ 3

Киров 2010

ББК 20.1в
И 66

Печатается по решению редакционно-издательского совета Вятского государственного гуманитарного университета

Редакционная коллегия:
Т. Я. Ашихмина, профессор, д. т. н.,
В. П. Савиных, профессор, д. т. н.
Л. И. Домрачева, профессор, д. б. н.,
И. Г. Широких, профессор, д. б. н.,
А. М. Прокашев, профессор, д. с.-х. н.,
Н. П. Савиных, профессор, д. б. н.,
А. И. Таскаев, в. н. с., к. б. н.
Ю. А. Бобров, доцент, к. б. н.,
И. А. Жуйкова, доцент, к. б. н.,
С. Ю. Огородникова, с. н. с., к. б. н.

Сборник издан при поддержке Федерального агентства по науке и инновациям (Госконтракт № 02.741.11.2088). ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы.

И 66 Инновационные методы и подходы в изучении естественной и антропогенной динамики окружающей среды: Материалы всероссийской научной школы для молодежи (в 3 частях). Часть 3. Статьи. (Киров, 30 ноября – 5 декабря 2009 г.). – Киров: ООО «Лобань», 2010. 140 с.

ISBN 978-5-85908-165-3

В сборнике представлены материалы аспирантов, молодых ученых, студентов, выступивших с докладами на всероссийской научной школе для молодежи «Инновационные методы и подходы в изучении естественной и антропогенной динамики окружающей среды» по научным направлениям: «Биологические аспекты экологических исследований», «Палеогеографические исследования эволюции растительности, климата, почв и ландшафтов», «Экологические исследования в оценке состояния окружающей среды».

ISBN ISBN 978-5-85908-165-3

ББК 20.1в
© Вятский государственный гуманитарный университет, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Чупракова Е. И., Савиных Н. П. Таксономия, география, экология и структурная организация побегово-корневого комплекса *Epipactis palustris* (L.) Crantz (сем. *Orchidaceae*) 6

Журавлёва И. А. К экологии *Solanum dulcamara* L. (*Solanaceae*) в Европейской части России 11

Дегтерева О. П., Савиных Н. П. Побегообразование хмеля обыкновенного (*Humulus lupulus* L.) 14

Шабалкина С. В., Савиных Н. П. Строение побеговой системы *Rorippa amphibia* (L.) Bess. с позиции модульной организации 17

Садакова С. А. Геоэкологическая устойчивость природной системы Филейского местообитания кортузы Маттиоли (*Cortusa matthioli* L.). 21

Журавлёва И. А. К экологии *Solanum nigrum* L. (*Solanaceae*) в Европейской части России 23

Бобров Ю. А. К вопросу об индивидуальности у паразитных растений .. 26

Жукова О. В. Оценка формы листовой пластинки у микровидов манжетки (*Alchemilla vulgaris* L.s.l.) методом геометрической морфометрии 30

Татарников Е. В., Корчиков Е. С. О ценопопуляции ужовника обыкновенного в Красносамарском лесном массиве 33

Зимирева Е. Н., Тарасова Е. М., Вострикова О. Н. Принципы и методические подходы к интродукции редких и исчезающих растений Кировской области 36

Антипова А. В. К изучению постпирогенных процессов в Красносамарском лесном массиве 39

Кацовец Е. В. Принципы комплексной оценки лекарственного сырья на примере *Convallaria majalis* L. 41

Гапонцева Д. Р. Анализ факторов, определяющих активность природных очагов клещевого энцефалита в Удмуртии 44

Шибеев О. А. Некоторые закономерности структуры морфологических параметров медоносной пчелы 46

ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭВОЛЮЦИИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ, КЛИМАТА, ПОЧВ И ЛАНДШАФТОВ

Колеватых Е. А. К вопросу о субстантивных свойствах покровных суглинков 50

Матушкин А. С. Морфометрия привершинных поверхностей эоловых образований как предварительный этап картографирования ландшафтов дюнных полей на зандровых равнинах Кировской области 53

Нурисламов Р. Х., Мельников Л. В. Трансформация структуры лесостепных погребенных черноземов 57

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Колупаев А. В., Широких А. А., Широких И. Г. Изучение бактериального комплекса почв, загрязненных пестицидами 60

Кутлубердина Д. Р. Сравнительная эффективность обработки семян и колоса биофунгицидом на основе эндофитного штамма *Bacillus subtilis* против фузариоза..... 62

Свинолупова Л. С., Огородникова С Ю. Изучение окислительных процессов в растительных тканях, инициированных действием метилфосфоновой кислоты 65

Мальцева С. А. Обоснование методических подходов к выбору тест-объектов для биомониторинга загрязнения системы «вода – донные отложения» арсенитом натрия (на примере ОУХО «Марадыковский») 68

Зыкова Ю. Н., Злобин С. С., Березин Г. И., Елькина Т. С. Сравнительная чувствительность цианобактерии *Nostoc paludosum* и высших растений к поллютантам (тестирование по ТТХ) 70

Олькова А. С., Шулятьева Н. А. Сравнение чувствительности экспресс-методов биотестирования к загрязнению почвы техногенным фосфором 73

Старобор Н. Н. Морфологические параметры коры надпочечников мышей линии CBA в разные сроки после раздельного и сочетанного действия хронического γ-излучения и азотнокислого уранила 78

Козин В. А., Забродина З. А., Рогачева С. М., Губина Т. И. Биоиндикацинные методы в оценке воздействия сверхнизких концентраций формальдегида на живые системы 82

Артамонова Ю. В., Рогачева С. М., Бабаева М. И., Баулин С. И. Сочетанное воздействие высокочастотного электромагнитного поля и солей свинца на животных 85

Максимовских С. Ю. Влияние стероидных гликозидов на биотипы *Solanum tuberosum* 88

Корчиков Е. С. Биоэкологическая характеристика лишайников пространственно изолированных территорий..... 90

Завьялова Л. Г. Исследования эпифитной лихенофлоры единой зоны защитных мероприятий объектов по хранению и уничтожению химоружия.... 93

Адамович Т. А. Изучение особенностей накопления радионуклидов в растениях 96

Скугорева С. Г., Прошина А. Н., Журавлева Е. С. Оценка содержания нитрата аммония в воде оз. Березовое и оз. Бобровое в зоне влияния Кирово-Чепецкого химического комбината..... 99

Новокшонова Я. В., Адамович Т. А., Скугорева С. Г. Содержание ртути в почвах и донных отложениях территории вблизи Кирово-Чепецкого химического комбината 105

Олькова А. С., Сарканич Н. В. Оценка экологического состояния почв района уничтожения химического оружия по активности почвенных ферментов..... 109

Багаева С. С., Васильева А. Н. Влияние свиноводческого комплекса ЗАО «Агрофирма «Дороничи» на загрязнение природных сред 116
Стерхова А. В. Оценка загрязнения воздушного бассейна Ленинского района г.Ижевска 118
Кузнецова А. Ю. Шумовое загрязнение от машиностроительных предприятий города Ижевска..... 123
Свалова М. Н., Ашихмина Т. Я. Распространение шума в городской застройке. Снижение уровня шума зелёными насаждениями..... 126
Новикова Е. А. Общая концепция развития информационного сопровождения системы государственного экологического контроля и мониторинга в районе объекта хранения и уничтожения химического оружия 128
Ашутов К. М., Селезенев Р. В., Степанов С. А., Кротов А. А., Данилов Д. Н. Изучение биологических объектов методами нанотехнологии..... 131
Некрасова Ю. Н. Метод стандартной добавки для определения фторидов с применением ионоселективного электрода 133
Кулябин А. Н., Скугорева С. Г. О возможности использования метода вольтамперометрии для определения тяжёлых металлов (на примере кадмия) в природных объектах 136
Ретин П. А., Даровских Л. В. Определение содержания поваренной соли в вареных колбасах..... 140
Шишкин Е. А. Биогеохимический цикл превращения соединений фосфора 141

БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ТАКСОНОМИЯ, ГЕОГРАФИЯ, ЭКОЛОГИЯ И СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПОБЕГОВО-КОРНЕВОГО КОМПЛЕКСА *EPIPACTIS PALUSTRIS* (L.) CRANTZ (СЕМ. *ORCHIDACEAE*)

Е. И. Чупракова, Н. П. Савиных
Вятский государственный гуманитарный университет,
botany@vshu.kirov.ru

Семейство *Orchidaceae* – древняя группа растений, одно из крупнейших среди однодольных покрытосеменных, включает значительное число редких и исчезающих видов. В силу своих эколого-биологических и ценотических особенностей орхидные чутко реагируют на антропогенные воздействия и одними из первых выпадают из состава растительных сообществ. Поэтому необходимо изучение этих особенно редких и уязвимых видов как на органном и организменном, так и на популяционном уровнях прежде всего для разработки рекомендаций по их охране и сохранению биоразнообразия растительного покрова.

Epipactis palustris – дремлик болотный – светолюбивое растение, гелиосциофит по В.Н. Голубеву (1984), изредка встречается при небольшом затенении (4-я ступень шкалы Ландольта, 2-я ступень шкалы Элленберга). Этот гигрофит, встречается, главным образом, на сырых почвах, выдерживает периодическое затопление, избегает сухих почв (4-я ступень шкалы Ландольта, 8-я ступень шкалы Элленберга). На осушенных болотах он может сохраняться, приобретая карликовые размеры (Summerhayes, 1951). К богатству почв растение нетребовательно, может расти на бедных и очень бедных почвах (2-е ступени шкал Ландольта и Элленберга), к содержанию гумуса довольно безразлично. На богатых почвах отмечено более интенсивное ветвление корневищ (Summerhayes, 1951) и быстрое расширение занятой территории. Дремлик растет в основном на нейтральных и щелочных почвах (4-я ступень шкалы Ландольта, 8-я ступень шкалы Элленберга), избегает очень кислых почв (Вахрамеева и др., 1997). Как и другие орхидные вступает в симбиоз с грибами, интенсивность микоризы у этого растения составляет 50% (Татаренко, 1996).

E. palustris произрастает преимущественно на известковых низинных осоковых болотах, реже – в заболоченных лесах, зарослях кустарников, на заболоченных лугах (Флора СССР, 1935; Ziegenspeck, 1936; Флора европ. части СССР, 1976; Flora Europaea, 1980; Флора Сибири, 1987; Определитель сосудистых растений центра европ. России, 1995). Переходные болота со сфагновыми мхами и повышенной кислотностью субстрата обычно избегает (Ziegenspeck, 1936). Встречается на равнинах, и в горах (Summerhayes, 1951).

По общему ареалу *E. palustris* является евроазиатским видом: распространён в Северной Африке (Флора СССР, 1936; Ziegenspeck, 1936; Summerhayes, 1951; Флора европ. части СССР, 1976; Flora Europaea, 1980; Губанов, 1996). В России этот вид отмечен в пределах всей лесной зоны Европейской части, Западной и Восточной Сибири (Флора СССР, 1935; Флора европ. части СССР, 1976; Флора Сибири, 1987; Определитель сосудистых растений центра европ. России, 1995). На территории Кировской области он встречается в окрестностях г. Кирова, в Белохолуницком, Верхнекамском, Зуевском, Кирово-Чепецком, Куменском, Мурашинском, Нолинском, Оричевском, Орловском, Слободском, Советском и Фаленском районах (Красная книга Кировской области, 2001).

E. palustris – редкий вид с III-ей категорией охраны, внесен в Красную книгу Кировской области (2001), Среднего Урала (1996) и других регионов, а также в Красную книгу Украины (1981). Необходим контроль за состоянием популяций этого вида.

Материал для изучения морфологической структуры побегов *E. palustris* был собран в окрестностях с. Низево (Фаленский район) в июле 2009 года.

E. palustris – поликарпик; многолетнее явнополицентрическое вегетативно-подвижное длиннокорневищное летнезеленое травянистое растение; криптофит (по Х. Раункиеру, 1934.).

E. palustris реализует свою жизненную программу посредством образования трех типов надземных побегов: геофильных, вегетативных и вегетативно-генеративных.

Геофильная часть побега E. palustris хорошо развита, толщиной до 0,7 см в узлах закрепления (с придаточными корнями). Она образована длинными междоузлиями (1,5–7 см), несет чешуевидные листья, в пазухах которых находятся почки. Замечено, что функцию захвата территории выполняет в основном второе междоузлие каждого годового прироста, отличаясь значительно большей длиной. Третье междоузлие выполняет функцию закрепления, имеет 2 вертикальных и 3–6 значительно более длинных горизонтальных корней. В состав геофильной части входит также два метамера с короткими влагалищными листьями до 1–2 см длиной и короткими междоузлиями от 0,2 до 1,5 см длиной. Такие *геофильные побеги* образуются в предыдущий цветению вегетационный период и являются, как и у других длиннокорневищных многолетних трав, фазой в развитии монокарпического побега.

Вегетативные побеги состоят из повторяющихся разнотипных метамеров: междоузлия, узла с влагалищным или крупным листом срединной формации и почки. Основание надземной части вегетативного побега образовано длинными междоузлиями до 3–4 см длиной, постепенно сменяющимися более короткими в верхней части побега. Побег несет два влагалищных (с редуцированной листовой пластинкой) листа 3–4 см длиной (последний более крупный, можно считать переходным к листьям срединной формации), три или обычно пять нормально развитых (срединных) листьев. Листья – очередные, продолговатые или продолговато-ланцетные, заостренные; нижние – 8–15 (30) см длиной, 1,5–2,5 (4) см шириной, длиннее междоузлий; верхние – более мелкие,

ланцетные (Вахрамеева, 1997). Такие побеги есть в составе особей прегенеративного и постгенеративного периодов онтогенеза.

Вегетативно-генеративные побеги имеют сходную структуру, отличаются обычно более крупными размерами. Побег, помимо влагалищных и срединных листьев, несет в верхней части 1–2 листа верховой формации (переходный тип от листа срединной формации к прицветникам с неразвитым влагалищем и редуцированной листовой пластинкой) до 6–9 см длиной и 0,5–1,2 см шириной. Соцветие – рыхлая кисть, 6–15 (22) см длиной, из (6) 9–12 поникающих цветков. Прицветники – ланцетные, короче цветков, лишь самые нижние равны им. Цветки – довольно крупные, декоративные. Околоцветник образован 6 свободными листочками. Листочки наружного круга – ланцетные или овально-ланцетные, 8–12 мм длиной, буровато-зеленоватые, с неявными грязновато-фиолетовыми полосками с внутренней стороны, заостренные, с тремя жилками. Листочки внутреннего круга немного короче наружных, ланцетные или узкоовальные, тупые, с тремя жилками, беловатые, при основании с нерезкими полосками. Губа – 10–12 см длиной, равна или длиннее наружных листочков, разделена глубокой вырезкой на две доли. Задняя (гипохилий) доля слегка вогнутая в виде желоба, выделяет со дна нектар; снаружи розовато-белая, внутри с розовато-фиолетовыми жилками и оранжевыми бородавочками. Передняя (эпихилий) доля плоская, широкоовальная, белая с розовыми жилками. Колонка – прямая, 4–5 мм длиной, рыльце – почти квадратное с широким клювиком; пыльник – сердцевидный. Поллинии – двураздельные, грушевидные. Завязь – прямая. Плод – поникающая коробочка с многочисленными очень мелкими семенами (Вахрамеева, 1997).

И. В. Татаренко (2007) при описании структурной организации орхидных использовала понятия «побеговый модуль» и «побегово-корневой модуль» (побегово-корневой комплекс – ПКК), которые подчеркивают, что побег, или комбинация побега и корня повторяются в пространстве и во времени с определенной ритмичностью. Структурными единицами орхидных она считает метамер, ПКК и систему таких комплексов.

Мы рассмотрели структуру побегов *E. palustris* с позиций модульной организации растений (Савиных, 2007) и выделили следующие элементарные модули:

– Длинное междоузлие, узел с чешуевидным листом и почкой;
– Короткое междоузлие, узел с влагалищным листом и почкой;
– Длинное междоузлие, узел с влагалищным листом и почкой;
– Длинное междоузлие, узел с влагалищным листом и побегом возобновления;
– Длинное междоузлие, узел с листом срединной формации и почкой;
– Короткое междоузлие, узел с листом срединной формации и почкой;
– Длинное междоузлие, узел с листом верховой формации;
– Длинное междоузлие, узел с влагалищным листом и побегом n+1 порядка (очень редко);
– Короткое междоузлие, узел с чешуевидным листом и цветком.

Из вышеперечисленных элементов строятся универсальные модули – побеги дремлика. Они дифференцированы на структурно-функциональные зоны, типичные (Тролль, 1964; Борисова, Попова, 1990) для монокарпических побегов длиннопобеговых трав сезонного климата (рис.):

1) нижняя зона торможения, представленная геофильной частью ПКК;
2) зона возобновления – 2 метамера с влагалищными листьями в зоне поворота монокарпического побега;
3) средняя зона торможения из метамеров с листьями срединной формации;
4) соцветие.

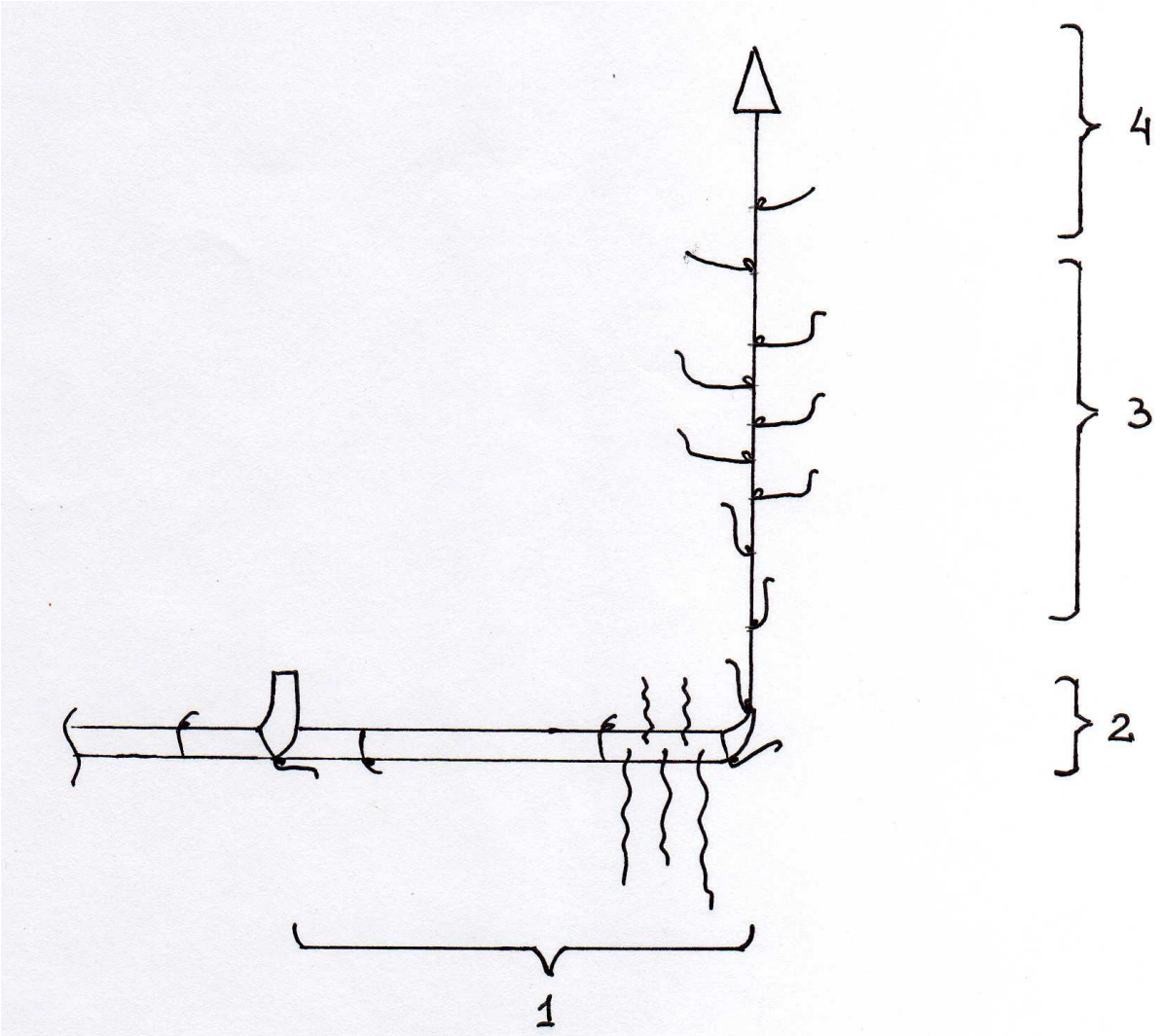


Рис. Структурно-функциональные зоны ПКК *E. palustris*: 1 – нижняя зона торможения, 2 – зона возобновления, 3 – средняя зона торможения, 4 – соцветие

Таким образом, универсальный модуль побеговой структуры дремлика болотного представлен ПКК и соответствует монокарпическому побегу типичных длиннопобеговых трав сезонного климата.

Совокупность ПКК дремлика болотного формирует сложную побеговую систему, которая образует основной модуль – корневище, построенное по типу симподия монохазия, поскольку в зоне возобновления образуется обычно по

одному побегу замещения. В силу корневищной природы и статуса охраняемого растения рассматривать другие особенности основного модуля мы не имеем возможности.

Литература

Борисова И. В., Попова Т. А. Разнообразие функционально-зональной структуры побегов многолетних трав // Ботан. журн. 1990. 75, № 10. С. 1420–1425.

Вахрамеева М. Г., Варлыгина Т. И., Баталов А. Е., Тимченко И. А., Богомолова Т. И. Дремлик болотный // Биол. флора Московской области. М., 1997. Вып. 13. С. 51–62.

Голубев В. Н. Биологическая флора Крыма. Ялта, 1984. 215 с. Деп. ВИНИТИ № 5770884.

Губанов И. А. Конспект флоры Внешней Монголии (сосудистые растения). М., 1996. 136 с.

Красная книга Белорусской ССР. Минск, 1981. 281 с.

Красная книга Кировской области: животные, растения, грибы / Отв. ред. Л. Н. Добринский, Н. С. Корытин. Екатеринбург, 2001.

Красная книга Среднего Урала (Свердловская и Пермская области): редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных и растений. Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 1996. 279 с.

Определитель сосудистых растений центра европейской России. М., 1995. 560 с.

Савиных Н. П. Модульная организация растений // Онтогенетический атлас растений / Отв. ред. Л.А. Жукова. Йошкар-Ола, 2007. Т. 5. С. 15–34.

Татаренко И. В. Биоморфология орхидных (*Orchidaceae* Juss.) России и Японии / Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук. М., 2007.

Татаренко И. В. Орхидные России: жизненные формы, биология, вопросы охраны. М., 1996.

Флора европейской части СССР. Л., 1976. Т. 1–2.

Флора Сибири. Новосибирск, 1987.

Флора СССР. М.; Л., 1935. Т. 3, 4; 1936. Т. 6.

Flora Europaea. London, New York, Melbourne. 1980. V. 5.

Raunkier C. The life forms of plants and statistical plant geography. Oxford: Clarendon Press., 1934. 632 p.

Summerhayes V. S. Wild Orchids of Britain. London: Collins, 1951. 290 p.

Troll W. Die Infloreszenzen. Jena, 1964. Bd 1.

Ziegenspeck H. *Orchidaceae* // Lebensgeschichte der Bliitenpflanzen Mitteleuropas. Stuttgart, 1936. Bd. 1. Lfd. 4. 840 S.

К ЭКОЛОГИИ *SOLANUM DULCAMARA* L. (*SOLANACEAE*) В ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

И. А. Журавлёва
Вятский государственный гуманитарный университет,
botany@vshu.kirov.ru

Паслён сладко-горький (*Solanum dulcamara* L.) представляет собой листопадный лиановидный полукустарник с деревянистым ползучим корневищем (Пояркова, 1955). Стебли извилистые, лазящие, у основания древеснеющие (Губанов с соавт., 2004). Верхние листья у основания глубоко рассечены, образуя одну-две ланцетные доли. Остальные листья цельные, яйцевидные или ланцетные (Пояркова, 1955). Цветки собраны по 6–15 в верхушечные соцветия. Цветки от белого до лилового цвета. Плод – ярко-красная яйцевидная ягода (Губанов с соавт., 2004).

Это цветковое двудольное растение; по А. Л. Тахтаджяну (1987) род *Solanum* L. относится к порядку *Solanales*, семейству *Solanaceae* Juss.., подсемейству *Solanoideae*, трибе *Solaneae*. А. И. Пояркова (1981) *S. dulcamara* включает в подрод *Solanum*, в секцию *Dulcamara* (Dun.) Bitter.

Ареал вида охватывает всю Европу и западную окраину Западной Сибири; как заносное встречается в Предкавказье, Средней Азии и Северной Америки, где местами натурализовался (Пояркова, 1981). В Европейской части России *S. dulcamara* распространён от Карелии до Черноморского побережья и от западных границ до Урала (Пояркова, 1955, 1981).

Ягоды до 2 см длиной, ярко-красные, привлекающие внимание, в тоже время, в незрелом состоянии, как и у всех представителей семейства, содержат ядовитый алкалоид соланин, который неполностью разрушается при созревании. В связи с этим, часть авторов считает вид зоохорным (например, Шлякова, 1982), а часть (например, Тарасова, 2007) – автохорным.

Для Зарубежной Европы Г. Эленбергом (1974) и Е. Ландольтом (1977) были определены экологические условия мест произрастания *S. dulcamara* для равнинных и горных областей соответственно. Г. Эленберг (1974) считает это растение полусветовым (7 по шкале освещенности), произрастающим на влажных почвах (8 по шкале влажности) с высоким содержанием азота (8 по шкале богатства почв минеральным азотом). По Е. Ландольту (1977) оно является полутеневым (3 по шкале освещенности), произрастающим на почвах от среднесухих до влажных (3 по шкале влажности), богатых (4 по шкале богатства почв питательными веществами) со средним содержанием гумуса (3 по шкале содержания гумуса), слабокислых с pH=4,5–7,5 (3 по шкале кислотности почв), тонкодисперсных, водонепроницаемых, плохо аэрируемых (5 по шкале механического состава и структуры почвы).

Д. Н. Цыганов (1983) для Европейской части бывшего СССР приводит следующий диапазон экологических условий мест произрастания *S. dulcamara*:

– Термоклиматическая шкала (Tm)

Вид находится в диапазоне от 5 до 12 баллов, то есть от бореальной до субсредиземноморской экологической свиты.

– Шкала континентальности климата (Kn)

S. dulcamara занимает промежуток от 3 до 13 баллов, то есть от океанической до континентальной экологической свиты.

– Омброклиматическая шкала аридно-гумидности (Om)

Вид находится в диапазоне от 5 до 12 баллов, что соответствует интервалу от мезоаридной до эугумидной экологической свиты.

– Криоклиматическая шкала (Cr)

Виду соответствует промежуток от 5 до 11 баллов, то есть он произрастает в условиях от довольно суровых до теплых зим.

– Шкала увлажнения почв (Hd)

По отношению к данному фактору, *S. dulcamara* занимает от 11 до 21 баллов. Это растение обитает в диапазоне почв: от сухолесолуговых до прибрежноводных.

– Шкала солевого режима почв (Tr)

Вид находится в промежутке от 3 до 9 баллов, таким образом, он может произрастать как на бедных, так и на богатых почвах.

– Шкала кислотности почв (Rc)

По отношению к кислотности почв вид располагается в интервале от 1 до 11 баллов, то есть может расти и на очень кислых, и на слабощелочных почвах.

– Шкала богатства почв азотом (Nt)

Данный вид находится в промежутке от 7 до 11 баллов, что соответствует почвам от достаточно обеспеченных азотом до избыточно богатых.

– Шкала освещённости-затенения (Lc)

S. dulcamara может встречаться в диапазоне освещённости от открытых (полуоткрытых) пространств до особо тенистых лесов (2–9 баллов).

Графическое отображение амплитуды экологического ареала *S. dulcamara* по шкалам Д. Н. Цыганова (1983) приведено на рис. 1.

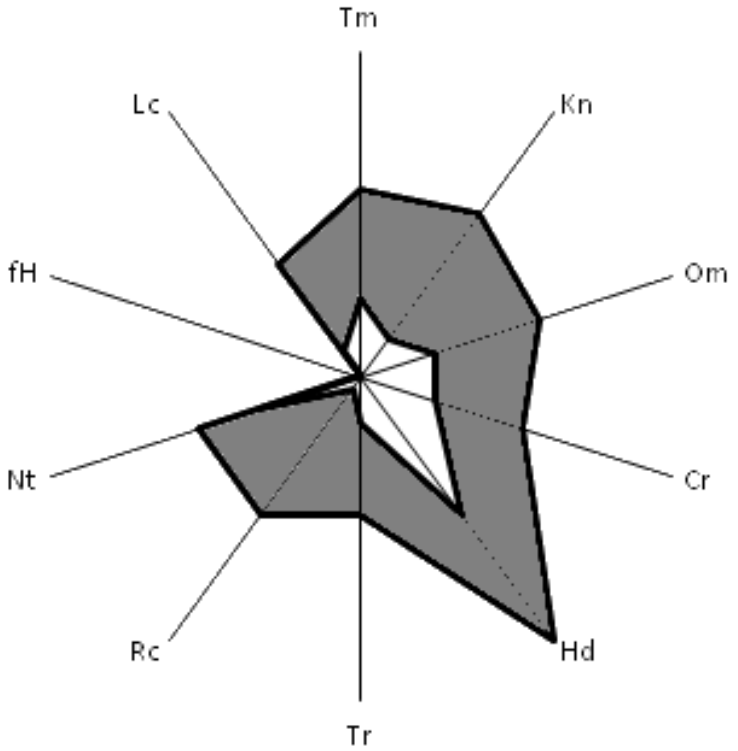


Рис. 1. Амплитуда экологического ареала *S. dulcamara* по шкалам Д. Н. Цыганова (1983)

Экологическая валентность вида определяется как отношение числа ступеней конкретной шкалы, занятой данным видом, к общей протяженности шкалы в баллах (Жукова, 2004). На основе градации шкал была определена экологическая валентность *S. dulcamara.* Данный вид характеризуется высокой валентностью по отношению к факторам континентальности климата (Kn=0,73), освещенности-затенения (Lc=0,89) и кислотности почв (Rc=0,85). По отношению к 5 факторам вид характеризуется средней валентностью (Tm=0,47; Om=0,53; Cr=0,47; Hd=0,48; Nt=0,46). По отношению к солевому режиму почв вид является гемистенобионтным (Tr=0,37).

Формула, характеризующая отношение *S. dulcamara* к набору факторов, выглядит следующим образом: $Э_{Kn\ Lc\ Rc}\ M_{6.}$

Индекс толерантности вида (I_t), определяемый как отношение сумм экологических валентностей с суммой шкал (Жукова, 2004), у *S. dulcamara* равен 0,58 и в совокупности ко всем факторам характеризует вид как гемиэврибионтный.

Эколого-ценотическая группа – нитрофильные растения, подгруппа – лесные нитрофилы.

Благодаря широкой экологической валентности, *S. dulcamara* встречается в разных типах сообществ. В результате анализа центральных и региональных флор и определителей, а также изучения фондов гербарной коллекции ВятГГУ и гербария МПГУ (MOSP) нами выявлены следующие места обитания данного вида: леса разных типов (сосновые, дубовые, дубово-грабовые, березовые), заросли ивы и ольхи, кустарники, закустаренные степные склоны, сырые места в степи, луга, поля, овраги, берега водоемов и морские побережья, болота и ан-

тропогенные места обитания (в том числе обочины дорог, насыпи железных дорог, вдоль заборов и по свалкам).

Широкая экологическая валентность вида, разнообразие фитоценозов, в которые он входит, и высокая вариабельность диплоидного набора хромосом (2n=24-28, 48, 72; по: Пояркова, 1981) свидетельствуют, на наш взгляд, о том, что *S. dulcamara* является сборным видов, состоящим из совокупности мелких, каждый из которых характеризуется более узким экологическим ареалом. Этот вопрос нуждается в дальнейшем исследовании.

Литература

Губанов И. А., Киселёва К. В., Новиков В. С., Тихомиров В. Н. Иллюстрированный определитель растений Средней России. В 3 т. Том 3: Покрытосеменные (Двудольные: Раздельнолепестные). М., 2004. 168 с.

Жукова Л. А. Оценка экологической валентности видов основных эколого-ценотических групп // Восточноевропейский леса. История в голоцене и современность. В 2 кн. Кн. 1. М.: Наука, 2004. С. 256–270.

Пояркова А. И. Сем. CXLI. Паслёновые – *Solanaceae* Pers. // Флора СССР. В 30 т. Том 22 / Под ред. Б. К. Шишкина, Е. Г. Боброва. М.;Л.: Изд-во АН СССР, 1955. С. 8–123.

Пояркова А. И. Сем. 141. *Solanaceae* Juss. – Паслёновые // Флора Европейской части СССР. В 20 т. Том 5 / Под ред. Ан. А. Федорова. Л.: Наука, 1981. С. 179–201.

Тарасова Е. М. Флора Вятского края: Сосудистые растения. Киров, 2007. 440 с.

Тахтаджян А. Л. Система магнолиофитов. Л.: Наука, 1987. 439 с.

Цыганов Д. Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука, 1983. 196 с.

Шлякова Е. В. Определитель сорно-полевых растений Нечерноземной зоны. Л.: Колос, 1982. 208 с.

Ellenberg H. Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas. Gottingen, 1974. 97 s.

Landolt E. Okologische Zeigerwerts zur Sweizer Flora // Veroff. Geobot. Inst. ETH. Zurich. 1977. H. 64. S. 1–208.

ПОБЕГООБРАЗОВАНИЕ ХМЕЛЯ ОБЫКНОВЕННОГО (*HUMULUS LUPULUS* L.)

О. П. Дегтерева, Н. П. Савиных
Вятский государственный гуманитарный университет,
botany@vshu.kirov.ru

Растительный мир характеризуется достаточно большим разнообразием видов, форм, приспособившихся к самым разнообразным условиям существования. В связи с этим каждый вид имеет свои характерные черты, выраженные во внешнем и внутреннем строении.

Для понимания причин и закономерностей роста, развития, особенностей специализации отдельных частей растения, их функции необходимо изучать строение органов и систем, внешний вид и структуру растений, проводить изучение растения как объекта, состоящего из элементарных модулей (терм.: Савиных, 2006), находящихся в непосредственном взаимоотношении друг с другом.

С этой целью в период с 2007 по 2009 г.г. было проведено изучение хмеля обыкновенного (Humulus lupulus L.), с выяснением модульного строения, оценкой качественного и количественного состава модулей, их соотношения, строения и местоположения на побеге, связанных с этим функций. Также изучены особенности строения подземной части растения, в ходе которого выяснена её организация и функциональное значение отдельных элементов.

Хмель обыкновенный – многолетняя травянистая корневищная двудомная вьющаяся лиана. В пределах его побеговой системы выделили 22 варианта элементарных модулей (Дегтерева, Савиных, 2008). Так как у всех элементарных модулей междоузлия длинные, мы классифицировали их по типу листьев и пазушных структур (почек и их производных) и выделили 3 группы: вегетативные, генеративные, вегетативно-генеративные.

Вегетативные модули состоят из междоузлия и узла, в состав которого входят разные по форме пластинки (сердцевидные, трёхлопастные, пятилопастные) листья, а также почки или их производные.

Степень расчленения листа меняется в связи с порядком ветвления побега. Поэтому в пределах одного узла листья различны: пятилопастные у исходного и трехлопастные у боковых или трехлопастные у исходного и цельные у боковых побегов.

Генеративные модули представлены междоузлием, узлом и генеративными боковыми побегами (соцветиями) на разной стадии цветения и плодоношения.

Вегетативно-генеративные модули состоят из междоузлия и узла, в состав которого входят листья разной формации, почки или их производные: цветоносные побеги или побеги уже находящиеся в фазе плодоношения.

В течение вегетационного периода развивается побеговая система до трёх порядков ветвления. Все 22 элементарных модуля входят в состав побега n-го порядка. Из них формируются также 24 вида побегов n+1 порядка, которые могут быть вегетативными, генеративными и вегетативно-генеративными и 17 видов побегов n+2 порядка этих же типов. Побеги n+3 порядка всегда генеративные.

Поземная часть хмеля обыкновенного представляет собой также достаточно сложную структуру. Это утолщенное корневище с 8-10 толстыми корнями (углубляются в почву до 5 м) и боковыми разветвлёнными в верхней части с густой сетью мелких корешков. На апикальной части исходного, формирующими парциальный куст корневища находится до 20-30 геофильных побегов с зимующими почками, из которых весной отрастают надземные ветвящиеся монокарпические побеги следующего порядка ветвления.

Образовавшиеся новые геофильные побеги служат для расселения растения, они обычно имеют светлую окраску и четко выраженную метамерную структуру, каждый метамер представлен узлом, междоузлием, супротивно расположенными чешуевидными листьями, в пазухах которых расположены хорошо развитые почки. Из почек в последствие в случае укоренения узла образуются боковые геофильные или надземные побеги.

В последствие геофильные побеги первого года утолщаются, буреют, зимующие почки остаются только в местах укоренения, метамерная структура становится менее выраженной.

В целом можно сказать, что все корневища делятся на две группы:

1) Выполняющие функцию расселения;

2) Дающие основу для будущего побегообразования; это сформировавшиеся резиды – уже укоренившиеся, способные обеспечить развитие парциальных кустов растения.

К корневищам, выполняющим функцию расселения, относятся коммуникационные подземные побеги, сформировавшиеся из длинных геофильных побегов.

Ко второй группе относятся двулетние и более старые корневища, имеющие укоренившиеся узлы, корни, уходящие вглубь, а также боковые корневища, возникшие в составе парциального куста из коротких геофильных участков надземных побегов.

Стоит отметить, что для подземной части хмеля обыкновенного характерно деление по порядкам ветвления, в зависимости от которых корневища выполняют ту или иную функцию, следовательно, относится к первой или второй группе.

В надземной части побеговой системы возможно, как и у трав сезонного климата, выделить несколько зон: нижняя зона торможения, зона обогащения и верхняя зона торможения. Нижняя зона торможения представлена геофильной частью побега, вегетативные модули с трех- и пятилопастными листьями формируют среднюю зону торможения; в составе зоны обогащения есть модули всех типов, в верхней её части– только генеративные модули.

Хмель обыкновенный является травянистой лианой, поэтому надземная и подземная части у него имеет вид и строение таковых у типичных трав.

Развитие побеговой системы хмеля обыкновенного можно представить в виде следующих этапов:

1. Почка возобновления.
2. Геофильный побег.
3. Монокарпический побег.
4. Парциальный куст.

Таким образом, для побеговой системы хмеля обыкновенного характерны определенный тип монокарпического побега и большое число составляющих его элементов, а также разнообразные типы побегов в системе исходного побега. Для подземной части – деление по функциям, в зависимости от возраста образований, наличие укоренившихся участков, способствующих дальнейшему расселению и развитию растения.

Литература

Дегтерева О. П., Савиных Н. П. Типы побегов хмеля обыкновенного с позиции модульной организации // Экология родного края – проблемы и пути их решения. Материалы четвертой областной научно-практической конференции молодежи 27–28 апреля 2008 г. Киров: ВятГГУ, 2009. С. 73–75.

Савиных Н. П. Род вероника: морфология и эволюция жизненных форм. Киров: ВятГГУ, 2006. 324 с.

СТРОЕНИЕ ПОБЕГОВОЙ СИСТЕМЫ *RORIPPA AMPHIBIA* (L.) BESS. С ПОЗИЦИИ МОДУЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

С. В. Шабалкина, Н. П. Савиных
Вятский государственный гуманитарный университет,
botany@vshu.kirov.ru

Исследование структурной организации растений имеет длительную историю. В ходе развития биоморфологии как науки сформировалось несколько подходов к расчленению тела у растений. С конца XX века структура растений всё чаще рассматривается с позиции модульной организации (Антонова, 1999; Марфенин, 1999; Савиных, 2000, 2007).

В последние годы с применением данного подхода активно исследуют водные и прибрежно-водные растения. С использованием трёх категорий модулей в настоящее время изучены виды рода *Veronica* (Савиных, 2000), гидро- и гелофиты (Лелекова, 2006), некоторые кистекорневые и сплавинообразующие гигрогелофиты (Мальцева, 2008; Современные подходы…, 2008), столонно-розеточные гидрофиты (Петухова, 2008; Современные подходы…, 2008) и другие виды. Исследований с данных позиций *Rorippa amphibia* (L.) Bess. в отечественной и зарубежной литературе нами не отмечено.

Жерушник земноводный – вид умеренно-тёплых широт. Большинство флористов определяют его ареал как евразиатский, Цвелёв Н. Н. (2000) – европейско-североафрикано-западно-среднеазиатский. По классификации растений водоёмов и водотоков он входит в состав экологической группы гигрогелофитов – растений уреза воды, характерных для низких уровней береговой зоны, встречающихся на отмелях при глубине до 20 (40) см и сплавинах (Папченков, 2003). *R. amphibia* произрастает также в канавах, неглубоких озёрах, по топким берегам небольших рек, на зарастающих мелководьях прудов, по окраинам болот, на заливных лугах у воды и в воде. В народной медицине применяется как антигельминтное, диуретическое, противоцинготное средство; побеги и листья применяются также в пищу, подземная часть используется в качестве заменителя хрена (Растительные ресурсы, 1985).

R. amphibia малолетник или даже однолетник вегетативного происхождения, поликарпик, вегетативно-подвижное явнополицентрическое растение с изменяющими направление роста полурозеточными монокарпическими побегами, гемикриптофит.

В строении побегового тела растения выделяем модули трёх категорий: элементарный, универсальный и основной (терм.: Савиных, 2000).

Элементарный модуль (по терминологии Барыкиной и Гуленковой, 1983 – элементарный метамер) представлен участком побега, состоящим из узла, нижележащего междоузлия, листа, пазушной почки или её производных. У *R. amphibia* в зависимости от длины междоузлия, места расположения на побеге, производных пазушных почек были выявлены следующие элементарные метамеры (рис. 1):

1) укороченное междоузлие, узел, лист срединной формации, почка возобновления (рис. 1, *А*);

2) укороченное междоузлие, узел, лист срединной формации, 2 сериальные почки (рис. 1, *Б*);

3) укороченное междоузлие, узел, лист переходного типа[1], генеративный побег (рис. 1, *В*);

4) удлинённое междоузлие, узел, лист срединной формации, вегетативный розеточный побег с придаточными корнями (рис. 1, *Г*);

5) удлинённое междоузлие, узел, лист срединной формации (или переходного типа), сериальный комплекс из вегетативно-генеративного побега и вегетативного розеточного побега с придаточными корнями (рис. 1, *Д*);

6) удлинённое междоузлие, узел, лист переходного типа, сериальный комплекс из генеративного и вегетативного розеточного побега с придаточными корнями (рис. 1, *Е*);

7) удлинённое междоузлие, узел, лист срединной формации (или переходного типа), вегетативно-генеративный побег (рис.1, *Ж*);

8) удлинённое междоузлие, узел, лист переходного типа, генеративный побег (рис. 1, *З*);

9) удлинённое междоузлие, узел, лист срединной формации, не реализованная почка (рис. 1, *И*);

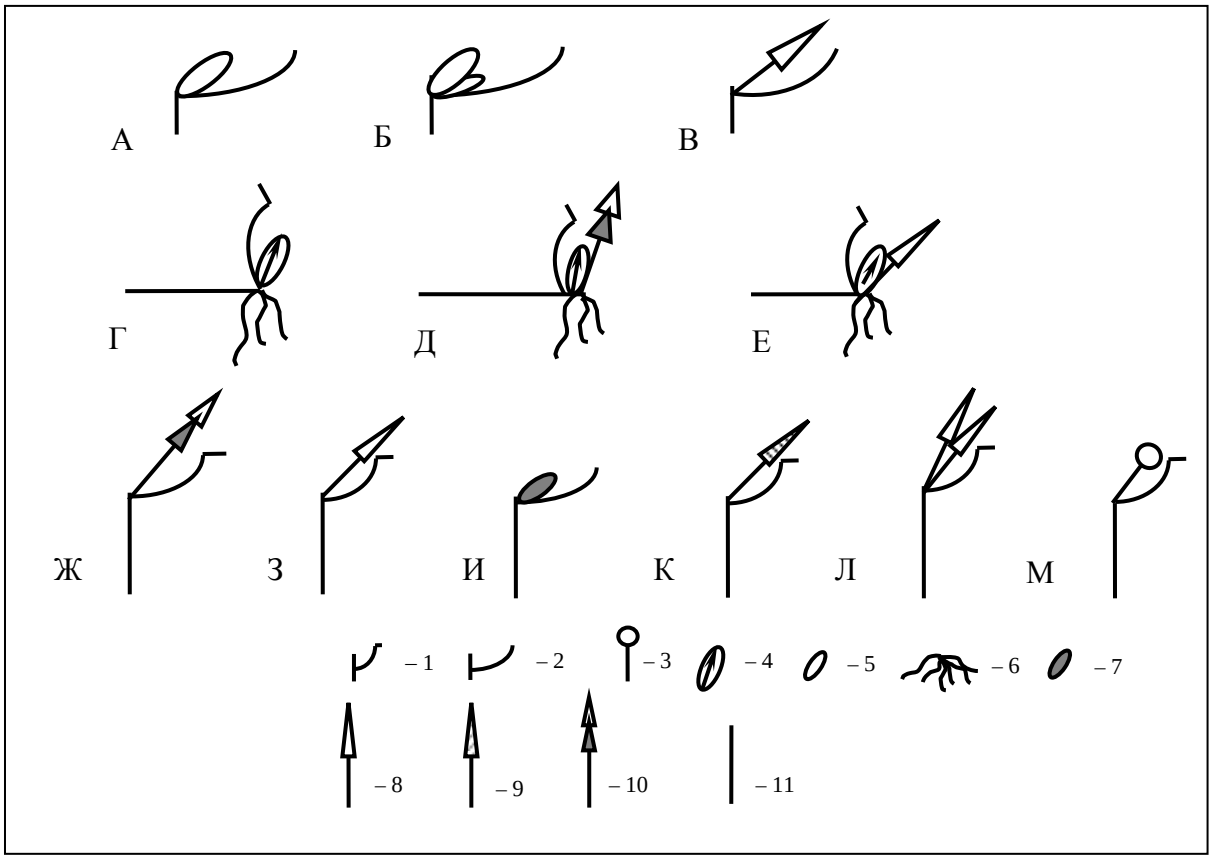
10) удлинённое междоузлие, узел, лист срединной формации, не развившийся вегетативно-генеративный побег (рис. 1, *К*);

11) удлинённое междоузлие, узел, лист переходного типа, 2 генеративных побега (рис. 1, *Л*);

12) удлинённое междоузлие, узел, лист переходного типа, цветок (рис. 1, *М*).

Рис. 1. Элементарные модули *Rorippa aphmibia*: А-М – типы элементарных

[1] здесь и далее лист зелёного цвета, сидячий, но листовая пластинка значительно меньше по размеру таковой листьев срединной формации, практически всегда цельнокрайняя.



побегов; 1 – лист удлинённой части побега, 2 – лист укороченной части побега, 3 – цветок, 4 – боковой силлептический или пролептический вегетативный розеточный побег, 5 – почка возобновления, 6 – система придаточных корней, 7 – не реализующаяся почка, 8 – кисть, 9 – не реализованный вегетативно-генеративный побег, 10 – вегетативно-генеративный побег, 11 – однолетние части побегов

Разнообразные сочетания элементарных метамеров образуют модуль следующего порядка сложности – универсальный модуль – одноосный побег (по Л. Е. Гатцук, 1974). У *R. amphibia* данная категория может быть представлена: 1) системой озимого, ди- или трициклического полурозеточного монокарпического побега особи с боковыми вегетативными розеточными побегами (рис. 2, *А*), изменяющему своё направление роста с ортотропного на плагиотропное, что соответствует зрелому моноподиальному побегу (терм.: Савиных, 1978), 2) вегетативным ассимилирующим ортотропным розеточным побегом (рис. 2, *Б*) или 3) системой временно-верхнерозеточного побега с боковыми вегетативными розеточными побегами – системой побега с неполным циклом развития (рис. 2, *В*). Два последних возможно рассматривать как фазу в развитии особи.

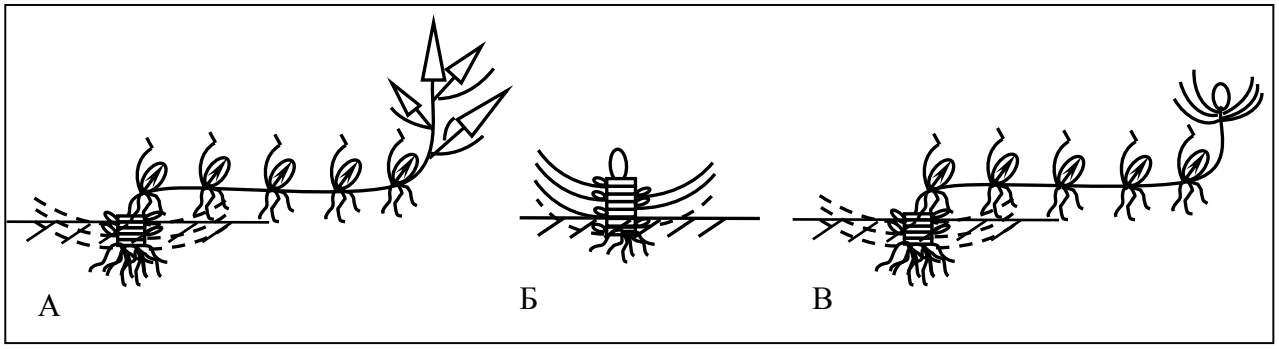


Рис. 2. Универсальные модули *Rorippa aphmibia*:
условные обозначения те же, что и на рис. 1

На основе универсального модуля или его части формируется основной модуль – это пространственно-временная структура, повторяющаяся у зрелых генеративных особей. В одном случае у *R. amphibia* он представлен системой вегетативно-генеративного полурозеточного побега с развитыми боковыми силлептическими вегетативными розеточными побегами и корнями, а особь имеет вид вегетативно-подвижного малолетника или однолетника вегетативного происхождения с фенобиоморфой явнополицентрического растения. В данном случае основной и универсальный модули совпадают. Другой вариант основного модуля – симподий, составленный чаще всего основаниями двух монокарпических побегов. В этом случае особь можно охарактеризовать как моноцентрический замещающий малолетник. Необходимо отметить, что последний вариант основного модуля встречается довольно редко из-за быстрого перегнивания базальных участков.

Литература

Антонова И. С., Лагунова Н. Г. О модульной организации некоторых групп высших растений // Журн. общ. биол. 1999. Т. 60. № 1. С. 49–59.

Барыкина Р. П., Гуленкова М. А. Элементарный метамер побега цветкового растения // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 1983. Т. 88. Вып. 6. 1983. С. 62–73.

Гатцук Л. Е. Геммаксиллярные растения и система соподчинённых единиц их побегового тела // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 1974. Т. 79. Вып. 1. С. 100–113.

Лелекова Е. В. Биоморфология водных и прибрежно-водных семенных растений северо-востока Европейской России: Дисс. … канд. Биол. Наук. Киров, 2006. 189 с.

Мальцева Т. А. Побеговая система *Caltha palustris* L. с позиций модульной организации // Вестник ТвГУ. Сер. «Биол. и экол». 2008. Вып. 9 № 25 (85). С. 134–138.

Марфенин Н. Н. Концепция модульной организации в развитии // Журн. общ. биол. 1999. Т. 60. № 1. С. 6–17.

Папченков В. Г. Основные гидроботанические понятия и сопутствующие им термины // Всосоюз. конф. по вод. и прибреж.-вод. растениям: Тез. докл. Борок, 2003. С. 27–38.

Петухова Д. Ю. Биоморфология столонно-розеточных гидрофитов: Дисс. … канд. биол. наук. Киров, 2008. 207 с.

Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование. Сем. Paeoniaceae – Thymelaeaceae. Л.: Наука, 1985. 336 с.

Савиных Н. П. Побегообразование и большой жизненный цикл *Veronica officinalis* L. // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 1978. Т. 83. Вып. 43. С. 123–133.

Савиных Н. П. Биоморфология вероник России и сопредельных государств. Автореф. дисс. … д-ра биол. наук. М., 2000. 32 с.

Савиных Н. П. Модульная организация растений // Онтогенетический атлас лекарственных растений. Т. V. Йошкар-Ола, 2007. С. 15–34.

Современные подходы к описанию структуры растения / Под ред. Н. П. Савиных и Ю. А. Боброва. Киров: ООО «Лобань», 2008. 355 с.

Цвелёв Н. Н. Определитель сосудистых растений северо-западной России (Ленинградская, Псковская и Новгородская обл.) Спб.: Изд-во СПХФА, 2000. 781 с.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ПРИРОДНОЙ СИСТЕМЫ ФИЛЕЙСКОГО МЕСТООБИТАНИЯ КОРТУЗЫ МАТТИОЛИ (*CORTUSA MATTHIOLI* L.).

С. А. Садакова
Вятский государственный гуманитарный университет,
botany@vshu.kirov.ru

Кортуза Маттиоли (*Cortusa matthioli* L.) из семейства первоцветные (*Primulaceae*) в пределах Кировской области рассматривается как реликт ледниковой эпохи и занесена в Красную книгу Кировской области как редкий вид с третьей категорией охраны (Красная книга…, 2001).

К биологическим памятникам природы водоохранного назначения относится территория Филейской популяция кортузы Маттиоли на лесистом склоне устьевой части Филейского оврага в г. Кирове. Реликтовость вида обусловлена тем, что послеледниковое время этот горно-лесной вид сохранился лишь в специфических местообитаниях – в относительно затененных местах, избыточно увлажненных известковистыми холодными проточными водами. Долгое время Филейское местообитание кортузы считалось единственным в области. В настоящее время в Кировской области обнаружено 5 мест произрастания этого растения: Филейское (г. Киров), пос. Кстинино и д. Ореховцы (Кирово-Чепецкий район), а также в Афанасьевском и Зуевском районах.

Для того, чтобы понять причину формирования и сохранения специфических условий произрастания этого вида мы изучили геологическое прошлое и этапы формировния мезорельефа района произрастания, а также проанализировали условия сохранения вида в эпоху оледенения.

Морфоскульптура надпойменной террасы реки Вятки на участке Филейского обнажения необычна тем, что, протягиваясь на несколько километров, прерывается на месте моста через р. Вятку. Изучение гидрологического режима, типа почв и геоморфологического строения склона было выполнено нами в августе 2009 года (когда склон не так сильно обводнен, как в мае и другие месяцы). В результате анализа исторических источников по освоению этой территории было выявлено, что склон сформировался в результате эрозионной деятельности вод реки Филейки, которая в первой половине XX века была осушена и направлена в водосточную трубу; в данное время этот поток имеет название «ручей Безымянный».

На поверхность в районе Филейского местообитания кортузы Маттиоли выступают слои пермской системы казанского и татарского ярусов, которые четко просматриваются здесь (Соловьев, 1997). Часть этих пород были изначально карбонатными, сцементированными в разной степени. Влияние остаточной карбонатности пермских отложений на современные экосистемы косвенное и лишь в местах близкого залегания. Таким образом, можно предполагать, что избыток кальция в грунтовых водах на Филейском местообитании приобретен от близкого залегания этой породы и дает основание для формирования дерново-карбонатных почв с образованием на поверхности известковых туфов на органических основаниях. Именно здесь, на туфовых образованиях стабильно встречаются большое число особей и проростки. На глинистых субстратах проростки не отмечены.

Потоки источника разделяются и образуют сеть, часть которой размывает глинистый субстрат. В этой части фитоценоза на почве отсутствует мохово-лишайниковый ярус. Соотношение туфового и глинистого покрова для всей территории популяции кортузы на Филейке почти одинаково.

Условия туфообразования формируют устойчивую геоэкологическую среду, обеспечивающую сохранение настоящей популяции кортуза Маттиоли. На подвижном, переувлажненном глинистом субстрате растения кортузы более уязвимы к действию физических факторов (вымывание корневищ, промерзание, смещение поверхностных слоев делювия). Снижение численности локусов в этой части популяции вызывает опасения за существование вида в характеризуемой части ареала.

Изучение процессов сохранения популяций кортузы Маттиоли в эпоху оледенения играет большую роль для определения устойчивости вида к действию геоэкологических факторов.

Частью ареала кортузы Маттиоли является русская равнина, в особенности, ее внутренние районы, для которых главную роль играют отложения ледниковой и лессово-почвенно-криогенной формаций (Величко, и др., 2005). Неоднократно многие районы русской равнины были заняты льдами покровных оледенений. Основной ареной для их распространения служили низменности. Ледник каждый раз распространялся не повсеместно; оставались не покрытые льдом территории, где могли сохраниться современные виды растений, и откуда они эмигрировали как в межледниковое время, так и в послеледниковый период. В результате ареалы видов разрывались. Причиной дизъюнкции могло быть географическое смещение границ европейской флоры во время оледенения: европейская флора по окончании ледникового периода с одной стороны стала подниматься на горы, а с другой стороны – вслед за отступающим ледником стала продвигаться к северу. В том числе, лесная растительность даже в период максимального оледенения сохранялась в небольших убежищах юга Европы, Карпат, Средней России, Среднего и Южного Урала, в Казахской горной области и Средней Сибири (Frenzel, 1968). Все эти убежища не представляли собой обширных лесов, а лишь группы изолированных небольших рощ в пределах тундры и холодной степи. За длительный период изоляции видов в убежищах в популяциях протекал естественный отбор под влиянием изменив-

шихся климатических условий, и происходила дивергенция многих признаков. Именно такие убежища, устойчивые в геоэкологическом отношении природные системы, создали условия для сохранения реликтовых видов.

Литература

Красная книга Кировской области: Животные, растения, грибы / Отв. ред. Л. Н. Добринский, Н. С. Корытин. Екатеринбург: Изд-во Урал, ун-та, 2001. 288 с.

Величко А. А., Нечаев В. П., Морозова Т. Д., Тимирёва С. Н., Панин П. Г. Новые данные по строению лёссово-почвенно-криогенной формации вблизи северной границы ее расположения на Восточно-Европейской равнине // Квартер-2005. Мат-лы IV Всерос. совещ. по изучению четвертичного периода. Сыктывкар, 2005. С. 66–68.

Frenzel B. The Pleistocene Vegetation of Northern Eurasia // Science. 1968. Vol. 161. № 3842. P. 637–649.

К ЭКОЛОГИИ *SOLANUM NIGRUM* L. (*SOLANACEAE*) В ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

И. А. Журавлёва

Вятский государственный гуманитарный университет,

botany@vshu.kirov.ru

Паслен чёрный (Solanum nigrum L.) – однолетнее растение, высотой до 50 см. Стебли прямостоячие, крепкие, растопырено-ветвистые, голые или опушённые в верхней части (Губанов с соавт., 2004). Листья сочные, толстоватые, голые или негусто опушённые, удлинённо-яйцевидные с клиновидным или округло-клиновидным основанием. Большей частью они цельнокрайние, лишь в нижней половине – выемчато-угловатые (Пояркова, 1955). Цветки собраны в 3–8-цветковые внепазушные соцветия. Венчик белый. Плоды – чёрные шаровидные ягоды (Губанов с соавт., 2004).

Это цветковое двудольное растение; по А. Л. Тахтаджяну (1987) род Solanum L. относится к порядку Solanales, семейству Solanaceae Juss.., подсемейству Solanoideae, трибе Solaneae. А. И. Пояркова (1981) S. nigrum включает в подрод Solanum, в секцию Solanum (Dun.) Bitter.

Евразиатское растение, занесённое в Северную Америку, где местами натурализовалось (Губанов с соавт., 2004). Вид характерен для Скандинавии, Средней Европы и Средиземноморья. В России S. nigrum распространён в европейской части, на Кавказе и в Закавказье, в Западной и Восточной Сибири. Изредка встречается в Иране, указан для стран Восточной Азии. В Средней Азии занимает все районы, но встречается редко (Пояркова, 1955, 1981).

По Е. В. Шляковой (1982) S. nigrum является антропохором и зоохором, согласно другим авторам (например, Тарасова, 2007) – автохором и зоохором. Кроме того, семена перезревших ягод пристают к шерсти животных, и таким образом распространяются (Маевский, 1961).

Для Зарубежной Европы Г. Эленбергом (1974) и Е. Ландольтом (1977) были определены экологические условия мест произрастания S. nigrum для равнинных и горных областей соответственно. Г. Эленберг (1974) считает это растение полусветовым (7 по шкале освещенности), произрастающим на свежих почвах (5 по шкале влажности) с высоким содержанием азота (8 по шкале богатства почв минеральным азотом), предпочитающее нейтральную, а также кислую и щелочную реакцию (7 по шкале кислотности почв). По Е. Ландольту (1977) оно является полусветовым (4 по шкале освещенности), произрастающим на почвах от средней сухости до влажных (3 по шкале влажности), богатых (4 по шкале богатства почв питательными веществами) со средним содержанием гумуса (3 по шкале содержания гумуса), кислых – pH=3,5–5,6 – (4 по шкале кислотности почв), мелкопесчаных, довольно хорошо аэрируемых (4 по шкале механического состава и структуры почвы).

Д. Н. Цыганов (1983) для Европейской части бывшего СССР приводит следующий диапазон экологических условий мест произрастания S. nigrum:

– Термоклиматическая шкала (Tm)

Вид находится в диапазоне от 6 до 14 баллов, то есть от бореальной (суббореальной) до средиземноморской (тропической) экологической свиты.

– Шкала континентальности климата (Kn)

S. nigrum занимает промежуток от 3 до 13 баллов, то есть от океанической до континентальной экологической свиты.

– Омброклиматическая шкала аридно-гумидности (Om)

Вид находится в диапазоне от 3 до 12 баллов, что соответствует интервалу от аридной до гумидной экологической свиты.

– Криоклиматическая шкала (Cr)

Виду соответствует промежуток от 4 до 14 баллов, то есть он произрастает в условиях от суровых зим (довольно суровых зим) до очень теплых зим (невыраженных зим).

– Шкала увлажнения почв (Hd)

По отношению к данному фактору, S. nigrum занимает от 9 до 13 баллов. Это растение обитает в диапазоне почв от лугово-степных до влажно-лесолуговых.

– Шкала солевого режима почв (Tr)

Вид находится в промежутке от 4 до 9 баллов, таким образом, он может произрастать как на бедных (небогатых), так и на богатых почвах.

– Шкала кислотности почв (Rc)

По отношению к кислотности почв вид располагается в интервале от 5 до 11 баллов, то есть может расти и на кислых, и на слабощелочных почвах.

– Шкала богатства почв азотом (Nt)

Данный вид находится в промежутке от 7 до 11 баллов, что соответствует почвам от достаточно обеспеченных азотом до избыточно богатых.

– Шкала освещённости-затенения (Lc)

S. nigrum может встречаться в диапазоне освещённости от открытых пространств до светлых лесов (1-6 баллов).

Графическое отображение амплитуды экологического ареала S. nigrum по шкалам Д. Н. Цыганова (1983) приведено на рис. 1.

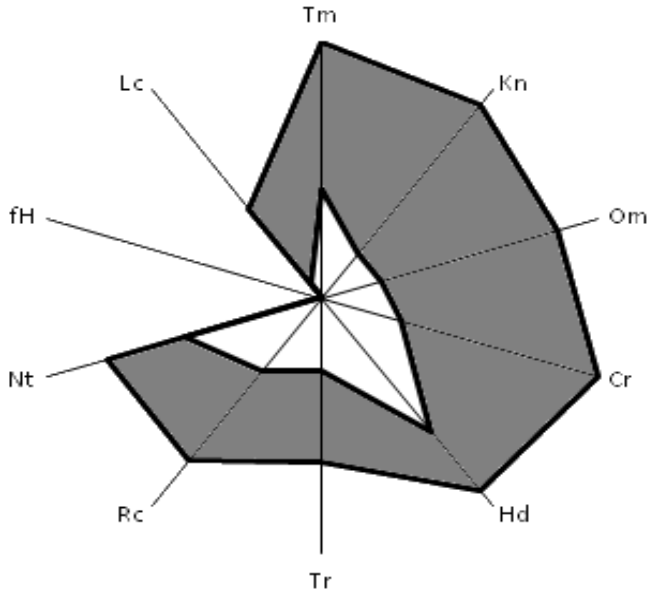


Рис. 1. Амплитуда экологического ареала *S. nigrum* по шкалам Д. Н. Цыганова (1983)

Экологическая валентность вида определяется как отношение числа ступеней конкретной шкалы, занятой данным видом, к общей протяженности шкалы в баллах (Жукова, 2004). На основе градации шкал была определена экологическая валентность S. nigrum – данный вид характеризуется высокой валентностью по отношению к факторам континентальности климата (Kn=0,73), криоклиматическим факторам (Cr=0,73), омброклиматическим факторам аридности-гумидности (Om=0,67), факторам освещённости-затенения (Lc=0,67). По отношению к фактору кислотности (Rc=0,54) и богатства почв азотом (Nt=0,45), по термоклиматическому фактору (Tm=0,53), вид характеризуется средней валентностью. По отношению к фактору солевого режима почв (Tr=0,31) и их увлажнения (Hd=0,22) – низкой валентностью.

Формула, характеризующая отношение S. nigrum к набору факторов, выглядит следующим образом: $Э_{KnCrOmLc}M_{RcTmNt}C_{TrHd}$.

Индекс толерантности вида (I_t), определяемый как отношение сумм экологических валентностей с суммой шкал (Жукова, 2004), у S. nigrum равен 0,54 и в совокупности ко всем факторам характеризует вид как мезобионтный.

Благодаря широкой экологической валентности, S. nigrum встречается в достаточно разнообразных типах сообществ. В результате анализа центральных и региональных флор и определителей, а также изучения фондов гербарной коллекции ВятГГУ и гербария МПГУ (MOSP) нами выявлены следующие местообитания данного вида: леса, редколесье, приречные кустарники, берега рек, виноградники, пещеры и антропогенные места произрастания (сады, огороды, обочины полей, дорог, у жилья, железнодорожные насыпи, сорные места). Таким образом, прослеживается явное тяготение вида к антропогенным сообществам.

Относительно широкая экологическая валентность вида позволяет S. nigrum в настоящее время расширять свой ареал, входя в число видов - спутников человека. Диплоидный набор хромосом (2n=60, 72; по: Цвелёв, 2000) свидетельствует, на наш взгляд, что это достаточно молодой вид, находящийся в стадии становления. При вопросе о стабильности морфологической структуры растения в разных частях ареала и разных ценозах требует дальнейшего изучения.

Литература

Губанов И. А., Киселёва К. В., Новиков В. С., Тихомиров В. Н. Иллюстрированный определитель растений Средней России. В 3 т. Том 3: Покрытосеменные (Двудольные: Раздельнолепестные). М., 2004. 168 с.

Жукова Л. А. Оценка экологической валентности видов основных эколого-ценотических групп // Восточноевропейский леса: История в голоцене и современность. В 2 кн. Кн. 1. М.: Наука, 2004. С. 256–270.

Маевский П. Ф. Осенняя флора средней полосы Европейской части СССР. М.: Учпедгиз, 1961. 151 с.

Пояркова А. И. Сем. CXLI. Паслёновые – *Solanaceae* Pers. // Флора СССР. В 30 т. Том 22 / Под ред. Б. К. Шишкина, Е. Г. Боброва. М.;Л.: Изд-во АН СССР, 1955. С. 8–123.

Пояркова А. И. Сем. 141. *Solanaceae* Juss. – Паслёновые // Флора Европейской части СССР. В 20 т. Том 5 / Под ред. Ан. А. Федорова. Л.: Наука, 1981. С. 179–201.

Тарасова Е. М. Флора Вятского края: Сосудистые растения. Киров, 2007. 440 с.

Тахтаджян А. Л. Система магнолиофитов. Л.: Наука, 1987. 439 с.

Цвелёв Н. Н. Определитель сосудистых растений Северо-Западной России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области). СПб.: Изд-во СПХФА, 2000. 781 с.

Цыганов Д. Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука, 1983. 196 с.

Шлякова Е. В. Определитель сорно-полевых растений Нечерноземной зоны. Л.: Колос, 1982. 208 с.

Ellenberg H. Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas. Gottingen, 1974. 97 s.

Landolt E. Okologische Zeigerwerts zur Sweizer Flora // Veroff. Geobot. Inst. ETH. Zurich. 1977. H. 64. S. 1–208.

К ВОПРОСУ ОБ ИНДИВИДУАЛЬНОСТИ У ПАРАЗИТНЫХ РАСТЕНИЙ

Ю. А. Бобров
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,
orthilia@yandex.ru

Вопрос об индивидуальности и проблема особи у растений давно является предметом ожесточённых дискуссий. Очевидно, что в отличие от подавляющего большинства животных, представленного унитарными или метамерными организмами, для которых характерен один цикл морфогенеза, абсолютное большинство растений представляют собой организмы модульные, отличающиеся циклическим морфогенезом. В результате отдельные их части обладают относительной независимостью. Явление автономности частей растения, достаточно давно отмеченное исследователями, выразилось в крайней форме в при-

знании растительного организма колонией отдельных особей (см. обзор Гатцук, 2008).

Очевидно, что сведение морфогенеза любого растения к совокупности частных морфогенезов отдельных «самостоятельных» фитонов не верно; в тоже время для растений явнополицентричных проблема автономности парциальных образований стоит достаточно остро. Введённая в популяционных исследованиях концепция счётных, или фитоценотических единиц, под которыми понимают некоторую часть организма, обладающую собственным фитогенным полем и оказывающим, как следствие, независимое от остальных частей этого же растения влияние на среду, по-прежнему, приводит нас к принятию взглядов на, по крайней мере, некоторые растения, как на колонии.

Проблема выделения фитоценотических счётных единиц поставила вопрос о целостности растительной особи. Была выдвинута и обоснована концепция двух её сторон – морфологической и фитоценотической. Под морфологической целостностью следует понимать физическую непрерывность тела индивидуума; под физиологической – взаимозависимость и взаимосвязь физиологических процессов отдельных частей особи. При этом именно последняя, по-видимому, является важнейшей характеристикой, отделяющей один организм от другого.

Общеизвестно (см., например, Полевой, 1989), что физиологическая целостность растительного организма обеспечивается рядом регуляторных систем (как на клеточном, так и на межклеточном уровне) и системой их интеграции. По-видимому, важнейшей регуляторной системой межклеточного уровня является гормональная; при этом важнейшие фитогормоны синтезируются в апексах побегов и корней. Эти же точки роста являются и узловыми элементами системы интеграции регуляторных воздействий, его доминирующими центрами организма, то есть такими участками, которые оказывают решающее влияние на развитие соседних тканей.

В этой связи неудивительно, что парциальные образования явнополицентрических растений, обладая и апексом побега, и апексом корня, показывают определённую (часто – очень значительную) степень автономности. При этом интересно, что морфогенез некоторых таких парцелл вполне повторяет онтогенез особи, возникшей семенным путём, хотя причины такого «омоложения» (вряд ли можно использовать данный термин без кавычек, так как апикальная меристема в течение всей своей жизни остаётся эмбриональной тканью, а именно она отвечает за ход морфогенеза) не ясны.

Итак, можно сказать, что для семенных растений важнейшим критерием индивидуальности является их физиологическая целостность. Пока сохраняется единство в течении процессов жизнедеятельности на всём протяжении тела растения, то мы можем считать его единым организмом, как только нарушается – перед нами две (или более) особи.

Однако, есть ряд цветковых растений, для которых данный подход, как минимум, не совсем применим, и в первую очередь – это растения с гетеротрофным типом питания.

Как известно (Терёхин, 1977) такие растения условно подразделяются на четыре этологические группы, объединённые в два больших типа: формы «Orobanchaceae» и «Cuscutaceae» составляют тип ксенопаразитных растений, формы «Pyrolaceae» и «Orchidaceae» – аллелопаразитных. Для первых характерно паразитирование на (обычно) высших растениях, причём контакты между паразитом и хозяином устанавливаются напрямую. Представители второго типа паразитируют на грибах и с их помощью уже – на высших растения. В любом из этих двух случаев устанавливается тесный морфологический контакт между двумя хозяином и паразитом; причём и через гаустории, и через грибные гифы, очевидно, происходит усвоение не только питательных веществ, но и гормонов.

Насколько велико влияние доминирующих центров хозяина на ткани паразита? Наиболее крайний вариант этого явления демонстрирует ряд эндопаразитов, то есть цветковых растений, развивающихся в виде клеточных тяжей или аморфных образований в тканях растения-хозяина. У представителей большинства таких видов обычно устанавливается изофазность цветения между паразитом и хозяином, а в некоторых случаях, как, например, у пилостилеса Гаусскнехта (*Pilostyles haussknechti, Rafflesiaceae*) устанавливается и зависимость цветорасположения от листорасположения у хозяина. Считается, что благодаря внедрению клеток паразита в апекс растения-хозяина, происходит синхронизация между отложением зачатка нового листа растением-хозяином и нового цветка растением-паразитом.

Интересно и то, что чем более специализированную форму ксенопаразита мы рассматриваем, тем на более ранних стадиях его онтогенеза видим начало формирование симбиоза. Семена многих наиболее специализированных форм вообще не способны к прорастанию без воздействия на них корневых выделений будущего растения-хозяина. Кроме того, зависимость паразита от хозяина часто так высока, что внутри видов ксенопаразитов возможно выделение физиологических рас, то есть групп особей, приспособленных к обитанию на одних видах растений-хозяев и не выживающих на других (см., например, Бейлин, 1968 и другие его работы).

Таким образом, в крайних случаях ксенопаразитного типа чужеядности мы видим систему из представителей двух разных таксонов (которых друг от друга мы можем отличить анатомическими и цито-генетическими методами), причём эта система ведёт себя как единый организм и характеризуется и морфологической, и физиологической целостностью. Полагаем, что в этом случае уже нельзя говорить об отдельных организмах (т), но следует говорить о системе «цветковое растение – цветковое растение», представляющей собой нечто новое, относительно слагающих её частей.

Относительно самостоятельности паразитных растений второго типа (аллопаразитов), то данных здесь гораздо меньше. Многие исследователи вообще до сих пор отрицают существование такой группы растений, как микопаразиты, предпочитая называть их сапрофитами, в крайнем случае – микотрофными организмами. В тоже время достаточно большое число исследований (см., например, работы Bjorkman, 1960 и др. по физиологии *Hypopitys monotropa, Monotropoideae, Ericaceae*) демонстрируют, что эти растения не только лизируют гифы

гриба, но и получают через него органические вещества от произрастающих рядом растений. Трудно допустить, что где-то на уровне контакта гриба с растением-хозяином или между грибом и аллопаразитом происходит избирательное поглощение одних органических веществ (углеводов) и «отсев» других (фитогормонов).

Вероятно, велико и влияние гормонов, синтезируемых непосредственно микосимбионтом. Так, рост побегов наиболее специализированных микопаразитных растений (а высота побегов, например, некоторых вертляницевых достигает 1,5 м) имеет резкий, взрывной характер; он, происходит преимущественно за счёт наполнения клеток водой, однако по сравнению с бизкородственными им грушанковыми, и общее число клеток заметно больше. Одновременно с усилением связи с микосибионтом, кроме увеличения числа клеток в составе элементарного метамера и последних в составе элементарного побега, происходит полное исчезновение придаточных корней, а протосомная часть уменьшается в длину (хотя и становится более разветвлённой и обычно более утолщённой). Всё это напоминает картину действия гиббереллинов, однако, сравнительные исследования концентрации этих фитогормонов в эволюционном ряду трансформации жизненных форм отсутствуют.

Как и у ксенопаразитов в онтогенезе аллопаразитов контакт с питающим субстратом (в данном случае – микосимбионтом) в эволюционном плане сдвигается на всё более ранние этапы так, что у наиболее продвинутых форм без стимуляции грибом семена теряют способность к прорастанию. При этом физиологических рас на данный момент не отмечено, что, возможно, связано с плохой изученностью этих отношений.

Таким образом, и в крайних случаях аллопаразитного типа чужеядности перед нами предстаёт не одиночное цветковое растение, поселившееся на грибе и питающееся им, а система «цветковое растение – гриб», где, как минимум, цветковое растение рассматривать как отдельный организм нельзя – хотя они могут быть достаточно чётко разведены морфологическими методами (площадь контакта между симбионтами не слишком велика), физиологически они, по-видимому, представляют собой единую общность.

В целом, на наш взгляд, в отношении паразитных цветковых растений говорить об отдельных организмах нельзя. Являясь более или менее обособленными на начальных этапах эволюции (и на каких-то первых стадиях своего онтогенеза), на её вершине они становятся системой из двух и более компонентов, где однозначно отделить одну особь от другой невозможно.

Литература

Бейлин И. Г. Цветковые полупаразиты и паразиты. М.: Наука, 1968. 118 с.

Гатцук Л. Е. Унитарные и модульные живые существа: к истории развития концепции // Вестн. ТвГУ. Серия «Биология и экология». 2008. № 9. С. 29–41.

Полевой В. В. Физиология растений. М.: Высшая школа, 1989. 464 с.

Терёхин Э. С. Паразитные цветковые растения: Эволюция онтогенеза и образа жизни. Л.: Наука, 1977. 220 с.

Bjorkman E. *Monotropa hypopitys* L. – an apiparasite on tree roots // Phsyol. Plant. 1960. V. 13. № 2. P. 308–327.

ОЦЕНКА ФОРМЫ ЛИСТОВОЙ ПЛАСТИНКИ У МИКРОВИДОВ МАНЖЕТКИ (*ALCHEMILLA VULGARIS* L.S.L.) МЕТОДОМ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОРФОМЕТРИИ

О. В. Жукова
Марийский государственный университет,
olga-v-zhukova@mail.ru

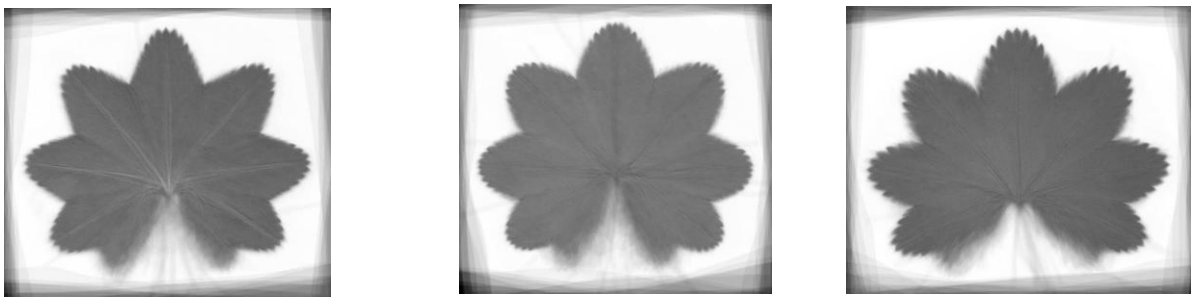
Морфологическое описание сводит бесконечное разнообразие листьев к ограниченному набору признаков. Одна из фундаментальных задач биологических исследований – анализ разнообразия формы «в чистом виде», т.е. полностью исключая влияния «размерного» фактора. Метод геометрической морфометрии, основанный на идеях Д′Арси Томпсона, позволяет исключить влияние размеров на результаты анализа формы объектов (морфологических структур). Метод геометрической морфометрии основан на многомерном анализе координат меток, расставляемых в соответствии с определенными правилами на поверхности морфологического объекта (Павлинов, 2000; Павлинов, Микешина , 2002).

Проблема различения формы листовой пластинки актуальна для микровидов манжетки, произрастающей в пределах Восточной Европы, которая в настоящее рассматривается в качестве агамно-полового комплекса *Alchemilla vulgaris* L.s.l. (Глазунова, 1977). В Республике Марий Эл выявлено 28 микровидов. Форма листовой пластинки входит в комплекс диагностических признаков (Тихомиров и др., 1995). Цель настоящей работы – оценить форму листовой пластинки у микровидов манжетки методом геометрической морфометрии.

Материал собран на территории Республики Марий Эл в Куженерском районе в окрестностях д. Русские Шои (М1) и в двух местообитаниях Горномарийского района в окрестностях д. Паулкино (Гр 1, Гр 2).

Сравнили форму листовых пластинок у микровидов *Alchemilla gracilis* Opiz., *A. monticola* Opiz., *A. schistophylla* Juz. g_3 онтогенетического состояния из местообитания М1. На 25 отсканированных листовых пластинках каждого микровида расставляли по 28 меток на 7 лопастях. Дискриминантный анализ по комплексу значений относительных координат листовых пластинок разных микровидов выявил статистически высоко значимые различия формы листовых пластинок трех микровидов ($P<10^{-5}$).

Эталонная конфигурация листовой пластинки *A.gracilis* округлая, с 9 лопастями треугольной формы, несущими мелкие острые зубцы (рис. 1). Эталонная конфигурация листовой пластинки *A.monticola* округлая, 9-лопастная, лопасти полукруглые, с мелкими туповатыми зубцами. Эталонная конфигурация *A. schistophylla* почковидная, с отчетливыми надрезами между лопастями, лопасти полукруглые, с крупными островатыми зубцами.

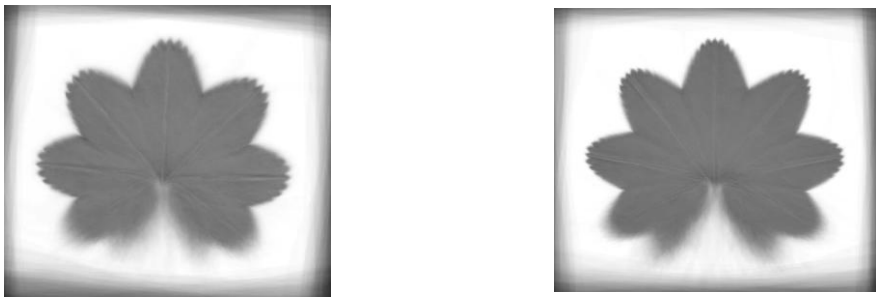


а б в

Рис. 1. Эталонная конфигурация листовой пластинки:
а – *A.gracilis*; б – *A.monticola*; в – *A.schistophylla*

Сравнили форму листовой пластинки *A.gracilis* генеративного периода в экологически контрастных местообитаниях Гр1 и Гр2. Наибольшими размерами характеризуются листовые пластинки из Гр2, где влажнолуговое увлажнение (Кодочигова, Парастаева, 2004). На 81 отсканированной листовой пластинке из каждого местообитания расставляли по 22 метки на 5 лопастях. Дискриминантный анализ по комплексу относительных координат выявил статистически высоко значимые различия формы листовой пластинки в экологически контрастных местообитаниях ($P< 0{,}01\times10^{-3}$).

Эталонная конфигурация листовой пластинки *A. gracilis* в Гр1, характеризующемся сухолуговым увлажнением, почковидной формы с округлыми лопастями, редкими и крупными зубцами (рис. 2). Главные жилки вторых пар лопастей относительно главной жилки центральной лопасти располагаются практически под прямым углом. Эталонная конфигурация листовой пластинки в Гр2, характеризующемся влажнолуговым увлажнением, имеет округлую форму с лопастями треугольной формы, частыми и мелкими зубцами. Главные жилки вторых пар лопастей относительно главной жилки центральной лопасти располагаются под углом менее 90°. Согласно диагнозу во «Флоре СССР» (Юзепчук, 1941), для микровида *A. gracilis* характерна листовая пластинка с треугольными лопастями. Полученные данные свидетельствуют об оптимальном для этого микровида влажнолуговом увлажнении.



а *б*

Рис. 2. Эталонная конфигурация листовой пластинки *A.gracilis*:
а – листовая пластинка в Гр1; *б* – листовая пластинка в Гр2

Автор выражает благодарность А. Г. Васильеву, И. А. Васильевой за помощь в освоении метода геометрической морфометрии и обсуждение материала, Э. В. Шестаковой – за рекомендации при составлении морфологических описаний, И. А. Кшнясеву – за советы при статистической обработке данных, Л. Л. Войта – за помощь в реализации метода геометрической морфометрии, Н. В. Глотову – за советы и рекомендации в ходе обсуждения и оформления работы.

Работа выполнена при поддержке Гранта РФФИ (проект № 09-04-00780-а) и Гранта МарГУ (задание Мин. образования и науки РФ).

Литература

Глазунова К. П. О возможности применения теории агамно-полового комплекса к систематике покрытосеменных растений (на примере рода *Alchemilla* L.) // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 82. Вып. 5. 1977. С. 129–139.

Жукова О. В., Загайнова Е. С., Глотов Н. В. Изменчивость формы листовой пластинки *Alchemilla gracilis* Opiz в экологически контрастных местообитаниях / XII съезд Русского ботанического общества: Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века. Матер. всероссийской конференции. Часть 1. Структурная ботаника. Эмбриология и репродуктивная биология. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2008. С. 37–40.

Кодочигова (Жукова) О. В., Парастаева Н. Г. Изменчивость морфометрических признаков *Alchemilla gracilis* Opiz в контрастных экологических условиях // Методы популяционной биологии: Сб. матер. докладов VII Всероссийского популяционного семинара. Сыктывкар, 2004. Ч. 1. С. 104–106.

Кодочигова (Жукова) О. В., Глотов Н. В., Бакулина О. Г. Изменчивость листовых пластинок микровидов манжетки (*Alchemilla gracilis* Opiz, *A.monticola* Opiz, *A.schistophyla* Juz.) // Особь и популяция – стратегии жизни. Сборник материалов IX Всероссийского популяционного семинара. Уфа: Издательский дом ООО «Вилли Окслер», 2006. Ч. 2. С. 187–194.

Кодочигова О. В., Парастаева Н. Г. Изменчивость морфометрических признаков *Alchemilla gracilis* Opiz в контрастных экологических условиях / Методы популяционной биологии: Сб. матер. докладов VII Всероссийского популяционного семинара (часть 1). Сыктывкар, 2004. С. 104–106.

Павлинов И. Я. Геометрическая морфометрия черепа мышевидных грызунов (*Mammalia, Rodentia*): связь формы черепа с пищевой специализацией // Журн. общ. биологии. 2000. Т. 61, № 6. С. 583–600.

Павлинов И. Я., Микешина И. Я. Принципы и методы геометрической морфометрии // Журн. общ. биологии. 2002. Т. 63, № 6. С. 473–493.

Тихомиров В. Н., Нотов А. А., Петухова Л. В., Глазунова К. П. Род Манжетка // Флора Московской области. Вып. 10. М.: Изд-во МГУ, Изд-во Аргус, 1995. С. 83–118.
Юзепчук С. В. Манжетка − *Alchimilla* L. // Флора СССР. Т. 10. М., Л., 1941. С. 289–410.

О ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ УЖОВНИКА ОБЫКНОВЕННОГО В КРАСНОСАМАРСКОМ ЛЕСНОМ МАССИВЕ

Е. В. Татарников [1]***, Е. С. Корчиков*** [2]
ГОУ ВПО «Самарский государственный университет»,
tev7@inbox.ru, evkor@inbox.ru

Красносамарский лесной массив располагается в Самарской области на рубеже лесостепной и степной зон в подзоне разнотравно-типчаково-ковыльных степей обыкновенного чернозёма. Его площадь составляет приблизительно 30 тыс. га. Он находится в долине среднего течения р. Самары – одного из притоков р. Волги. Климат здесь характеризуется континентальностью и засушливостью. Среднегодовая температура воздуха в январе –13,8 °С, в июле – от +20,8 до +21,0 °С, среднегодовая сумма осадков – 560 мм, из них 330 приходятся на тёплый период года (Коломыц и др., 1995).

Впервые ужовник обыкновенный (*Ophioglossum vulgatum* L.) был обнаружен в Самарской области Е. И. Исполатовым около ста лет назад в окрестностях с. Большое Микушкино Искалинского района Самарской области. С тех пор никто его не находил на территории области. Весной 2008 г. в районе озера Мохового экспедицией кафедры экологии, ботаники и охраны природы Самарского государственного университета была обнаружена одна ценопопуляция (Прохорова и др., 2008). Широкое распространение ужовника осложнено особенностями его жизненного цикла. Гаметофит *O. vulgatum* длительно развивается под землёй (10–20 лет), более того, созревание зародыша спорофита также длится несколько лет (Филин, 1978). Поэтому этот крайне редкий вид требует применения особых охранных мер, в том числе и постоянного мониторинга численности и устойчивости его ценопопуляций.

Во время полевого изучения ценопопуляций ужовника нами было выполнено общее геоботаническое описание сообщества, в котором он произрастает. Здесь нами заложено 50 временных пробных площадей 1х1 м для оценки состояния покрытосеменных растений, также определены размеры и плотность ценопопуляций папоротника, в каждой из них измерены его высота и число спороносных особей, под которыми мы понимаем спорофиты, имеющие спороносный колосок. Влажность воздуха измерялась при помощи психрометра Ассмана, а освещённость – люксметром «Ю-116». Кроме того, был выполнен комплексный анализ почвы по стандартным методикам (Прохорова, Кавеленова, 2008).

В результате полевых исследований нами было выявлено 9 дискретных группировок в ценопопуляции ужовника обыкновенного в Красносамарском лесном массиве (табл.).

Группировка № 2 в отличие от других характеризовалась наибольшими размерами и максимальным числом особей. Группировка № 9 лишь немногим уступает № 2 как по размерам, так и по числу особей. В группировке № 1 выявлено наименьшее число особей ужовника, а № 5 имеет минимальную площадь. Высота растений варьировала в пределах от 12,3 до 18,3 см, при этом максимальная высота отмечалась у растений из группировки № 7. Число спороносных особей достигло своего максимума в группировке № 6 (11 экземпляров), несмотря на её незначительную площадь. Плотность также варьировала в широких пределах от 5,25 до 20,51 экземпляров на м^2, со средним значением 9,59 экз./м^2. Группировка № 8 при её небольших размерах обладает максимальной плотностью – 20,51 экз./м^2 (табл.).

Таблица

Некоторые характеристики выявленных дискретных группировок (ДГ) в ценопопуляции ужовника обыкновенного в Красносамарском лесном массиве (6.06.09)

№ ДГ	Размер ДГ, м	Число особей, экз.	Число спороносных особей, экз.	Плотность ДГ, экз./м^2	Высота растений, см
1	1,4 x 0,8	6	0	5,35	12,3
2	6,3 x 3,9	129	5	5,25	16,7
3	7,9 x 1,0	49	3	6,20	18,0
4	2,8 x 0,8	22	1	9,82	17,0
5	1,3 x 0,8	8	3	7,69	18,0
6	2,4 x 1,7	31	11	7,59	18,0
7	0,4 x 2,9	19	3	16,30	18,3
8	1,2 x 1,3	32	2	20,51	13,6
9	6,1 x 2,3	107	5	7,60	15,6

Выявленная ценопопуляция ужовника обыкновенного произрастают на суглинистой почве, со средним содержанием гумуса 9,91%, ионов Ca^{2+} 10–1 мг/100 мл вытяжки при незначительном содержании хлорид- и сульфат-ионов (1,0–0,1 и менее 0,5 мг/100 мл вытяжки соответственно). Следовательно, данный папоротник предпочитает в условиях степного Заволжья гумусированную суглинистую почву с повышенным содержанием в ней карбонатов.

Ужовник обыкновенный в Красносамарском лесном массиве произрастает в осиново-берёзовом насаждении полуосветлённой структуры в стадии самоизреживания. В травянистом покрове сообщества доминируют *Inula helenium* L. (18,7% проективного покрытия), *Eupatorium cannabinum* L. (24,2%), *Angelica archangelica* L. (12,2%), *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv. (25,0%), *Molinia caerulea* (L.) Moench. (18,8%). В древостое представлены *Betula pendula* Roth и *Populus tremula* L. в соотношении 9:1. Средняя высота берёз – 14,0 м, а средний диаметр её стволов – 16,7 см. Кустарниковый ярус слагают *Frangula alnus* Mill., *Ribes nigrum* L., *Rhamnus cathartica* L., *Viburnum opulus* L., *Rosa majalis* Herrm., его сомкнутость составляет 0,21. Влажность воздуха, по отношению к открытой местности, составляет 112,66%, средняя освещённость здесь 8071 лк.

В целом отмечается достаточно высокая плотность ценопопуляции редкого папоротника в зоне степи. Это стало возможным, на наш взгляд, благодаря стабильно повышенной влажности почвы в результате высокого уровня грунтовых вод в окрестностях Мохового озера, наличию особого микоризного гриба в березняках, характерному окружению травянистых растений, а также незначительной рекреационной нагрузки.

Таким образом, в Красносамарском лесном массиве особи ужовника обыкновенного в большинстве дискретных группировок формируют спороносные колоски, ценопопуляция имеет достаточно высокую плотность и численность, а также занимает существенную территорию, что свидетельствует о её древности и стабильности. Кроме того, следует отметить, что для дальнейшего распространения и увеличения численности *O. vulgatum* в указанном местообитании необходимо сохранение соответствующего температурного режима, режима увлажнения, освещённости, состава почвы, то есть экологической ниши сообщества в целом. С этой целью мы предложили выделить территорию озера Мохового с его окрестностями (площадью 495 га) как памятник природы регионального значения «Урочище Моховое» (Прохорова и др., 2008), а также внести ужовник обыкновенный в очередное издание Красной книги Самарской области.

Литература

Прохорова Н. В., Кавеленова Л. М. Науки о Земле. Практикум по общему почвоведению с основами геологии. Самара: Самарский университет, 2008. 98 с.

Прохорова Н. В., Корчиков Е. С., Плаксина Т. И., Макарова Ю. В., Козлов А. Н. Раритетные виды растений, лишайников и мхов Красносамарского лесничества // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития: Матер. Всеросс. научно-практич. конф. с междунар. участием. Вып. VI. Ч. 1. Киров: О-Краткое, 2008. С. 86–89.

Коломыц Э. Г., Розенберг Г. С., Колкутин В. И., Юнина В. П. и др. Экология ландшафтов Волжского бассейна в системе глобальных изменений климата (прогнозный Атлас-монография). Нижний Новгород: Интер-Волга, 1995. 163 с.

Филин В. Р. Семейство Ужовниковые (Ophioglossaceae) // Жизнь растений. М., Просвещение, 1978. Т. 4. С. 171–175.

ПРИНЦИПЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИНТРОДУКЦИИ РЕДКИХ И ИСЧЕЗАЮЩИХ РАСТЕНИЙ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е. Н. Зимирева, Е. М. Тарасова, О. Н. Вострикова
Вятский государственный гуманитарный университет,
katerina-zimirev@mail.ru

Интродукция растений является экспериментом, связанным с определенными трудностями и риском, которые могут быть снижены при последовательном осуществлении следующих этапов работы (Переселение растений..., 2001):

– Предварительное изучение редких и исчезающих видов местной флоры;

– Составление эколого-биологической характеристики будущего интродуцента:

– Систематическая принадлежность объекта,

– Географический ареал и распространение в пределах России и Кировской области,

– Лимитирующие факторы.

Все эти сведения используют при подборе местообитаний для создания искусственных популяций растений.

Выбор объектов для интродукции.

При отборе видов следует руководствоваться следующими критериями (Изучение редких растений…, 2008):

– необходимость интродукции для выживания вида;

– возможность осуществления интродукции с агротехнической точки зрения;

– наличие подходящего участка для проведения интродукционных работ;

– биолого-экологические особенности вида;

– степень уязвимости вида.

Сбор исходного материала (семян или целых растений) в природе.

Для того чтобы искусственно создаваемые популяции обладали необходимыми адаптационными возможностями, они должны обладать генетически гетерогенным составом исходного материала, что может быть достигнуто отбором посадочного материала для интродукции из разных природных ценопопуляций (Изучение редких растений…, 2008).

В целом сбор исходного материала в естественных условиях должен производиться (Переселение растений..., 2001):

– с участков соответствующих относительному оптимуму обитания представителей данного вида;

– на экологически различных участках, т. е. местообитаниях, расположенных на границах ареала вида, поскольку именно здесь наиболее ярко проявляются экологическая лабильность и устойчивость, которые обеспечивают эффективность интродукционного процесса;

– с осторожностью и с разрешения управления по охране окружающей среды и природопользованию Кировской области.

Так, например, при проведении работ по выращиванию в ботаническом саду Вятского государственного гуманитарного университета (ВятГГУ) редких видов растений, занесенных в Красную книгу Кировской области, за три года в результате полевых экспедиционных работ собрано: 25 видов занесенных в Красную книгу Кировской области (1 вид включен в Красную книгу России) и пять видов из Приложения 2.

Подбор участков для интродукции вида.

Успешность интродукции должна основываться на соответствии ареала вида агроклиматическим условиям места интродукции. Поэтому в качестве критерия выбора участка (места) интродукции принимается его экологическое сходство с местом обитания будущего интродуцента. Степень такой аналогии определяется путем эколого-географических сопоставлений условий естественного местообитания растения и условий интродукции: чем ближе эти условия, тем реальнее возможности его культуры.

Так, в работе по культивированию редких видов растений местной флоры были учтены следующие особенности экологических условий ботанического сада (Ботанический сад ..., 1990) ВятГГУ:

– поздние заморозки весной и ранние осенью, затяжные дожди или засушливые периоды требуют проводить интродукционные работы своевременно и быстро;

– низкая обеспеченность элементами питания почв и избыточная кислотность.

Таким образом, интродукционный участок – это обособленный участок, на котором обеспечивается возможность регулирования в определенных пределах отдельных экологических факторов (влажности, температуры, почвы, освещенности) и приближение их уровня напряженности к естественному (Переселение растений..., 2001).

Выращивание и размножение посадочного материала.

В качестве примера можно привести опыт по введению в культуру редких и уязвимых растений местной флоры в ботаническом саду ВятГГУ, когда в результате трехлетних работ был создан коллекционный фонд из 27 видов растений и резервный фонд диаспор.

Мониторинг интродуцированных популяций позволяет выявить наиболее оптимальную технологию создания искусственных популяций для каждого вида.

Репатриация редких видов в естественные местообитания и внедрение их в широкую культуру с целью ослабления антропогенного пресса на природные популяции.

Главными требованиями к работе на всех этапах являются строгая документация всех производимых работ.

В целом, культивирование редких и исчезающих растений, возможно при соблюдении методических подходов, заключающихся в сборе полноценного генетического исходного материала, соблюдения чистоты вида при размножении, оптимального сочетания агроклиматических условий и достаточной численности растений.

Проанализировав результаты (табл. 1) трехлетних работ по культивированию редких видов растений местной флоры, можно сделать вывод о том, что новые условия благоприятны для большей части интродуцированных растений.

Таблица 1

Устойчивость в культуре интродуцированных видов

Интродукционная устойчивость	Количество видов	Доля, %
Неустойчивые: *Gypsophila paniculata* L.	1	5,6
Слабоустойчивые: *Laser trilobum* (L.) Borkh., *Cortusa matthioli* L., *Trifolium lupinaster* L., *Stipa pennata* L. S. str., *Filipendula vulgaris* Moench.	5	27,8
Устойчивые: *Betonica officinalis* L., *Gentiana pneumonanthe* L., *Primula macrocalyx* Bunge, *Eupatorium cannabinum* L., *Schivereckia podolica* (Bess) Andiz.ex.DC.(S. Hyperborea L Berkut); *Geranium sanguineum* L., *Adonis vernalis* L., *Digitalis grandiflora* Mill	8	44,4
Высокоустойчивые: *Pyrethrum corymbosum* (L.), *Paeonia anomala* L., *Agrostemma githago* L., *Lilium martagon* L.	4	22,2
Всего:	18	100,0

Данные об устойчивости еще 9 видов могут быть получены лишь при дальнейших наблюдениях. Обусловлено это тем, что данные виды представлены молодыми растениями, не достигшими генеративного состояния, или время интродукционного испытания вида составляет менее одного года.

Результаты первичного испытания не могут считаться окончательными, поэтому за растениями, высаженными на постоянные места обитания в ботаническом саду, должен проводиться мониторинг.

Литература

Ботанический сад КГПИ им. В. И. Ленина: путеводитель. Киров, 1990. 41 с.

Изучение редких растений в условиях реинтродукции: Учеб.-метод. пособие / Сост. О. Г. Баранова, О. Н. Дедюхина, О. В. Яговкина. Ижевск, 2008. 53 с.

Переселение растений. Методические подходы к проведению работ. М.: МСХА, 2001. 76 с.

К ИЗУЧЕНИЮ ПОСТПИРОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В КРАСНОСАМАРСКОМ ЛЕСНОМ МАССИВЕ

А. В. Антипова
ГОУ ВПО «Самарский государственный университет»,
anastasiya973@gmail.com

Самарская область располагается в двух природных зонах – степной и лесостепной. В среднем для области площадь лесов составляет около 13%, в то время как лесистость ее степной части не превышает 4%. Наиболее ценным лесом в Самарской области по праву считаются сосновые боры, но при этом они занимают всего десятую часть ее лесов. Красносамарский лесной массив располагается в пределах степного Заволжья (подзона разнотравно-типчаково-ковыльных степей). Это единственный на всем крайнем юго-востоке России довольно крупный лесной массив площадью около 30 тыс. га (Матвеев, Терентьев, 1990). Последствия ленных пожаров и послепожарное восстановление соснового леса в нашем регионе изучены недостаточно, что особенно касается долинных лесов в зоне настоящих степей. Исследования проводились в течении 3-х лет (2006–2008 гг.) в указанном лесном массиве на двух пробных площадях, представлявших собой искусственное сосновое насаждение возрастом около 70 лет после недавнего низового пожара и такой же лесной фитоценоз, не затронутый пожаром. Цель исследования – изучить последствия низового пожара в сосновом лесу, оценить скорость и направление процессов его самовосстановления.

В пределах горевшей в 2006 г. пробной площади имеются участки, подвергшиеся действию пожара различной интенсивности: слабой (высота подпалин на деревьях до 0,5 м), средней (1,5 м) и сильной (выше 1,5 м). Восстановление растительности на таких участках происходит различно, наиболее развитый травостой характерен для максимально пострадавших участков. В горевшем сосновом лесу повышается густота травостоя и увеличивается его видовое разнообразие, активизируется развитие ценопопуляций травянистых растений, идут процессы олуговения. Пик видового разнообразия приходится на второй год после пожара (2007 г.) Отмечается преобладание в травянистом покрове злаковых и сорных растений. Стабильную доминирующую позицию в контрольном сосновом насаждении в течении 3-х лет занимают 3 группы ценоморф: рудеранты, степанты и протанты-рудеранты. Доминирующая роль в сосняке, подвергшимуся пожару на протяжении 3-х лет, принадлежит рудерантам, а также сильвантам-рудерантам. Среди травянистых растений как на контрольной, так и на горевшей территории преобладают гелиофиты, в контрольном сосняке – травы-мезотрофы, в горевшем лесу повышается число мегатрофов, что связано с обогащением почвы после пожара зольными элементами. Анализ травянистой растительности по системе жизненных форм К. Раункиера показал, что основная масса растений в контрольном и горевшем сосновом насаждении относится к гемикриптофитам и криптофитам, но в горевшем лесу

их доля становится выше, что связано с расположением почек возобновления (Матвеев, 2006).

Оценка жизненного состояния по шкале Алексеева показала, что на контрольной площади большинство деревьев находится в удовлетворительном состоянии (категория «здоровое дерево»). Жизненное состояние сосен на горевшей площади сильно зависит от степени повреждения огнем и варьирует для отмирающих деревьев в пределах 6–35%, для сухостоя – в пределах 14–40%. В целом, горевший лес отстает в своем развитии от контрольного насаждения. Годовые приросты сосен, пострадавших от пожара, недоразвитые и искривленные, годичные побеги и хвоя на них короче контрольных значений почти в 2 раза. В контрольном сосняке семенное возобновление не наблюдается, ему препятствует лесная подстилка. Густой травостой на горевшей площади и, в частности злаки, крайне угнетающе действуют на всходы сосны, особенно подавляет их густая глубоко проникающая корневая система пырея и других злаков. А в присутствии однолетних трав с поверхностной корневой системой всходы развиваются довольно успешно.

Почвы изученных пробных площадей отличаются по агрохимическим характеристикам: pH, содержанию органического углерода (Кавеленова, 2001). Весь период исследований на горевшей площади почва была более щелочной, почва контрольного участка – более гумусированной. Выявлено нарушение микробиологической активности в лесной подстилке и почве горевшего леса, что выражается в снижении мощности гумификационного и ферментационного слоев, нарушении нормальных биологических процессов в ходе деструкции опада, изменении структуры подстилки, снижении активности каталазы в почве. Весь период исследований наблюдали свидетельства послестрессовой активизации биологических процессов у сосны, проявившиеся в повышении содержания фенолов в растительном материале (Запрометов, 1993).

Использованные нами комплексные исследования способствовали более полной оценке ситуации в горевшем лесу и дали возможность прогнозировать скорость и направление процессов восстановления. Полученные результаты вносят определенный вклад в лесоведение, прикладную геоботанику, экологию леса. Они могут быть использованы в практической работе управления лесного хозяйства Самарской области.

Литература

Запрометов М. Н. Специализированные функции фенольных растений в растениях // Физиол. растений, 1993. Т. 40. № 6. С. 921–931.

Кавеленова Л. М. Лабораторные работы большого спецпрактикума: Учебное пособие. Самара: Самарский университет, 2001. 50 с.

Матвеев Н. М. Биоэкологический анализ флоры и растительности (на примере лесостепной и степной зоны). Самара: Самарский университет, 2006. 311 с.

Матвеев Н. М., Терентьев В. Г., Филиппова К. Н., Дёмина О. Е. Изучение лесных экосистем степного Поволжья. Куйбышев: Изд-во Куйбышевского университета, 1990. 48 с.

ПРИНЦИПЫ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ЛЕКАРСТВЕННОГО СЫРЬЯ НА ПРИМЕРЕ *CONVALLARIA MAJALIS* L.

Е. В. Кацовец

ГОУ ВПО «Самарский государственный университет»,

evka_85@mail.ru

Изучение запасов лекарственных растений в природных условиях обычно осуществляется без детального анализа соответствующего растительного сообщества, сопутствующих видовых ценопопуляций, особенностей экологических режимов и ограничивается подсчётом числа особей и определением надземной (реже подземной) фитомассы на единицу площади. Однако, это не способствует пониманию участия изучаемого вида (видовой ценопопуляции) в функционировании фитоценоза (Поливариантность развития организмов…, 2006).

Для рационального использования лекарственного растения важно знать его способность к возобновлению после срезки, а для этого необходимо выяснить тип и возрастную структуру его ценопопуляций (Бельгард, 1971; Жукова, 1995). Поэтому целью данной работы является разработка принципов комплексной оценки лекарственных растений на примере ландыша майского (*Convallaria majalis L.*) как части из совокупности видовых ценопопуляций, составляющих растительное сообщество.

Наши исследования осуществлялись в Красносамарском лесном массиве, расположенном в долине среднего течения р.Самары в подзоне разнотравно-типчаковых-ковыльных. В пределах пробной площади (400 кв. м.) осуществляли перечёт древостоя, выявление его сомкнутости и покрытия (по проекциям крон), а также закладывали случайно-регулярным способом по 50 учетных площадок (1х1 м), на которых фиксировали виды трав и их проективное покрытие, а парциальные побеги ландыша майского подсчитывали с отнесением к соответствующей возрастной группе (Жукова, 1995; Матвеев, 2006). Для выявления надземной фитомассы ландыша майского его парциальные побеги срезали на высоте 3 см от поверхности подстилки с 10 учетных площадок и взвешивали на электронных весах с точностью до 0,01 г. в свежем состоянии. Номенклатура видов дана по С. К. Черепанову (1995), сведения о принадлежности их к биологическим и экологическим группам – по работе Н. М. Матвеева (2006). Индекс восстановления, индекс возрастности, индекс эффективности, эффективную

плотность ценопопуляций ландыша майского рассчитывали по формулам, опубликованным в работах (Животовский, 2001; Жукова, 1995; Матвеев, 2006).

Нами обследованы осинники на супесчаной почве на надпойменной песчаной (арене) террас р. Самары.

В общей сложности в изученных осинниках с ландышем нами было выявлено 56 видов сосудистых растений (таблица), что составляет 9,3% от общего числа (603) вида, зарегистрированных в Красносамарском лесном массиве к настоящему времени (Прохорова и др., 2008). Преобладают среди них (по числу видов) представители семейств *Fabaceae* (10,7%), *Rosaceae* (9%), *Poaceae* (7,2%), *Ranunculaceae, Asteraceae, Apiaceae* (по 5,4%), *Cyperaceae, Convallariaceae, Caryophyllaceae* (по 3,6%).

Установлено, что основу флористического состава обследованных нами осинников образуют лесные виды (сильванты) (41%) и луговики (пратанты) (25%). К ним примешиваются степняки (степанты) – 12,5%. Немногочисленны рудеранты, пратанты-рудеранты (по 5,4%), сильванты-рудеранты (7%), степанты-рудеранты (3,6%).

Анализ флористического состава осинников по системе экоморф А. Л. Бельгарда (1971) показал, что из трофоморф в них преобладают мезотрофы (60,7%) и мегатрофы (32%). Это свидетельствует о формирование в осинниках среднеплодородных и плодородных (богатых) почв. В составе гигроморф доминируют мезофиты (37,5%), ксеромезофиты (32,1%), мезоксерофиты (12,5%). Превалирование мезофитов отрожает то, что осинники предпочитают свежие позиции.

Очевидно, что изучаемое нами лекарственное растение *Convallaria majalis L.* – сильвант, мезотроф, ксеромезофит, сциогелиофит находится в биотопе осинника в благоприятных для него условиях.

Незначительная доля участия сциофитов, гелиосциофитов (по 10,7%), доминирование сциогелиофитов (25%) и, особенно, гелиофитов (53,6%) (табл.) соответствует полуосветленной структуре лесонасождений, образуемых осиной, а также об изреженности древостоя.

Как видно из таблицы, в составе его ценопопуляции превалируют виргинильные парциальные побеги, развивающиеся из длинного, разветвленного корневища. Отсутствие проростков свидетельствует о подавленности семенного возобновления, хотя наличие ювенильных и имматурных побегов отражает достаточно интенсивное вегетативное размножение ценопопуляции. Подобное развитие свойственно многим длиннокорневищным лесным травянистым видам, формирующим ценопопуляции в лесах Восточной Европы (Смирнова, 1987). В исследуемой ценопопуляции довольно много (22%) генеративных парциальных побегов. Отсутствие субсенильных, сенильных и отмирающих парциальных побегов свидетельствует о молодости ценопопуляции. Это подверждают величины индекса восстановления (Jв=3,56) и индекса возрастности (Jвоз=0,18). Первый указывает, что каждый генеративный побег может быть замещён 3,56 новыми, а второй, изменяющийся от 0 до 1 (чем больше значение, тем старше ценопопуляция), свидетельствует, что до старения – далеко. Индекс эффективности (ω=0,49) отражает энергетическую нагрузку на среду, оказыва-

емую одной «средней» особью (парциальным побегом), а эффективная плотность (Ме=4,79) – нагрузку ценопопуляции на 1 м².

С учетом рассчитанных нами величин индекса возрастности и индекса эффективности исследуемая ценопопуляция ландыша характеризуется (Животовский, 2001) как «нормальная молодая».

Изучение запасов надземной фитомассы ландыша в обследованных осинниках показало, что в свежем состоянии она составляет в среднем 3102,2±504,5 кг/га. Её природная влажность (свободная вода) достигает 75,3%. Для определения допустимого изъятия (срезки) надземной фитомассы в лекарственных целях необходимы дополнительные исследования.

Таким образом, использование принципов оценки флоры при изучении конкретных типов фитоценозов позволяет более полно выявлять особенности слагающих их биологических и экологических групп растений.

Таблица

Состав возрастных групп в ценопопуляции ландыша майского в осинниках на супесчаной влажноватой почве

Возрастные группы	Число парциальных побегов на 50 м²	Доля участия, %
Проростки (p)	0	0
Ювенильные (j)	27	5,6
Имматурные (jm)	58	12,1
Виргинильные (v)	289	60,3
Генеративные (g)	105	22
Субсенильные (ss)	0	0
Сенильные (s)	0	0
Всего:	479	

Литература

Бельгард А. Л. Степное лесоведение. М.: Лесн пром-ть, 1971. 336 с.

Животовский Л. А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений // Экология. 2001. № 1. С. 3–7.

Жукова Л. А. Популяционная жизнь луговых растений. Йошкар-Ола: РИИК «Ланар», 1995. 224 с.

Матвеев Н. М. Биоэкологический анализ флоры и растительности (на примере лесостепной и степной зоны): учебное пособие. Самара: Самарский университет, 2006. 311 с.

Матвеев Н. М., Терентьев В. Г. Лесные биогеоценозы как важнейшие природоохранные и средозащитные экосистемы степной зоны // Рациональное использование, охрана, воспроизводство биологических ресурсов и экологическое воспитание. Запорожье: Изд-во Запорож. ун-та, 1988. С. 35–39.

Поливариантность развития организмов, популяций и сообществ. Йошкар-Ола: Изд-во Марийского гос. ун-та, 2006. 326 с.

Прохорова Н. В., Корчиков Е. С., Плаксина Т. И., Макарова Ю. В., Козлов А. Н. Раритетные виды растений, лишайников и мхов Красносамарского лесничества // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития: Сб. материалов VI Всероссийской научно-практической конференции. Ч. 1. Киров: О-Краткое, 2008. С. 86–89.

Смирнова О. В. Структура травяного покрова широколиственных лесов. М.: Наука, 1987. 205 с.

Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья – 95, 1995. 992 с.

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ АКТИВНОСТЬ ПРИРОДНЫХ ОЧАГОВ КЛЕЩЕВОГО ЭНЦЕФАЛИТА В УДМУРТИИ

Д. Р. Гапонцева
Удмуртский государственный университет,
darja_88@mail.ru

Территория Удмуртии является активным природным очагом «клещевых инфекций». На долю республики приходится значительная часть случаев клещевого энцефалита (КЭ), регистрируемая в целом по России. Несмотря на устойчивую тенденцию к снижению, заболеваемость населения клещевым энцефалитом продолжает оставаться на высоком уровне, в 3 раза превышая средний показатель по РФ и в 4,5 раза – по ПФО (Государственный доклад, 2008).

Численность клещей в лесах Удмуртии остается на стабильно высоком уровне – в среднем 12–14 клещей на флаго/км, достигая на отдельных участках 68 клещей на флаго/км (Государственный доклад, 2009). Таежный (иксодовый) клещ встречается во всех районах республики, но численность его сравнительно невелика в северо-западных, южных и юго-восточных районах. Неравномерность распространения иксодовых клещей в лесах республики накладывает свой отпечаток на уровень заболеваемости населения КЭ.

В уровне заболеваемости клещевым энцефалитом выделяется пояс высоких значений (более 30 случаев на 100000 населения), который тянется с юго-запада республики на северо-восток.

Сопоставляя данную ситуацию с картой залесённости районов Удмуртии, можно выявить следующие закономерности. Почти все районы с высокой залесенностью (более 50%) располагаются поясом, который во многом соответствует расположению районов с высокими значениями заболеваемости клещевым энцефалитом.

Излюбленными местами обитания клещей являются смешанные хвойно-лиственные леса с хорошо развитым подлеском, наиболее благоприятны липово-темнохвойные леса (Бабинцев и др., 1987; Малькова, Рубцова, 2007). Наличие таких лесов на территории Удмуртии оказывает существенное влияние на распространение иксодовых клещей.

Численность и активность клещей находится в прямой зависимости от погодных условий, прежде всего, температурного режима и количества осадков (Елесина, 1969). Следует отметить, что именно в направлении с юго-запада на северо-восток возрастает годовое количество осадков и понижается температура воздуха. Рост уровня заболеваемости населения с юго-запада на северо-восток можно объяснить тем, что по мере увеличения суровости зимних условий возрастает вирулентность клещей, т.е. при зимних температурах около –15 °С выживают наиболее агрессивные вирусы, а в теплых районах выживаемость вирусов выше, но они слабопатогенные (Ястребов, 2007).

Также количество укусов находится в прямой зависимости от плотности постоянного и временного населения определенной территории.

Таким образом, наиболее существенными факторами, определяющими уровень заболеваемости населения клещевым энцефалитом, являются:

– степень залесённости территории;

– породный состав лесов;

– температура и количество осадков;

– активность посещения населением лесных массивов;

– характер и масштабы профилактических мероприятий;

– охват населения вакцинацией против клещевого энцефалита;

– численность клещей и их прокормителей – мелких грызунов, особенно полевок.

В качестве исследуемой территории была выбрана территория Завьяловского района и г. Ижевска, т.к. по ней наиболее полные и достоверные данные обращаемости населения по поводу укусов клещей. Обрабатывались данные за весенне-летний период 2007–2008 гг.

В 2008 г. на территории Завьяловского района и г. Ижевска было зафиксировано 4952 случаев укусов, зараженными вирусом клещевого энцефалита оказались 12% клещей. В ходе работы места контактов были разделены на 5 групп: населенные пункты, СНТ, участки шоссе, места общественного отдыха, кладбища.

Суммарное количество укусов, зарегистрированных в населенных пунктах, составило 55%, что в 1,3 раза превышает эти показатели в 2007 г. Наибольшая активность клещей наблюдается в населенных пунктах, расположенных в северной части исследуемой территории – Хохряки (121 случай зарегистрированных укусов) и в южной части – Кены (246).

В 2008 г. второе место принадлежит участкам, прилегающим к шоссе – 24%, тогда как в 2007 г. на их долю приходилось всего 10%. Эти места довольно часто посещаются населением и характеризуются достаточно высокой залесенностью. Наибольшей заклещевленностью характеризуется Як-Бодьинский тракт.

Количество укусов, зарегистрированных на территории СНТ, составляет всего 14%, что почти в 3 раза меньше показателей 2007 г. СНТ с наибольшими значениями активности клещей расположены в северной, южной и в восточной частях исследуемой территории.

Четвертое место занимают места общественного отдыха – 4%. Чаще всего они залесены или находятся среди лесных массивов, а дератизация и аккарицидная обработка, как правило, проводится только на территории детских оздоровительных лагерей.

На пятом месте находятся территории кладбищ. Несмотря на их частую посещаемость и расположенность в лесной зоне, они имеют низкий показатель заклещевленности – 3%.

В Ижевске в 2008 г. было зафиксировано 933 укуса клещей, что превышает показатели 2007 г. Наиболее высокие показатели заклещевлённости в 2008г. были зарегистрированы в Парке Кирова (30–50 клещей на фл/км), в лесу санатория «Металлург» и Нефтемаша (10–30 клещей на фл/км), а также в лесу

городка Металлургов, парке Космонавтов, лесу Буммаша (Государственный доклад, 2009).

Таким образом, результаты исследования могут быть использованы при разработке планов акарицидных и дератизационных обработок местности, а также страховыми компаниями в целях оценки риска заболевания клещевым энцефалитом.

Литература

Бабинцев В. Б., Оленев О. Г., Власюк Г. А. О смешанных формах клещевого энцефалита и клещевой эритемы в Удмуртской АССР. Человек и окружающая среда. Тезисы докладов 2-й республиканской научно-практической конференции. Устинов, 1987. С. 23–27.

Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологическом обстановке в Удмуртской Республике в 2008 году». Ижевск, 2009.

Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Удмуртской Республики в 2007 году». Ижевск, 2008.

Елесина Ф. С. Сезонная активность клещей в Удмуртии. Клещевой энцефалит в Удмуртии и прилежащих областях. / Под редакцией Э. И. Коренберг Ижевск, 1969. 48 с.

Малькова И. Л., Рубцова И. Ю. Анализ заболеваемости населения клещевым энцефалитом и активности иксодовых клещей в природных районах Удмуртии. Вестник Удмуртского университета. Ижевск, 2007. С. 15–17.

Ястребов В. К. Современные тенденции эпидемиологического процесса трансмиссивных природно-очаговых инфекций. Омск: Изд-во Омского НИИ природно-очаговых инфекций, 2007. 56 с.

НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ СТРУКТУРЫ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МЕДОНОСНОЙ ПЧЕЛЫ

О. А. Шибеев
Башкирский государственный университет,
Shibeev-oleg@mail.ru

Сохранение и изучение редкой популяции среднерусской расы медоносной пчелы (*Apis mellifera mellifera)* – бурзянской бортевой является одной из специальных задач государственного природного заповедника «Шульган-Таш». Бурзянская бортевая пчела на протяжении столетий находилась в генетической изоляции, экологически и этологически адаптирована к специфическим условиям обитания на Южном Урале.

Жилкование крыльев медоносной пчелы является важнейшим признаком в определение породной принадлежности пчел и часто служило объектом подробных исследований, в первую очередь, систематики (Кожевников, 1931).

Целью исследования является изучение структуры морфологической изменчивости крыльев медоносной пчелы с выделением индикаторных признаков.

Материалом для данного исследования стали правые и левые передние крылья 30 рабочих пчел особей летней генерации 2009 г. из бортевой пчелиной семьи, переселенной в улей племенной пасеки № 2 заповедника «Шульган-

Таш». В анализе используется 62 метрических и 25 аллометрических (индексы) признаков структуры крыла.

В изучении морфологической изменчивости мы применили методику исследования ее структуры (Ростова, 2002). Этот подход к анализу изменчивости морфологической структуры на территории заповедников и других ООПТ Башкортостана использовался для анализа состояния популяций редких видов и их мониторинга. Суть методики состоит в выявлении соотношений общей и согласованной изменчивости признаков. Общая изменчивость оценивается по коэффициенту вариации признака (CV), согласованная изменчивость признака рассчитывается как усредненный показатель коэффициентов детерминации исследуемого признака со всеми прочими, составляющими признаковое пространство. Структура морфологической изменчивости системы отображается в двухмерном пространстве, где осями выступают общая и согласованная изменчивость. Скопление признаков равномерно делится на 4 поля (рис. 3).

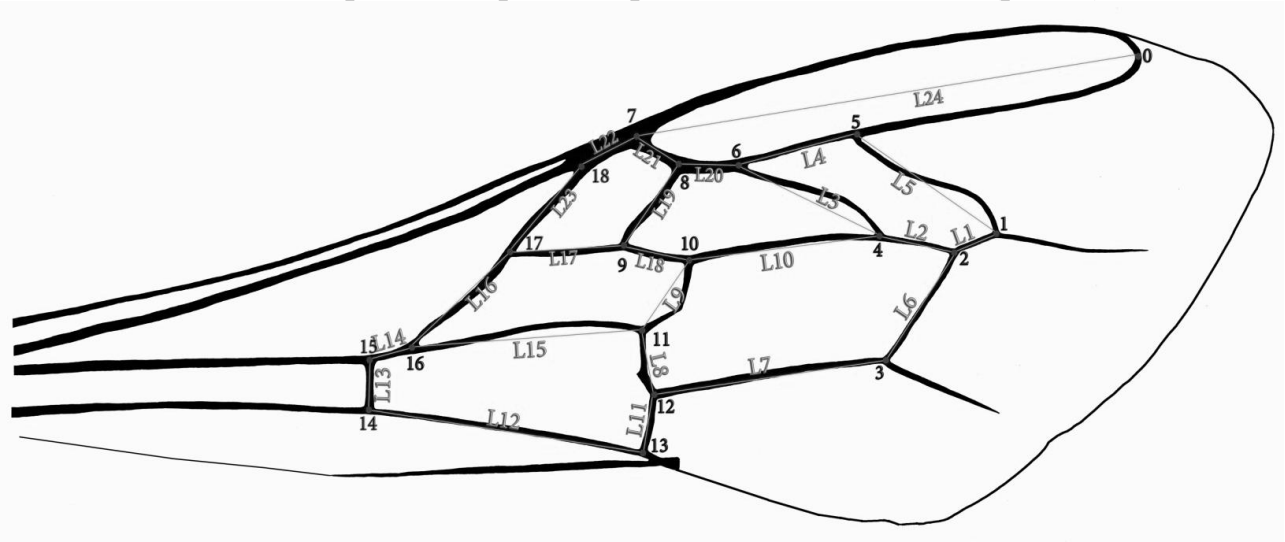


Рис. 1. Схема линейных метрических промеров в жилковании крыла пчелы

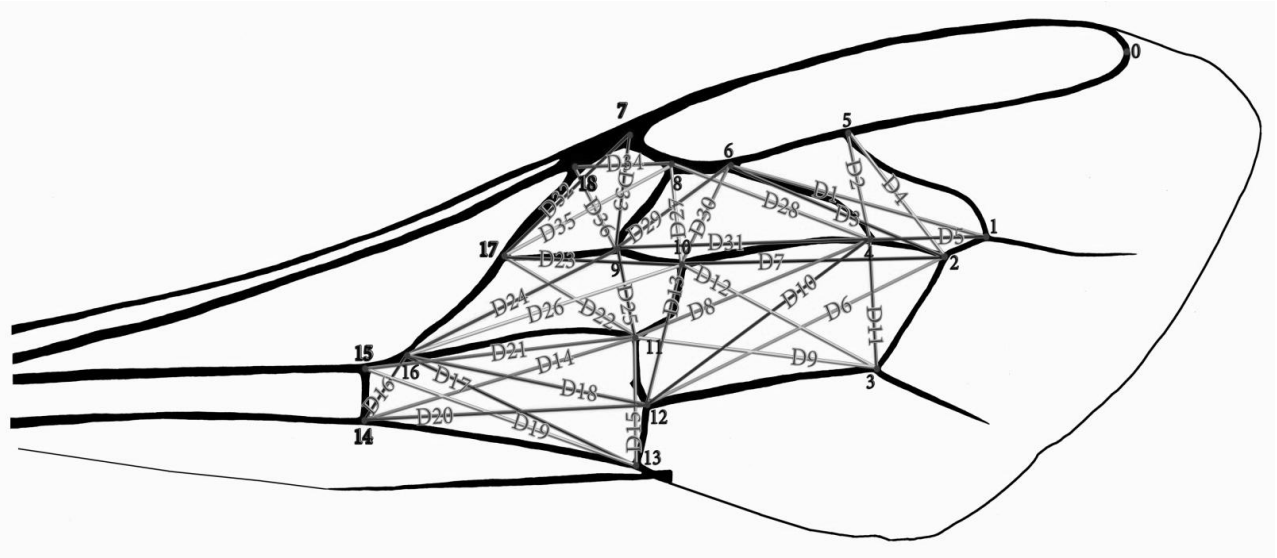


Рис. 2. Схема диагональных метрических промеров в жилковании крыла пчелы

Номерами от 1 до 18 были обозначены точки, по которым проводились промеры, буквенными обозначениями L1 – L24 линейные промеры, D1 – D36 диагональные (рис. 1, 2). Также к метрическим признакам относятся: 1 – длина крыла; 2 – ширина крыла. К аллометрическам признакам структуры крыла относятся 25 признаков: 1 – P1 (D5/L5); 2 – P2 (L4/L3); 3 – P3 (L6/L7); 4 – P4 (D13/D7); 5 – P5 (L13/D21); 6 – P6 (D15/L12); 7 – P7 (L9/L15); 8 – P8 (L16/D23); 9 – P9 (L3/D31); 10 – P10 (L19/L20); 11 – P11 (L17/L1); 12 – P11 (L17/L19); 13 – Ci (кубитальный индекс L1/L2); 14 – P13 (L4/D5); 15 – P14 (L3/L5); 16 – P15 (L6/D13); 17 – P16 (L7/D7); 18 – P17 (L13/D15); 19 – P18 (D21/L12); 20 – P19 (L16/L9); 21 – P20 (D23/L15); 22 – P21 (D27/L3); 23 – P22 (L20/L10); 24 – P23 (D34/L17); 25 – P24 (L23/L19).

Рассмотрим наиболее интересные и значимые предварительные результаты анализа (рис. 3):

1) в I поле попадают признаки, оцениваемые как индикаторы системной адаптивной изменчивости. В этом случае изменение признака изменяет и всю систему. Эти признаки могут рассматриваться как ключевые для оценки состояния морфологически мобильных систем. Такими признаками наиболее выражено являются 5 и 18 индексы (5 – L13/D21, 18 – L13/D15), меньший интерес представляют: 10, 12, 14, 23,25;

2) признаки поля II – биологические индикаторы, имеющие низкую общую и высокую согласованную изменчивость. По сути, эти признаки составляют каркас морфологической структуры и являются признаками «образа системы». Биологическими индикаторами выступили такие метрические признаки как 1, 3, 4, 7 – 9, 20, 21, 22;

3) при анализе изменчивости морфологической структуры в поле III попадают признаки, получившие название генетических индикаторов, они имеют низкую согласованную и общую изменчивость. Эти признаки автономны в своих проявлениях: они мало изменчивы и слабо зависимы от других признаков. В наших исследованиях такими признаками оказались: 2, 6, 11, 16, 17, 19, 24;

4) признаки поля IV – экологические индикаторы. Эти признаки имеют высокую общую изменчивость и слабо согласованы с другими признаками. Характер проявления этих признаков зависит от внешних условий. В нашем случае к ним относится только 13 – кубитальный индекс – наиболее часто рекомендуемый для оценки породной принадлежности медоносной пчелы.

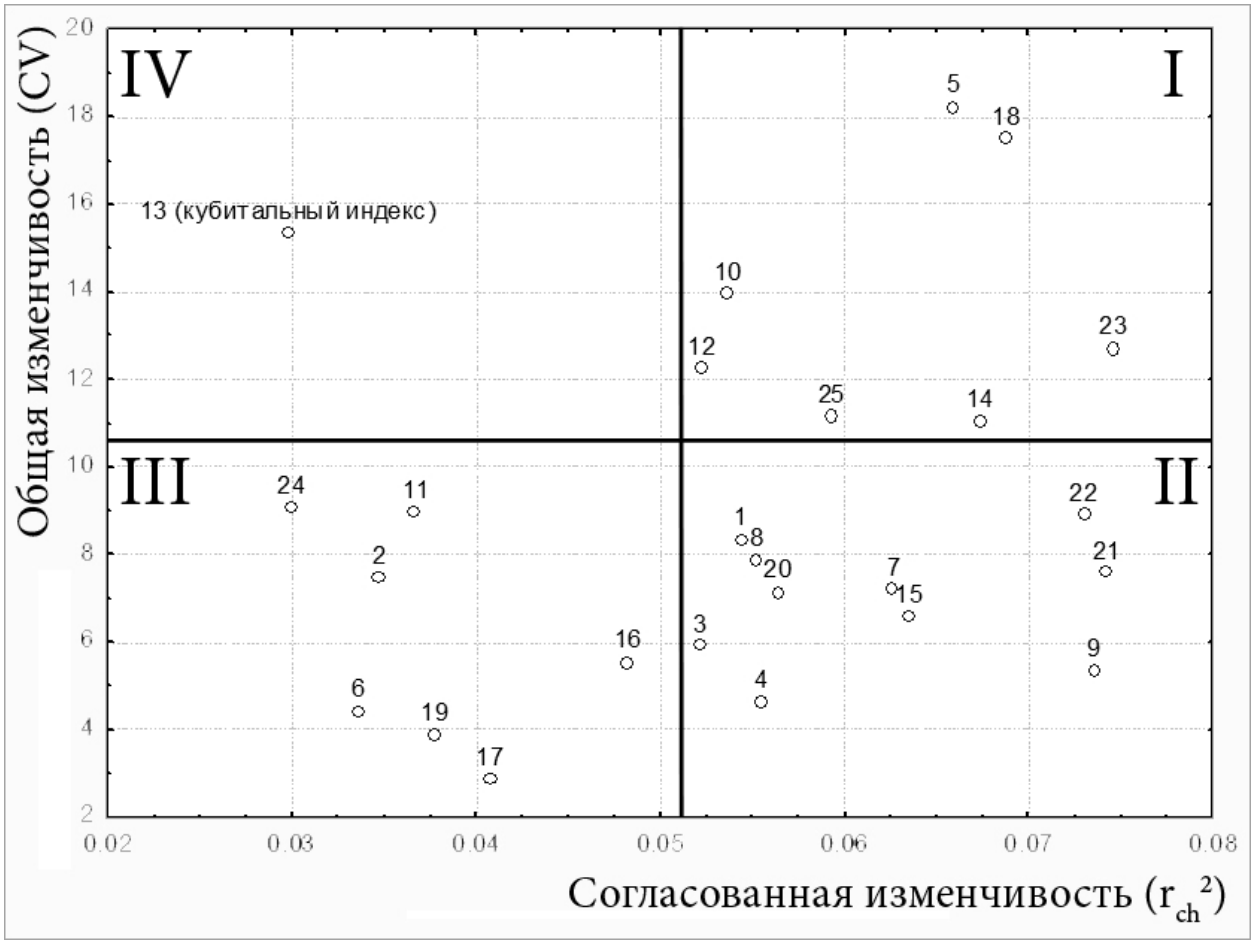


Рис. 3. Структура изменчивости морфологических параметров крыла медоносной пчелы

Таким образом, результаты предварительных исследований показывают, что наиболее перспективными для исследования экологических условий формирования морфологической структуры крыла медоносной пчелы являются: 13 (кубитальный индекс, выступающий как экологический индикатор) и 5, 18 – индексы (индикаторы системной адаптивной изменчивости). Для оценки породной принадлежности более перспективны индексы, выступающие генетическими индикаторами. На данный момент делать однозначные выводы по поводу отбора диагностических (ключевых) параметров в морфологической структуре крыла медоносной пчелы еще рано. Необходимо проведение дополнительных исследований по изучению межсемейной и межпопуляционной изменчивости изучаемых признаков.

Литература

Кожевников Г. А. Естественная история пчелы. М., 1931. С. 12–23.

Ростова Н. С. Корреляции: структура и изменчивость. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2002. 308 с.

ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭВОЛЮЦИИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ, КЛИМАТА, ПОЧВ И ЛАНДШАФТОВ

К ВОПРОСУ О СУБСТАНТИВНЫХ СВОЙСТВАХ ПОКРОВНЫХ СУГЛИНКОВ

Е. А. Колеватых
Вятский государственный гуманитарный университет,
hanikitan@yandex.ru

Антропогенное давление, оказываемое на природные ландшафты сопровождается интенсивным внесением в почву огромного количества химических удобрений, пестицидов, промышленных отходов. Это способствует образованию искусственных геохимических условий, изменению состава и свойств почвенно-породной толщи. Педогенно преобразованная часть последней – очень чувствительная структура, в которой протекают геохимические процессы, связанные с миграцией атомов химических элементов и их осаждением на геохимических барьерах.

Техногенное воздействие вызывает в почвенном слое изменения, дающие достоверное представление о степени вмешательства в геосистему. Поэтому особенно важно иметь количественную оценку исходного состояния – геохимического состава почвообразующих пород.

В хозяйственной деятельности Вятско-Камского региона широко задействованы распространённые здесь ландшафты, литогенной основой которых являются покровные суглинки (ПС). На них развит целый ряд зональных и азональных типов почв – подзолистые, дерново-подзолистые, серые лесные и др. К ареалам покровных отложений приурочена и основная доля почв со сложным органопрофилем, которые сами по себе являются педогенными памятниками природы и имеют большое теоретическое, научно-познавательное и прикладное значение. Также ПС могут служить в качестве эталонной почвообразующей породы Кировской области для выделения эталонов зональных и редких типов почв с целью изучения сравнительной роли био-климатогенных факторов педогенеза (Колеватых и др., 2008).

Покровные суглинки обычно приурочены к широким и ровным платообразным междуречным массивам и слабопологим склонам. Ареалы их распространения занимают Чепецко-Кильмезское междуречье, Ярано-Кокшагскую равнину, Мари-Турекское плато и другие части палеоледниковой и внеледниковой в прошлом зон Вятско-Камского Предуралья.

В ходе изучения ПС Кировской области и некоторых сопредельных территорий выяснено, что мощность покровного плаща на вершинах водоразделов изменяется в значительных пределах от 1–3 м до 8–11 м, реже – до 15 м. В це-

лом, большие мощности характерны для Кукарского плато и платообразных массивов между Чепцой и Кильмезью.

Педогенно переработанная толща характеризуется преобладанием крупной пыли и ила с варьированием гранулометрического состава от среднесуглинистого в верхней части до глинистого в горизонтах B и C вследствие вертикального перераспределения частиц менее 0.01 мм и, особенно, менее 0.001 мм.

Несмотря на то, что покровные лессовидные суглинки подстилаются различными по цвету и литологическому составу отложениями (элювием пермских глин, мергелями, мореной), валовой химический и микроэлементный состав их довольно постоянен на всей изученной территории.

В большинстве описываемых разрезов основным компонентом валового состава является кремнезём (табл. 1). Содержание SiO_2 в ПС (горизонты C) колеблется в пределах 72–78%. В затронутой почвенными процессами части толщи между горизонтами активно перераспределяются оксиды Al и Fe. За счёт их подвижности в кислой среде максимальные доли устойчивого компонента – оксида кремния приходятся на горизонты PY и El, ниже они немного снижаются, затем вновь незначительно возрастают в направлении материнской породы. Достаточно типично для грунтов с тяжёлым гранулометрическим составом относительно высокое суммарное содержание Al_2O_3 и Fe_2O_3 – 12–20% с закономерными для подзолистых почв дефицитом на уровне верхней части профиля и аккумуляцией в горизонтах Bt.

Таблица 1

Валовой химический состав покровного суглинка по разрезу КЧ-44

Горизонт и глубина, см	Содержание, % (с учётом потерь при прокаливании)									
	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5
PY 10-15	77,58	0,81	10,51	3,63	0,19	1,09	1,87	1,60	2,19	0,49
E1B 26-31	75,13	0,83	12,69	4,91	0,11	1,54	1,01	1,33	2,31	0,08
Btl 41-51	72,06	0,83	14,37	6,15	0,11	2,00	0,87	1,22	2,27	0,09
C 160-170	72,73	0,81	13,92	5,85	0,11	1,97	1,04	1,17	2,25	0,10
CD1ca 320-325	80,87	0,35	5,67	1,50	0,07	0,87	8,86	0,27	1,50	0,03
D2ca 355-360	54,02	0,58	8,97	3,58	0,15	3,31	26,39	0,79	2,09	0,10

Интерес представляют подстилающие породы разреза КЧ-44, расположенного в бывшей внеледниковой зоне на платообразной части водораздела рек Просницы и Сырчанки с абсолютными высотами около 200 м над уровнем моря. Горизонт D песчанистый, но при этом обогащён CaO и, соответственно, обеднён Al_2O_3 и Fe_2O_3. По-видимому, вскрыты позднепермские отложения казанского яруса, состоящие из карбонатизированных отложений. Такие седименты характерны для центральной части Вятских Увалов, где и расположен данный разрез.

Наблюдается органогенный привнос биофильных элементов в пахотных горизонтах: P, Ca, Mg. Содержание суммы оснований CaO и MgO, за исключением подстилающих пород, редко превышает 2–4%. В целом, магниевый компонент превалирует над кальциевым, что объяснимо повышенной миграционной способностью последнего в зоне достаточного увлажнения.

Почвогрунты отличаются высоким и стабильным содержанием калия, поскольку его ионный радиус позволяет входить в пустоты структуры суглинистых и глинистых пород. Вертикальное распределение Na_2O и TiO_2 коррелирует с содержанием SiO_2.

Относительное содержание микроэлементов в ПС, материнской породе, имеет следующий вид в возрастающем ряду: Ag < (Yb) < Mo < (Ge) < Sn < (Bi) < Sc < Pb < Ga < (Y) < (Nb) < Cu < Co < Ni < Zn < Cr < Li < Zr < Ba. В скобках указаны элементы, присутствующие не во всех разрезах ввиду малого количества и в концентрациях ниже порога чувствительности применяемых методов. Особенности вертикального распределения указанных элементов в системе аккумулятивно-элювиальных (PY и El) и текстурно-иллювиальных горизонтов (Bt) отражены на примере одного из шурфов палеоледниковой зоны (Подосиновский район) (рис. 1).

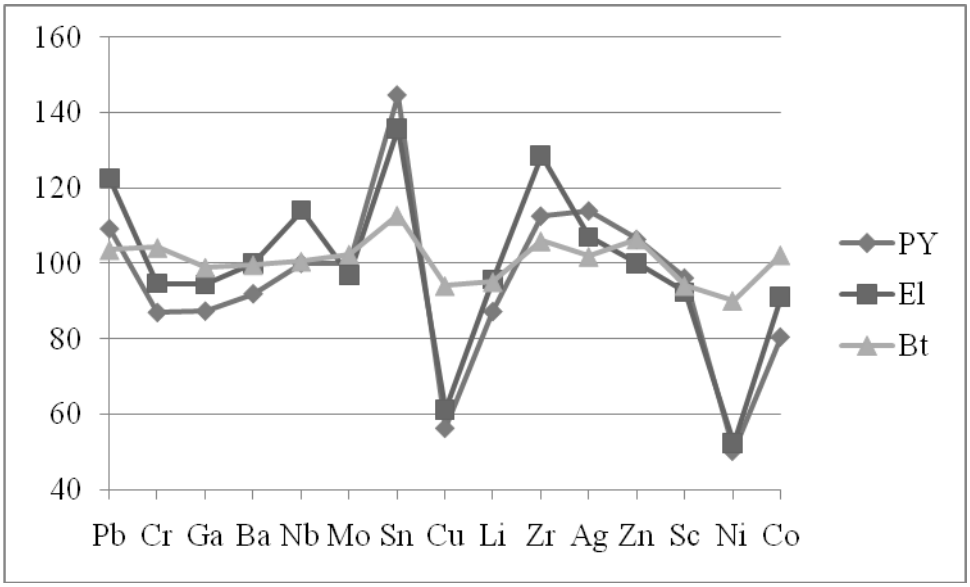


Рис. 1. Концентрации микроэлементов в горизонтах разреза П-38 по отношению к материнской породе (принята за 100%)

Разброс значений кларков концентрации микроэлементов в покровном суглинке (горизонт С) в 20 разрезах показан на рис. 2. По итогам изучения микроэлементного состава покровных суглинков в разных частях ареала, устойчиво выявляется обеднённость этой породы Cu, Ni, Ga и Ba. В то же время, относительно кларков для земной коры (Перельман, 1975), исследуемые отложения обогащены серебром (в среднем 0,26 г/т), оловом (3,56 г/т), литием (73,95 г/т), кобальтом (28,47 г/т), отчасти молибденом и скандием (1,13 и 11,53 г/т).

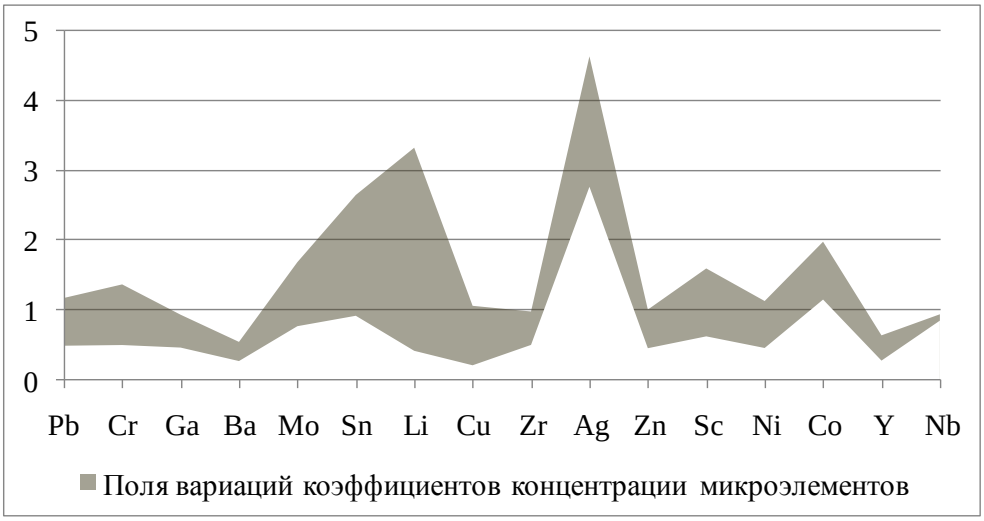


Рис. 2. Поля вариаций значений концентрации микроэлементов покровных суглинков (горизонты С) 20 разрезов

В целом, вышеизложенное отражает некоторые субстантивные свойства покровных лёссовидных суглинков, однородные для ледникового и внеледникового субрегионов Кировской области. Дальнейшие исследования, планируемые нами по затрагиваемому вопросу, позволят получить дополнительную информацию, важную для понимания эволюции и состояния покровных суглинков.

Литература

Колеватых Е. А., Матушкин А. С., Парфёнов М. И., Прокашев А. М. Покровные суглинки – педо-литогенные памятники природы бассейна Вятки // Территориальные проблемы охраны природы: Сб. докладов Третьей международной конференции «Особо охраняемые природные территории» (Санкт-Петербург, 2008). – СПб, 2008. С. 128–135.

Перельман А. И. Химический состав Земли. М.: Знание, 1975. 64 с.

МОРФОМЕТРИЯ ПРИВЕРШИННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЭОЛОВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ КАК ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ЛАНДШАФТОВ ДЮННЫХ ПОЛЕЙ НА ЗАНДРОВЫХ РАВНИНАХ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А. С. Матушкин
Вятский государственный гуманитарный университет,
matushkin-as@yandex.ru

Зандровые равнины протягиваются широкой полосой через всю Европейскую Россию от Полесья до Урала и находятся в основном под лесными угодьями. Данное обстоятельство сильно осложняет изучение структуры зандровых ландшафтов. Методы дешифрирования космоснимков плохо применимы для крупномасштабного ландшафтного картографирования залесенных участков: даже очень подробные снимки не показывают эоловую морфоскульптуру зандровых равнин, которая, как правило, и является ведущим фактором выде-

ления урочищ на мощных отложениях легкого механического состава. С другой стороны, несельскохозяйственный характер данных земель обуславливает отсутствие подробной почвенной съёмки, что также осложняет ландшафтное картографирование. Не стало исключением и Вятско-Камское Предуралье, хотя песчаные и супесчаные зандры занимают тут значительные площади. В Кировской области песчаные отложения мощностью 2–7 м формируют Верхневятскую, Средневятскую (Кировско-Котельничскую), Кильмезскую и другие низины. К зандровым равнинам нам представляется возможным относить также надпойменные речные террасы Вятки и других крупных рек с мощным чехлом песчаных отложений (до 24,8 м) (Государственная геологическая карта …, 1998). В качестве эталонного участка для изучения ландшафтной структуры и почвенного покрова долинных зандров нами выбран памятник природы «Медведский бор», расположенный в пределах надпойменных террас нижнего течения р. Вятки. Зандры Медведского бора обладают всеми основными чертами подобных равнин, в том числе реликтовыми эоловыми дюнно-бугристыми образованиями, которые сформировались в перигляциальных условиях, а в голоцене были закреплены лесной растительностью.

Важнейшими задачами при определении ландшафтного рисунка дюнно-бугристой морфоскульптуры и создании крупномасштабной ландшафтной карты Медведского бора стали фиксация планового положения и вычисление морфометрических характеристик песчаных дюн и бугров. С этой целью проведена съемка направлений дюн с помощью GPS-навигатора Garmin 60Cx, на котором фиксировались путевые точки их вершин. В камеральных условиях координаты точек переносились в ГИС-редактор и соединялись с учётом полевой документации глазомерной съёмки. Для сравнения с направлением горизонталей и привязки к абсолютным высотам, полученные в результате кривые ориентации дюн накладывались на топографическую карту района исследований. Данный метод позволяет также определить путь (дюнный или барханный), по которому шло развитие эолового процесса в перигляциальную эпоху. При условии господства северо-западных и западных ветров с древнего ледника, большинство закартированных дюн имеет «барханный» облик (см. рис. 1), что может говорить о полном отсутствии растительности в период их формирования на значительных площадях современного Медведского бора.

Обширное дюнное поле, занимающее, главным образом, II и III надпойменные террасы (н.т.) р. Вятки неоднородно по морфологии дюн и их количеству. Ключевой участок № 1 (см. рис. 1) занимает площадь 75 га. Здесь в центральной части бора на микулинско-калининских аллювиальных отложениях II н.т. мощностью свыше 20 м [1] и абс. отметками 90–98 м сформировались высокие дюны – до 8–10 м и более, при средней длине 125 м. Всего на этом участке была закартирована 121 дюна, что соответствует плотности 1,6 дюны/га, а учитывая среднюю длину одной дюны – 202 м дюн/га. Дюны, как правило, имеют северо-восточное простирание с обращённой на юго-восток вогнутой частью. На данном участке встречаются не только параболические дюны, но также полуциркульные и циркульные, образованные при слиянии нескольких дюн. Было выделено 9 таких «амфитеатроподобных» эоловых структур от 57 до 138 м в поперечнике. Их центральную часть занимают глубокие котловины, а самые высокое положение принадлежит точкам схождения нескольких дюн.

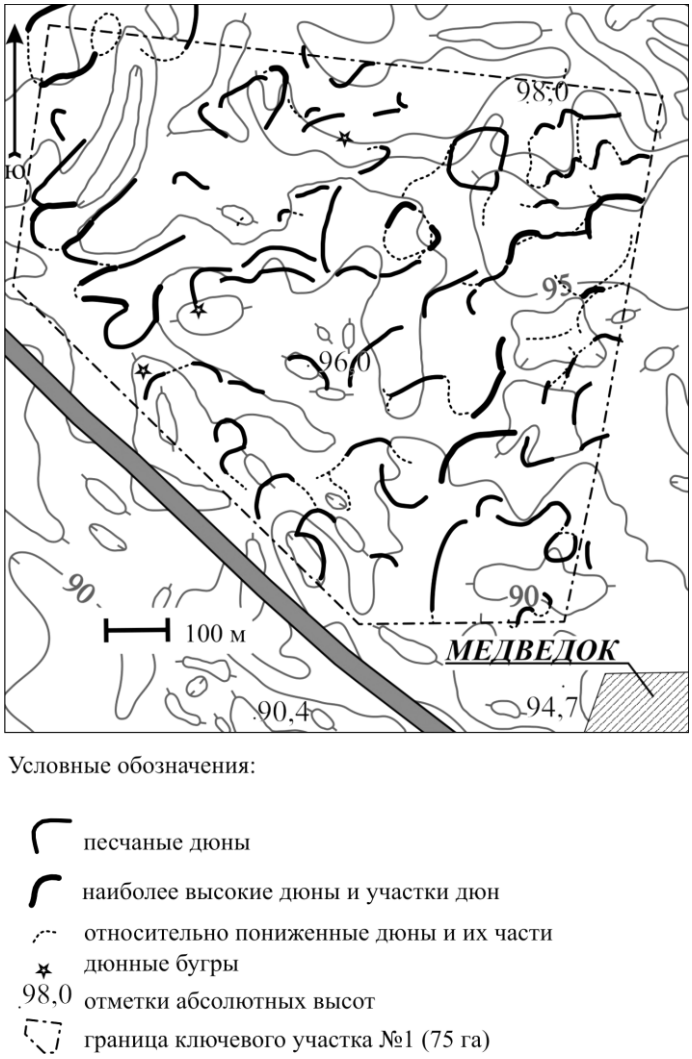
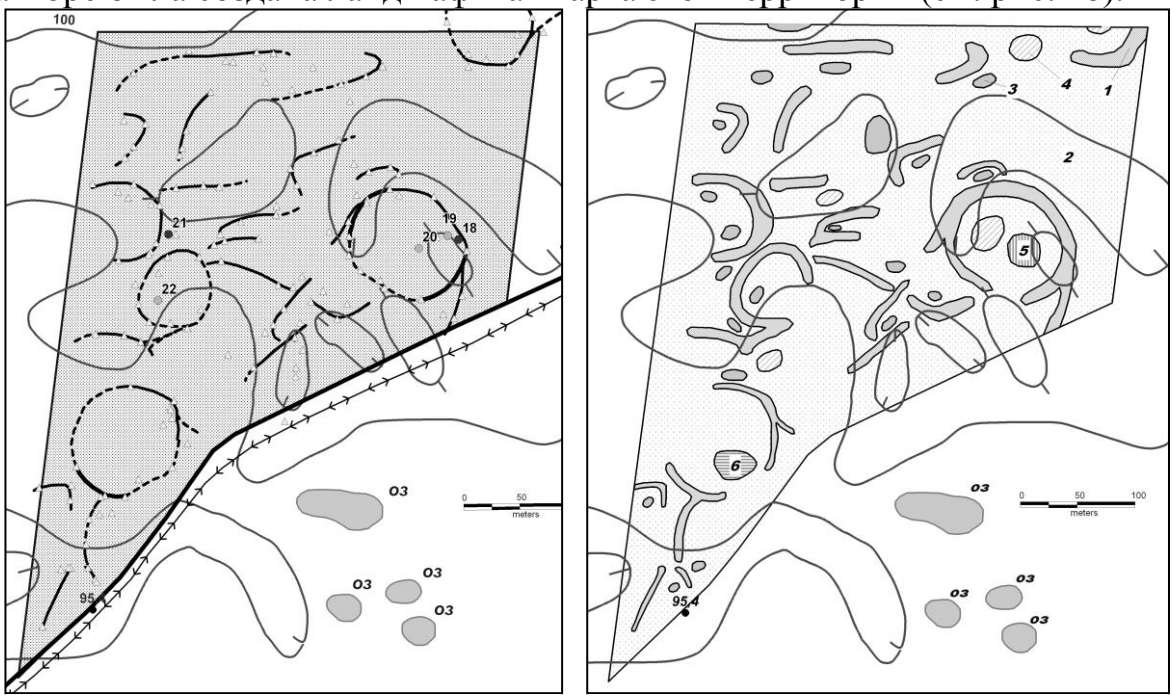


Рис. 1. Положение дюн и дюнных бугров в границах ключевого участка № 1 (центральная часть Медведского бора)

Ключевой участок № 2 на границе II и III н.т. расположен на высотах 95–100 м и занимает площадь 14,6 га. Древнеаллювиальные отложения имеют мощность 4–6 м. В основном дюны имеют небольшую относительную высоту – 2–3 м, но есть и высокие, как правило, циркульные, дюны – 6–8 м высотой. Всего на этом участке было закартировано 28 дюн, что соответствует плотности 1,9 дюны/га, а учитывая среднюю длину одной дюны (55 м) – 105 м дюн/га. Дюны также имеют северо-восточное простирание с различной ориентировкой вогнутой стороны (см. рис. 2а). Характерной особенностью ключевого участка №2 является наличие 4 больших (100–120 м в поперечнике) «амфитеатроподобных» эоловых форм, хорошо выделяющихся на общем фоне. На основе GPS-картографирования дюн ключевого участка №2 (см. рис. 2а) в ГИС-редакторе была создана ландшафтная карта этой территории (см. рис. 2б).



а б

Рис. 2. Ключевой участок №2: а – GPS-картографирование вершин дюн; б – ландшафтная карта.

Условные обозначения к рис. 2б: 1 – привершинные поверхности песчаных дюн под сосняками зеленомошниками и беломошниками на $П_1$пО; 2 – склоновые поверхности песчаных дюн под сосняками зеленомошниками и беломошниками на $П_2$пО; 3 – междюнные котловины под сосняками зеленомошниками на $П_2$ижпО; 4 – междюнные котловины под сосняками зеленомошниками с можжевельником на $П_1$игуО; 5 – междюнные глубокие котловины под сосняками зеленомошниками на $П_1$дигуО; 6 – междюнные глубокие котловины под осоково-сфагнумовым болотом с ивой на Бнтп’О.

По нашему мнению, картирование вершин дюн является наиболее рациональным мероприятием на подготовительном этапе ландшафтного и почвенного картографирования. Одновременно мы получаем местоположения котловинных урочищ, площадь которых, в результате обсчета ландшафтных контуров,

на участке № 2, оказалась равной 0,6 га (4,1% площади участка). Вершинные подурочища занимают 1,8 га (12%). Остальные 12,3 га (83,9%) приходятся на склоновые подурочища различной крутизны и экспозиции.

Литература

Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200000. Серия Средневолжская. Листы О-39-XV (Кирово-Чепецк), О-39-XVI (Зуевка), О-39-XXI (Медведок), О-39-XXII (Уни). М., 1998. 149 с.

ТРАНСФОРМАЦИЯ СТРУКТУРЫ ЛЕСОСТЕПНЫХ ПОГРЕБЕННЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ

Р. Х. Нурисламов [1], Л. В. Мельников [2]
Казанский государственный университет им. Ульянова-Ленина,
rinazn@rambler.ru, konf75@ksu.ru

Важным количественным параметром почвенной структуры является механическая прочность агрегатов, которую можно рассматривать как интегральную характеристику процесса агрегирования твердых фаз. Агрегация и фрагментации почв напрямую зависит от механической прочности каждого агрегата (Munkholm, 2002). По Косарано (Causarano, 1993) механическая прочность агрегатов является наиболее чувствительным индикатором изменений почвенной структуры. Поэтому любые изменения окружающего ландшафта и изменения в самой почве достаточно хорошо отражаются в механической прочности агрегатов.

Целью работы было оценить структурное состояние и выявить различия в прочности структуры погребенных и фоновых черноземных почв археологического комплекса «Больше-Кляринское городище» (булгарская культура, Предволжье, Республика Татарстан). Детально строение валов и рвов описано у Губайдуллина (2002).

В задачи исследования входило: описание зависимости механической прочности агрегатов от их диаметра; выявление отсутствия влияния корневых систем в погребенных почвах на механическую прочность по сравнению с целинным аналогом; установление влияния гидрологического фактора на механическую прочность агрегатов в погребенной почве в нижней части склона по сравнению с автоморфной погребенной почвой в верхней части склона.

Фоновые почвы представлены пахотной и залежной разновидностями среднемощного среднегумусного тяжелосуглинистого выщелоченного чернозема.

Одним из разрезов, был вскрыт сопряженный профиль новообразованной и погребенной почв в археологическом раскопе, в котором провели детальный отбор почвенных проб из внешней, средней и внутренней части насыпи периферийного вала, соответственно варианты (а), (б) и (в).

Типологически все исследованные почвенные разности, соответствуют друг другу, однако, новообразованные почвы, характеризуются несколько

меньшей мощностью гумусовых горизонтов от 35 до 40 см и нехарактерными для лесостепных почв признаками: резкой дифференциацией от остальной части профиля и языковатой границей нижней части гумусового горизонта.

При морфологическом исследовании было установлено, что трансформация почвы, погребенной под насыпью вала, приуроченной к нижней части склона, имеет отчетливый гидроморфный характер, морфологически это выражалось в элювиально-иллювиальной дифференциации верхней части гумусовых горизонтов [Ад] и [А1]. В нижней части горизонта [А1] фиксировались разнообразные железистые новообразования, а в почвенном профиле отсутствовали свободные карбонаты, вниз по профилю по граням структурных отдельностей проявлялись признаки оглеения.

Для детальной оценки степени трансформации погребенной почвы и направленности почвообразования на поверхности искусственной насыпи изучали плотность твердой фазы в сопряженном профиле черноземных почв (новообразованной на валу и погребенной под валом). Полученные значения, в целом, типичны для лесостепных почв. В новообразованной почве вниз по профилю плотность твердой фазы увеличивается с 2,37 до 2,49 г/см^3, в погребенной – с 2,41 до 2,45 г/см^3. Аномальные значения получены для верхней (с признаками гидрогенной трансформации) части гумусового горизонта погребенной почвы – 2,13 г/см^3. Анализируя полученные данные методами математической статистики, получили стандартные отклонения (0,12–0,17 г/см^3) и интервалы изменения значений также для каждого горизонта в отдельности (0,40–0,67 г/см^3).

При сравнении результатов структурно-агрегатного анализа (сухое просеивание) значимых различий между исследованными вариантами не обнаружено. Распределение водопрочных агрегатов в образцах из горизонта А1 черноземов, прилегающих к территории городища, и черноземов, образовавшихся на поверхности валов в более позднее время, также показывают однотипный характер.

Напротив, результаты мокрого просеивания образцов из горизонта [А1] погребенной почвы с признаками гидроморфной трансформации, свидетельствуют, что в условиях, когда в течение нескольких столетий практически не было ни привноса органических остатков, ни контакта твердых фаз с корневыми окончаниями растений, привело к изменению агрегатного состава. Средневзвешенный диаметр структурных отдельностей имеет минимальное значение в автоморфном аналоге, возрастает в гидроморфном и максимум наблюдается в фоновом черноземе.

На коническом пластометре Ребиндера определяли механическую прочность воздушно-сухих агрегатов из фракций сухого просеивания (10–7, 7–5, 5–3, 3–2, 2–1 мм) при 15–20-кратной повторности. Результаты прочности выражали в кг/см^2. Все результаты приведены для уровня значимости 5%.

Зависимость механической прочности структурных отдельностей выражали в виде напряжения разрушения $\boldsymbol{P}$ (*кг/см*^{2}) от $\boldsymbol{d}$ (*см*) диаметра агрегатов, из которого следует, что максимальной механической прочностью среди изучен-

ных фракций, обладают агрегаты размером 2–1 мм. С увеличением диаметра агрегатов их прочность уменьшается.

Анализ полученных данных показывает, что между ***P*** и ***d*** в целом наблюдается отрицательная корреляция. Все расчеты проводились с помощью непараметрических методов вследствие отсутствия нормального распределения во всех случаях. Ранговый коэффициент корреляции Спирмена в погребенных почвах в гидроморфном аналоге равен –0,84 и в автоморфном варианте –0,83. Наличие корней в залежного чернозема изменяет эту зависимость –0,89 (t_f =19,32 > t_t =1,98 при α=0,05).

Тест сравнения медиан по Манн-Уитни (Уилкоксона) показал достоверное возрастание прочности в автоморфном аналоге погребенной почвы по сравнению с залежью для фракций 10–7 и 7–5 мм. Полагается, что корневые окончания, проникая в крупные агрегаты, после разложения создают сеть внутренних макро- и мезопор. Подтверждением этого явилось снижение механической прочности крупных агрегатов залежного чернозема.

В образцах гидроморфной почвы во фракциях агрегатов 10–7, 5–3 и 3–2 мм прочность достоверно меньше, чем в образцах автоморфной почвы. Следовательно, гидрологический фактор уменьшает механическую прочность агрегатов, особенно крупных фракций. Никаких различий между вариантами (а) и (в) выявлено не было. Центральная же часть погребенной почвы (б) с максимальным проявлением гидроморфизма отличалась достоверно меньшими значениями прочности агрегатов фракции 10–7 мм, чем в варианте (в), а также достоверно меньшими значениями фракции 2–1 мм по сравнению с вариантом (а).

Исследованы лесостепные погребенные почвы под искусственной насыпью периферийного вала. Получены новые данные о трансформации погребенных почв и направленности процессов почвообразования на поверхности искусственных насыпей. Показано, что вещественный состав погребенных почв в зависимости от типа фортификационных сооружений и их топографии может изменяться, испытывая влияние локального потока поверхностных и грунтовых вод.

Литература

Губайдуллин А. М. Фортификация городищ Волжской Булгарии. Казань: Институт истории АН РТ, 2002. 232с.

Causarano H. Factors affecting the tensile strength of soil aggregates. Soil Tillage Res. 1993, 28, 15–25 p.

Munkholm L. J., Kay B. D. Effect of water regime on aggregate-tensile strength, rupture energy, friability. Soil Sci. Soc. Am. J. 2002. 66, 702–709 p.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ИЗУЧЕНИЕ БАКТЕРИАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПЕСТИЦИДАМИ

А. В. Колупаев, А. А. Широких, И. Г. Широких
Лаборатория биомониторинга ИБ Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ,
ecolab2@gmail.com

Одной из важнейших проблем современности является химическое загрязнение биосферы. Важное место среди поллютантов занимают такие средства защиты растений, как пестициды. (Ермаков и др., 2001). Независимо от форм и способов применения данных химических соединений они продолжают поступать в почвенные экосистемы, накапливаться в них и влиять на микробные сообщества. Установлено, что реакция почвенных микроорганизмов на действие пестицидов чрезвычайно разнообразна и зависит от многих факторов: химической природы, персистентности препаратов, почвенно-климатических условий и пр. (Груздев, 1987; Круглов, 1991).

Целью исследования было изучение реакции бактериального комплекса на загрязнение дерново-подзолистой почвы симазином и ТМТД в подзоне южной тайги европейской части России.

Объектом исследования служил район Кильмезского полигона захоронения ядохимикатов – одного из самых крупных источников эмиссии пестицидов.

Кильмезкий ядомогильник представляет собой подземный бункер, в котором захоронено около 592 т непригодных к использованию ядохимикатов, в том числе 52 т пестицидов первого и второго класса опасности (Бабкина, 2003). Данный объект эксплуатируется с 1979 года и находится в неудовлетворительном состоянии, поэтому в целях предупреждения негативного воздействия на окружающую среду на территории Кильмезского ядомогильника проводится постоянный экологический мониторинг. На трёх площадках мониторинга, заложенных от объекта на расстоянии 0,7 км; 1,5 км и 2 км, а так же с фоновой территории на расстоянии 5 км от объекта, были отобраны образцы дерново-подзолистых почв (гумус 1,5–2,3%; pH_{KCl} 4,1–5,9) на глубину 0–7 см. Содержание в почве пестицидов (симазин, ТМТД) определяли на газовом хроматографе Цвет-500 с пламенно-ионизационным детектором.

В результате химического анализа почв было установлено, что во всех трёх точках мониторинга содержание симазина не превышало 0,001–0,002 мкг/г (0,01 ПДК), ТМТД – 0,02–0,04 мкг/г (0,33–0,66 ОДК). Известно, что в зависимости от условий окружающей среды продолжительность разложения данных пестицидов может колебаться в весьма широких пределах (Мельников, 1987).

Учёт численности бактерий проводили методом посева из разведений почвенных суспензий на агаризованную среду RHM. При подсчёте колоний с каждой чашки выделяли в чистую культуру представителей доминирующих морфотипов. Бактериальный комплекс почв импактной территории, выделяемый на среде RHM, включал 15 представителей, из почвы фонового участка – 11 культур. Основные морфологические и физиологические свойства изолятов для выявления структуры бактериального комплекса изучали в соответствии с методиками, изложенными в (Методы общей бактериологии.., 1984).

Численность бактериальных клеток в почвах импактных территорий варьировала в пределах $(1{,}0–2{,}4)\times10^9$ КОЕ/г, для почв фонового участка данный показатель составил $1{,}2\times10^9$ КОЕ/г. Разница в значениях численности бактерий фонового и импактных участков, таким образом, не выявлена.

Анализ морфологических и физиолого-биохимических свойств бактериальных изолятов позволил выявить следующие особенности структуры комплекса бактерий в импактных почвах. Произошло уменьшение с 54,6 до 26,7% доли подвижных форм бактерий; увеличение с 36,4 до 46,7% доли оксидаза-положительных штаммов. По сравнению с комплексом бактерий фонового участка, количество штаммов, способных к гидролизу желатины, возросло почти в семь раз. Соотношение грамположительных и грамотрицательных культур в импактном бактериальном комплексе, составило 0,47/0,53, тогда как в фоновой почве равнялось 0,54/0,46. Доля факультативных анаэробов в структуре комплексов бактерий для импактных территорий составила 80% и 82% для фонового участка. Все исследуемые культуры были каталаза-положительными, представлены кокковыми и бациллярными формами

Таким образом, при отсутствии достоверной разницы в численности бактериального населения почв сравниваемых участков, нами выявлены изменения в структуре комплекса почвенных бактерий импактных территорий, обусловленные, возможно, присутствием в среде ТМТД и симазина. Биодиагностическая значимость выявленных изменений в структуре бактериального комплекса загрязнённой пестицидами почвы нуждается в дальнейших исследованиях.

Литература

Ермаков Н. М., Корнеев Г. А., Яковлев С. А., Колнобрицкая О. А., Попов Н. В., Толоконникова С. И. Неспецифическая профилактика зооанропонозных инфекций (дезинсекция), пути ее развития // Энтомологические и паразитологические исследования в Поволжье. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2001. Вып. 1. С. 66–69.

Груздев В. А. Химическая защита растений. М.: Агропромиздат, 1987. 415 с.

Круглов Ю. М. Микрофлора почв и пестициды. М.: Агропромиздат, 1991. 128 с.

Бабкина Э. И., Сурнин В. А., Самсонов Д. П., Щитова Н. И. Полигоны захоронения пестицидов как источники загрязнения окружающей среды // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2003. № 11–12. С. 115–122.

Методы общей бактериологии: пер. с англ. / Под ред. Ф. Герхардта и др. М.: Мир., 1984. 264 с.

Мельников Н. Н. Пестициды. Химия, технология применение. М.: Химия, 1987. 712 с.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБРАБОТКИ СЕМЯН И КОЛОСА БИОФУНГИЦИДОМ НА ОСНОВЕ ЭНДОФИТНОГО ШТАММА *BACILLUS SUBTILIS* ПРОТИВ ФУЗАРИОЗА

Д. Р. Кутлубердина
Башкирский государственный аграрный университет,
di2412@yandex.ru

Фузариоз колоса является одной из наиболее распространенных и вредоносных болезней зерновых культур. Ее негативные последствия оцениваются как в форме прямых потерь урожая («трухлявость» и щуплость зерен), так и косвенных – снижение продуктивности, развитие корневых гнилей, белоколосость и другие патологии роста и развития растений.

По нашим данным (Кутлубердина, Хайруллин, 2008а) в последние годы существенно увеличилась зараженность семян яровой пшеницы фузариевыми грибами. Подавление химическими методами фузариозов, как и других вызываемых грибами заболеваний, имеет ряд ограничений, связанных с появлением суперустойчивых штаммов, а также с неблагоприятными экологическими последствиями применения пестицидов в посевах. Поэтому актуальна разработка биологических методов защиты растений актуальна.

В связи с этим наши исследования были направлены на испытание в полевых условиях эффективности предпосевной обработки семян химическими фунгицидами, а также препаратом на основе высокоантагонистичного к грибам рода *Fusarium* эндофитного штамма *Bacillus subtilis* 11РН (Кутлубердина и др., 2008). Было показано, что обработка семян спорами этой бактерии в сравнении с химическим препаратом заметно снижала зараженность зерна яровой пшеницы (Кутлубердина, Хайруллин, 2008б). Целью дальнейших работ являлось испытание в полевых условиях эффективности сочетания предпосевной обработки семян этим биопрепаратом с опрыскиванием растений в фазе колошения.

Предпосевную обработку семян яровой пшеницы двух сортов (Омская 35 и Омская 36) с высокой степенью заражения фузариозом проводили химическим фунгицидом террасил (Bayer), а также опытным биофунгицидом на основе спор штамма *B. subtilis* 11РН. Контрольные семена обрабатывали водой. В фазу колошения одну часть посевов опрыскивали химическим препаратом фоликур – фунгицидом, используемым для защиты колоса (Рекомендации…, 1994), другую часть – биофунгицидом, оставшуюся – водой. Опыты проводили в двух природно-климатических зонах (Северная и Предуральская степь) Республики Башкортостан. Площадь делянок составляла 1 кв. м., повторность трехкратная.

Выявлено, что наибольшая зараженность фузариозом у зерновок обоих сортов пшеницы наблюдалась в более прохладной и влажной зоне Северной лесостепи и составляла в среднем 20%. В зоне с засушливым климатом (Предуральская степь) общая зараженность семян фузариозом была ниже и составила 6%.

Хорошо известно, что предпосевная обработка семян способствует лучшему закаливанию растений и повышает содержание запасных питательных веществ в узлах кущения, освобождает семена от возбудителей заболеваний. Показано (Шешегова, 2004), что протравливание семян снижает обилие фузариозных грибов, как в ризосфере, так и в ризоплане в течение всего вегетационного периода. Обработка семян препаратом террасил снижала распространение фузариоза зерна в обеих природно-сельскохозяйственных зонах, существеннее у пшеницы сорта Омская 35 (эффективность составляла 28%), в сравнении с сортом Омская 36 (23%). Эффективность применения системного фунгицида для предпосевной обработки семян против фузариоза была показана нами также в экспериментах 2008 г. (Кутлубердина, Хайруллин, 2008б).

При обработке посевов в фазу колошения препаратом фоликур эффективность защиты растений от фузариоза колоса заметно увеличивалась, до 31% у сорта Омская 35 и 48% – Омская 36. Таким образом, мы подтвердили данные других авторов (McMullen et al., 1999; Шешегова, 2004) о повышении эффективности защиты пшеницы от фузариоза при опрыскивании колоса противофузариозными фунгицидами.

Обработка семян спорами *B. subtilis* 11РН заметно снижала зараженность зерновок пшеницы в обеих зонах примерно в одинаковой степени. Эффективность защиты растений составила в среднем, 33%.

При обработке колоса этим же биофунгицидом эффективность защиты достигла 57%. Таким образом, препарат на основе эндофитного антагониста *B.subtilis* 11РН оказался более эффективным в снижении распространенности фузариоза зерна, нежели исследованные системные фунгициды, и этот биофунгицид может быть рекомендован в качестве основы препаратов в биологической защите пшеницы от возбудителей фузариозных болезней.

Выявленные в зерновках обоих сортов пшеницы виды грибов *Fusarium* мы разделили на две группы: доминирующие (*F. poae* и *F. sporotrichioides*, преимущественно встречающиеся в структуре фитопатогенных комплексов, формирующихся на зерне пшеницы в республике и вызывающие скрытое проявление фузариоза) и другие виды (реже встречающиеся – *F. avenaceum, F. graminearum, F. culmorum F. oxysporum, F. tricinctum*). Установлено, что в семенах обоих сортов пшеницы, убранных с контрольных делянок, частота встречаемости доминирующих видов составляла, в среднем, 55%. При обработке семян фунгицидами (химическим или на основе спор эндофитного штамма) она увеличилась до 85%. Число же других видов фузариевых грибов закономерно уменьшилось. В исследованиях предыдущего года (Кутлубердина, 2008б) также было выявлено, что при предпосевной обработке семян препаратами зерно пшеницы инфицируется преимущественно доминирующими видами *F. sporotrichioides* и *F. poae*, вызывающими скрытый фузариоз.

Исходя из результатов, воспроизведенных в течение двух лет, можно предположить, что при обработке химическим фунгицидом и биопрепаратом значительно зараженных фузариозом семян, в репродуцированном зерне наблюдается преобладание видов со скрытой формой проявления болезни, преимущественно встречающихся на территории республики. Так, в 2009 г. при

обработке семян и колоса встречаемость доминирующих видов достигала у обоих сортов до 100%, тогда как у контрольных зерновок составляла 71%.

Общеизвестно, что *F. sporotrichioides* и *F. poae* образуют микро- и макроконидии, в отличие от грибов *F. graminearum* и *F. avenaceum* и других, формирующих только макроконидии и вызывающих явное проявление болезни. Микроконидии продуцируются с более высокой скоростью, их образуется больше, чем макроконидий. Можно также полагать, что при конидиальном спороношении происходит дифференциация фитопатогена и выживают преимущественно клоны, более устойчивые к фунгицидам. Не исключено, что изначальные различия в токсичности фунгицидов для разных видов грибов также приводят к различию в распространении последних. Этими причинами можно объяснить снижение разнообразия видов фузариев при использовании химических и биологических препаратов.

На основе полученных результатов и с учетом возможности массового проникновения фузариев из семян в проростки в послевсходовый период можно рекомендовать разработку фунгицидов системного действия с более продолжительным периодом защитного эффекта, чем у существующих в настоящее время.

Литература

Кутлубердина Д. Р., Хайруллин Р. М. Видовой состав и зараженность разных фракций зерна пшеницы грибами рода *Fusarium* в Южной лесостепи Республики Башкортостан // Вестник КГУ. 2008. С. 90–95.

Кутлубердина Д. Р., Хайруллин Р. М. Влияние предпосевной обработки семян яровой пшеницы эндофитным штаммом *Bacillus subtilis* на численность и видовой состав фитопатогенных грибов рода *Fusarium* // Междисциплинарный микологический форум: Иммунопатология, аллергология, инфектология. 2009. № 1. С. 89–90.

Кутлубердина Д. Р. Хайруллин Р. М., Егоршина А. А. Антагонистические взаимоотношения эндофитных бактерий *Bacillus subtilis* с грибами рода *Fusarium* // Стратегия взаимодействия микроорганизмов и растений с окружающей средой. Саратов, 2008. С. 16.

Рекомендации по комплексной защите сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорной растительности в Краснодарском крае на 1994-1999 гг. / Департамент сельского хозяйства и продовольствия администрации Краснодарского края. Краснодар, 1994. 132 с.

Шешегова Т. К., Широких И. Г. Для активизации борьбы с фузариозом колоса // Защита и карантин растений. 2004. № 4. С. 22–23.

McMullen M. P., Schatz B., Stover R., Gregoire T. Studies of fungicide efficacy, application timing and application technologies to reduce *Fusarium* head blight and deoxynivalenol. / 5-th European *Fusarium* Seminar, Szeged, Hungary, 1997. Cereal Res. Comm., 25. 3/2. 1999. P. 779–780.

ИЗУЧЕНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В РАСТИТЕЛЬНЫХ ТКАНЯХ, ИНИЦИИРОВАННЫХ ДЕЙСТВИЕМ МЕТИЛФОСФОНОВОЙ КИСЛОТЫ

Л. С. Свинолупова [1], С Ю. Огородникова [2]
[1] Вятский государственный гуманитарный университет,
[2] Лаборатория биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ,
ecolab2@gmail.com

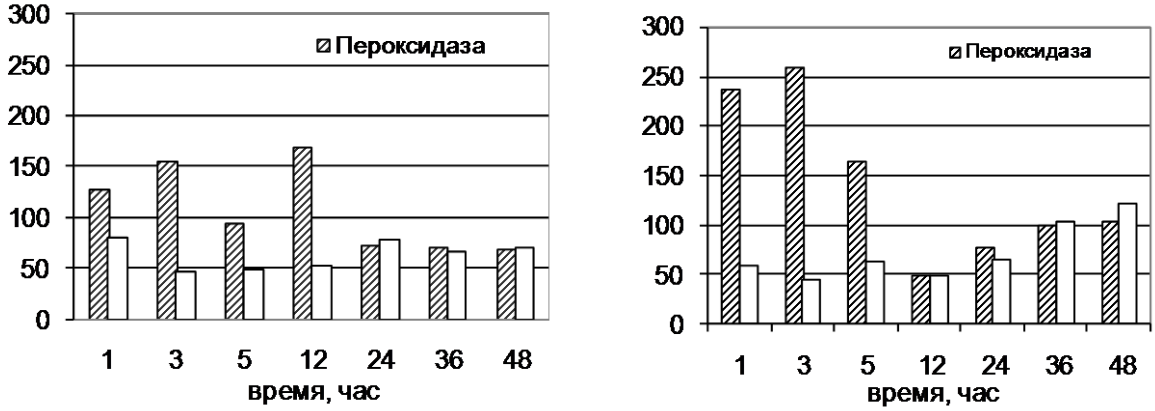
Многие стрессоры приводят к образованию активных форм кислорода (АФК). Наиболее реакционно-способными АФК являются супероксидный радикал ($O^{\cdot}_2$) и гидроксилрадикал ($HO^{\cdot}$), они способны индуцировать цепные реакции, приводящие к образованию большого количества свободных радикалов, вызывающих перекисное окисление липидов, нарушение целостности мембран, инактивацию ферментов и разрушение нуклеиновых кислот (Полесская, 2007). В ответ на накопление АФК в клетках активируется ряд ферментов, накапливаются соединения – антиоксиданты, которые обезвреживают эти сильные окислители. Метилфосфоновая кислота (МФК) также вызывает подобные изменения в растительных тканях. Ранее было показано, что в клетке активируется пероксидаза и накапливаются продукты перекисного окисления липидов (Огородникова и др., 2004). Однако в динамике развитие окислительных процессов в растительных тканях не изучено. Поэтому целью данной работы было изучить в динамике развитие окислительных повреждений под воздействием метилфосфоновой кислоты.

Действие МФК изучали на 14-дневных проростках ячменя сорта «Новичок», которые выращивали на питательном растворе Кнопа в лабораторных условиях. Опытные растения выдерживали в течение 1 часа на растворе 0,01 моль/л МФК (в раствор погружали только корневую систему растений), контроль – дистиллированная вода. Далее опытные и контрольные растения переносили на питательный раствор Кнопа.

Проводили оценку активности пероксидазы и перекисного окисления липидов (ПОЛ) в динамике через 1, 3, 5, 12, 24, 36, 48 ч после начала опыта. Определяли накопление антоцианов в листьях растений, выход электролитов из растительных тканей. Активность пероксидазы оценивали по накоплению продуктов окисления гваякола (Методы биохмического …, 1987). Активность перекисного окисления липидов определяли по накоплению в растительных тканях малонового диальдегида (МДА) (Лукаткин, 2002). Экстракцию и количественное определение антоцианов проводили по методике Д. А. Муравьевой (1987). Выход электролитов из тканей корней растений в дистиллированную воду (соотношение навеска/вода – 150мг/50 мл) за 3 часа определяли на кондуктометре INOLAB. Рассчитывали процент выхода электролитов от полного выхода, который оценивали по электропроводности вытяжки после разрушения мембран кипячением.

Установлено, что МФК инициировала окислительные процессы в растительных тканях. Одним из ферментов, которые регулируют содержание H_2O_2, является пероксидаза (Рогожин, 2004).

Отмечали значительное (в 2,5 раза) возрастание активности пероксидазы в корнях ячменя уже в первые часы после действия МФК (рис. 1б). Через 12 ч после начала опыта активность пероксидазы снижалась, и только к концу наблюдений происходило восстановление активности пероксидазы до уровня контрольных растений.



а) *б)*

Рис. Изменение активности пероксидазы и интенсивности ПОЛ в а) листьях б) корнях ячменя сорта Новичок

Изменения активности пероксидазы в листьях были выражены в меньшей степени, по сравнению с корнями растений (рис 1а). В течение 12 ч после инкубации растений на МФК в листьях отмечали повышенный уровень активности фермента. В то же время в листьях происходило накопление антоцианов (в 5,9 раза выше контрольного уровня). Известно, что антоцианы выполняют протекторную функцию в растительной клетке, препятствуя накоплению АФК (таблица). По-видимому, их накопление и активация пероксидазы были направлены на снижение концентрации АФК в растительных клетках. Дальнейшие наблюдения показали снижение активности пероксидазы в листьях.

Таблица

Влияние метилфосфоновой кислоты (0,01моль/л) на накопление антоцианов в листьях растений ячменя

Время, ч	Концентрация суммы антоцианов, %	
	контроль	МФК
12	0,0533±0,0010	0,2895±0,0184
24	0,0533±0,0010	0,0474±0,0050
36	0,0939±0,0156	0,0950±0,0278
48	0,0939±0,0156	0,0518±0,0014

МФК вызвала изменение интенсивности процессов перекисного окисления липидов. Причем, в отличие от пероксидазы, активность ПОЛ в растительных тканях в первые часы опыта снижалась (рис.). Минимальное накопление

МДА в корнях ячменя было отмечено через 3 часа, а в листьях через 5 часов после действия МФК. По-видимому, снижение концентрации МДА в первые часы связано с активацией компонентов системы антиоксидантной защиты, которые инактивируют АФК и препятствуют пероксидации липидов. Только на вторые сутки после действия МФК активность процессов ПОЛ в корнях растений была выше на 20%, а для листьев уровень МДА до конца периода наблюдений не превысил 70% от контроля.

Известно, что свободнорадикальные процессы, в том числе и ПОЛ, приводят к нарушению барьерных свойств клеточных мембран. Установлено, что через 48 ч после инкубации растений на МФК происходит возрастание выхода электролитов из корней растений на 50 % по сравнению с контролем. Увеличение выхода электролитов может свидетельствовать о временном повышении проницаемости мембран, либо о нарушении мембранной проводимости (Коваль, 1974).

Таким образом, нами изучено развитие окислительных процессов в растительных тканях под действием МФК (0,01 моль/л). В течение первых часов после действия МФК отмечено возрастание активности пероксидазы и снижение интенсивности процессов ПОЛ, как в корнях, так и в листьях растений. Выявлено, что корневая система растений более чувствительна к действию МФК, что проявилось в большей амплитуде колебаний активности пероксидазы и интенсивности процессов перекисного окисления липидов. Развитие окислительных повреждений в тканях привело к нарушению барьерных функций мембран и увеличению выхода электролитов из корней опытных растений. В листьях опытных растений также отмечали активацию окислительных процессов, но она была выражена в меньшей степени. В листьях в ответ на действие МФК происходило накопление антоцианов, выполняющих протекторную функцию.

Литература

Лукаткин А. С. Холодовое повреждение теплолюбивых растений и окислительный стресс. Саранск: Изд-во Мордов. Ун-та, 2002. 208 с.

Методы биохимического исследования растений / Под ред. А. И. Ермакова. Л.: Агропромиздат., 1987. 430 с.

Огородникова С. Ю., Головко Т. К., Огородникова С. Ю. Реакции растений на фосфорорганический ксенобиотик – метилфосфоновою кислоту. Сыктывкар, 2004. 24 с.

Рогожин В. В. Пероксидаза как компонент антиоксидантной системы живых организмов. СПб.: ГИОРД, 2004. 240 с.

Коваль С. Ф., Исследования свойств клеточных мембран и устойчивости растений по вымываемости электролитов // Известия Сибирского отделения АН СССР. Сер. Биол. Наук. 1974. № 15. Вып. 3. С. 161–167.

Полесская О. Г. Растительная клетка и активные формы кислорода: учебное пособие / Под ред. И. П. Ермакова. М.: КДУ, 2007. 140 с.

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К ВЫБОРУ ТЕСТ-ОБЪЕКТОВ ДЛЯ БИОМОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ СИСТЕМЫ «ВОДА – ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ» АРСЕНИТОМ НАТРИЯ (НА ПРИМЕРЕ ОУХО «МАРАДЫКОВСКИЙ»)

С. А. Мальцева
РЦГЭКиМ по Кировской области,
ecologsveta@yandex.ru

В программу экологического контроля и мониторинга в районах расположения объектов по уничтожению химического оружия включены методы биомониторинга. Достоинствами этих методов выступают интегральная оценка качества окружающей среды, экспрессность некоторых биотестов, чувствительность. В настоящее время осуществляются многочисленные и разнообразные исследования токсических эффектов воздействия загрязняющих веществ с помощью методов биотестирования, но слабо изучено воздействие продуктов детоксикации отравляющих веществ на биотест-объекты. Уделяется недостаточное внимание вопросу биотестирования донных отложений, которые играют определяющую роль в миграции веществ и регулирования их содержания в водной среде. С одной стороны донные отложения способствуют самоочищению водной среды, накапливая разнообразные химические вещества, с другой, при возникновении определенных условий могут рассматриваться как потенциальный источник вторичного загрязнения. Методическая база для выполнения работ по биотестированию донных отложений в Российской Федерации пока отсутствует, и в организациях разных ведомств используют различные методические приемы и различную технику (Бакаева, 2006).

Особый интерес представляет изучение токсичности арсенита натрия как одного из продуктов детоксикации люизита. Известно, что арсенит натрия стимулирует рост водорослей, а его концентрация 31 мг/л при 16 ч экспозиции токсична для Daphnia magna Straus (Методы.., 1989). Было установлено, что арсенит натрия в концентрации 100 мг/кг почвы угнетает рост подсолнечника, сорго и кукурузы на 50%, а в концентрации 1мг/мл угнетают жизнедеятельность бактерий типа Azospirillum brasilense Sp245 (Пурыгин, 2003). Результаты оценки острой токсичности арсенита натрия в растворах различных концентраций на интенсивность биолюминесценции бактерий, смертность дафний и цериодафний, хемотаксическую реакцию инфузорий, двигательную активность дафний, рост хлореллы и флюоресценцию хлорофилла водоросли сценедесмус показали наибольшую чувствительность дафний и цериодафний. Для Escherichia coli M-17 токсичной оказалась концентрация 50 мг/л , для Chlorella vulgaris Beijer и Paramecium caudatum – 200 мг/л, для Scenedesmus quadricauda (Turp) Breb – 60 мг/л, для Ceriodaphnia affinis Lill. и D. magna – 10 мг/л (Чупис, 2007).

Цикл развития C. affinis в 2 раза короче, чем у D. magna, поэтому метод с использованием C. affinis при строгом соблюдении условий опыта вдвое короче (Филенко, 2007). Эксперименты с рачком C. affinis из-за его малых размеров

требуют меньших объемов растворов. Одноклеточные зеленые водоросли (фитопланктон) реагируют на многие загрязнители. В отличие от C. vulgaris, S. quadricaud представляет собой колониальный организм, состоящий из соединенных друг с другом 2–4 клеток, поэтому реакция этой комплексной структуры очень важна в контроле и мониторинге природных сред и объектов.

В данной работе изучалась токсичность арсенита натрия для тест-объектов на организменном, дем- и синэкологическом уровнях. На организменном уровне проводились эксперименты: с дополнительной функциональной нагрузкой (отсутствие кормления); на токсичность арсенита натрия в ряду поколений рачков C. affinis. На популяционном уровне изучалось влияние токсиканта на биомассу партеногенетической модельной популяции рачков, на численность культуры микроводоросли S. quadricauda. В опытах с экотоксикологическими микрокосмами исследовали токсичность арсенита натрия в системе «вода – донные отложения» с помощью личинок хирономид и рачков. Сбор личинок хирономид осуществляли в соответствии с методическими рекомендациями (Методические рекомендации.., 1983) в искусственном водоеме зеленой зоны пригорода, биотический индекс которого – 9 баллов, что соответствует чистому водоему (Мальцева, 2007).

Получены следующие результаты: на основе экспериментальных данных выведены уравнения зависимости «концентрация – эффект» для C. affinis: $y = 0{,}345 \lg C(As) + 4{,}143$ и для S. quadricauda: $y = 0{,}752 \lg C(As) + 5{,}118$; мышьяк не оказал острого токсического действия (50% гибель за 48 ч) на рачков третьего поколения C. affinis, в том числе в экспериментах с дополнительной функциональной нагрузкой (отсутствие кормления). Установлена хроническая токсичность мышьяка для рачков в концентрации 0,8 мг/л, 0,9 мг/л, 1,5 мг/л по критерию смертности (20% гибель за 7 сут); установлено снижение толерантности молоди C. affinis к мышьяку в ряду поколений. Если у молоди третьего поколения половозрелость наступала на 3–4 сут и статистически достоверных отклонений в плодовитости не выявлено, то в последующих генерациях половозрелость не наступала. Концентрация 1,5 мг/л мышьяка оказала острое токсическое действие на рачков $F_{5–7}$ поколения. Рекомендуем использовать в токсикологических анализах рачков $F_{5–7}$ поколения как более чувствительных к арсениту натрия тест-объектов; мышьяк не оказал острого токсического действия на S. quadricauda, но оказал хроническое действие в концентрации 1,5 мг/л (статистически достоверное отклонение коэффициента прироста числа подопытных клеток за 7 сут); установлено двукратное увеличение чувствительности культуры S. quadricauda при отсутствии в питательной среде Успенского фосфатов (конкурент в сорбции арсенатов) и железа (сорбент металлов). Результаты токсикологических исследований в микрокосмах дают основание полагать о высокой чувствительности рачков к арсениту натрия в сравнении с чувствительностью личинок хирономид по показателю гибели.

Проведенные исследования подготовили основу для усовершенствования существующих методик биотестирования в целях оперативного обнаружения источников загрязнения водных объектов арсенитом натрия.

Литература

Бакаева Е. Н. Гидробионты в оценке качества вод суши. М.: Наука, 2006. 239 с.

Методы биоиндикации и биотестирования природных вод. Вып. 2. Л.: Гидро. мет. изд, 1989. 266 с.

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. Ленинград, 1983. 50 с.

Мальцева С. А., Ашихмина Т. Я., Кондакова Л. В. Биоиндикационные исследования территории дендрологического парка лесоводов Кировской области и рекреационная емкость ландшафта // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития: Сб. материалов Всероссийской научно-практической конференции в 2 частях. Часть 1. (г. Киров, 27–29 ноября 2007 г.). Киров: Издательство ВятГГУ, 2007. С. 50–51.

Пурыгин П. П., Белоусова З. П. Основы химической токсикологии. Самара: Издательство: Самарский университет, 2003. 51 с.

Филенко О. Ф., Михеева И. В. Основы водной токсикологии. М.: Колос, 2007. 144 с.

Чупис В. Н., Лущай Е. А., Ларин И. Н., Загреков А. А., Ильина Е. В., Иванов Д. Е. Чувствительность к арсениту натрия тест-организмов, используемых в многокомпонентной системе биотестирования качества природных сред // Теоретическая и прикладная экология. 2007. № 1. С. 37–41.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ЦИАНОБАКТЕРИИ *NOSTOC PALUDOSUM* И ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ К ПОЛЛЮТАНТАМ (ТЕСТИРОВАНИЕ ПО ТТХ)

Ю. Н. Зыкова [1], С. С. Злобин [2], Г. И. Березин [2], Т. С. Елькина [1]

[1] Вятская государственная сельскохозяйственная академия,

[2] Вятский государственный гуманитарный университет,

ecolab2@gmail.com

Качество жизни во многом определяется состоянием окружающей среды (о.с.). В то же время поток поллютантов, попадающих в биосферу в результате деятельности людей, становится всё более разнообразным. При этом ближайшие и отдалённые последствия воздействия данных соединений, прямые или опосредованные через продукты питания и корма часто приводят к неблагоприятным исходам как для популяций разнообразной биоты, так и для самого человека. Поэтому среди первоочередных задач мониторинга о.с. можно выделить направления, связанные с разработкой экспрессных методов биотестирования, которые проводятся без дефицитных реактивов и дорогостоящей аппаратуры. В частности, использование тетразольно-топографического метода определения дегидрогеназной активности живых клеток показало, что модификация метода применима в целях биотестирования при загрязнении воды и почвы тяжёлыми металлами (ТМ) и фосфорорганическими соединениями (Ашихмина и др., 2006; Домрачева и др., 2008). Так, доказано, что в качестве тест-организмов, обладающих повышенной чувствительностью к токсикантам, применимы различные альгологически чистые культуры цианобактерий (ЦБ) из рода *Nostoc* с титром клеток, не превышающим 10^6/мл. Среди семян высших

растений удобно отбирать такие культуры, у которых окраска зародыша видна без разрезания семян (например, горчицы, томатов, капусты).

Цель данной работы: изучить возможность использования цианобактерий и семян высших растений горчицы белой и томата в качестве тест-объектов на загрязнение окружающей среды поллютантами, не относящимися к ТМ и фосфорорганическим соединениям.

Метод, применяемый в работе, основан на способности дегидрогеназ живых клеток восстанавливать бесцветный раствор хлористого тетразола (ТТХ) в фармазан, образующий в клетках ЦБ кристаллы малинового цвета, и окрашивающий в красный цвет живой зародыш у семян высших растений.

В качестве тест-объектов выбрана двухмесячная культура ЦБ *Nostoc paludosum* №18 из коллекции фототрофных микроорганизмов кафедры ботаники, физиологии растений и микробиологии Вятской ГСХА, а также семена горчицы белой и томатов сорта юбилейный.

В качестве поллютантов выбраны соединения, являющиеся загрязнителями в городских и сельскохозяйственных экосистемах: бензин, нитраты и гербицид Трефлан в концентрациях, реально присутсвующих в о.с. Бензин 92-й марки компании «Лукойл» отобран на одной из заправок г. Кирова. Выбор нитрата натрия в качестве токсиканта обусловлен значительной загрязненностью сред (воздух, почва, водные объекты) соединениями азота в районе действия Кирово-чепецкого химкомбината. Трефлан – селективный довсходовый гербицид длительного действия для уничтожения однолетних сорняков в посевах многих сельскохозяйственных культур. Действующее вещество: трифлуралин (2,6-динитро-4-трифторметил-N,N-дипропиланилин). Его выбор обусловлен широким использованием в сельском хозяйстве для борьбы с однодольными сорными растениями и длительной устойчивостью продуктов разложения в почве (установлено, что при фотохимическом разложении трефлана и подобных соединений образуются алкил- и диалкилбен-зимидазолы, азо- и азоксианилины и ряд других веществ. Производные бензимидазола достаточно стабильны и могут сохраняться в объектах окружающей среды достаточно длительное время).

Концентрация поллютантов: для гербицида была взята производственная доза, для других – дозы, наблюдаемые в почвах и водоёмах Кировской области, а также дозы на порядок меньшие. Контролем служила водопроводная вода.

При постановке опытов гомогенизированная центрифугированная культура ЦБ помещалась в токсикант на 20 часов, затем после отмывания водой в 0,075% р-ре ТТХ выдерживалась 3 часа. После отмывания водой готовили мазки и просчитывали под микроскопом количество живых (с кристаллами формазана) и мёртвых (бесцветных) клеток (по 500 клеток на каждом из 3-х мазков).

Семена горчицы и томатов в течение такого же времени выдерживали в токсикантах и ТТХ (0,5% р-р), затем просчитывали количество семян с окрашенным и неокрашенным зародышем.

Результаты проведённых опытов показывают, что для ностока бензин и трефлан – соединения, вызывающие полную гибель клеток в любых концентрациях (рис. 1). Действие нитратов приводит к снижению жизнеспособности

популяции ЦБ, но не до критического уровня. Таким образом, *N. paludosum* – реальный высокочувствительный тест-организм на присутствие в о.с. бензина и трефлана.

Сравнение результатов опытов с ЦБ и семенами высших растений показало, что носток является более чувствительным к действию испытанных токсикантов по сравнению с семенами (рис. 2).

Рис. 1. Реакция *N. paludosum* на действие поллютантов (% живых клеток)

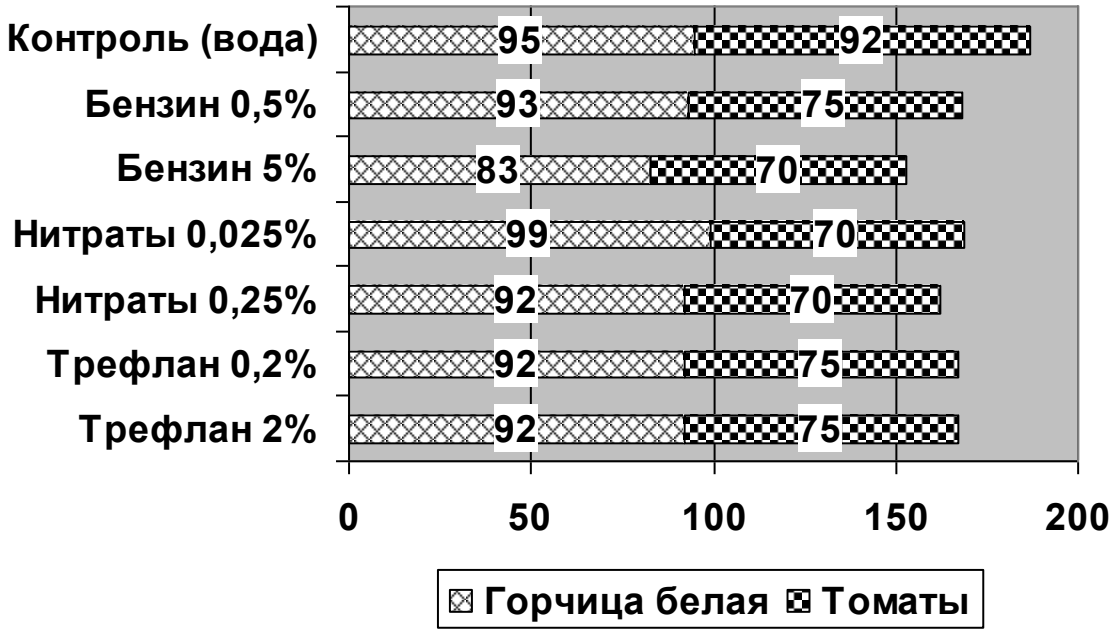


Рис. 2. Реакция растений на действие поллютантов (жизнеспособность, %)

Выводы:

1. Наибольшую чувствительность к изученным поллютантам проявила ЦБ *N. paludosum* по сравнению с семенами высших растений;

2. Для ЦБ *N. paludosum* меньшей токсичностью обладают минеральные поолютанты и большей – органические;

3. По степени токсичности к *N. paludosum* поллютанты располагаются в ряду: бензин=Трефлан >нитраты;

4. Препарат Трефлан, предназначенный для борьбы с однодольными сорными растениями, не оказывает влияния на двудольные виды, использованные в опыте;

5. Тетразольно-топографический метод с использованием ЦБ применим для тестирования токсичности сред, загрязнённых бензином и трефланом.

Литература

Ашихмина Т. Я., Домрачева Л. И., Кондакова Л. В., Дабах Е. В., Кантор Г. Я., Калинин А. А., Вараксина А. И., Огородникова С. Ю. Эколого-аналитический мониторинг антропогенно-нарушенных почв // Вестник Вятского государственного гуманитарного университета, 2006. № 14. С. 153–169.

Домрачева Л. И., Кондакова Л. В., Ашихмина Т. Я., Огородникова С. Ю., Олькова А. С., Фокина А. И. Применение тетразольно-топографического метода определения дегидрогеназной активности цианобактерий в загрязнённых средах // Теоретическая и прикладная экология, 2008. № 2. С. 23–28.

СРАВНЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЭКСПРЕСС-МЕТОДОВ БИОТЕСТИРОВАНИЯ К ЗАГРЯЗНЕНИЮ ПОЧВЫ ТЕХНОГЕННЫМ ФОСФОРОМ

А. С. Олькова, Н. А. Шулятьева

Региональный центр государственного экологического контроля и мониторинга по Кировской области, morgan-abend@mail.ru

Объект уничтожения химического оружия в Кировской области является источником локального загрязнения окружающей среды, как любое промышленное предприятие. При ликвидации фосфорорганических отравляющих веществ в выбросах объекта возможно присутствие минеральных фосфорных соединений: фосфатов щелочных и щелочноземельных металлов, фосфорного ангидрида, пирофосфатов калия и натрия (Проект нормативов …, 2007).

Биотестирование почвы, загрязненной минеральным техногенным фосфором, представляет особый интерес. Загрязнение подобного рода при химико-аналитическом контроле отражается лишь в увеличении содержания в почве различных форм фосфатов. В системе нормирования загрязнения почвы содержание фосфатов не регламентируется, поэтому методы биотестирования могут помочь в этой ситуации отразить антропогенное влияние на почвы.

В практике биологического контроля и мониторинга экспресс-биотесты находят широкое применение, например, методики с использованием инфузорий и бактерий тест-системы «Эколюм» (Методика …, 2004; Методика …, 2005). При оценке интегральной токсичности компонентов природной среды, находящейся под влиянием техногенного пресса, необходимо учитывать различную чувствительность методов биотестирования к загрязнителям.

Для оценки чувствительности тест-объекта *Paramecium caudatum* (инфузория-туфелька) и тест-системы «Эколюм» к техногенному минеральному фосфору, потребовалось моделирование загрязнения почвы пирофосфатом натрия. Был заложен микроделяночный полевой опыт на трёх площадках с типичными для зоны воздействия объекта почвами: дерново-подзолистыми супесчаными, подзолистыми песчаными, аллювиальными среднесуглинистыми. Выбранные нами почвы свойственны для подзоны средней и южной тайги. Например, в Кировской области подзолы занимают 35% территории края, а дерново-подзолистые – 45%. Пойменные почвы (аллювиальные) располагаются по долинам рек – 5,6% площади области (Тюлин, Гущина, 1991; Тюлин, 1976).

Доза внесения пирофосфата натрия соответствовала уровню его предельного выпадения на поверхность почвы, который рассчитывался исходя из предположения, что весь фосфор, входящий в состав отравляющих веществ, будет при сжигании продуктов детоксикации выброшен в атмосферу в форме пирофосфата натрия. Расчет производился при помощи компьютерной программы, разработанной на основе работы (Борзилов, Сенилов, 1977) с учетом розы ветров, расстояния и направления от источника выброса до площадки.

Расчетные предельные выпадения (ПВ) для исследуемого ооксиканта следующие: для подзолистой почвы 1 ПВ составило 4,9 г пирофосфата натрия на 1 $м^2$ поверхности почвы, для дерново-подзолистой – 4,5 $г/м^2$, для аллювиальной – 5,26 $г/м^2$.

Опыт включал 3 варианта: контроль, внесение 1 ПВ и 10 ПВ пирофосфата натрия. Контролем служили пробы почв с делянок без внесения пирофосфата. Размещение вариантов в опыте систематическое. Опыт выполнен в четырёхкратной повторности, заложен в конце мая. Почва находилась под естественной растительностью, скошенной только непосредственно при закладке опыта. Смешанные образцы почвы с опытных делянок отбирались согласно основным генетическим горизонтам, свойственным каждому типу исследуемых почв. На площадке с подзолистой почвой пробы отбирались из трех горизонтов почвенного профиля: A_0 – лесная подстилка мощностью 2–3 см, A_1 – грубогумусовый горизонт мощностью 3 см, A_2 – подзолистый элювиальный горизонт мощностью до 10 см. На площадках, представляющих дерново-подзолистые и аллювиальные почвы для исследования были отобраны образцы из двух почвенных горизонтов. $A_д$ (A_1) – дернина мощностью 5–7 см, A_2 – гумусо-элювиальный (дерновый) мощность 10–15 см.

Пробоотбор образцов почвы производили через 10 дней после внесения поллютанта.

Почва без внесения загрязняющего вещества (ЗВ) на всех опытных площадках оказалась не токсичной по тест-объектам *Paramecium caudatum* (группа «допустимая степень токсичности») и бактериям «Эколюм» (табл. 1, 2).

Биотестирование почвы (*Paramecium caudatum*), отобранной на делянках с внесением 1 ПВ пирофосфата натрия показало, что все пробы обладают умеренной степенью токсичности. Однако значения индекса токсичности заметно возросли по сравнению с контрольными вариантами. Наибольшее увеличение индекса Т отмечалось в горизонте A_2 дерново-подзолистой почвы – в 3,5 раза

по сравнению с контролем. В остальных образцах токсичность по сравнению с пробами без внесения ЗВ увеличивалась в 1,7–2,2 раза, кроме образца горизонта A_2 аллювиальной почвы, где значимого изменения токсичности не отмечалось. Это можно объяснить высокой сорбционной способностью горизонта A_1 аллювиальной почвы за счет преобладания глинистой фракции в гранулометрическом составе и повышенного содержания полуторных окислов железа и алюминия, способных образовывать комплексы со многими соединениями (Кудеярова, 1991; Ackermann, 1980).

При внесении 10 расчетных доз пирофосфата натрия значения индекса токсичности и по тест-системе «Эколюм», и по тест объекту *Paramecium caudatum* значительно отличались от контроля (табл.1, 2).

По хемотаксической реакции инфузорий нами выявлено увеличение токсичности почвы в 2,6–5,5 раз по сравнению с контрольными вариантами. Наибольшее отклонение индекса Т от контроля наблюдалось при тестировании образцов дерново-подзолистой почвы, взятых с горизонта A_2. Тестирование проб подзолистой почвы выявило, что из трех исследуемых горизонтов после загрязнения наиболее токсичной стала лесная подстилка (A_0). Можно сказать, что это явление закономерно, так как наибольшей сорбционной способностью в профиле подзолистых почв обладают верхние горизонты.

Тестирование проб аллювиальной почвы после внесения 10 ПВ исследуемого вещества выявило большее увеличение индекса токсичности в горизонте A_2 (в 2 раза), чем в горизонте A_1. При внесении 1 ПВ наблюдалась противоположная картина, что так же можно объяснить сорбционными свойствами изучаемой почвы: насыщение ионообменного комплекса почвы даёт возможность ПФН двигаться вниз по почвенному профилю (Тюлин, Гущина, 1991; Тюлин, 1976; Ackermann, 1980).

Таблица 1

Оценка уровня токсичности почвы при загрязнении её пирофосфатом натрия по тест-объекту *Paramecium caudatum*

Вариант		Значения индекса токсичности Т в исследуемых образцах, у.е.		
		контроль	1 ПВ	10 ПВ
Подзолистая почва	A_0	0,15±0,04 [1]	0,26±0,07 [1]	0,65±0,04 [2]
	A_1	0,14±0,02 [1]	0,23±0,01 [1]	0,36±0,12 [1]
	A_2	0,12±0,02 [1]	0,21±0,02 [1]	0,31±0,08 [1]
Дерново-подзолистая	A_1	0,13±0,08 [1]	0,11±0,05 [1]	0,41±0,05 [2]
	A_2	0,08±0,01 [1]	0,28±0,02 [1]	0,44±0,06 [2]
Аллювиальная почва	A_1	0,17±0,02 [1]	0,37±0,09 [1]	0,44±0,06 [2]
	A_2	0,09±0,01 [1]	0,17±0,04 [1]	0,25±0,06 [1]

Примечание: [1] – Группа I. Допустимая степень токсичности; [2] – Группа II. Умеренная степень токсичности; [3] – Группа III. Высокая степень токсичности.

Тест-система «Эколюм» оказалась чувствительнее *Paramecium caudatum* к пирофосфату натрия. Пробы с делянок, загрязненных одной расчетной дозой токсиканта (1 ПВ), по тест-системе «Эколюм» обладают средней степенью токсичности, кроме одного варианта (дерново-подзолистая почва, горизонт A_1), см. табл. 6. Наибольшее увеличение токсичности (в 16,24 раза) по сравнению с контролем отмечалось на площадке, представляющей дерново-подзолистую почву, в гумусо-элювиальном горизонте A_2. Это свидетельствует о низкой буферной ёмкости данной почвы: поллютант за 10 дней экспозиции проникнул в нижележащие почвенные горизонты, что отразилось в большей токсичности горизонта A_2 по сравнению с горизонтом A_1.

Результаты тестирования проб высокой степени загрязнения по тест-системе «Эколюм» сходятся с данными, полученными при помощи инфузорий. Горизонт A_2 дерново-подзолистой почвы также оказался наиболее токсичным из всех образцов: индекс Т в варианте с загрязнением 10 ПВ равен 42,02 у.е. против 1,80 у.е. в контрольном варианте.

Аллювиальная почва также проявила в горизонте A_2 большую токсичность по сравнению с пробой горизонта A_1. Как и при тестировании на инфузориях эта разница составила около 2 раз.

Таблица 2

Оценка уровня токсичности почвы при загрязнении её пирофосфатом натрия по тест-системе «Эколюм»

Вариант		Значения индекса токсичности Т в исследуемых образцах, у.е.		
		контроль	1 ПВ	10 ПВ
Подзолистая почва	A_0	20,45±2,35 [1]	55,22±10,82 [2]	64,00±12,5 [3]
	A_1	19,74±3,87 [1]	54,55±10,69 [2]	55,62±10,9 [3]
	A_2	4,70±0,92 [1]	29,97±5,86 [2]	48,30±9,47 [3]
Дерново-подзолистая	A_1	1,80±0,35 [1]	16,49±3,23 [1]	30,94±6,03 [2]
	A_2	1,60±0,30 [1]	25,99±5,09 [2]	42,02±8,04 [2]
Аллювиальная почва	A_1	16,55±3,24 [1]	30,50±5,97 [2]	30,46±5,97 [2]
	A_2	10,30±1,45 [1]	33,89±6,64 [2]	41,25±8,08 [2]

Примечание: [1] – Группа I, проба не токсична; [2] – Группа II, проба средне токсична; [3] – Группа III, проба обладает высокой токсичностью.

Авторы (Чупис и др., 2007) при исследовании чувствительности различных тест-объектов к арсениту натрия ранее отмечали, что бактерии являются более чувствительным тест-объектом, чем инфузории, что сходится с полученными нами данными.

Таким образом, угнетение биолюминесценции бактерий под действием вытяжек из почв, загрязненных пирофосфатом натрия, оказалось значительнее, чем воздействие тех же проб на хемотаксическую реакцию инфузорий. Тем не менее, корреляция между результатами, полученными по этим методикам, оказалась высокой: коэффициент r=+0,72. Методики экспресс-биотестов с использованием *Paramecium caudatum* и бактерий тест-системы «Эколюм» эффективны для целей обнаружения загрязнения почв техногенным минеральным фосфором, дают дифференцированную оценку токсичности изучаемых образцов.

Литература

Борзилов В. А., Сенилов Н. Б. Модель выпадения загрязняющих веществ промышленного происхождения на почву // Загрязнение атмосферы и почвы: Труды Института экспериментальной метеорологии. М.: Гидрометеоиздат, 1977. С. 26–36.

Кудеярова А. Ю. Лигандная активность техногенных фосфатов и снижение эффективности барьеров в циклах химических элементов // Экспериментальная экология. М.: Наука, 1991. С. 133–165.

Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению интенсивности бактериальной биолюминесценции тест-системой «Эколюм». МПР РФ. М., 2004. 16 с.

Методика определения токсичности проб вод (природных, хозяйственно-питьевых, промышленных сточных) экспресс-методом с применением прибора «Биотестер». СПб.: Спектр-М, 2005. 13 с.

Проект нормативов предельно допустимых выбросов для 1205 объекта ХУХО. Саратов, 2007.

Тюлин В. В., Гущина А. М. Особенности почв Кировской области при интенсивном земледелии. Киров, 1991. 92 с.

Тюлин В. В. Почвы Кировской области. Киров, 1976. 288 с.

Чупис В. Н, Лущай Е. А., Ларин И. Н., Загреков А. А., Ильина Е. В., Иванов Д. Е. Чувствительность к арсениту натрия тест-организмов, используемых в многокомпонентной си-

стеме биотестирования качества природных сред // Теоретическая и прикладная экология, № 1. 2007. С. 69–73.

Ackermann F. Procedure for correcting the grain size effect in heavy metal analyses // Environmental technology. 1980. Lett. 1. H. 518–527.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ КОРЫ НАДПОЧЕЧНИКОВ МЫШЕЙ ЛИНИИ СВА В РАЗНЫЕ СРОКИ ПОСЛЕ РАЗДЕЛЬНОГО И СОЧЕТАННОГО ДЕЙСТВИЯ ХРОНИЧЕСКОГО γ-ИЗЛУЧЕНИЯ И АЗОТНОКИСЛОГО УРАНИЛА

Н. Н. Старобор

Учреждение Российской академии наук Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, nstarobor@yandex.ru

Уран – распространенный радиоактивный химический элемент. Широкое применение урана в военных и мирных целях делает актуальным изучение его биологических свойств и эффективности воздействия на организм млекопитающих. В результате большой токсичности и наличия радиоактивных свойств все хорошо растворимые соли урана являются высокотоксичными веществами (Журавлев, 1990). Действие урана на организм может быть как прямым, так и опосредованным – через ЦНС и железы внутренней секреции. Надпочечники – железы быстрого реагирования, участвуют во многих защитно-приспособительных реакциях организма. Известно, что кора надпочечников изменяет свое структурно-функциональное состояние в ответ на хроническое облучение в малых дозах (Ермакова, 1993). В литературе имеются сведения о длительной аккумуляции урана надпочечниками (Маленченко и др., 1976), при этом структурно-функциональное состояние этого органа изучено недостаточно.

Исследование морфофункционального состояния коры надпочечников после раздельного и сочетанного действия хронического γ-излучения и азотнокислого уранила проведено на 40 самцах мышей линии СВА в возрасте 6–7 мес. Животных подвергали хроническому облучению от источника ^{226}Ra мощностью 20,0–25,0 мкГр/ч в течение 30 дней. Поглощенная доза составила 1,6 сГр. Водный раствор азотнокислого уранила (АКУ) облученные и необлученные животные получали с питьевой водой, при сочетанном воздействии – с момента начала облучения в течение 30 сут. Активность ^{238}U составляла 25 Бк/л. Всех мышей содержали на стандартном рационе в условиях вивария. Декапитировали животных в 1 сут и через 30 сут после окончания воздействия. Для определения общего физиологического состояния организма использовали метод морфофизиологических индикаторов (Шварц и др., 1968) и морфологический анализ ткани надпочечника. На гистологических препаратах окулярной линейкой измеряли ширину коры надпочечников и отдельных ее зон, а также диаметр мозгового вещества (Автандилов, 1990). Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета анализа Excel, достоверность оценивали по t-критерию Стъюдента (Лакин, 1990).

Анализ абсолютной и относительной массы надпочечников выявил статистически значимое увеличение этих показателей по сравнению с контрольными значениями во всех вариантах эксперимента, как в 1 сут, так и через 30 сут после прекращения воздействия (рис.). Однонаправленный ход изменений абсолютной массы органа и его индекса в обоих случаях свидетельствует о том, что колебания относительных размеров надпочечников обусловлены изменениями размера самой железы. На 30 сут после окончания воздействия (по сравнению с весовыми показателями, полученными в 1 сут) наблюдается достоверное снижение абсолютной массы надпочечников у мышей, получавших водный раствор АКУ и после совместного действия факторов, относительная масса снижается только в группе с азотнокислым уранилом.

Статистически значимое уменьшение морфометрических параметров коры надпочечников по сравнению с контрольными значениями выявлены как в 1 сут, так и на 30 сут после окончания воздействия (табл.1, 2). В 1 сут наибольшие отклонения от контроля обнаружены при совместном действии факторов, что проявилось в более значимом ($p<0,001$) снижении параметров коры надпочечников по сравнению с другими вариантами эксперимента. Через 30 сут после воздействия наибольший эффект прослеживается в группе облученных животных: происходит уменьшение всех параметров коркового вещества (табл. 2). В группе же необлученных мышей, получавших азотнокислый уранил, по сравнению с группами облученных – «1,6 сГр» и сочетанного действия – «1,6 сГр + АКУ», наблюдается достоверное увеличение ширины коры надпочечников за счет клубочковой и пучковой зон. Каких-либо патологических изменений в ткани надпочечника не выявлено. Наиболее чувствительными зонами оказались клубочковая и пучковая, размеры которых достоверно снижались по отношению к контролю во всех изученных вариантах эксперимента.

На фоне обнаруженной гипотрофии коры надпочечников во всех исследованных группах животных соотношение различных зон в составе общей коры, по сравнению с контролем, оставалось практически одинаково. В 1 сут после окончания воздействия клубочковая зона составляла 14–17%, пучковая – 73–76%, сетчатая – 9–10%, через 30 сут после прекращения воздействия доля клубочковой зоны – 12–13%, пучковой – 76–77%, а сетчатой– 9–11%.

Таблица 1

Морфометрические показатели надпочечников мышей линии CBA в 1 сут после окончания 30-дневного воздействия ионизирующего излучения и азотнокислого уранила, $x_{ср}$±m, мкм

Группа	Вариант эксперимента	Общая кора	Клубочковая зона	Пучковая зона	Сетчатая зона	Диаметр мозгового вещества
1	Контроль	219,5±2,53	33,7±0,65	165,4±2,46	20,3±0,26	31,1±1,44
2	1,6 сГр	192,6±3,59***	26,2±0,42***	146,6±3,37**	19,7±0,28	36,2±1,88
3	АКУ	187,8±2,43***	27,4±0,24***	143,3±2,34***	17,1±0,26***	37,9±2,25*
4	1,6 сГр + АКУ	160,4±1,83***	26,8±0,32***	117,4±1,78***	16,2±0,24***	36,9±2,12*

Примечание: различия достоверны по сравнению с контролем при *p<0,05, **p<0,01, ***p<0,001. АКУ – азотнокислый уранил.

Таблица 2

Морфометрические показатели надпочечников мышей линии CBA через 30 сут после окончания 30-дневного воздействия ионизирующего излучения и азотнокислого уранила, $x_{ср}$±m, мкм

Группа	Вариант эксперимента	Общая кора	Клубочковая зона	Пучковая зона	Сетчатая зона	Диаметр мозгового вещества
1	Контроль	210,3±3,36	27,5±0,37°°°	162,6±3,38	20,2±0,29	35,1± 2,36
2	1,6 сГр	161,1±3,69***°°°	20,5±0,35***°°°	122,7±3,36***°°°	17,9±0,35***°°	34,5±2,21
3	АКУ	178,7±3,13***	23,0±0,39***°°°	138,9±2,75***°°	16,8±0,34***	34,9±2,27
4	1,6 сГр + АКУ	159,6±1,74***	20,2±0,28***°°°	121,9±1,62***	17,5±0,24***°°	38,7±2,47

Примечание: различия достоверны по сравнению с контролем при ***p<0,001; между 1-ми и 30-ми сут после окончания воздействия при °°p<0,01,

°°°p<0,001.

Показатели диаметра мозгового вещества увеличиваются (p<0,05) в 1 сут после окончания воздействия только в группе необлученных животных, получавших азотнокислый уранил, через 30 сут достоверных отличий диаметра мозгового вещества от контрольных значений не обнаружено. Изменение диаметра мозгового вещества связывают с кровенаполнением (Закиров, 1979). Выявленное увеличение абсолютной и относительной массы надпочечников, возможно, происходит за счет увеличения размеров медуллы.

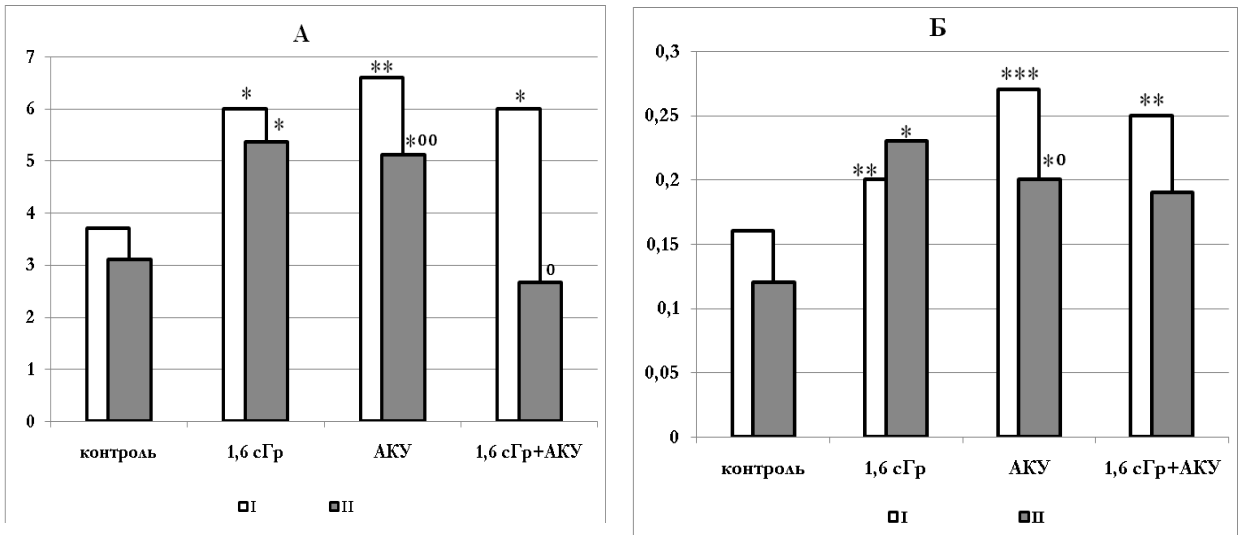


Рис. Изменение А – абсолютной (мг) и Б – относительной ($^{o}/_{oo}$) массы надпочечников у самцов мышей линии CBA в разных вариантах эксперимента. *Примечание*: I – в 1 сут после воздействия, II – через 30 сут после воздействия. Различия достоверны: по сравнению с контролем при *p<0,05, **p<0,01, ***p<0,001; между I и II при °p<0,05, °°p<0,05. АКУ – азотнокислый уранил

Таким образом, полученные результаты морфологического исследования свидетельствуют о высокой чувствительности надпочечников к хроническому облучению в малых дозах и воздействию солей урана, что позволяет использовать его в качестве индикатора к действию изучаемых факторов.

Литература

Автандилов Г. Г. Медицинская морфометрия. М.: Медицина, 1990. 382 с.

Ермакова О. В. Узелковая гиперплазия коры надпочечника у полевок в условиях радиоактивного загрязнения среды обитания // Радиоэкологический мониторинг природных экосистем. Сыктывкар,1993. С. 32–37. (Труды Коми науч. центра УрО РАН; № 130).

Журавлев В. Ф. Токсикология радиоактивных веществ. М.: Энергопромиздат, 1990. 336 с.

Закиров Дж. З. Гипофизарно-адреналовая система при сложных формах адаптации. Фрунзе: Илим, 1979. 124 с.

Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.

Маленченко А. Ф., Голубенков А. М., Катибникова Г. И., Баркун Н. А., Гусева Г. Ф. Зависимость доза–эффект при урановом отравлении // Доклады АН БССР, 1976. № 12. Т. XX. С. 1124–1127.

Шварц С. С., Смирнов В. С., Добринский Л. Н. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных. Свердловск, 1968. Вып. 58. 388 с.

БИОИНДИКАЦИННЫЕ МЕТОДЫ В ОЦЕНКЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СВЕРХНИЗКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ФОРМАЛЬДЕГИДА НА ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ

В. А. Козин, З. А. Забродина, С. М. Рогачева, Т. И. Губина
Саратовский государственный технический университет,
kozinvladimir2008@rambler.ru

Загрязнение окружающей среды формальдегидом стало одной из важных экологических проблем крупных городов.

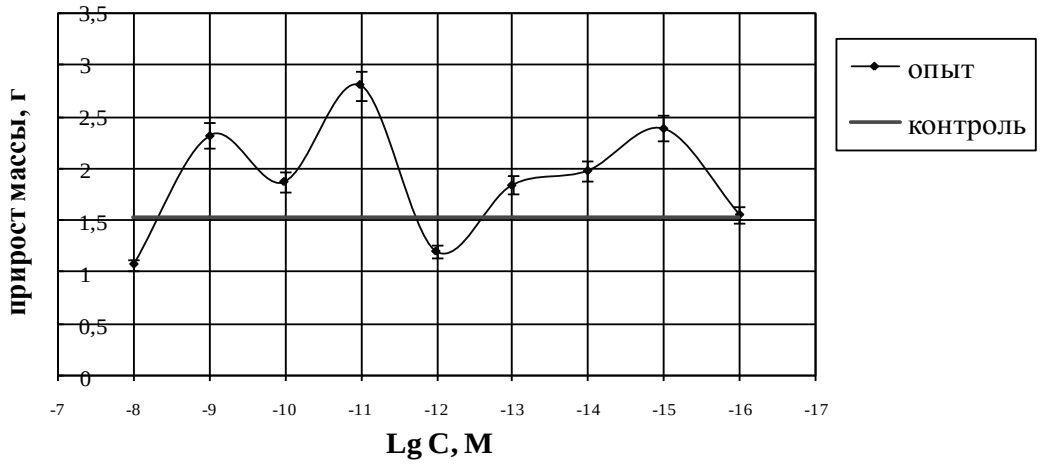
Появление формальдегида в среде обитания обусловлено различными причинами. В атмосферный воздух формальдегид попадает с выхлопными газами автомобилей, с выбросами химических, деревообрабатывающих, кожевенных производств. В жилых помещениях формальдегид выделяют пластические материалы и клеи, которыми обработаны деревянные и ковровые покрытия, мебель, полы и т. д., в состав которых входят фенолформальдегидные смолы. В водную среду формальдегид поступает с промышленными и коммунальными сточными водами (Гос. доклад об охране ОС Саратовской обл., 2008). В публикациях чаще всего приводятся измерения содержания формальдегида в воздухе, воде и почве и рассматривается его влияние на здоровье человека. Исследований, направленных на изучение воздействия формальдегида на живые организмы, мало, в основном – это эксперименты на лабораторных животных.

Целью нашей работы являлось изучение действия сверхнизких концентраций формальдегида на живые системы различного уровня организации с помощью биотестирования. Исследовалось действие следующих концентраций формальдегида (10^{-9}–10^{-21} моль/л). Концентрации 10^{-14} –10^{-19} моль/л представляют собой сверхмалые концентрации (Бурлакова, 2002). Известно, что в малых и сверхмалых концентрациях проявляют свою активность многие природные хемомедиаторы (феромоны, криопротекторы, фитогормоны и др.). Описан «парадоксальный» характер действия низких концентраций ряда токсичных веществ (никотина, H_2S) (Рогачева, 2006), лекарственных препаратов (метронидазол) (Rogacheva, 2005) , который заключается, в частности, в би- или полимодальной зависимости «доза-эффект». Отмечается, что последствия от воздействия СМД (сверхмалые дозы) ксенобиотиков могут быть не менее серьезными, чем последствия от высоких доз.

Изучено влияние формальдегида на рост и прорастание семян кресс-салата и показано, что в концентрациях $1{,}23\times10^{-14}$, $1{,}23\times10^{-17}$, $1{,}23\times10^{-19}$ моль/л вещество проявляет высокий ингибирующий эффект, при котором всхожесть семян нулевая даже через 5 дней. При концентрациях формальдегида $1{,}23\times10^{-18}$, $1{,}23\times10^{-20}$, $1{,}23\times10^{-21}$ моль/л наблюдается стимулирующий эффект воздействия вещества: возрастает всхожесть семян и увеличивается количество проростков.

Для водных растений нами установлен немонотонный дозо-зависимый характер воздействия формальдегида на различные показатели водных расте-

ний: ряски и элодеи (рис.1). Показано, что в определенных низких концентрациях формальдегид оказывает прямо противоположное действие на их жизненные функции. Так, водные растворы формальдегида с концентрациями $1{,}33\times10^{-8}$ и $1{,}33\times10^{-12}$ моль/л ингибируют рост элодеи, а с концентрациями $1{,}33\times10^{-10}$, $1{,}33\times10^{-11}$, $1{,}33\times10^{-13}$, $1{,}33\times10^{-14}$ и $1{,}33\times10^{-15}$ моль/л вызывают наибольший суммарный прирост биомассы. В отношении ряски сверхнизкие концентрации формальдегида с одной стороны приводят к развитию хлороза (10^{-8}, 10^{-12}, 10^{-13}, 10^{-14}, 10^{-15} моль/л), а с другой вызывают рост корней (10^{-9}, 10^{-10}, 10^{-11},



10^{-16} моль/л).

Рис 1. Изменение биомассы элодеи в зависимости от концентрации формальдегида

Изучено влияние формальдегида на животный объект, в качестве которого были выбраны ракообразные *Daphnia magna*. В качестве показателей для этого биотеста использовались выживаемость и плодовитость (Строганов, 1971). В контроле в отстойной воде в течение всего эксперимента (21 день) размножение наблюдалось на 7, 12 и 19 сутки, и численность дафний на конец эксперимента возросла на 24 штуки.

В присутствии формальдегида изменение численности дафний в разных концентрациях происходило неодинаково и неравномерно. В водных растворах формальдегида с концентрациями от $1{,}33\times10^{-8}$ до $1{,}33\times10^{-14}$ моль/л количество дафний с начала опытов до 8–17 суток эксперимента оставалось постоянным, размножения не происходило, и к концу эксперимента в водной среде сохранялось 20 – 30% особей от их первоначального количества.

Изменение численности дафний при концентрации формальдегида $1{,}33 \times 10^{-15}$ моль/л представлено на рис.2. В течение первых 5 суток эксперимента количество особей оставалось постоянным, на 5 сутки число дафний сократилось на 50%, на 10 сутки – на 70% от первоначального значения. Но уже к 12 суткам численность дафний возросла на 20% от первоначального значения и продолжала увеличиваться, достигнув максимума на 17 сутки (количество особей увеличилось на 240% (44 штуки) от первоначального значения), затем произошел постепенный спад численности особей. К концу эксперимента количество даф-

ний превышало первоначальное значение на 80%, оно было максимальным по сравнению с количеством особей для иных концентраций.

В водных растворах формальдегида с концентрацией 1,33 $\times 10^{-16}$ моль/л за 14 суток эксперимента отмечалось постепенное увеличение числа особей, которое составило 110% от первоначального значения. На 17 сутки произошло резкое снижение численности дафний, и к концу эксперимента она составила 70% от начального числа особей. Размножение дафний наблюдалось только в двух концентрациях $1{,}33\times10^{-15}$ и $1{,}33\times10^{-16}$ моль/л. По результатам биотестирования установлено, что при концентрации формальдегида 1,33 $\times 10^{-15}$ моль/л отмечается немонотонный дозо-зависимый характер воздействия вещества на численность и плодовитость дафний.

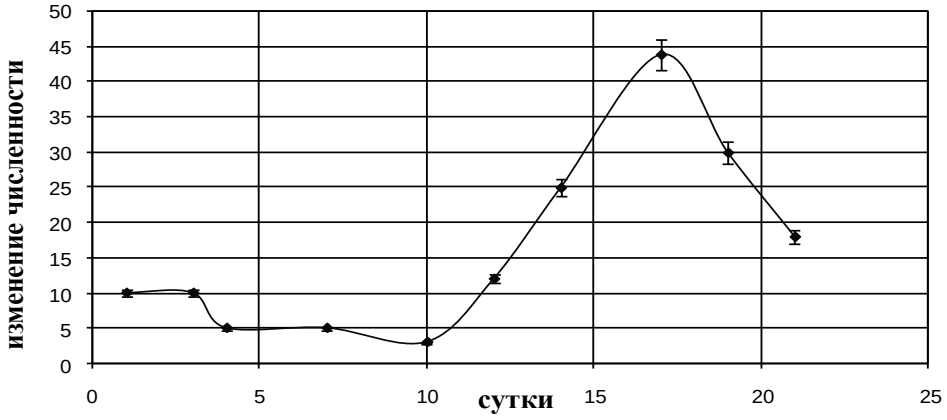


Рис. 2. Изменение численности *Daphnia magna* в присутствии формальдегида в концентрации 1,33 $\times$ 10^{-15} моль/л

Таким образом, для всех тест-объектов установлено, что в определенных сверхнизких концентрациях формальдегид обладает двойственной природой влияния на живые организмы, что проявляется в ингибирующем и стимулирующем эффекте его воздействия.

Литература

Бурлакова Е. Б. Сверхмалые дозы – большая загадка природы // Экология и жизнь. 2002. № 2. С. 73–79.

Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2007 году. Саратов, 2008. 192 с.

Рогачева С. М. Неспецифическое действие низких концентраций никотина на мембраны эритроцитов // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. 2006. № 2. С. 26–30.

Rogacheva S. M. Protective effect of metronidazole low concentration on the cell membranes // Toxicology Letters. 2005. Vol. 158, supp l.l. P. 57–58.

Строганов Н. С. Методика определения токсичности водной среды // Методики биологических исследований по водной токсикологии. М.: Наука, 1971. 90 с.

СОЧЕТАННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ И СОЛЕЙ СВИНЦА НА ЖИВОТНЫХ

Ю. В. Артамонова [1], С. М. Рогачева [1], М. И. Бабаева [1], С. И. Баулин [2]
[1] Саратовский государственный технический университет,
[2] Саратовский государственный университет им. Н. Г.Чернышевского,
art-julia85@rambler.ru, smro13@land.ru

В современном мире живые системы постоянно подвергаются комплексному воздействию различных химических токсикантов и физических факторов слабой интенсивности. Среди факторов, вызывающих значимые изменения функционального состояния организма, особая роль принадлежит крайне высокочастотному электромагнитному излучению (КВЧ ЭМИ) (Чуян, 2006). Биоэффекты КВЧ-излучения регистрируются при плотности потока энергии (ППЭ) значительно ниже 10 мВт/см^2, при которой практически отсутствует нагрев облучаемого объекта, поэтому данное излучение относят к нетепловым, «информационным» воздействиям (Бецкий, 2004). Нетепловое ЭМИ не может вносить существенные изменения в константы скорости биохимических реакций за счет температурных эффектов, поэтому предполагают, что эти поля воздействуют опосредованно, изменяя концентрацию активных форм кислорода (АФК), вызывающих оксидативную модификацию (ОМ) макромолекул белков, липидов, нуклеиновых кислот. Известно, что АФК и ОМ необходимы организму для реакций иммунитета и воспаления. (Пономарев и др., 2008) Возможно, этим объясняется высокая эффективность КВЧ-терапии при лечении широкого спектра заболеваний. Однако избыток АФК и ОМ повреждает клетки и может способствовать развитию патологических состояний.

В связи с этим большой интерес представляет изучение влияния КВЧ-излучения на организм, подвергающийся воздействию экотоксикантов, механизм токсического действия которых связан с окислительными процессами в клетке.

В группу наиболее опасных экотоксикантов входят тяжелые металлы, в частности, свинец. Соединения свинца вызывают значительные патологические изменения в нервной системе, крови и сосудах, активно влияют на синтез белка, энергетический баланс клетки и ее генетический аппарат. Главная роль в связывании металлов в организме, как внутри, так и вне клетки, принадлежит металлотионеинам (МТ) – низкомолекулярным белкам (6–7 кДа), в которых 20 из 60–68 аминокислотных остатков представлены цистеином.

Таким образом, при сочетании действия КВЧ-излучения и солей свинца на организм можно ожидать усиление токсического эффекта свинца. Известно, что при хроническом воздействии свинца на организм человека снижается его работоспособность (Куценко, 2002). Поэтому целью данной работы явилось оценка уровня комбинированного действия ЭМИ КВЧ и свинца на организм по изменению выносливости животных в тесте «вынужденного плавания» животных в бассейне с температурой воды (20±0,5) °С (Андреева, 2000).

Эксперименты проводились на белых беспородных мышах с массой тела 20±2 г. Водные растворы ацетата свинца $Pb(CH_3COO)_2 \cdot 3H_2O$ вводили животным перорально. В качестве источника ЭМИ КВЧ использовался генератор Г4-142. Животных облучали при температуре (21±1,0) °С в течение 30 минут в режиме непрерывной генерации ЭМИ с частотой 65 ГГц, ППЭ=120 мкВт/мин·см^2. Через 24 ч после воздействия животных помещали в бассейн, регистрировали время до прекращения активного движения и принятия животным характерной статичной позы.

Перед началом эксперимента животные были взвешены, протестированы по методике вынужденного плавания и разделены на 4 группы по 6 особей в каждой. Животным 1-ой группы вводили 0,18–0,22 мл (в зависимости от массы животного) дистиллированной воды. Введение раствора проводили через зонд в пищевод. Животные 2-ой группы подвергались воздействию ЭМИ КВЧ и затем им вводили аналогичный объем дистиллированной воды. Животным 3-ей группы вводили раствор ацетата свинца в дозе 0,24 мг/кг или 2,4 мг/кг. Животные 4-ой подвергалась воздействию ЭМИ КВЧ и затем им вводили раствора ацетата свинца в дозе 0,24 мг/кг и 2,4 мг/кг. Раствор соли свинца вводился в течение десяти суток. Тест плавания проводился в течение 11 суток. Регистрировали продолжительность плавания животных и изменение массы животных.

Для сравнения состояния животных после 10-и дневного опыта были проведены расчеты следующих показателей:

– относительного изменения времени плавания ($\Delta t_{отн}$, %):

$$\Delta t_{отн.} = ((t_к - t_н)/t_н)*100\%, \quad (3)$$

где $t_к$ – время плавания в последний день эксперимента, с.

– относительного изменения массы мышей ($\Delta m_{отн}$, %):

$$\Delta m_{отн.} = ((m_к - m_н)/m_н)*100\%, \quad (4)$$

где $m_к$ – масса мышей в последний день эксперимента, г.

По результатам расчетов построена диаграмма, представленная на рис. 1.

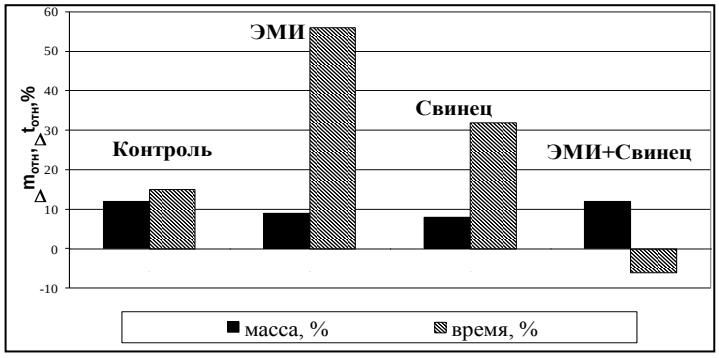
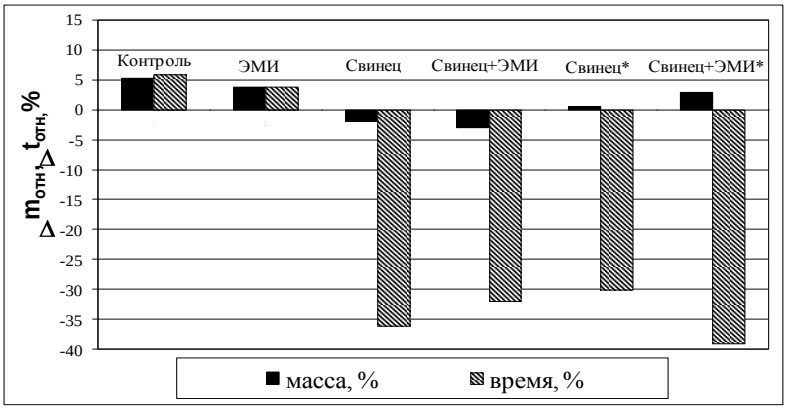


Рис. 1. Относительные значения изменения массы мышей и времени плавания при 10-ти дневном изолированном и комбинированном воздействии ацетата свинца в дозе 0,24 мг/кг и ЭМИ 65 ГГц

На рис. 1 видно, что через 10 суток эксперимента масса мышей во всех опытных группах практически не изменяется по сравнению с контролем. Выносливость уменьшается только у животных 4 группы, на которых оказывали

комбинированное воздействие, снижение продолжительности плавания происходит в среднем на 22%. В группе животных, подвергаемых только воздействию ЭМИ КВЧ, наблюдается значительное увеличение продолжительности плавания – на 40%. В группе мышей, подвергавшихся воздействию свинца, выносливость также выше контроля. Вероятно, доза ацетата свинца недостаточна для показательного изменения функционального состояния организма. Тем не менее, нами отмечено усиливающее токсичность свинца действие ЭМИ низкой интенсивности с частотой 65 ГГц.

Далее доза вводимого ацетата свинца была увеличена в 10 раз, до 2,4 мг/кг, и эксперимент был продолжен. Кроме того, были добавлены две новые группы животных (5-я-Свинец*, 6-я-Свинец+ЭМИ*), которым раствор ацетата свинца сразу вводился в дозе 2,4 мг/кг. Опыт проводился по аналогичной схеме. По результатам эксперимента были также проведены расчеты согласно приведенным выше формулам, и построены графики зависимостей. Для сравнения состояния животных были проведены расчеты относительных показателей изменения выносливости и массы животных за 5 суток эксперимента (рис. 2).



* – новая группа животных, которым сразу вводился ацетат свинца в дозе 2,4 мг/кг.

Рис. 2. Относительное изменение массы мышей и времени плавания при 5-ти дневном введении ацетата свинца в дозе 2,4 мг/кг, %

На рис. 2 отчетливо видно резкое снижение времени плавания: на 42% в группе, подвергаемой длительному воздействию свинца, и на 38% в группе, подвергаемой воздействию свинца в сочетании с ЭМИ, в них же наблюдается снижение массы мышей. У животных из новой группы масса практически не изменилась, зато резко уменьшилось время плавания. В группе животных, подвергающихся изолированному действию ионов свинца, время уменьшилось на 36%, а при сочетании с ЭМИ КВЧ – на 45% по сравнению с контрольной группой. На основании этих данных можно предположить, что масса уменьшается только при длительном накоплении свинца в организме. Тем временем выносливость падает в обоих случаях.

Известно, что повышенная утомляемость является проявлением астенического синдрома, который характерен как для начальной стадии интоксикации организма свинцом, так и для проявления оксидативного стресса. Потенциру-

ющий эффект ЭМИ КВЧ на токсическое действие свинца, в действительности, может быть обусловлен увеличением АФК в организме и снижением активности МТ по обезвреживанию тяжелых металлов.

Литература

Андреева Н. И. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ. М.: Медицина. 2000.

Бецкий О. В., Кислов В. В., Лебедева Н. Н. Миллиметровые волны и живые системы. М.: Сайнс-пресс, 2004. 272 с.

Куценко С. А. Основы токсикологии. СПб., 2002. 395 с.

Пономарев В. О., Новиков В. В., Карнаухов А. В., Пономарев В. А. Влияние слабого электромагнитного поля на скорость производства перекиси водорода в водных растворах // Биофизика. 2008. Т. 53, вып. 2. С. 197–204.

Чуян Е. Н., Джелдубаева Э. Р. Механизмы антиноцицептивного действия низкоинтенсивного миллиметрового излучения. Симферополь: ДИАЙПИ, 2006. 458 с.

ВЛИЯНИЕ СТЕРОИДНЫХ ГЛИКОЗИДОВ НА БИОТИПЫ *SOLANUM TUBEROSUM*

С. Ю. Максимовских
РЦ СГЭКиМ по Курганской области,
kurgan-rc@yandex.ru

В результате развития постиндустриального общества возросла антропогенная нагрузка на окружающую среду. Одним из факторов загрязнения природных экосистем является сельскохозяйственное производство, где широко используются различные виды пестицидов для борьбы с вредителями и болезнями. Очень большое значение имеет поиск новых экологически безопасных методов, способов и средств защиты растений от биотических и абиотических факторов. Одним из направлений является применение препаратов стероидной природы, которые являются вторичными метаболитами в растительной и животной клетке, участвуя в гормональной регуляции организма, повышая устойчивость и выносливость к неблагоприятным факторам среды. Стероиды являются производными циклопентанпергидрофенатрена, состоящего из трех нелинейно конденсированных насыщенных циклогексановых и одного циклопентанового кольца (Комов и др., 2004).

Введение гликозидов в экзогенную среду вызывает деполяризацию мембран, причем эффект усиливается при повышении концентрации гликозидов в растворе и при увеличении числа моносахаридов в молекуле модификатора.

Изменение мембранного потенциала клетки под действием стероидных гликозидов указывает на то, что последние являются мембранотропными соединениями. Они не проникают внутрь клетки, а взаимодействуют с ней на уровне плазматической мембраны, с холестеринсодержащим липидным бислоем, уменьшая поверхностное натяжение и проникновение агликона в гидрофобную область мембраны за счет его сходства с холестерином. Это явление нарушает структуру бимолекулярной липидной мембраны, в результате чего в

ней образуются поры, способные пропускать гидратированные ионы. В связи с этим двойной слой становится проницаемым для катионов щелочных металлов. Проницаемость липидной мембраны для ионов определяется поверхностным зарядом фосфолипидного монослоя и величиной приложенного к бислою напряжения(Кинтя и др., 1989).

Главное достоинство этих соединений состоит в том, все они природного происхождения, выделяются из отходов консервной и фармацевтической промышленности. Установлен ярко выраженный физиологический аспект действия препаратов группы стероидных гликозидов на рост и развитие растений, в частности применение капсикозида в концентрации 0,01% водного раствора на картофеле увеличивает площадь ассимиляционной листовой поверхности на 41%, одновременно уменьшает высоту на 15% и количество стеблей в кусте на 19% по сравнению с контрольными растениями. Обработка капсикозидом повышает биологическую продуктивность биотипов картофеля на 38% и увеличивает массу клубня до 130 грамм в среднем. Применение по вегетирующим растениям, препаратов группы стероидных гликозидов – капсикозида (0,0001%) и пурпуреагитозида (0,01%) повышает содержание в столонах (клубнях) картофеля сухого вещества на 31%, крахмала на 32% и общего азота на 40–50%. Способность данных соединений, в малых концентрациях, повышать устойчивость к стрессовым условиям произрастания, в конечном счете, увеличивает продуктивность, характеризует их как биорациональные и экологически безопасные регуляторы роста.

Фунгицидная активность гликозидов обусловлена связью со стеринами, находящимися в мембранах грибных клеток, в результате чего происходит торможение развития грибов. Данные показывают, что фитопатопатогенные грибы обнаруживают различную степень чувствительности к действию стероидных гликозидов, но не один из них не является полностью устойчивым. Так регулятор капсикозид (0,01% водный раствор) снижает поражение листовой поверхности фитофторой картофеля (возбудитель гриб Phytophtora infestans dBy)на 35–75% и долю пораженных столонов(клубней) паршой обыкновенной (возбудитель Streptomyces scabies LetL.) от 36 до 69% в зависимости от биотипа. Это дает возможность рассматривать стероидные гликозиды как фактор противогрибковой устойчивости растений в фитоценозах (Кинтя и др.,1990).

Литература

Власюк П. А., Власенко И. Е., Мицко В. Н. Химический состав картофеля и пути улучшения его качества. К: Наукова Думка, 1979. С. 69–76.

Картофель в Сибири и на Дальнем Востоке. М: Россельхозиздат, 1982. 175 с.

Кинтя П. К., Лазурьевский Г. В., Балашова Н. Н., Балашова И. Т., Суружиу А. И., Лях В. А. Строение и биологическая активность стероидных гликозидов ряда спиростана и фуростана. Кишинев: Штиинца, 1987. С. 70–74.

Кинтя П. К., Фадеев Ю. М., Акимов Ю. А. Терпеноиды растений. Кишинев: Штиинца, 1990. 91 с.

Комов В. П. Биохимия: учеб. для вузов / В. П. Комов, В. П. Щвецова. М.: Дрофа, 2004. С. 298–300.

БИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛИШАЙНИКОВ ПРОСТРАНСТВЕННО ИЗОЛИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Е. С. Корчиков
ГОУ ВПО «Самарский государственный университет»,
evkor@inbox.ru

Лишайники в лесостепной и степной зоне исследованы крайне недостаточно. Формирование лихенофлор на пространственно изолированных территориях никем не изучалась вовсе.

Целью работы является выявление систематических, биологических, экологических особенностей лишайников на пространственно изолированных территориях на примере Самарской Луки (изолирована широким водным руслом Волги) и Красносамарского лесного массива (изолирован безлесными пахотными ландшафтами) в Самарской области.

Расположенная в лесостепной провинции Приволжской возвышенности (Физико-географическое…, 1964) Самарская Лука представляет собой чрезвычайно контрастную территорию, как по режиму освещённости, так и по режиму увлажнения. Красносамарский лесной массив находится на стыке Кинельского, Богатовского и Нефтегорского районов, в 35…40 км юго-восточнее г. Кинеля, у с. Малая Малышевка в долине среднего течения реки Самары в подзоне разнотравно-типчаково-ковыльных степей (Матвеев и др., 1976). Здесь, несомненно, ниже увлажнение, однако река Самара создаёт не менее контрастные микроклиматические условия.

Для выявления видового состава лишайников Самарской Луки и Красносамарского лесного массива были спланированы маршруты, охватывающие основные типы растительных сообществ. Для изучения эпифитных лихеносинузий было заложено в районах исследований по 8 пробных площадей.

В результате проведённых исследований было выявлено произрастание на территории Самарской Луки 237 видов и 4 внутривидовых таксонов лихенизированных (лишайников) и нелихенизированных грибов из 86 родов, 37 семейств, 12 порядков, 3 подклассов класса *Ascomycetes*, из которых 60 видов найдены впервые. Лихенофлора Красносамарского лесного массива включает 122 вида и 38 внутривидовых таксонов лишайников и нелихенизированных грибов, 54 рода, 24 семейства, 9 порядков, относящихся к трём подклассам класса *Ascomycetes* отдела *Ascomycota* царства *Fungi*.

Лихенофлоры Самарской Луки и Красносамарского лесного массива достаточно специфичны. Во-первых, сравниваемые лихенофлоры включают разное количество порядков, семейств, родов, видов, во-вторых, они отличаются теми неодинаковыми и количественно и качественно семействами, родами, видами, которые мы впервые зафиксировали в составе лихенофлоры Самарской области. Они различаются и раритетными (реликты, занесённые и рекомендованные в «Красную книгу Самарской области») лишайниками, неодинаковыми спектрами ведущих семейств, имеются различия и в спектрах ведущих по числу видов родов. Наибольшие различия в видовом составе лихенофлор связаны,

прежде всего, с выходами горных пород в Жигулёвских горах, что и отражается здесь в значительной доле эпилитных лишайников (29,1% от общего числа видов). Кроме того, наблюдается высокая специализация лишайников Самарской Луки на разнообразных субстратах как результат длительного формирования лихенофлоры при незначительном участии эврисубстратных видов. В Красносамарском лесном массиве – наоборот, доля последних в 2 раза выше, что, с одной стороны, подчёркивает бо́льшую «подвижность» древесного и каменистого субстрата, а с другой, – увеличивающееся «морфологическое сходство» древесины и камня при передвижении от Лесостепи к настоящим Степям.

Лишайники как фототрофы весьма требовательны к условиям освещения. Лесонасаждения расположенного в подзоне разнотравно-типчаково-ковыльных степей Красносамарского лесного массива характеризуются необходимыми условиями освещённости по всей высоте лесных биогеоценозов, но недостаточным увлажнением. Напротив, сообщества Самарской Луки, расположенные в подзоне луговых степей и остепнённых лугов (Лесостепь) имеют достаточное увлажнение, но ослабленное в силу орографического фактора световое довольствие. Вот почему на изолированной безлесными пахотными пространствами территории Красносамарского лесного массива в 1,3…2,3 раза больше, чем на Самарской Луке доля листоватых, кустистых и бородавчато- или чешуйчато-кустистых лишайников.

Экобиоморфный анализ лишайников сравниваемых лихенофлор позволяет заключить, что изолированная водными пространствами Самарская Лука со своеобразной орографией представляет собой чрезвычайно контрастную территорию, где число мезофитных и ксерофитных таксонов примерно одинаково и составляет 19,0 и 16,9 % от всей лихенофлоры соответственно. На территории ограниченного безлесными пахотными пространствами Красносамарского лесного массива в подзоне разнотравно-типчаково-ковыльных степей обыкновенного чернозёма из-за хозяйственной деятельности человека ксерофитных лишайников крайне мало при достаточно большом участии мезофитных видов. Напротив, здесь существенно больше, чем на Самарской Луке, эвритопных таксонов. Указанные различия характеризуют бо́льшую выраженность в Красносамарском лесном массиве экотонных сообществ. В целом, в составе эколого-субстратных групп, биоморф и гигроморф сравниваемые лихенофлоры обнаруживают сходство в связи с общностью мезоклиматических условий.

Независимо от возраста лесонасаждений, даже на резко контрастных по атмосферному увлажнению территориях, ограниченных одна – водным, а другая – безлесными пахотными пространствами, в лесостепном и степном Поволжье липовые, дубовые и берёзовые сообщества характеризуются биотопом, благоприятным для наибольшего числа видов лишайников. Однако лесонасаждения Красносамарского лесного массива, в том числе и искусственные сосняки, по видовому составу лишайников лишь незначительно уступают, а иногда даже превосходят сообщества Самарской Луки. В целом же, лихенофлористический состав большинства сообществ на территориях, изолированных одна – водным, другая – безлесными пахотными пространствами, достоверно принципиально различен (коэффициент Стугрена-Радулеску положителен).

Несмотря на несколько большее видовое разнообразие лишайников лесных сообществ Самарской Луки, общее проективное покрытие эпифитных лишайников здесь почти в два раза ниже, чем в Красносамарском лесном массиве. Аренные сообщества характеризуются значительным световым довольствием, резкими колебаниями атмосферного увлажнения, включают в себя лесолуговые или даже лесо-степные экотоны (Матвеев, 1995), где в дубняке, например, общее проективное покрытие эпифитных лишайников достигает 33,12±6,73%. На Самарской Луке в большинстве лесных сообществ подобные условия освещённости формируются лишь в верхних биогеоценотических горизонтах, где обилие лишайников чрезвычайно высоко.

В целом, видовой состав эпифитных лишайников в лесах зависит, прежде всего, от породы-эдификатора. Лесонасаждения, развивающиеся в краткозаливаемой пойме и на территории, ограниченной водным пространством, характеризуются меньшим видовым разнообразием эпифитных лишайников на высоте до 2 м, чем во внепоёмных условиях. Видовой состав эпифитных лихеносинузий, проективное покрытие и встречаемость конкретных видов лишайников в осинниках, березняках, дубняках и сосняках зависят от трофотопа и гигротопа, от светового довольствия, температуры и влажности воздуха под пологом леса.

Литература

Матвеев Н. М. Об основных типах ценотической структуры эталонных для степного Заволжья естественных лесов // Вопросы экологии и охраны природы в лесостепной и степной зонах: Межвед. сб. науч. тр. Самара: Самарский ун-т, 1995. С. 29–41.

Матвеев Н. М., Терентьев В. Г., Мозговой Д. П. О биогеоценотических принципах исследования лесных сообществ в степном Заволжье // Вопросы лесной биогеоценологии, экологии и охраны природы в степной зоне: Межвуз. сб. науч. тр. Куйбышев: Куйбышевский государственный ун-т, 1976. Вып. 1. С. 3–16.

Физико-географическое районирование Среднего Поволжья / Под ред. А. В. Ступишина. Казань: Изд-во Казанского университета, 1964. 197 с.

ИССЛЕДОВАНИЯ ЭПИФИТНОЙ ЛИХЕНОФЛОРЫ ЕДИНОЙ ЗОНЫ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ОБЪЕКТОВ ПО ХРАНЕНИЮ И УНИЧТОЖЕНИЮ ХИМОРУЖИЯ

Л. Г. Завьялова
Региональный центр по обеспечению контроля и экологического мониторинга объекта по хранению и уничтожению химического оружия по Курганской области, ZavyalovaL2006@yandex.ru

На территории Курганской области расположен один из семи российских арсеналов химического оружия. В начале 2009 г. начал работу завод по уничтожению данного химоружия. В связи с этим поставлен вопрос о создании и функционировании эффективной системы контроля природных экосистем.

В 2007–2009 гг. проводилась фоновая оценка состояния окружающей среды в единой зоне защитных мероприятий (ЕЗЗМ). Лишайники выбраны в качестве одного из приоритетных объектов мониторинга биоты. Этот выбор обусловлен их высокой чувствительностью к антропогенному загрязнению атмосферы, с одной стороны, и связанной с низкой скоростью роста и значительной продолжительностью онтогенеза, небольшой собственной изменчивостью – с другой (Инсаров, Инсарова, 1986). Из всех экологических групп лишайников наибольшей чувствительностью обладают эпифитные лишайники (или эпифиты), т.е. лишайники, растущие на коре деревьев (Пчёлкин, 1997; Бязров, 2002). Они чувствительны к изменению содержания в воздухе ряда химических элементов и соединений, входящих в состав выбросов большинства промышленных производств.

Цель исследования: выявить наиболее распространенные виды эпифитных лишайников, и оценить с их помощью состояние атмосферного воздуха в ЕЗЗМ в Щучанском районе Курганской области.

Значительную и весьма характерную группу работ лихеноиндикационного плана составляют исследования, связанные с зонированием прилегающей к источнику загрязнения территории в соответствии с наличием эпифитных лишайников различных видов и значением их проективного покрытия. Для определения уже существующего общего антропогенного загрязнения и оценки современной экологической обстановки на расстоянии от 0,5 до 2 км от завода были заложены 8 постоянных пробных площадок (ППП). Для контроля были заложена площадка за пределами ЕЗЗМ.

Учёт лишайников и сбор гербарного материала проводился на стволах древесных растений (включая прикомлевую часть). На каждой ППП выбрано по 10 модельных деревьев основных лесообразующих видов (*Betula krylovii, B. pubescens*). Для измерения проективного покрытия лишайников в полевых условиях использовали сеточку (10 х 10 см), накладываемую на ствол дерева, и исследовали площадь, занимаемую лишайниками, на каждом стволе было заложено по 4 пробных площадки.

В ходе полевых исследований территории ЕЗЗМ было обнаружено 15 видов эпифитных лишайников относящихся к порядку *Lecanorales.* Среди лека-

норовых лишайников самые крупные группы образуют представители семейства *Parmeliaceae* (8 видов). Меньшим числом видов представлены семейства *Physciaceae* (3 вида), *Usneaceae* (2), *Teloschistaceae* (2).

Фиксировали видовой состав всех лишайников, которые обнаружены на стволах 10 модельных деревьев в пределах постоянных пробных площадках (ППП). Результаты представлены в таблице 1.

Самыми распространёнными являются 2 вида – *Parmelia sulcata* и *Hypogymnia physodes*, они встречались в среднем на 8 деревьях из 10. Чуть реже встречается лишайник – *Flavopunctelia soredica*. Остальные виды встречаются гораздо реже.

Кроме выявления видового состава, определяли степень покрытия лишайниками модельных деревьев, в процентах (табл. 2).

Таблица 1

Частота встречаемости отдельных видов лишайников на модельных деревьях в районе ППП

№ ППП	Количество модельных деревьев, на которых обнаружены лишайники данных видов									
	Hypogymnia physodes	Parmelia sulcata	Vulpicida pinastri	Evernia mesomorpha	Flavopunctelia soredica	Melanelia olivacea	Physcia sp.	Usnea sp.	Xanthoria parietina	Caloplaca sp.
контроль	10	10	4	7	1	4	–	4	–	–
1	10	10	5	2	1	–	–	–	–	–
2	10	10	3	6	2	7	1	5	–	–
3	5	7	1	1	9	1	5	–	–	2
4	7	4	4	–	6	1	3	–	–	2
5	6	7	2	–	1	1	4	–	1	2
6	8	9	2	1	4	2	5	–	1	4
7	8	10	3	4	7	5	–	1	–	–
8	10	10	3	5	4	6	5	1	1	4
среднее	8	8,4	2,9	2,4	4,3	2,9	2,9	0,9	0,4	1,8

Таблица 2

Показатели общего проективного покрытия лишайников в пределах учётных площадок (%)

№ ППП	№ дерева										Среднее (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
контроль	66	65	30	58	41	26	34	23	82	51	48
1	23	17	11	18	30	33	38	37	18	29	25
2	32	24	8	11	37	17	15	24	40	19	23
3	58	17	52	25	46	28	16	16	78	24	36
4	32	14	11	15	24	90	30	67	12	22	32
5	13	10	3	68	7	28	8	2	14	48	20
6	19	6	12	6	24	7	15	20	28	16	15
7	16	28	7	24	14	6	17	26	10	23	17
8	16	59	38	70	25	37	36	17	52	10	36

На всех модельных деревьях общее проективное покрытие в среднем варьирует от 15 до 36%, что является высокими показателями. Средний показатель проективного покрытия в контроле значительно выше (48%). Территории с чистым воздухом, как правило, характеризуются высоким покрытием поверхности деревьев слоевищами эпифитных лишайников. Различие между деревьями в пределах местообитания могут быть обусловлены разной освещённостью и влажностью, а также возрастом дерева и структурой коры, определяющими разное время заселения дерева слоевищами (Бязров, 2002).

Состояние атмосферного воздуха в ЕЗЗМ объекта по утилизации химоружия по данным проективного покрытия модельных деревьев лишайниками оценивается как удовлетворительное.

Литература

Бязров Л. Г. Лишайники в экологическом мониторинге. М.: Научный мир, 2002. 336 с.

Голубкова Н. С. Определитель лишайников Средней полосы Европейской части СССР. М.; Л.: Наука, 1996. 256 с.

Инсаров Г. Э., Инсарова И. Д. Лишайники в условиях фонового загрязнения атмосферы двуокисью серы // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Л.: Гидрометеоиздат, Т. 9. 1986. С. 242–257.

Пчёлкин А. В. Лихенометрические исследования в Кроноцком заповеднике // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Л.: Гидрометеоиздат, Т. 5. 1982. С. 131–135.

Мухин В. А., Третьякова А. С. и др. Растения и грибы национального парка «Припышминские боры». Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2003. 204 с.

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ НАКОПЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В РАСТЕНИЯХ

Т. А. Адамович
Вятский государственный гуманитарный университет,
ecolab2@gmail.com

Развитие жизни на Земле всегда происходило в присутствии радиационного фона окружающей среды. Радионуклиды активно вовлекаются в круговорот веществ и накапливаются в живых организмах (Молчанова, Караваева, 2001 и др.). Они становятся неотъемлемым звеном пищевых цепей и играют существенную роль в функционировании экосистем. В связи с этим изучение поведения радионуклидов в природных условиях приобретает все большее значение.

Естественный радиационный фон складывается из излучений от рассеянных в почве, воде, воздухе радионуклидов, возраст которых совпадает с возрастом планеты. К таким радионуклидам относятся калий–40 (^{40}К), уран–238 (^{238}U), торий–232 (^{232}Th), продукты распада тория и урана и др. (Алексахин, 1982). Кроме естественных радиоактивных изотопов, существующих в природной смеси элементов, известно много искусственных, полученных в результате различных ядерных реакций или же образующихся в результате ядерных взрывов (Сельскохозяйственная радиоэкология, 1992).

Один из основных путей накопления радионуклидов в растениях – непосредственное (аэрозольное) поступление выпадающих из атмосферы радиоактивных примесей на надземные органы растений. Задерживание радионуклидов на растительном покрове зависит от особенностей растений, размеров и физико-химических свойств радиоактивных аэрозолей, а также от метеорологических условий. Наиболее активными участками поглощения радиоактивных веществ при внекорневом загрязнении растений радионуклидами являются листья, соцветия и поверхностные корни. Усвоение радиоактивных веществ растениями через корни зависит от физических и химических свойств радионуклидов, концентрации их во внешней среде, физиологических особенностей растений и свойств почвы (Кузин, 1987).

Существенная доля радионуклидов, загрязняющих природную среду, аккумулируется в почве и из нее поступает в растения, а затем – в живые организмы, вызывая нарушение их жизнедеятельности. Различные виды растений отличаются по способности поглощать и накапливать в своих тканях радионуклиды. По характеру накопления радионуклидов A. J. M. Baker выделяет три группы растений: эксклудеры, индикаторы, аккумуляторы.

В эксклудерах содержание радионуклидов невелико. Корень играет роль «барьера» на пути проникновения избыточного количества радионуклида в наземную часть, поэтому соотношение концентраций побег/корень < 1. У индикаторов поглощение и транспорт радионуклида в наземную часть пропорциональны концентрации металла в почве. Соотношение концентраций побег/корень около 1. Их удобно использовать в биомониторинге. Аккумуляторы

характеризуются повышенным содержанием радионуклида в органах, независимо от его содержания в среде. Соотношение концентраций побег/корень > 1 (Ашихмина и др., 2008).

Различают два вида концентрирования радионуклидов в организмах: групповое, когда в среде с повышенным содержанием нуклида все организмы концентрируют его в большем количестве, и селективное, когда только отдельные виды поглощают радионуклиды в большем количестве (Искра и др., 1981). Способность организмов накапливать радионуклиды определяет их биогенную миграцию в круговороте веществ в биосфере.

Н. А. Титаевой, А. И. Таскаевым с сотр. (1983) установлено, что основным параметром для оценки интенсивности поступления радионуклидов из почвы в растение является коэффициент накопления (КН), который равен отношению концентрации элемента в растении к концентрации его в почве. Он определяется на основе общей концентрации радионуклида в почве. Коэффициент концентрирования (КК) выражает отношение к исходному содержанию радионуклида в среде в начальный момент времени.

Накопление того или иного радионуклида в растении зависит от экологических факторов. Среди них велика роль почвы как питательной среды растений (pH, содержание гумуса, элементов питания и т. д.). Кроме того, аккумуляция радионуклидов определяется и видовыми особенностями растительного организма, которые обусловливают состав и соотношение радиоактивных изотопов в тканях.

Способность некоторых растений к аккумуляции радионуклидов можно использовать для оценки состояния окружающей среды. Биологический мониторинг является более эффективным в этом отношении, так как основан на способности организмов быстро реагировать на действие неблагоприятного фактора. Накопление в организме растений тех или иных загрязняющих веществ существенно отличается.

В данной работе проведен обзор литературы по изучению накопительной способности растений по отношению к естественным радионуклидам, находящимся в почве, рассмотрены особенности накопления некоторыми видами растений, наиболее распространенных в природе радионуклидов.

Полоний и свинец. ^{210}Pb и ^{210}Po образуется в атмосфере из Rn. Они составляют важную часть общего естественного фона. Вместе с радиоактивными аэрозолями, пылью и атмосферными осадками ^{210}Pb и ^{210}Po усваиваются наземными растениями. Средняя концентрация ^{210}Po в наземных растениях меняется от 10 до 16000, в том числе в высших растениях – 300 пКи/кг сухой массы. Несколько меньше в растительности содержание ^{210}Pb (48–1140 пКи/кг). Наибольшей аккумулирующей способностью к ^{210}Po и ^{210}Pb обладают травянистые растения, лишайники. Активно накапливают ^{210}Po морские водоросли (Искра, Бахуров, 1981).

Уран. Анализ литературных данных показал, что концентрация U в различных растениях суши колеблется от 0,1 до 50 мг/кг золы. Уран накапливается во всех частях растения, причем распределен в них крайне неравномерно. Обычно больше всего обнаруживается U в корнях растений (до 0,16 %). В

наземной части накопление U уменьшается от старых частей растения к молодым. Концентраторами U являются мхи и лишайники. Специфическими накопителями оказались астрагалы из семейства бобовых, сосна обыкновенная, ель (Евсеева и др., 1974). Особенно интенсивно накапливает U отмирающее органическое вещество. Повышенное накопление урана некоторыми наземными растениями используется для практических целей в биогеохимическом методе поиска урановых месторождений. При накоплении U водными растениями наблюдается определенное видовое различие. Предполагается, что харовые водоросли накапливают U, образуя карбонатные минералы типа ураноталлита – $[CaUO_2(CO_3)_3] \cdot 9H_2O$ (Воротницкая, 1965).

Радий. Исследования показали, что Ra, накапливаясь в живых организмах, способен образовывать труднорастворимые соединения – карбонаты и сульфаты, в результате чего процесс поглощения становится практически необратимым. Накопительная способность растений и микроорганизмов по Ra зависит от биохимических свойств клеточного сока, и в первую очередь от содержания в нем Ca. Активными накопителями Ra являются рододендрон даурский, багульник, мох, вереск обыкновенный. В природных водоемах обнаружено видовое различие в накоплении Ra водными растениями. У полупогруженных в воду растений ежеголовника, осоки и других накопление Ra в подводных частях листьев и стеблей обычно в 3–6 раз выше, чем в надводных. Водоросли концентрируют Ra из морской воды. Высокое его содержание было обнаружено в синезеленой водоросли *Microcystis aeruginosa*: 32 пКи/кг сырой массы.

Торий. Накопление ^{232}Th в биосфере изучено менее полно, чем U и Ra. У наземных растений оно пропорционально его содержанию в почве. Основное количество Th концентрируется в корневой системе: в наземных частях его примерно в 100 раз меньше. Значительное накопление ^{232}Th наблюдается в морском фитопланктоне: коэффициент накопления 20000. Коэффициенты накопления Th у овощей и злаков невысокие; так для салата КН=7 (на сырую массу). Способность некоторых наземных растений накапливать Th в последнее время используют для разработки биогеохимического метода поиска редкоземельных (ториевых) месторождений.

Стронций. Концентрация ^{90}Sr в растениях очень изменчива. Есть данные о содержании Sr от < 1 до 10 000 мг/кг сухой массы и до 35 % золы.

^{90}Sr относительно легко поглощается растениями. Его доступность может быть снижена внесением в почву Ca, Mg, K, Na. Наибольшее содержание Sr фиксируются в надземных частях растений Растения по толерантности к Sr сильно различаются. По данным Шаклетта и др. (Shacklette H.T. и др., 1978), токсичный уровень Sr для растений составляет 30 мг/кг золы. Наибольшие содержания радионуклида отмечены для бобовых растений (219–662 мг/кг), лишайников (до 250 мг/кг сухой массы).

Таким образом, данные о накоплении U, Th, Ra, Sr, Pb и Po различными растениями в биосфере (Таскаев, 1979) показывают, что нет ни одного вида организма, живого или мертвого, который бы в той или иной степени не концентрировал эти радионуклиды. Поэтому в круговороте веществ в биосфере биогенный перенос естественных долгоживущих радионуклидов имеет большое

значение в общем механизме их миграции и рассеяния. Через цепочки питания радионуклиды поступают в организм человека, в результате чего и являются составной частью его элементарного состава. В природных условиях обнаружены отдельные виды растений и организмов, обладающие специфической особенностью в накоплении естественных радионуклидов.

В настоящее время лабораторией биомониторинга Коми НЦ УрО РАН проводятся работы по отслеживанию радиационного воздействия на растительные организмы, водные объекты, на содержание радионуклидов в различных типах почв, донных отложениях территории Кировской области.

Литература

Алексахин Р. М. Ядерная энергия и биосфера. М.: Энергоатомиздат, 1982. 216 с.

Биоиндикаторы и биотестсистемы в оценке окружающей среды техногенных территорий / Под общ. ред. Т. Я. Ашихминой и Н. М. Алалыкиной. Киров: О-Краткое, 2008. 336 с.: ил.

Воротницкая И. Е. Биогенная миграция урана в озере Иссык-Куль. Дис. на соиск. Учен. Степ. Канд. биол. Наук. М., 1965.

Евсеева Л. С., Перельман А. И., Иванов К. Е. Геохимия урана. Изд. 2, перераб. и доп. М.: Атомиздат, 1974. 280 с.

Искра А. А., Бахуров В. Г. Естественные радионуклиды в биосфере. М.: Энергоиздат, 1981. 124 с.

Кузин А. М. Проблемы современной радиобиологии (Что необходимо знать каждому об атомной радиации). М.: Знание, 1987. 64 с.

Молчанова И. В., Караваева Е. Н. Эколого-геохимические аспекты миграции радионуклидов в почвенно-растительном покрове. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2001. 161 с.

Сельскохозяйственная радиоэкология. М.: Экология, 1992. 400 с.

Таскаев А. И. Закономерности распеределения и миграции изотопов U, Th, Ra и Rn в почвенно-растительном покрове района повышенной естественной радиации: Автореф. дис. … канд. биол. наук. Сыктывкар, 1979. 25 с.

Shacklette H. T., Erdman I. A., Harms T. F. Trance element in plant foodstuffs, in Toxicity of Heavy Metals in the Environments, Part I, Oehme I.W., Ed., Marcel Dekker, New York, 1978. 25.

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ НИТРАТА АММОНИЯ В ВОДЕ ОЗ. БЕРЕЗОВОЕ И ОЗ. БОБРОВОЕ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ КИРОВО-ЧЕПЕЦКОГО ХИМИЧЕСКОГО КОМБИНАТА

С. Г. Скугорева [1], А. Н. Прошина [2], Е. С. Журавлева [2]

[1] Лаборатория биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН,

[2] Вятский государственный гуманитарный университет,

ecolab2@gmail.com

Завод полимеров (ЗП) и Завод минеральных удобрений (ЗМУ) г. Кирово-Чепецка Кировской области относятся к химически опасным предприятиям (1 степень опасности). На ЗП производятся фторполимеры, на ЗМУ действуют крупнотоннажные производства карбоната кальция, аммиака, азотной кислоты, аммиачной селитры, сложных минеральных удобрений. Традиционно оба завода объединяются под названием Кирово-Чепецкий химический комбинат (КЧХК)

По полученным ранее данным (Скугорева и др., 2009; Дружинин и др., 2006) основными загрязнителями окружающей среды на территории вблизи комбината являются нитрат-ионы, катионы аммония, фторид-ионы и тяжелые металлы. В 2008–2009 гг. сотрудниками лаборатории биомониторинга в рамках научно-исследовательской работы по внутреннему гранту Вятского государственного гуманитарного университета проведен комплексный мониторинг экологического состояния окружающей среды вблизи КЧХК. Выявлено, что основным источником загрязнения нитратом аммония объектов окружающей среды является секция № 6 хвостохранилища КЧХК (Скугорева и др., 2009). В секции хранится пульпа мела, в жидкой фазе которой в больших количествах содержится нитрат аммония. Противофильтрационный экран секции является частично проницаемым (Экологическая экспертиза …, 1993). Дно хвостохранилища находится на глубине нескольких метров ниже уровня грунтовых вод. Поэтому при заполнении секции №6 пульпой до уровня грунтовых вод, жидкая фракция проникает через полупроницаемую стенку в грунтовые воды, из которых нитрат аммония поступает в поверхностные воды. В непосредственной близости от источника загрязнения нитратом аммония находятся оз. Березовое и оз. Бобровое.

Целью работы было дать оценку содержания нитрат-ионов и катионов аммония в воде из оз. Березовое и оз. Бобровое.

Отбор проб воды из озер проводили в мае – сентябре 2009 г. с трех глубин: 0,5, 2,5 и 5 м (рис. 1). Определение содержания ионов в воде проводили методом ионной хроматографии на хроматографе «Стайер» («Аквилон», Москва) (Сборник …, 2006). Все отобранные пробы фильтровали, разбавляли в 2500–5000 раз деионизованной водой. Концентрации ионов рассчитывали в программе «МультиХром для Windows XP» версии 2x и Microsoft Exel 2003 с учетом разбавления проб.

Установлено, что в поверхностном слое воды оз. Березовое, на глубине 0,5 м от поверхности, содержание катионов аммония мало изменялось с течением времени и составляло в среднем 0,5 г/л, что в 333 раза выше ПДК (рис. 2) (ГН 2.1.5.1315-03). Концентрация нитрат-ионов составила в среднем 2 г/л, что в 4 раза выше по сравнению с содержанием NH_4^+ и в 44 раза выше ПДК. Наименьшее содержание NO_3^- определено в пробе воды, отобранной из поверхностного слоя озера в июле.

С увеличением глубины происходило увеличение содержания нитрата аммония в воде (рис. 3). Так на глубине 2,5 м концентрации нитрата аммония возрастала в среднем в 10 раз по сравнению с поверхностным слоем воды. Концентрация нитрат-ионов изменялась от 11,3 до 25 г/л, максимальное содержание NO_3^- определено 19 мая, минимальное значение – 26 августа. Динамика содержания катионов аммония были не существенной, в среднем их концентрация колебалась около 6 г/л, лишь 24 июля составила 3,7 г/л.

В придонном слое воды оз. Березовое, на глубине 5 м, отмечены наибольшее содержание нитрата аммония по сравнению с другими глубинами (рис. 4). Максимальная концентрация нитрат-ионов отмечена 19 мая, она составила 38.6 г/л, минимальная – 24 июля. Содержание катионов аммония мало изменялось во времени.

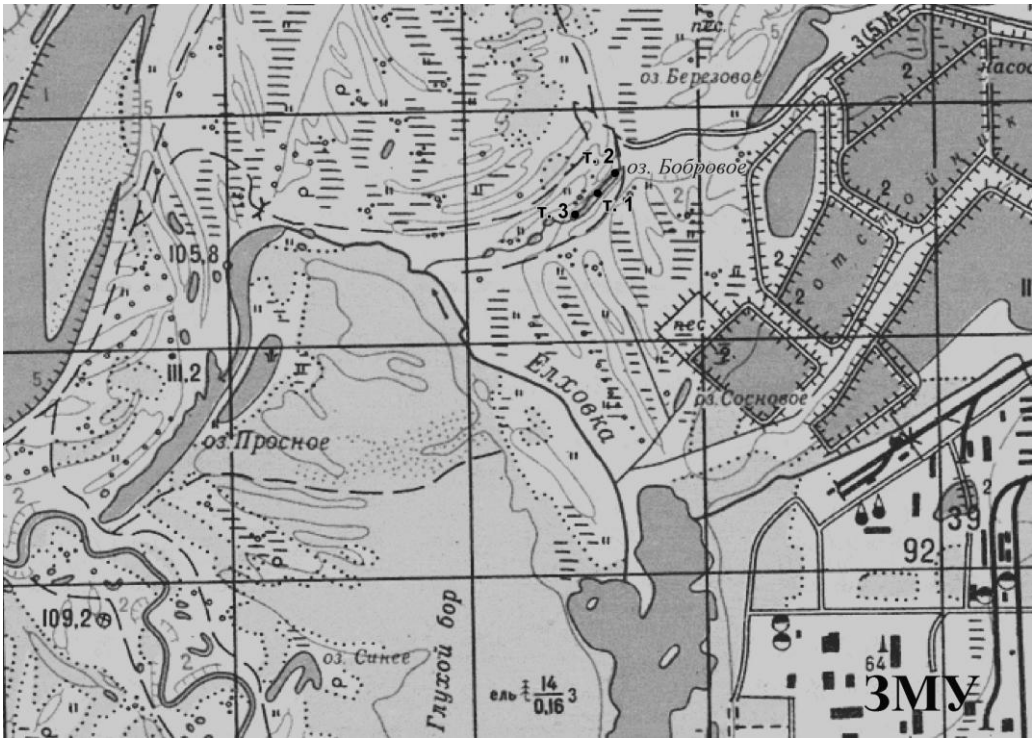


Рис. 1. Карта-схема отбора проб воды из озер на территории в зоне влияния КЧХК

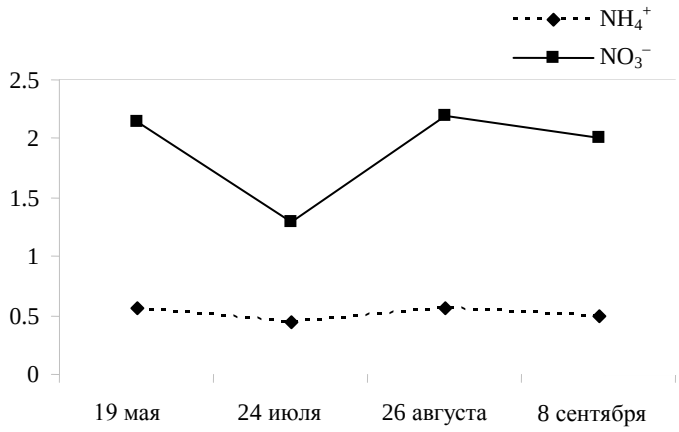


Рис. 2. Концентрация NO_3^- и NH_4^+ в воде оз. Березовое (г/л) на глубине 0,5 м

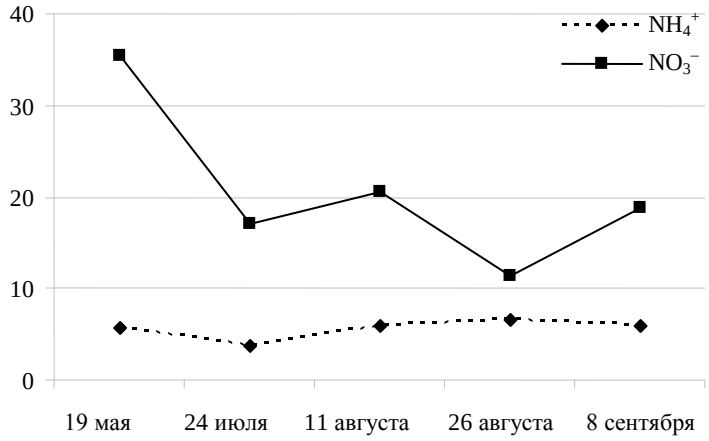


Рис. 3. Концентрация NO_3^- и NH_4^+ в воде оз. Березовое (г/л) на глубине 2,5 м

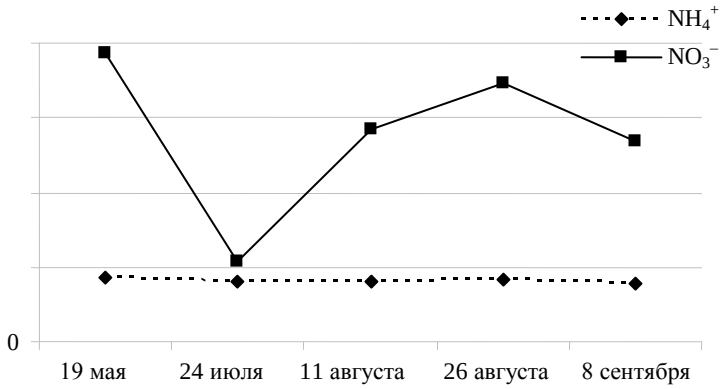


Рис. 4. Концентрация NO_3^- и NH_4^+ в воде оз. Березовое (г/л) на глубине 5 м

Вблизи от оз. Березового располагается оз. Бобровое, оно является таким же глубоким водоемом, как и оз. Березовое. Пробы воды отбирали из трех точек: т. 1 находилась в средней части озера, т. 2 – в северо-восточной части озера, т. 3 – в юго-западной части озера (рис. 1).

Установлено, что в поверхностном слое воды оз. Бобровое самая высокая концентрация нитрата аммония обнаружена в т. 2, а в т. 3 концентрация загрязнителя была ниже в 5–6 раз по сравнению с т. 2 (рис. 5). С течением времени содержание нитрата аммония на глубине 0.5 м возрастало. С июня по сентябрь происходило постепенный рост концентрации NH_4^+ в 2.7 раза, NO_3^- – 2 раза.

В целом, содержание нитрата аммония в поверхностном слое воды оз. Бобровое в 1,5–2 раза выше, чем в оз. Березовое.

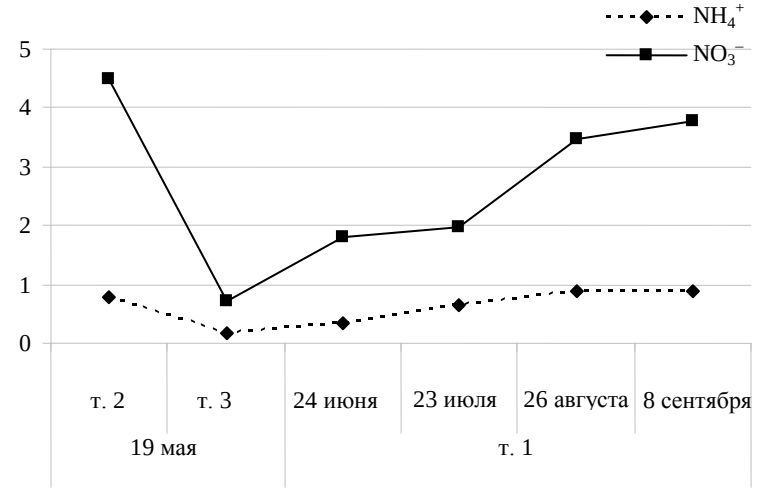


Рис. 5. Концентрация NO_3^- и NH_4^+ в воде оз. Бобровое (г/л) на глубине 0,5 м

На глубине 2,5 м концентрация нитрата аммония выше на порядок по сравнению с поверхностным слоем воды (рис. 6). Динамика содержания нитрата аммония в данном слое воды несущественна, лишь 23 июля установлены повышенные значения концентраций как для катионов аммония, так и для нитрат-ионов. В среднем значения концентраций ионов на глубине 2,5 м выше аналогичных значений для оз. Березовое в 1,8–3,5 раза.

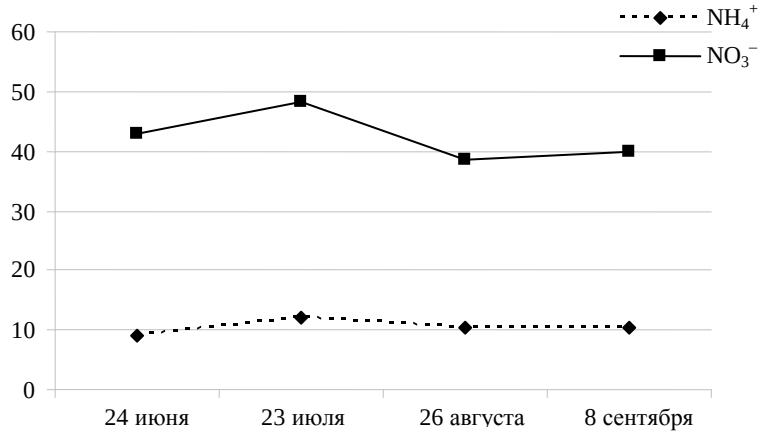


Рис. 6. Концентрация NO_3^- и NH_4^+ в воде оз. Бобровое (г/л) на глубине 2,5 м

Также как и в оз. Березовом, максимальные концентрации ионов установлены в придонном слое озера: для нитрат-ионов значения варьируют от 40,6 до 64,3 г/л, для катионов аммония – 12,5–14,7 г/л (рис. 7). Эти значения в 1,5–1,7 раза выше, чем в для оз. Березовое. Изменения содержания катионов аммония с течением времени не велики, тогда как для нитрат-ионов отмечается тенденция к снижению концентрации, с июня по август – сентябрь она уменьшается в 1,5 раза.

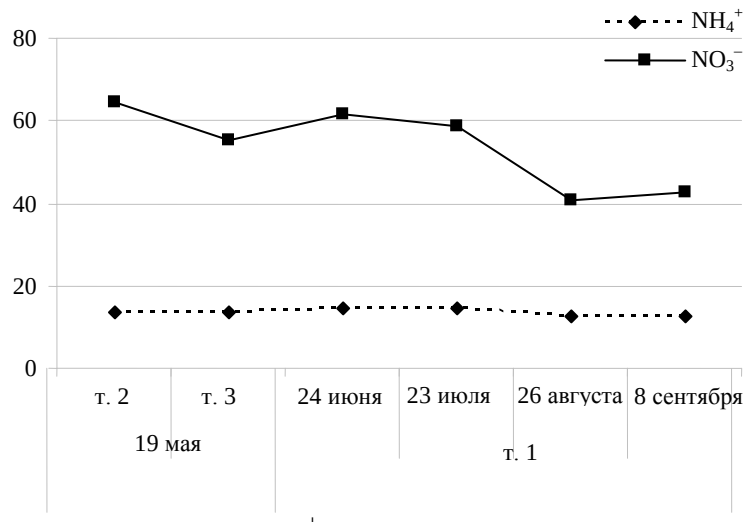


Рис. 7. Концентрация NO_3^- и NH_4^+ в воде оз. Бобровое (г/л) на глубине 5 м

Таким образом, по результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Во всех отобранных из озер пробах концентрация нитрат-ионов была выше ПДК в 30–1500 раз, катионов аммония – в 300–1000 раз соответственно. Оз. Бобровое по сравнению с оз. Березовое является наиболее загрязненным нитратом аммония водным объектом, особенно в северо-восточной части. Хотя оз. Бобровое находится дальше от источника загрязнения (секция № 6), однако содержание нитрата аммония в 1,5–3,5 раза выше по сравнению с оз. Березовое. Причина высоких концентраций нитрата аммония в оз. Бобровое – разгрузка загрязненных грунтовых вод преимущественно на запад, в направлении к Бобровым озерам.

2. С увеличением глубины отбора проб происходит увеличение содержания нитрата аммония в воде озер, что связано с разгрузкой через дно озер грунтовых вод, содержащих высокие концентрации данного загрязнителя.

3. В поверхностном слое воды оз. Бобровое с течением времени происходит рост концентрации нитрата аммония в 2–2,7 раза; на глубине 2,5 м динамика его содержания не существенна; в придонном слое воды отмечается снижение концентрации нитрат-ионов с июня по сентябрь в 1,5 раза. Вероятно, эти процессы обусловлены процессами перемешивания слоев воды: с течением времени происходит поднятие придонных слоев с высоким содержанием нитрата аммония и загрязнение им поверхностных слоев воды.

4. В оз. Березовое максимальные значения концентрации нитрат-ионов на всех глубинах отбора проб установлены в мае, минимальные – в июле. Динамика содержания катионов аммония в оз. Березовое была не существенной.

Литература

ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

Дружинин Г. В., Лемешко А. П., Синько В. В., Ворожцова Т. А., Нечаев В. А. Загрязнение природных сред вблизи системы водоотведения Кирово-Чепецкого химического комбината // Региональные и муниципальные проблемы природопользования: Сб. Матер. 9-ой науч.-практ. конф. Кирово-Чепецк, 2006. С. 125–127.

Сборник методик выполнения измерений М.: НПКФ Аквилон, 2006. С. 20–36.

Скугорева С. Г., Дабах Е. В., Адамович Т. А., Кантор Г. Я., Шуктомова И. И., Ашихмина Т. Я. Изучение состояния почв на территории вблизи Кирово-Чепецкого химического комбината // Теоретическая и прикладная экология, № 2. 2009. С. 37–46.

Скугорева С. Г., Прошина А. Н., Журавлева Е. С. Оценка содержания нитрат-ионов и катионов аммония в воде водных объектов в зоне влияния Кирово-Чепецкого химического комбината // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития: Сб. матер. Всероссийской науч.-практ. конф. (1–2 декабря 2009 г., г. Киров). Киров: ООО «Лобань», 2009. Ч. 2. С. 160–166.

Экологическая экспертиза влияния отходов производства и золоотвалов ТЭЦ-3 г. Кирово-Чепецка на геологическую среду / Отчет фирмы «ГЕОТЕХНОЛОГИЯ». М., 1993. С 33–34.

СОДЕРЖАНИЕ РТУТИ В ПОЧВАХ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ТЕРРИТОРИИ ВБЛИЗИ КИРОВО-ЧЕПЕЦКОГО ХИМИЧЕСКОГО КОМБИНАТА

Я. В. Новокшонова [1], Т. А. Адамович [1], С. Г. Скугорева [2]

[1] Вятский государственный гуманитарный университет,

[2] Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,

ecolab2@gmail.com

Проблема загрязнения ртутью компонентов окружающей среды актуальна для Кировской области. Кирово-Чепецкий химический комбинат на протяжении многих лет является основным источником поступления в окружающую среду ртутьсодержащих веществ.

На территории КЧХК размещено и действует производство по получению каустической соды электролитическим способом с использованием ртутного электрода. Общее количество ртути, циркулирующее в электролизерах, составляет около 120 тонн. Потери ртути в производстве каустической соды и хлора на КЧХК складываются из твердых отходов в виде сульфида ртути (98,6%), выбросов (1,3%) и сбросов (0,1%) ртути. В настоящее время в пойме р. Вятка складировано около 409 тыс. т. ртутьсодержащих отходов.

Основными источниками загрязнения ртутью окружающей среды являются сточные воды комбината, содержащие ртуть в растворенной и взвешенной формах, которые после очистки сбрасываются в р.Елховку, затем через оз. Просное, р. Просницу поступают в р. Вятка. Дополнительным источником загрязнения являются донные отложения, аккумулирующие ртуть и ее соединения в течение всего времени их поступления со сточными водами. Приоритетным источником поступления ртути в почву является – сульфид ртути из твердых отходов.

Ртуть относится к токсичным веществам первого класса опасности. Она является типичным комплексообразователем и мигрирует в виде комплексных соединений с такими лигандами, как Cl, Br, J, HS, S. При pH = 6–7 доминирующими формами миграции ртути в водах являются гидроксокомплексы, хлоридные комплексы, лимониокислые и фульватные комплексы. В почвах боль-

шая часть ртути связана с гуминовыми кислотами и гумином, которые являются основной Hg–депонирующей фазой.

Целью данной работы являлось определение содержания ртути в почве и донных отложениях на территории вблизи КЧХК.

Пробы почвы и донных отложений были отобраны в летний период 2008 г. в соответствии с ГОСТом 28168.

Участки отбора почвенных образцов располагались вдоль русла р. Елховки (точки 4, 5, 6), на берегах пойменных озер (т. 9 и 10), искусственных водотоков (т. 1), на участках, подтапливаемых во время половодья (т. 11), на участке водораздела между р. Елховка и р. Просница в Глухом бору (т. 12) (рис. 1). Ненарушенной почвой является слабоподзолистая песчаная почва на участке № 12. Наиболее распространеными на данной территории являются аллювиальные дерновые оглеенные почвы лугов и антропогенно-нарушенные почвы. Донные отложения отбирали из водных объектов (р. Елховки, оз. Березовое и оз. Просное), прилегающих к территории комбината (Скугорева, Дабах и др., 2009).

Содержание ртути в почвах и донных отложениях определяли методом беспламенной атомной абсорбции на анализаторе ртути РА-915+ (Методика …, 2000). Это оптимальный метод анализа следовых количеств металлов.

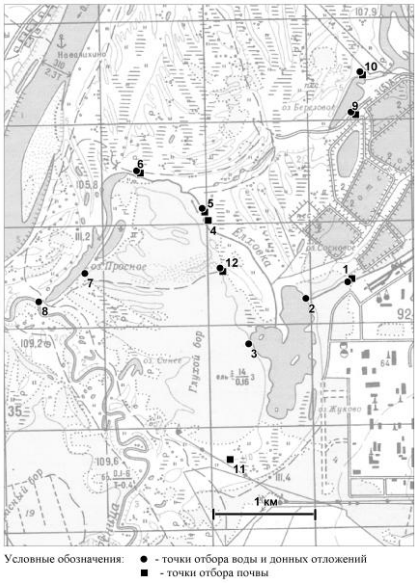


Рис. 1. Схема расположения точек пробоотбора почвы и донных отложений в районе действия КЧХК

Результаты анализа почвенных образцов (рис. 2) показали, что для большинства проб характерны высокие значения концентрации ртути, но не превышающие ПДК (2.1 мг/кг).

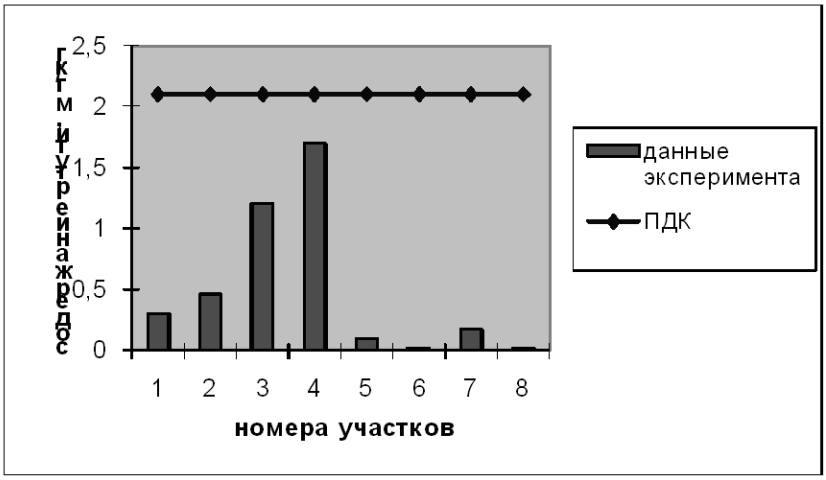


Рис. 2. Результаты анализа почв территории вблизи КЧХК

Только в точке № 6 (нижнее течение р. Елховки) зафиксировано значение близкое к ПДК (1.7 мг/кг).

Донные отложения являются природными аккумуляторами вредных техногенных соединений. Для оценки элементного состава донных отложений используют ПДК, принятые для почв. Результаты анализа донных отложений из водоемов исследуемой территории (рис. 3) показали, превышение ПДК для ртути практически во всех образцах (за исключением участка №3) в целом в 1.8–10.9 раз. Максимальное значение концентрации ртути (23 мг/кг) отмечено для оз. Просное (т. 7).

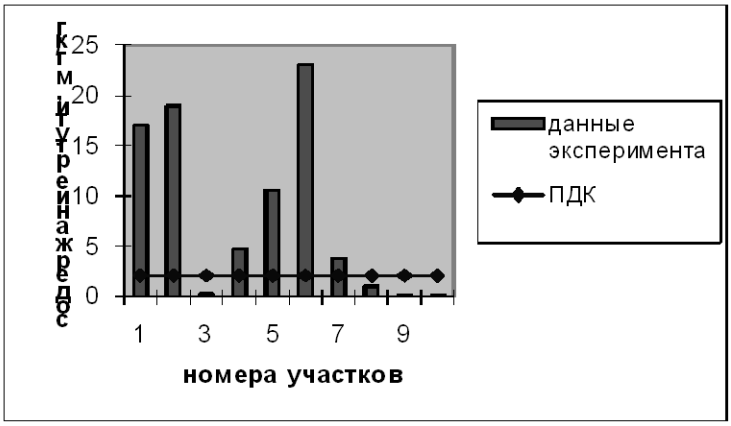


Рис. 3. Результаты анализа донных отложений территории вблизи КЧХК

В результате анализа было установлено, что наиболее интенсивно ртуть накапливают донные отложения. Опасным является то, что содержание ртути в них превышает ПДК практически во всех образцах. Максимальное содержание металла (до 23 мг/кг) отмечено в оз. Просное.

В качестве положительного момента следует отметить то, что за последнее десятилетие на предприятии введены в эксплуатацию установки глубокой очистки сточных вод и водорода, усовершенствована система сброса и консервации ртутьсодержащих рассольных шламов, что привело к уменьшению потерь ртути. Сбросы ртути были снижены в 6,8 раза, а выбросы – в 2,1 раза (Ал-

бегова, 2004). В настоящее время на химкомбинате разработан и внедряется комплекс мероприятий по снижению сброса ртути до уровня ПДК.

Литература

ГОСТ 28168–89. Почвы. Отбор проб.

Скугорева С. Г., Дабах Е. В., Адамович Т. А., Кантор Г. Я., Шуктомова И. И., Аших-мина Т. Я. Изучение состояния почв вблизи Кирово-Чепецкого химического комбината // «Теоретическая и прикладная экология». 2009. № 2. С. 37–47.

Методика выполнения измерения массовой доли общей ртути в пробах почв и грунтов на анализаторе ртути РА-915+ с приставкой РП-91С. М., 2000. 12 с.

Албегова А. В., Ворожцова Т. А. Оценка загрязнения окружающей среды ртутью в районе г. Кирово-Чепецка // Региональные и муниципальные проблемы природопользования. Материалы 8-й научно-практической конференции, г. Киров, 1–3 сентября 2004 г.). – Кирово-Чепецк. С. 4–5.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ РАЙОНА УНИЧТОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ ПО АКТИВНОСТИ ПОЧВЕННЫХ ФЕРМЕНТОВ

А. С. Олькова, Н. В. Сарканич
Региональный центр экологического контроля и мониторинга по Кировской области,
morgan-abend@mail.ru

Активность составляющих ферментативного почвенного пула – интегральный показатель состояния почв, используемый многими исследователями (Девятова, Щербаков, 2006; Киреева и др., 1997; Хазиев, 1972). Ферменты являются продуктами метаболизма почвенных микроорганизмов, поэтому способны отразить общее состояние микробоценоза, воспринимающего, в свою очередь, техногенное воздействие на почву.

Известно, что биологическая активность почв при возникновении стрессовой ситуации изменяется раньше, чем другие почвенные характеристики, например, агрохимические свойства (Звягинцев, 1987). Это доказано для таких токсикантов, как нефтепродукты, тяжелые металлы, пестициды (Блиев, 1983; Антоненко, Занина, 1992; Наплекова, Булавко, 1983).

В целях оценки окружающей среды района уничтожения химического оружия были проведены исследования по выявлению наиболее информативных показателей ферментативной активности почв (Олькова, 2009). В полевых и лабораторных условиях моделировалось возможное специфическое загрязнение почв района расположения КОХУХО «Марадыковский». В результате установлено, что активность почвенных каталазы и уреазы является информативным показателем при обнаружении минерального и органического техногенного фосфора.

Активность инвертазы оказалась нечувствительным показателем при загрязнении почвы минеральными и органическими продуктами деструкции фосфорорганических отравляющих веществ. Кроме того, почвы, характерные для территории исследования, имеют свойство окрашивать фильтрат при проведении анализа, что искажает результаты и делает их статистически незначимыми (Олькова, 2009).

Таким образом, при проведении экологического мониторинга почв территории санитарно-защитной зоны (СЗЗ) и зоны защитных мероприятий (ЗЗМ) объекта «Марадыковский» исследовалась активность двух почвенных ферментов (каталаза и уреаза).

Определение активности уреазы основано на учете количества аммиака, выделившегося в процессе ферментативного гидролиза мочевины (Хазиев, 1990).

Значения активности уреазы в пробах почв, отобранных в 2008 и 2009 гг. в районе расположения объекта уничтожения химического оружия, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Активность урезы в почвах на территории СЗЗ и ЗЗМ объекта «Марадыковский»

Тип почв	№ участков	Активность уреазы, мг NH_3/ 10 г 2 $ч^{-1}$	Оценка активности почвы [1]	Активность уреазы, мг NH_3/ 10 г 2 $ч^{-1}$	Оценка активности почвы [1]
		2008 г.		2009 г.	
Подзолистая	1	18.59±5.08	средняя	47,30±0,13	высокая
	2	–	–	23,65±0,18	средняя
	4	32.59±5.42	высокая	75,12±0,30	высокая
	5	–	–	60,24±0,39	высокая
	6	5.75±2.46	слабая	17,99±0,22	средняя
	9	3.21±1.72	слабая	35,10±0,29	высокая
	17	35.79±9.10	высокая	49,53±0,20	высокая
	18	42.18±10.35	высокая	73,33±0,91	высокая
	19/1	26.26±1.75	средняя	27,96±0,18	средняя
	25	9.76±2.95	слабая	4,61±0,06	слабая
	28	26.49±5.21	средняя	27,81±0,35	средняя
	36	–	–	42,39±0,24	высокая
	47	–	–	67,23±0,49	высокая
	59	59.64±4.57	высокая	73,33±0,37	высокая
	65	29.16±4.93	средняя	16,66±0,11	средняя
	101	6.27±0.063	слабая	8,48±0,24	слабая
	112	10.11±3.94	средняя	60,39±0,07	высокая
Дерново-подзолистая	10	9.06±1.74	слабая	14,43±0,22	средняя
	39	3.02±0.40	слабая	6,39±0,10	слабая
	40	23.18±4.19	средняя	51,32±0,12	высокая
	45	–	–	0,29±0,11	очень слабая
	57	2.79±0.03	очень слабая	135,06±0,24	очень высокая
	60	14.76±0.49	средняя	30,64±0,16	высокая
	154	5.57±0.97	слабая	39,72±0,10	высокая
Аллювиальная	54	–	–	22,16±0,27	средняя
	66	–	–	27,96±0,06	средняя
	151	11.15±1.47	средняя	39,86±0,11	высокая

Примечание: 1 – оценка активности фермента по шкале Гапонюк-Малахова (Гришина и др., 1991).

Установлено, что активность уреазы в почвах, расположенных на территории СЗЗ и ЗЗМ объекта «Марадыковский», варьировала в 2009 г. от очень слабой до высокой. Наибольшие значения активности фермента выявлены в образцах подзолистой почвы, что отражено на рис. 1. Высокая уреазная активность, по-видимому, является следствием накопления значительного количества органических остатков в подзолистой почве по сравнению с другими исследуемыми типами почв. Эта закономерность отмечалась нами и ранее.

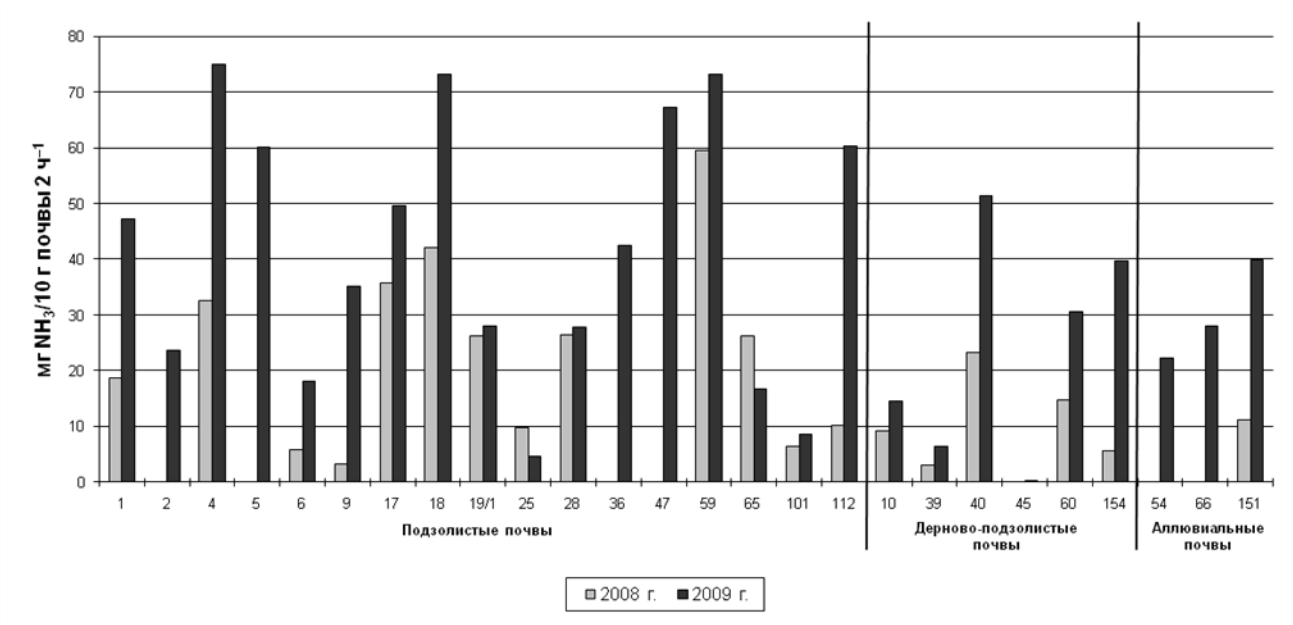


Рис. 1. Сравнение активности уреазы в почвах района расположения объекта «Марадыковский» в 2008 и 2009 годах

Уреазная активность образцов почв участков 10, 19/1, 28, 39 и 101 сопоставима с данными 2008 г., то есть изменения показателя находятся в пределах погрешности метода. Однако для большинства участков экологического мониторинга выявлена тенденция значительного увеличения активности уреазы в 2009 г. по сравнению с 2008 г., кроме участков 25 и 65. Кратность возрастания показателя для подзолистых почв составила от 1,38 раз для участка № 17 до 6 раз для 112 участка. Для дерново-подзолистых и аллювиальных почв выявлено увеличение показателя в пределах 2–3,7 раза.

Установленная тенденция ярко иллюстрируется при анализе степени активности почвенной уреазы по оценочной шкале (Гришина и др., 1991). Оценка активности фермента за 2 года приведена в табл. 1 и отражена для подзолистых и дерново-подзолистых почв на рис. 2.

Рис. 2. Оценка активности почвенной уреазы подзолистых и дерново-подзолистых почв района расположения объекта «Марадыковский» по состоянию на 2008 и 2009 гг.

Анализ соотношения категорий почв по степени активности уреазы подтверждает выявленную тенденцию. В 2009 г. среди подзолистых почв наблюдается увеличение доли участков с высокой уреазной активностью и, следовательно, уменьшение их количества в категориях средней и слабой активности. Впервые для территории исследования выявлена дерново-подзолистая почва с очень высокой уреазной активностью. Отметим, что в 2008 г. большинство образцов дерново-подзолистых почв были отнесены к категориям средней и слабой ферментативной активности, а в 2009 г. более 40% исследованных проб характеризовались высокой степенью активности уреазы.

Таким образом, при определении уреазной активности почв территории СЗЗ и ЗЗМ объекта «Марадыковский» выявлено увеличение почвенной ферментативной активности для большинства исследованных участков. Для некоторых участков мониторинга это отразилось не только в фактических значениях показателя, но и в изменении категории почвы по степени активности уреазы. Такое возрастание уреазной активности свидетельствует о начальной стадии стресса экосистемы. Наибольшая кратность увеличения активности фермента отмечена для подзолистых почв. Это явление закономерно: большинство участков мониторинга с лесными подзолистыми почвами расположены в радиусе около 5 км от объекта уничтожения химического оружия «Марадыковский».

Активность каталазы определи газометрическим методом, основанным на измерении объема кислорода, выделяющегося при взаимодействии почвы с перекисью водорода (Хазиев, 1990).

Фактические значения активности почвенной каталазы и оценка степени активности фермента в 2008 и 2009 гг. отражены в табл. 2.

Таблица 2

Активность каталазы в почвах на территории СЗЗ и ЗЗМ объекта «Марадыковский»

Тип почв	№ участков	Активность каталазы, мл O^2/ мин	Оценка активности почвы	Активность каталазы, мл O^2/ мин	Оценка активности почвы
		2008 г.		2009 г.	
Подзолистая	1	6.88±0.47	средняя	7,67±0,32	средняя
	2	–	–	5,20±0,28	средняя
	4	5.63±0.34	средняя	4,33±0,78	средняя
	5	–	–	15,00±1,9	высокая
	6	10.37±0.16	высокая	2,20±0,11	слабая
	9	10.00±1.37	высокая	15,3±1,3	высокая
	17	11.6±1.13	высокая	21,87±1,9	высокая
	18	12.3±0.56	высокая	12,40±0,67	высокая
	19/1	4.8±0.61	средняя	12,4±0,79	высокая
	25	9.83±0.29	средняя	12,33±0,21	высокая
	28	8.42±0.32	средняя	10,87±0,71	высокая
	36	–	–	8,32±0,32	средняя
	47	–	–	8,43±1,3	средняя
	59	15.6±0.09	высокая	24,87±1,3	высокая
	65	11.73±0.25	высокая	8,97±1,3	средняя
	101	4.35±0.18	средняя	8,17±0,27	средняя
	112	7.07±0.62	средняя	7,60±0,6	средняя
Дерново-подзолистая	10	2.70±0.09	слабая	4,53±0,21	средняя
	39	3.18±0.08	средняя	3,37±0,12	средняя
	40	4.00±0.17	средняя	2,92±0,09	слабая
	45	–	–	4,97±0,42	средняя
	57	1.27±0.36	слабая	3,25±0,33	средняя
	60	1.87±0.20	слабая	2,52±0,09	слабая
	154	4.73±0.12	средняя	12,00±0,37	высокая
Аллювиальная	54	–	–	3,93±0,26	средняя
	66	–	–	8,30±0,36	средняя
	151	4.35±0.14	средняя	4,80±0,17	средняя

Примечание: 1 – оценка активности фермента по шкале Гапонюк-Малахова (Гришина и др., 1991).

Тенденция увеличения ферментативной активности в 2009 г. по сравнению с 2008 г., выявленная для уреазы, отмечается и при определении каталазной активности. Однако около 50% фиксируемых возрастаний активности фермента находятся в пределах ошибки опыта, что подтверждает вывод, сделанный ранее – стресс экосистемы находится на начальной стадии.

Наибольшее возрастание каталазной активности отмечено при анализе образцов подзолистых почв, например, для почвы, отобранной на участке 59 в 1,5 раза, на участке 17 в 1,9 раз (рис. 3). Это может быть связано как с непосредственной близостью данных участков к объекту «Марадыковский», так и с

естественно высоким уровнем каталазной активности, свойственным для подзолистых почв вследствие высокого содержания органических веществ.

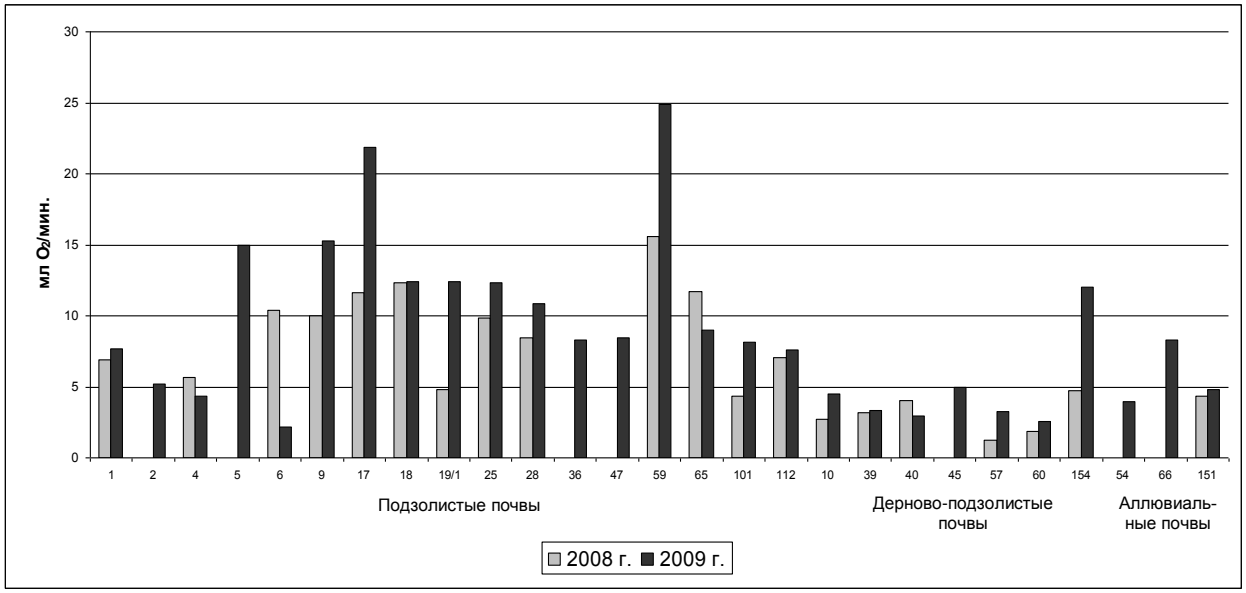


Рис. 3. Сравнение активности каталазы в почвах района расположения объекта «Марадыковский» в 2008 и 2009 гг.

Оценка каталазной активности исследованных почв показала, что при увеличении фактических значений ферментативной активности большинство почв остались в категориях, определенных для них в 2008 г. Для некоторых участков отмечен переход в категорию более высокой активности фермента, например, для участков 10 и 57 из категории слабой активности в среднюю; для участков 19/1, 25, 28 из категории средней активности в категорию высокой. Распределение участков мониторинга почв по категориям каталазной активности показано на рис. 4.

Представленные диаграммы подтверждают наметившуюся тенденцию возрастания каталазной активности на территории СЗЗ и ЗММ объекта «Марадыковский», а также большую стабильность каталазы по сравнению с уреазой.

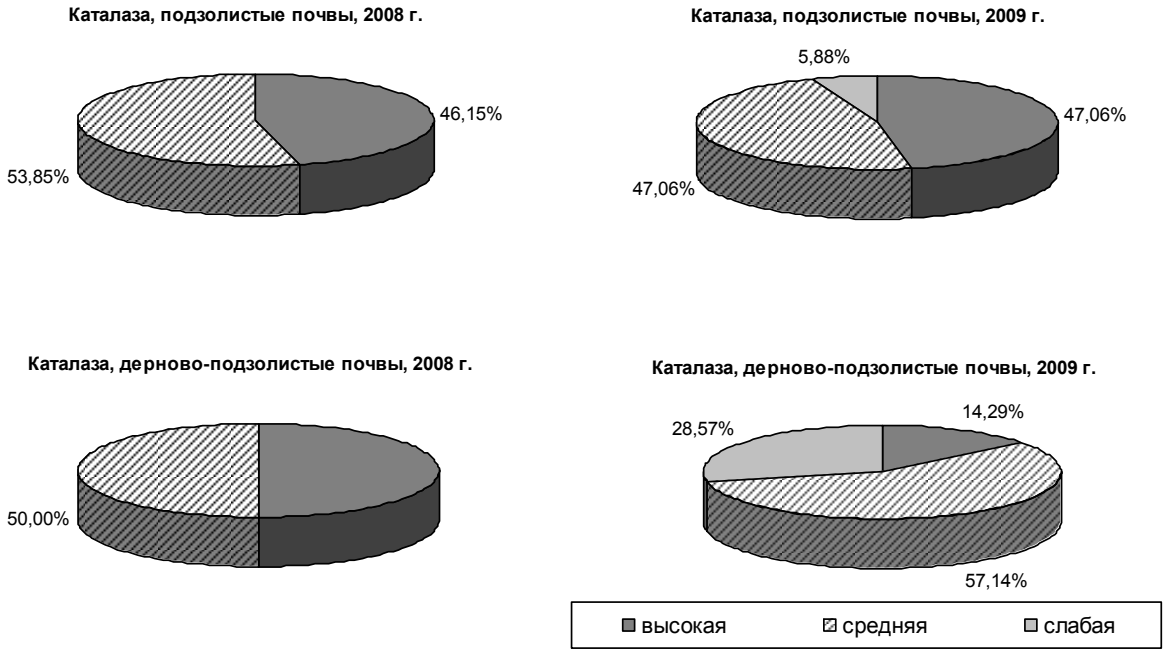


Рис. 4. Оценка активности почвенной каталазы подзолистых и дерново-подзолистых почв района расположения объекта «Марадыковский» по состоянию на 2008 и 2009 гг.

В результате проведенных исследований установлена тенденция возрастания активности почвенных каталазы и уреазы, что свидетельствует о начальной стадии стресса экосистем района расположения объекта уничтожения химического оружия «Марадыковский». Следует отметить, что увеличение ферментативной активности почв является неспецифической ответной реакцией на различные антропогенные факторы. В этой связи совокупность процессов, определяющих техногенез территории (возросшая автомобильная нагрузка, продолжение планировки территории, эксплуатация котельных, выход объекта на проектную мощность), могла определить экологическую ситуацию района расположения объекта «Марадыковский» в целом и изменение ферментативной активности почв в частности.

Литература

Антоненко А. М., Занина О. В. Влияние нефти на ферментативную активность аллювиальных почв Западной Сибири // Почвоведение. 1992. № 1. С. 38–43.

Блиев Ю. К. Действие глифосата на минерализацию органических веществ и ферментативную активность дерново-подзолистых почв // Почвоведение. 1983. № 4. С. 74–90.

Гришина Л. А., Копцик Т. Н., Моргун Л. В. Организация и проведение почвенных исследований для экологического мониторинга. М.: МГУ, 1991. 82 с.

Девятова Т. А., Щербаков А. П. Биологическая активность чернозёмов центра Русской равнины // Почвоведение. 2006. № 4. С. 502–508.

Звягинцев Д. Г. Почва и микроорганизмы. М.: МГУ, 1987. 256 с.

Киреева Н. А., Новосёлова Е. И., Хазиев Ф. Х. Фосфотазная активность нефтезагрязненных почв // Почвоведение. 1997. № 6. С. 723–725.

Наплекова Н. Н., Булавко Г. И. Ферментативная активность почв, загрязненных соединениями свинца // Почвоведение. 1983. № 7. С. 35–40.

Олькова А. С. Разработка технологии оптимизации геоэкологического мониторинга почв района уничтожения химического оружия (на примере объекта «Марадыковский» в Кировской области). Автореф. дис. …канд. тех. наук. М., 2009. 24 с.
Хазиев Ф. Х. Методы почвенной энзимологии. М.: Наука, 1990. 189 с.
Хазиев Ф. Х. Почвенные ферменты. М.: Знание, 1972. 32 с.

ВЛИЯНИЕ СВИНОВОДЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ЗАО «АГРОФИРМА «ДОРОНИЧИ» НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ СРЕД

С. С. Багаева, А. Н. Васильева
Вятский государственный гуманитарный университет,
svetlanka.kirov@inbox.ru

Закрытое акционерное общество «Агрофирма «Дороничи» – крупнейший в Кировской области свиноводческий комплекс, поставляющий мясо и мясные деликатесы не только на рынки области, но и в другие регионы России. ЗАО «Агрофирма «Дороничи» – хозяйство пригородной зоны областного центра, имеющее статус племенного репродуктора и известное за пределами Кировской области, расположено в 12 км от центра г. Кирова и на расстоянии 2 км к югу от посёлка Дороничи (Гасников, 1996).

Побочным продуктом производства является универсальное органическое удобрение (свиной навоз), который с успехом используется для повышения почвенного плодородия, как в чистом виде, так и в виде органических удобрений на его основе (Андреев, 1990). При этом опасность загрязнения воды, почвы и воздуха отходами подобных комплексов довольно значительна: неправильный подход к утилизации отходов животноводства приводит к загрязнению природных компонентов (Грушко, 1979). Кроме того, такие комплексы являются источниками образования целого ряда токсических для окружающей среды и человека газов (аммиака, сероводорода, метана), которые могут вызвать острые отравления или заболевания (Волкова, 1980).

В настоящее время на территории комплекса и за его пределами не проводится регулярных мониторинговых исследований по оценке экологической ситуации.

Настоящая статья является обобщением исследований (2006–2008 гг.), направленных на изучение влияния комплекса на компоненты окружающей среды. Вопрос о влиянии свиноводческого комплекса на экологическую ситуацию, как в самом поселке, так и в его окрестностях, является актуальным.

Путём анализа снегового покрова было доказано, что комплекс оказывает влияние на воздушный бассейн даже на удалении 2 км от посёлка. Концентрация аммиака в воздухе значительно превышает таковую в воздухе контрольной территории (вдали от источника).

Отсюда следует, что существует возможность влияния комплекса и на другие природные компоненты, в частности, воду открытых водоемов. Декоративные пруды посёлка Дороничи (рис.), выбранные нами как один из объектов

исследования, расположены на расстоянии около 2500–3000 м от комплекса. Однако исследований по влиянию свиноводческого комплекса на каскад искусственных прудов до сих пор не проводилось.

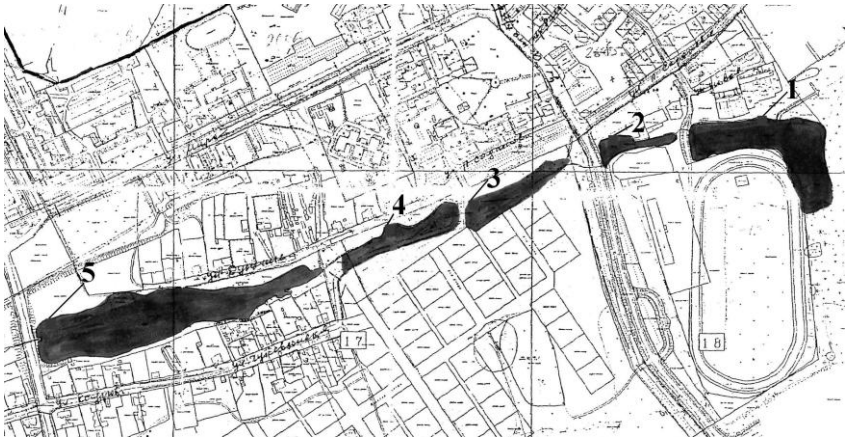


Рис. Каскад декоративных прудов на территории поселка Дороничи

Мы расширили спектр изучаемых поллютантов: ионы аммония, нитрат- и нитрит-ионы. Концентрацию загрязняющих веществ определяли путём анализа воды из прудов и снегового покрова.

Исследование водных объектов в летне-осенний период 2006–2008 гг. (август-октябрь) свидетельствует об изменении концентрации аммиака и ионов аммония в водоёмах от 1,6 до 6,0 мг NH_4^+/л (при ПДК 2,6 мг NH_4^+/л). Весной же, при интенсивном таянии снега, загрязняющие азотсодержащие вещества с поверхностным стоком вновь поступают в пруды, и концентрация ионов аммония в них повышается, что в среднем составляет 9,3 мг NH_4^+/л (превышает ПДК в 3,6 раза).

Концентрация нитрат-ионов в летне-осенний 2006–2008 гг. период колеблется в пределах 0,37–0,54 мг NO_3^- /л (при ПДК 45 мг NO_3^- /л), весной же она повышается до 1,20 мг NO_3^- /л, что несущественно. Анализ талой воды показал некоторые превышения в сравнении с контрольной точкой (0,08 мг NO_3^- /л) от 0,17 до 0,24 мг NO_3^- /л.

Более благоприятна картина с нитрит-ионами. В летне-осенний период концентрация не превышает 0,06 мг NO_2^- /л (при ПДК 3,3 мг NO_2^- /л), хотя весной повышается до 0,18 мг NO_2^- /л. В снеговом покрове концентрация нитрит-ионов практически равна их концентрации в контрольной точке (0,03 мг NO_2^- /л) и составляет 0,04 мг NO_2^- /л.

Таким образом, поверхностные воды декоративных прудов пос. Дороничи испытывают негативное воздействие со стороны свиноводческого комплекса, причём наибольший вклад (в сравнении с остальными исследуемыми поллютантами) в химическое загрязнение воды исследованных водоёмов вносит аммиак.

Рекомендации по результатам исследований.

1. Расширить перечень контролируемых показателей на территории свиноводческого комплекса ЗАО «Агрофирма «Дороничи», не ограничиваясь исследованиями вод очистных прудов.

2. Продумать и осуществить экоаналитический контроль компонентов окружающей среды (воды, почвы, воздуха) за территорией комплекса.

3. Установить газоуловители на территории комплекса.

4. Усилить санитарно-гигиенические требования, предъявляемые к помещениям для воспроизводства и откорма свиней.

5. Обеспечить наличие и доступность средств индивидуальной защиты рабочим.

Литература

Андреев В. А. Использование навоза свиней на удобрение. М.: Росагропроиздат, 1990. 320 с.

Борисов В. А. Экологические проблемы накопления нитратов в окружающей среде. М.: Наука, 1990. 368 с.

Волкова Н. В. Гигиенические значения нитратов и нитритов в плане отдаленных последствий их действия на организм. Л.: Химия, 1980. 246 с.

Гасников Ю. А. Точка отсчёта. Киров: Вятка, 1996. 430 с.

Грушко Я. М. Вредные неорганические соединения в промышленных сточных водах. Л.: Химия, 1979. 428 с.

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА ЛЕНИНСКОГО РАЙОНА Г.ИЖЕВСКА

А. В. Стерхова

Удмуртский государственный университет,

sterhovaav@mail.ru

Целью исследования является оценка химического загрязнения от автотранспорта в пределах отдельной городской территории.

Были поставлены следующие задачи:

– дать характеристику улично-дорожной сети и транспортных потоков;

– рассчитать объемы эмиссии основных загрязняющих веществ от автотранспорта на линейных участках;

– Выявить наиболее загрязненные участки улично-дорожной сети.

Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от автотранспорта ведется по алгоритмам расчетов, основанным на математическом аппарате и нормативных материалах, заложенных в «Методике определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов», Санкт-Петербург.

В качестве исследуемого участка был выбран Ленинский район г. Ижевска, который включает в себя западную часть Центральной промышленной зоны, отдельно расположенные предприятия строительной отрасли и кварталы, находящиеся к северо-западу, западу, юго-западу и югу от нее. Промпредприятия оказывают косвенное влияние на формирование автотранспортных потоков. Здесь пролегают дороги магистральные (транзитные), городского назначения, районного и местного значения. К магистральным относятся ул. Новоажимова, Клубная, Мужвайская, ул. Крылова, Шабердинский тракт, пролегающие в севе-

ро-западном направлении, и ул. Азина, Гагарина южного направления. Здесь наибольшая интенсивность транспортного потока.

Скорость общего автотранспортного потока в среднем составляет 60 км/час. В часы пик происходит снижение скорости до 40–50 км/ч, что ведет к увеличению объемов выбросов. Особенно характерным это является для улиц Новоажимова, Азина, Маяковского, Гагарина, участка ул. Карла Маркса.

Виды транспорта различаются по количеству и составу выбрасываемых в атмосферу веществ (рис. 1, 2). Поэтому для оценки воздействия важен состав транспортных потоков. На рассматриваемой территории он отличается большим количеством грузового транспорта различной грузоподъемности на участках дорог ул. Новоажимова западнее ул. Азина, на самой ул. Азина, а также дорог, ведущих в сторону Шабердинского тракта. Это связано, прежде всего, с расположенными здесь предприятиями, а также с их транзитным значением. Эти же улицы, а также ул. Гагарина и ул. Маяковского характеризуются значительными потоками городского пассажирского транспорта, так как в западной, северо-западной и южной частях территории расположены крупные жилые микрорайоны. Но ведущее место в структуре занимают легковые автомобили, которые составляют от 68% (Шабердинский тракт) до 81% (ул. Новоажимова) от общего потока.

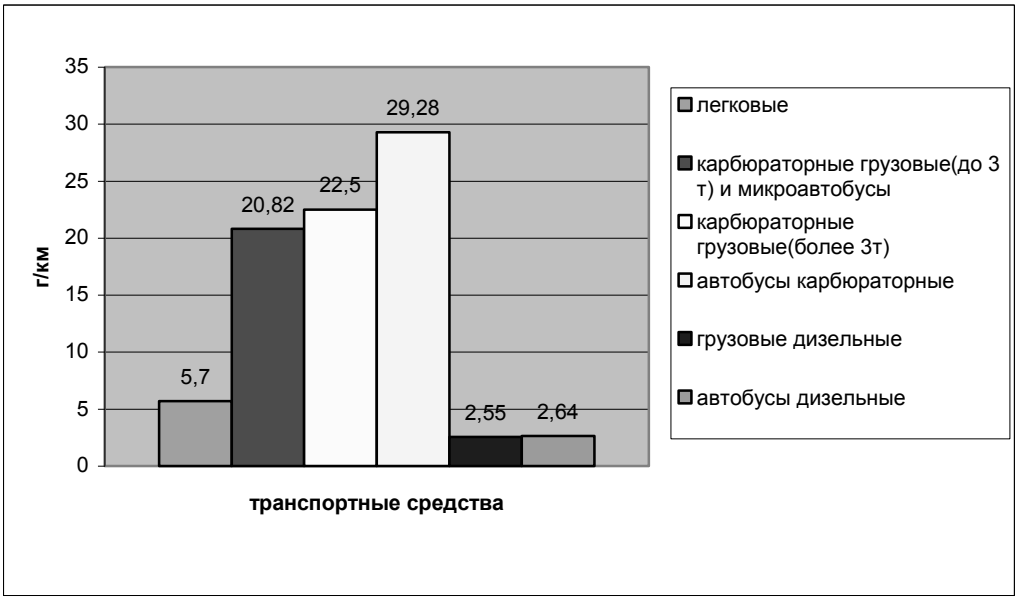


Рис. 1. Удельные выбросы оксида углерода (г /км) от различных типов транспорта при скорости 60 км/час

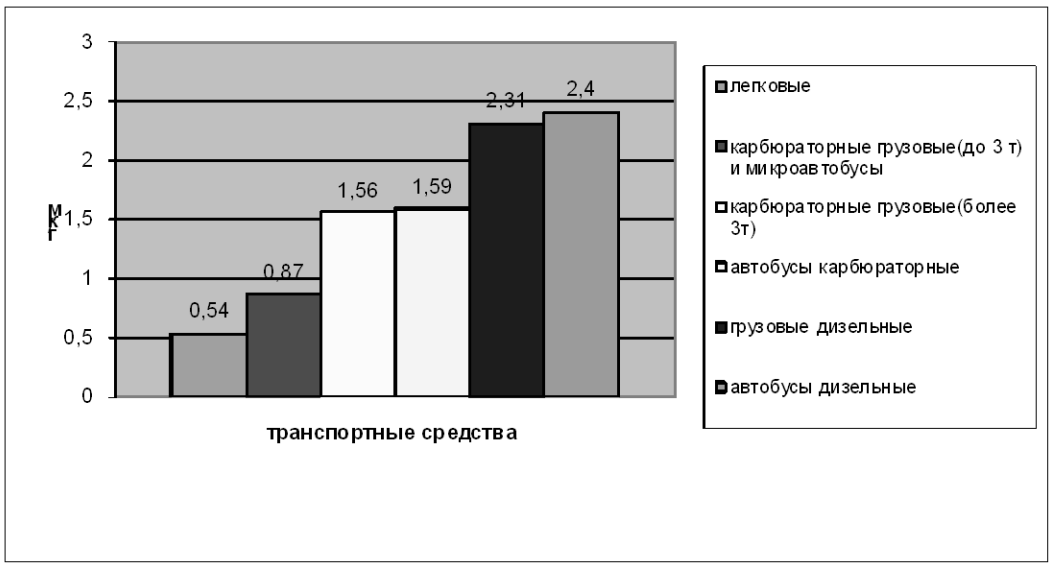


Рис. 2. Удельные выбросы оксидов азота (г /км) от различных типов транспортаи при скорости 60 км/час

Для 23 линейных участков магистральных дорог с различными характеристиками структуры транспортных потоков и улично-дорожных условий, проходящих по селитебным территориям, были рассчитаны по программе «Автомагистраль-город» объемы выбросов (т/км).

Учитываемыми веществами в выбросах являются оксид углерода, оксиды азота, углеводороды, соединения серы, сажа (для дизельных двигателей), формальдегид и бенз(а)пирен.

В качестве исходных данных используются результаты натурных обследований структуры и интенсивности автотранспортных потоков с подразделением по основным категориям автотранспортных средств. В данном расчете представлены следующие категории: легковые с бензиновым двигателем, грузовые карбюраторные с грузоподъемностью до трех тонн (в том числе работающие на сжиженном нефтяном газе) и микроавтобусы, грузовые карбюраторные с грузоподъемностью более трех тонн (в том числе работающие на сжиженном нефтяном газе), грузовые дизельные, автобусы карбюраторные, автобусы дизельные (табл.).

Выбросы загрязняющих веществ определяются для конкретного участка автомагистрали, всей протяженности которого структура и интенсивность автотранспортных потоков изменяется не более, чем на 25%.

В программе имеется база данных, в которой для каждой категории автотранспорта заложены усредненные удельные значения показателей выбросов, отражающих основные закономерности их изменения при реальном характере автотранспортного движения в городских условия.

При расчете учитываются показатели: интенсивность потока данной категории автотранспорта, длина рассматриваемого линейного участка, скоростной поправочный коэффициент (при средней скорости 60 км/ч равен 0,3), объем выбросов (т/км).

Таблица

Исходные данные об интенсивности автотранспортных потоков, длине линейных участков

	легковые	карбюраторные грузовые (до 3 т) и микроавтобусы	карбюраторные грузовые (более 3 т)	автобусы карбюраторные	автобусы дизельные	грузовые дизельные и спецтехника	итого	длина (км)
№ 1 ул. Азина, южн. ул. Новоажимова	1073	104	59	44	40	21	1341	0,84
№ 2 ул. Азина, южн. ул. Областная	1220	84	62	67	42	28	1503	0,65
№ 3 ул. Азина,южн. ул. Инструментальной (ю)	1096	127	92	49	46	42	1452	1,54
№ 4 ул. Азина, южн. ул. Тракторной	1400	109	91	86	79	36	1801	0,4
№ 5 ул. Азина, южн. ул. Московской	1616	149	104	83	88	47	2087	0,36
№ 6 ул. Азина, южн. ул. Фурманова	1300	122	101	57	72	58	1710	1,6
№ 7 ул. Азина, с. Пирогово	1040	151	100	71	36	57	1455	0,45
№ 8 ул. Гагарина сев. ул. Колхозной	940	76	38	29	48	10	1141	0,38
№ 9 ул. Гагарина Завод минеральных вод	2150	110	69	14	64	4	2411	1,84
№ 10 ул. Гагарина южн. ул. Московской	1240	98	66	27	63	29	1523	1,4
№ 11 ул. Гагарина выезд на Азина	826	134	22	60	0	42	1084	1,1
№ 12 ул. Областная 50 м. К западу от ул.Кирпичной	452	74	12	36	0	24	598	1,6
№ 13 ул. Областная вост ул. Азина	530	124	40	26	0	28	748	0,76
№ 14 ул. Маяковского, юж. ул. Новоажимова, до ж/д	987	108	6	6	6	30	1143	1
№ 15 ул. Маяковского, сев трамв. линией	1680	128	24	32	8	70	1942	1,28
№ 16 ул. Маяковского, автовокзал	1740	198	109	80	51	112	2290	0,46
№ 17 ул. Клубная зап ул. Мужвайской	610	67	24	21	5	15	742	0,47
№18 ул.Клубная вост ул.Мужвайской	680	80	26	10	0	5	801	0,7
№ 19 ул. Клубная вост ул. Новошестнадцатой	1200	122	95	62	40	15	1534	0,48
№ 20 ул. Новоажимова вост ул. Азина	1946	215	93	94	54	58	2460	1,66

	легковые	карбюраторные грузовые (до 3 т) и микроавтобусы	карбюраторные грузовые (более 3 т)	автобусы карбюраторные	автобусы дизельные	грузовые дизельные и спецтехника	итого	длина (км)
№ 21 ул. Мужвайская, севернее. ул. Клубной	176	0	0	12	0	0	188	0,9
№ 22 Шабердинский тракт, севернее ул. Чайковского	363	55	34	20	32	5	509	1,37
№ 23 Шабердинский тракт, южнее ул. Чайковского	652	58	33	79	20	24	866	0,64

Результаты расчета показывают, что на легковые автомобили приходится 40–53% выбросов оксида углерода, 47–63% – оксидов азота, 30–55% – углеводородов, 26–42% – диоксида серы, 32–50% – формальдегида в зависимости от их доли в структуре автотранспортного потока, которая составляет на первом и втором участках 80%, а на третьем – 70%. Наблюдается прямая зависимость. Но третий участок – Шабердинский тракт- в связи со значительной долей дизельного транспорта (5%) характеризуется наибольшим количеством выброса сажи.

Результаты расчетов выбросов от автотранспорта показали зависимость между структурой и интенсивностью потоков долей выбросов отдельных веществ в общем объеме эмиссии.

Максимальные объемы выбросов приходятся на наиболее загруженные улицы. Соответственно в порядке уменьшения объемов эмиссии особо выделяются улицы: Гагарина в р-не завода минеральных вод, Азина южнее ул. Инструментальной, Новоажимова восточнее ул. Азина, Маяковского севернее трамвайной линии. По объемам выбросов сажи лидируют также ул. Гагарина и Азина южнее ул. Тракторной, что связано с большой интенсивностью прохождения дизельного транспорта.

Основные мероприятия по уменьшению воздействия на среду и человека автотранспортных выбросов на вышеуказанных участках следующие:

– строительство объездной дороги в южном направлении

– строительство транспортных развязок в разных уровнях, подземных пешеходных переходов

– оптимизация схем организации дорожного движения

– запрет или ограничение движения грузовых автомобилей по определенным маршрутам и выделение улиц для грузового движения

– расселение домов частного сектора, расположенных близ дорог.

ШУМОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОТ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРОДА ИЖЕВСКА

А. Ю. Кузнецова
Удмуртский государственный университет,
Anny_K4@mail.ru

Значимыми стационарными источниками шума в городской среде являются промышленные предприятия. Спецификой промышленного шума является то, что он характеризуется постоянным и (или) импульсным звучанием не только днём, но и ночью (Куклев, 2001). Именно поэтому приобретает особую актуальность проведение исследований с целью произведения инструментальных замеров уровней шума. Для выполнения поставленной задачи были проанализированы методики, наиболее распространенные для определения эквивалентного уровня шумового воздействия (СНиП 23-03-2003, справочник проективовщика / Под ред. Г.С. Осипова), а также проведен ряд замеров машиностроительных предприятий г. Ижевска. На основании выбранной методики построены карта-схемы распределения децоизолиний L_{eq} и Imp отдельных прилегающих к изучаемым объектам частей города.

Машиностроительные предприятия г. Ижевска можно рассматривать в качестве источника шумового загрязнения при несоблюдении СЗЗ. Исходя из вышесказанного, их можно проранжировать следующим образом: ОАО ИЭМЗ«Купол» – 4 класс опасности; ОАО мотозавод «Аксион-холдинг» – 4класс опасности; ФГУП «Ижевский механический завод» – 4 класс опасности; ОАО Ижевский автозавод («ИжАвто») – 2 класс опасности (СанПиН 2.2.1/2.1.1.567-9б).

В ходе проделанной работы по ОАО «ИжАвто» были получены следующие результаты, представленные в виде табл. 1.

Таблица 1

Результаты замеров по ОАО «ИжАвто»

№ точки	L_{eq}	L_{eq} от дороги (2м)	Imp	Imp от дороги (2м)	Max	Max от дороги (2м)	СЗЗ Нормативная	Расстояние до жилой Застройки
1	62.28	70.54	56.40	75.30	75.57	85.85	500	400 м
2	74.80	73.77	61.29	66.16	71.77	76.37;	500	350 м
3	74.30	74.51	66.16	74.39	76.37	84.34;	500	350 м
4	75.30	72.24	71.30	76.53	77.10	83.64;	500	350 м

(где Leq – эквивалентный уровень шума, Imp – импульсный шум, max – максимальный уровень шума)

Наибольшие значения уровня шума наблюдаются: точка № 2 – покрасочный цех, точка № 3 – сварочный цех, точка № 4 – столовая предприятия. Во всех трёх случаях на эквивалентные значения шума влияние оказывают довольно мощные вытяжки вентиляция. Исключение составляет лишь точка № 1 – главная проходная. Большее значение в данном случае играет автотранспорт,

т. к. количество автотранспорта на данном исследуемом участке составляет 1422 единиц техники в час (ул. Автозаводская).

По полученным значениям для каждой точки составлялись диаграммы по октавным спектрам, уровню звука, определяемого и отображаемого в полосах шириной в октаву (аналогичная работа проделана по всем промпредприятиям, рассматриваемым в данной работе).

Таким образом, расчёты, проведенные на основании эколого-математической модели (по Осипову…1993г.), свидетельствуют о том, что нормативные границы санитарно-защитной зоны Автозавода соответствуют установленным нормативам по фактору шумового загрязнения.

Что же касается ОАО мотозавод «Аксион-холдинг», то здесь наблюдается превышение показателей интенсивности шума от дороги над значениями непосредственно самого предприятия (табл. 2), т.к. загруженность таких улиц, как К. Маркса и М. Горького составляет 1470 и 1889 автомобилей в час соответственно (замеры на ул. Бородина не проводились, т. к. не является фоновой – всего 324 авт./час).

Таблица 2

Результаты замеров по ОАО «Аксион – холдинг»

№ точки	Leq	Leq от дороги (2 м)	Imp	Imp от дороги (2 м)	max	Max от дороги (2 м)	СЗЗ норма-тивная	Расстояние до жилой Застройки
1	68.01	–	76.53	–	83.64	–	100	30
2	71.11	75.22	63.36	80.85	81.52	82.70	100	Парк им. Горького
3	66.14	–	62.23	–	83.20	–	100	15
4	73.97	71.71	68.13;	73.08	80.40	83.93	100	100

Таким образом, нормативная СЗЗ данного предприятия по фактору шума не соответствует установленным 55дБА в дневное время в точках № 2 (на 10.11 дБ), 3(8.15 дБ) (расчёты проводились по Осипову…1993г.), вследствие чего в данном случае можно порекомендовать со стороны селитебной территории предусмотреть полосу древесно-кустарниковых насаждений шириной не менее 20 м (Чеботарев, 2007).

Говоря о ФГУП « Ижевский механический завод» можно проследить следующие значения уровней шума по его периметру (таблица 3).

Таблица 3

Результаты замеров по ФГУП « Ижевский механический завод»

№ точки	Leq	Leq от дороги (2 м)	Imp	Imp от дороги (2 м)	max	Max от дороги (2 м)	СЗЗ норма-тивная	Расстояние до жилой Застройки
1	69.37	76.23	71.48	71.95	76.89	87.00	100	100
2	65.01	–	65.41	–	73.47	–	100	15
3	54.95	–	53.00	–	63.05	–	100	20
4	51.73	–	59.49	–	67.32	–	100	20
5	60.00	–	62.14	–	69.73	–	100	–

Одной из особенностей механического завода является то, что в Южной части к нему примыкает железная дорога, по которой на завод доставляют сырье и осуществляют отгрузку готовой продукции. Так же на фоновый уровень шума оказывает воздействие и загруженность ул. Промышленной – 1791 и пр. Володарского – 597 единиц техники в час.

Дома с приусадебными участками вплотную примыкают к стенам вышеуказанного предприятия, несмотря на то, что нормативная СЗЗ должна составлять 100 м. Практически похожая ситуация наблюдается в точках № 2 и № 3, где жилые дома располагающиеся в 15 и 20 м соответственно.

Поэтому в данном случае следует рассмотреть вариант замены устаревшей системы вентиляции только на этом участке (точка № 2 – превышение на 6,11 дБА (расчёты проводились по Осипову…1993 г.)). Также возможно установка пластиковых стеклопакетов в частных домах.

Результаты о замерах ИЭМЗ « Купол» можно увидеть в табл. 4.

Таблица 4

Результаты замеров по ИЭМЗ « Купол»

№ точки	Leq	Leq от дороги (2м)	Imp	Imp от дороги (2м)	max	Max от дороги (2м)	СЗЗ нормативная	Расстояние до жилой застройки
1	71.71	–	73.08	–	83.93	–	100	50
2	60.01	–	61.17	–	74.06	–	100	–
3	59.75	–	60,1	–	72,86	–	100	–
4	62.30	–	63,3	–	76,36	–	100	Парк им. Кирова

СЗЗ ИЭМЗ «Купол» составляет 100 м, а жилая застройка, представленная многоэтажной застройкой, начинается на расстоянии 50 м от наиболее интенсивного источника шумового загрязнения-системы вентиляции представленного завода. Особенностью промпредприятия является то, что оно граничит с парком им. Кирова, который практически примыкает к нему.

Таким образом, нормативная СЗЗ данного предприятия по фактору шума не соответствует установленным нормативам в точке №1 (превышение на 4,56 дБ), а это означает необходимость принятия мер по снижению шумового загрязнения. Достичь 55дБ возможно несколькими случаями, но наиболее рациональным является использование специальных кожухов.

Плюс к вышеуказанному как для данных, так и для других предприятий необходимо проведение: функционального зонирования территории СЗЗ и режима ее использования; систематических (годовых) натурных исследований и измерений уровней физического воздействия; по возможности замена жилой зоны на офисные учреждения; а также формирование в виде специальных шумозащитных полос зеленых насаждений вокруг предприятий (Стурман, 1999).

Но нередки и случаи, когда различные промпредприятия оказывают совокупное влияние. Так, ОАО «ИжАвто» располагается в непосредственном соседстве от « Буммаша». ЗАО «ИОМЗ», вообще, расположен рядом с таким довольно «шумным» объектом, как трамвайное депо ($L_{max(расчетное)}$ – 89,5, L_{eq} – 71дБА). Но исходя из формулы:$L_p(сумма)=L_p(отдельный\ источник)+10LogN$, где N – количеств источников (Осипов, 1993), можно говорить о том, что значительно-

го влияния представленные выше объекты на прилегающую застройку не оказывают.

Выполненный обзор машиностроительных предприятий г. Ижевска представляет собой методологическое обобщение одной из актуальных проблем изучения загрязнения окружающей среды как природно-антропогенного явления реальной действительности, а именно шумового воздействия, для координации дальнейших исследований в области экологической безопасности.

Литература

Защита от шума в градостроительстве: справочник проективовщика / Под ред. Г. С. Осипова. М., 1993. 96 с., ил.

Куклев Ю. И. Физическая экология. М., 2001. 357 с.

СанПиН 2.2.1/2.1.1.567-96 «Проектирование, строительство; реконструкция и эксплуатация предприятий. Планировка и застройка населенных мест. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов».

СНиП 23-03-2003 «Защита от шума».

Стурман В. И. Геоэкология и природопользование. Ижевск: Удмуртский университет, 1999. 246 с.

Чеботарев И. П. Разработка шумозащитных мероприятий // Экология производства. 2007. № 8. С. 73–74.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ШУМА В ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКЕ. СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ ШУМА ЗЕЛЁНЫМИ НАСАЖДЕНИЯМИ

М. Н. Свалова, Т. Я. Ашихмина
ООО Экологический центр «Гражданпроект»,
Лаборатория биомониторинга Института биологии
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ,
ecolab2@gmail.com

Основные источники шума в городе – автотранспорт, рельсовый и воздушный транспорт, промышленные предприятия. Наибольшие уровни шума отмечаются на магистральных улицах городов. Средняя интенсивность движения достигает 2000–3000 транспортных единиц в час и больше, а максимальные уровни шума – 80–82 дБА (Защита от шума …, 1993).

Шум, возникающий на проезжей части магистрали, распространяется не только на примагистральную территорию, но и в глубь жилой застройки.

Затухание звука, распространяющегося над поверхностью, происходит за счет расширения фронта звуковой волны и поглощения звука в воздухе. За звуконепроницаемыми препятствиями (акустический экран, вал, выемка), размеры которых превышают длину звуковой волны, образуется акустическая тень. Последняя не является зоной тишины, так как часть звуковой энергии огибает препятствие. На небольших препятствиях, которые не создают звуковой тени, падающая звуковая энергия частично рассеивается в разных направлениях (диффузное рассеяние). Если таких препятствий много (например, деревья), то расстояние приводит к дополнительному затуханию.

Снижение распространения шума в приземном пространстве за счет зеленых насаждений довольно значительно: деревья и кустарники отражают и поглощают звуковую энергию. Эффект снижения шума в зеленых насаждениях зависит от характера посадок, пород деревьев и кустарников, времени года, а также спектрального состава шума.

Рядовые посадки деревьев на улицах городов с открытым подкронным пространством оказывают незначительное действие на улучшение шумового режима. Звук, особенно низкочастотный, беспрепятственно проходит сквозь такие посадки, и лишь высокочастотные составляющие шума частично рассеиваются и поглощаются (Защита от шума …, 1993).

Приблизительные значения для точечного источника приведены в табл.

Таблица

Снижение шума зелеными насаждениями на расстоянии 1 м

Вид зеленых насаждений	Уменьшение уровня звукового давления (дБ/м) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц					Уровень звука, дБА/м
	250	500	1000	2000	4000	
Сосновый лес	0,1–0,11	0,1	0,1–0,15	0,16	0,14–0,2	0,15
Еловый лес	0,1–0,12	0,14–0,17	0,18	0,14–0,17	0,23–0,3	0,18
Густой лиственный лес	0,05	0,05–0,07	0,08–0,1	0,11–0,15	0,17–0,2	0,16
Зеленая густая изгородь	0,16–0,15	0,17–0,25	0,18–0,35	0,2–0,4	0,3–0,5	0,3

Данные измерений показывают, что среднее ослабление шума 10-метровой полосой зеленых насаждений составит 1,5–2,0 дБА для деревьев и 3 дБА для густой зеленой изгороди. Причем на низких частотах затухание звука незначительно.

Важно отметить, что только густая растительность обеспечивает заметное снижение шума. Поэтому шумозащитные посадки деревьев не должны иметь просвета, пространство под кронами должно засаживаться плотными кустами. Наиболее эффективными шумозащитными полосами зеленых насаждений являются специальные плотные посадки из древесно-кустарниковых пород крупномерных быстрорастущих с густоветвящейся низкоопущенной плотной кроной с плотностью листвы более 0,8 (Справочник …, 1989).

Посадка деревьев в полосе может быть рядовая или шахматная при расстоянии между деревьями не более 4 м, высоте деревьев не менее 5–8 м, а кустарника – 1,5–2 м. При этом шахматная посадка является более эффективной для снижения уровня шума.

Зеленые насаждения из хвойных пород по сравнению с лиственными более эффективны по шумозащите и не зависят от времени года. Однако в городских условиях они растут плохо, поэтому их полезно объединять с лиственными породами деревьев (Руководство …, 1984).

Не менее 50% общего числа высаживаемых деревьев должна занимать основная порода, обладающая наибольшей эффективностью и жизнеспособностью в местных почвенно-климатических условиях (Справочник …, 1989).

Максимально возможное снижение шума при выполнении этих условий достигает 8-9 дБА при ширине полосы деревьев лиственных пород 30-40 м и 8-10 дБА при 15-метровой полосе деревьев хвойных пород (Руководство …, 1984).

Литература

Осипов Г. Л., Коробков В. Е., Климухин А. А. и др. Защита от шума в градостроительстве / Под ред. Г. Л. Осипова. М.: Стройиздат, 1993.

Иванов Н. И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: учебник. М.: Университетская книга, Логос, 2008.

Руководство по учету в проектах планировки и застройки городов требований снижения шума / ЦНИИП градостроительства. М.: Стройиздат, 1984.

Справочник по защите от шума и вибрации жилых и общественных зданий / В. И. Заборов, М. И. Могилевский, В. Н. Мякшин, Е. П. Самойлюк; Под ред. В. И. Заборова. К.: Будивэльник, 1989.

ОБЩАЯ КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ СИСТЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ И МОНИТОРИНГА В РАЙОНЕ ОБЪЕКТА ХРАНЕНИЯ И УНИЧТОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ

Е. А. Новикова

Региональный центр государственного экологического контроля и мониторинга по Кировской области, rcgekim@yandex.ru

Более трех лет на Вятской земле функционирует 1205 объект хранения и уничтожения химического оружия (ХУХО) «Марадыковский». За это время на базе информационно-аналитического центра Регионального центра государственного экологического контроля и мониторинга (РЦГЭКиМ) по Кировской области ФГУ «Государственный научно-исследовательский институт промышленной экологии» (ФГУ ГосНИИ ЭНП) создана и налажена система информационного обмена для оперативного и компетентного анализа информации во всей ее полноте с учетом многообразных взаимосвязей данных; для сбора, обработки, учета, хранения информации о соблюдении объектом ХУХО экологических нормативов и о состоянии окружающей среды в районе его размещения; информационного обеспечения федеральных органов исполнительной власти, их региональных и территориальных органов, органов государственной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления и общественности.

Дальнейшая наша работа должна быть направлена на развитие и совершенствование информационного сопровождения объектов хранения и уничтожения химического оружия (Чупис, 2007).

Необходимо наращивать программный потенциал, внедрять современные методы и подходы для наиболее всесторонней оценки, анализа и прогнозирования влияния производственной деятельности объекта ХУХО на окружающую среду (рис.).

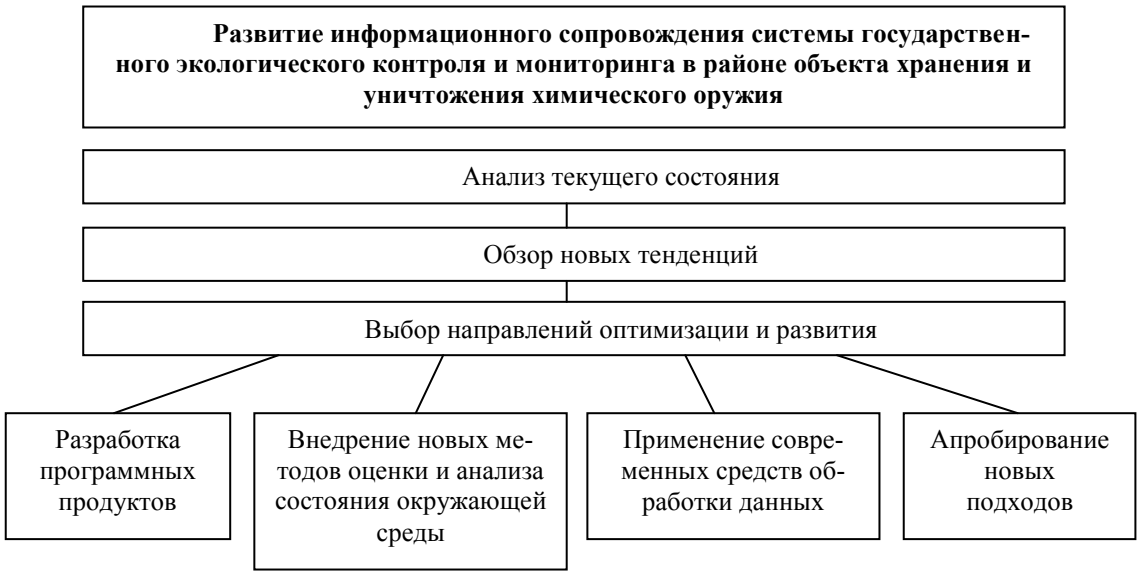


Рис. Схема развития информационного сопровождения системы государственного экологического контроля и мониторинга окружающей среды в районе объекта хранения и уничтожения химического оружия

Для реализации данных целей нами создана прикладная программа «Биологический мониторинг», которая дополняет уже существующий программный комплекс и позволяет включать и обрабатывать весь перечень приоритетных показателей биологического мониторинга объекта ХУХО «Марадыковский», обращаться к карте-схеме точек мониторинга окружающей природной среды санитарно-защитной зоны и зоны защитных мероприятий 1205 объекта; просматривать данные (в том числе по результатам дешифрования космических снимков), производить сортировку по выбранному параметру, вносить и редактировать результаты исследований, автоматически импортировать информацию в специально разработанную базу данных, строить графики по задаваемому промежутку времени, точке, параметру проведенных исследований.

Также разработана и апробирована структура информационного обеспечения аэрокосмического мониторинга в районах размещения объектов хранения и уничтожения химического оружия, что выводит в целом всю систему информационного сопровождения государственного экологического контроля и мониторинга объектов ХУХО на новый современный уровень. Применение дистанционных аэрокосмических методов способствует повышению эффективности экологического мониторинга, служат надежной основой для изучения особенностей, масштабов и темпов антропогенного воздействия на экосистемы (Виноградов, 1984).

Анализ и оценка полученных результатов химико-аналитических и биологических исследований проб окружающей природной среды в районе объекта хранения и уничтожения химического оружия дополняются картографической составляющей. Экологическое картографирование, являясь одним из этапов экодиагностики, позволяет получить объективную, достоверную и наглядную информацию о состоянии окружающей среды определенной территории (Кочу-

ров и др., 2009). Для данных целей нами используются современные ГИС-технологии, программы и средства.

Новые подходы внедряются не только при информировании контролирующих органов и структур, но и при информационном обеспечении населения, проживающего в непосредственной близости с объектом. За основу взят аксиологический подход, для которого характерно единство научных и ценностных аспектов изучения. При информировании населения используются различные формы подачи информации: разъяснение вопросов, связанных с химическим разоружением на Вятской земле, на семинарах, форумах-диалогах, конференциях, круглых столах, через ежемесячное проведение общественных приемных, регулярный выпуск специальной литературы, путем проведения экскурсий в РЦГЭКиМ по Кировской области, встреч, выставок, социальных опросов, «горячих» телефонных линий с участием представителей 1205 объекта ХУХО «Марадыковский», органов исполнительной власти, контролирующих организаций, средств массовой информации. Поддерживается тесное взаимодействие со СМИ и общественными организациями от локального до федерального уровня. Применение аксиологического подхода принесло положительные результаты: если в начале строительства объекта уничтожения химического оружия «Марадыковский» часть населения негативно относилась к данному процессу и беспокоилась о его безопасности, то сейчас уже пришло осознание о необходимости детоксикации отравляющих веществ.

Информационное сопровождение системы государственного экологического контроля и мониторинга в районе объекта хранения и уничтожения химического оружия находится в постоянном развитии с учетом новых тенденций и изменяющихся потребностей.

В дальнейшем полученный информационный комплекс может быть использован для реализации комплексного экологического мониторинга других техногенных объектов.

Литература

Виноградов Б. В. Аэрокосмический мониторинг экосистем. М.: Наука, 1984. 213 с.

Кочуров Б. И., Шишкина Д. Ю., Антипова А. В., Костовска С. К. Геоэкологическое картографирование: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Под ред. Б. И. Кочурова. М.: Издательский центр «Академия», 2009. 192 с., [24 с. цв. вкл.].

Чупис В. Н. Экологический мониторинг объектов уничтожения химического оружия – опыт создания и перспективы развития // Теоретическая и прикладная экология. М.: Камертон, 2007. № 2, С. 35–41.

ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ МЕТОДАМИ НАНОТЕХНОЛОГИИ

К. М. Ашутов, Р. В. Селезенев, С. А. Степанов, А. А. Кротов, Д. Н. Данилов
Вятский государственный гуманитарный университет,
selezenevroman@gmail.com, denisdanilov@rambler.ru

В настоящее время методы нанотехнологии активно используются для изучения поверхности твёрдых тел. Эти методы позволяют с высокой точностью исследовать морфологию поверхности не только металлов, полупроводников и кристаллов, но и биологических объектов: микроорганизмов, клеток крови, спор, вирусов и т. д. Например, применение сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ) позволяет рассмотреть детали поверхности микроорганизма размером от 10 нм. Этот метод гораздо более применим к изучению биологических объектов, чем, например, метод электронной микроскопии – нет необходимости получать сверхвысокий вакуум, напылять на поверхность объекта слой металла. Образец при его изучении сканирующей зондовой микроскопией практически не разрушается и его можно исследовать далее даже после сканирования. В работе рассматривается возможность применения метода СЗМ к изучению биологических объектов.

Объектом исследования была выбрана зеленая одноклеточная водоросль Chlorella vulgaris Beijer. Выбор этого объекта был основан на следующих причинах: во-первых, эта водоросль имеет оптимальные размеры для сканирования (2–10 мкм) (Горбунова и др., 1967), во-вторых, достаточно легко и быстро вырастить культуру клеток C. vulgaris, в-третьих клетки хлореллы имеют достаточно плотную клеточную стенку.

Сканирующая зондовая микроскопия является одним из мощных современных методов исследования морфологии и локальных свойств поверхности твердого тела с высоким пространственным разрешением. Для сканирования поверхности используют специальный зонд с острым концом, который подводят очень близко к поверхности исследуемого объекта. При этом фиксируют либо туннельный ток, проходящий через металлическую иглу и проводящий образец (сканирующая туннельная микроскопия, СТМ), либо межмолекулярные силы Ван-дер-Ваальса, действующие между кончиком иглы зонда и поверхностью исследуемого образца (атомно-силовая микроскопия, АСМ).

Записанный таким образом при сканировании сигнал обратной связи обрабатывается компьютером, и затем изображение рельефа поверхности (скан) строится с помощью средств компьютерной графики в 2D и 3D формате (Миронов, 2005).

Проведение эксперимента проходило в два этапа: подготовка образцов и снятие сканов поверхности.

Жидкость, содержащую культуру хлореллы, наносили на чистое покровное стекло и сушили при комнатной температуре в течение суток.

Получение сканов поверхностей проводили методом атомно-силовой микроскопии в полуконтактном режиме на сканирующих зондовых микроскопах NanoEducator на базе лаборатории нанохимии и нанотехнологии ВятГГУ (совместно с ЛЕН г. Кирова).

В результате сканирования были получены изображения поверхности хлорелл, нанесённых на покровное стекло (рис. 1, 2):

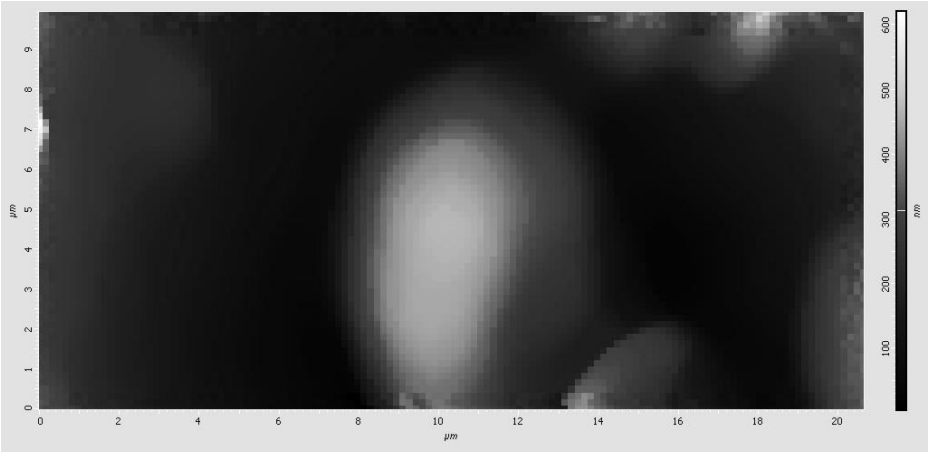


Рис. 1. СЗМ-изображение одиночной хлореллы

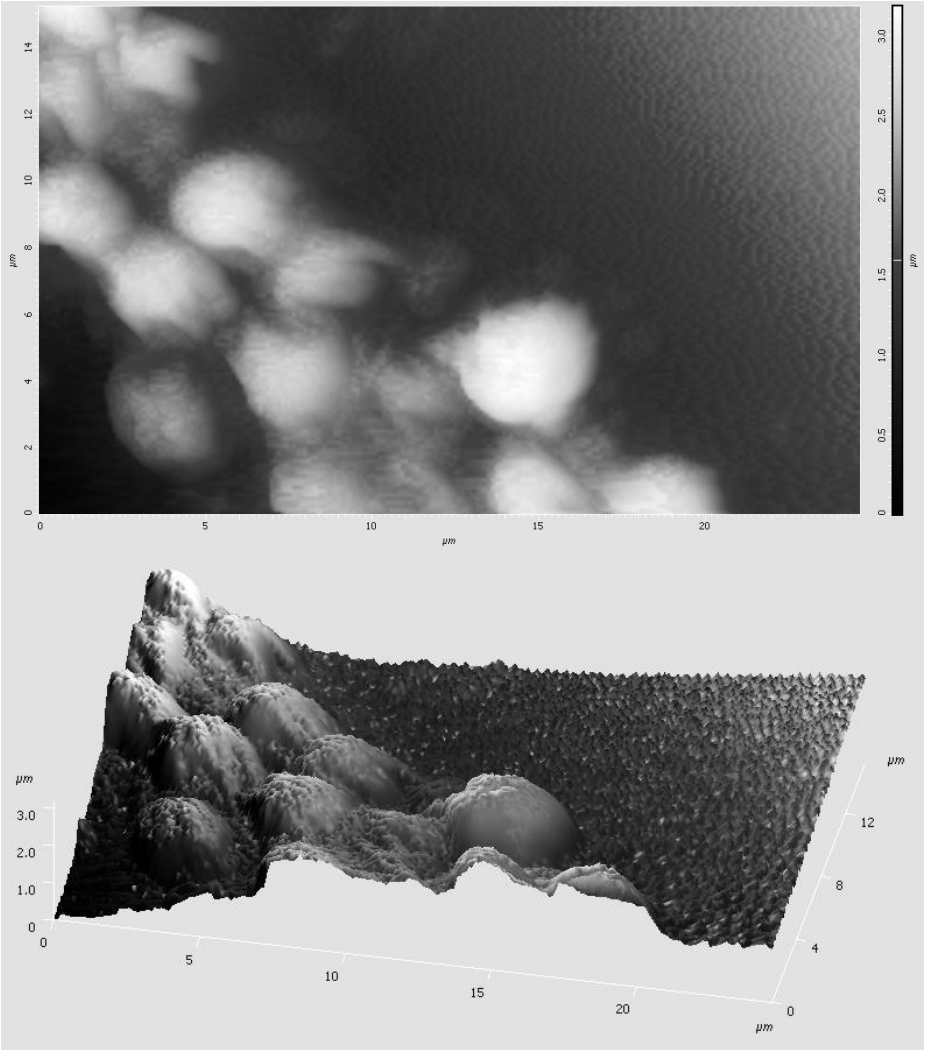


Рис. 2. Скопление клеток хлореллы: 2D- и 3D-изображение

Изучение профилей поверхностей показывает что размер клеток хлореллы изменяется в пределах от 2 до 8 мкм, а высота составляет порядка 400 нм.

Таким образом:

Показана возможность использования сканирующей зондовой микроскопии для изучения морфологии биологических объектов на микро- и наноуровне.

Получены СЗМ-изображения поверхности клеток хлореллы.

Метод сканирующей зондовой микроскопии, по-видимому, может быть использован для анализа степени загрязнения окружающей среды по степени деформации клеточной стенки микроорганизмов, испытавших воздействие вредных веществ.

Литература

Горбунова Н. П., Клюшникова Е. С., Комарницкий Н. А., Левкина М. Л., Сизова Т. П., Успенская Г. Д., Цешинская Н. И., Чиннов Е. А. Малый практикум по низшим растениям. М.: Высшая школа, 1967. С. 31–32.

Мансури Г. А. Принципы нанотехнологии. Исследование конденсированных веществ малых систем на молекулярном уровне. Пер. с англ. А. С. Пак. М.: Научный мир, 2008. 320 с.

Миронов В. Л. Основы сканирующие зондовой микроскопии. М.: Техносфера, 2005. С. 15.

МЕТОД СТАНДАРТНОЙ ДОБАВКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФТОРИДОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИОНОСЕЛЕКТИВНОГО ЭЛЕКТРОДА

Ю. Н. Некрасова

Региональный центр государственного контроля и мониторинга комплекса объектов хранения и уничтожения химического оружия по Кировской области,
rcgekim@yandex.ru

Изучение содержания фтора в окружающей среде являются актуальной задачей, так как по деструктивному действию на живое вещество фтор стоит на втором месте после ртути. Загрязнение фтором нарастает по всей трофической цепи, что, в конечном счете, сказывается на здоровье человека. Учитывая высокую токсичность фтора, загрязнение этим элементом природной среды представляет определенную опасность.

Существует ряд методов определения фтора в различных объектах окружающей среды. Ионометрия играя немало важную роль в аналитической химии, широко используется в экологическом анализе, в том числе и для определения фторидов в различных объектах окружающей среды. Высокоселективным электродом для определения фторид-ионов является монокристаллический лантанфторидный электрод, который при комнатной температуре обладает чистой фторидной проводимостью (Лопатин, 1975). Потенциал в концентрированных растворах устанавливается менее чем за 0,5 с, а при низких концентрациях – до 3 мин, в отличие от достаточно трудоемкого фотометрического метода, который в свою очередь напрямую зависит от качества и чистоты реактивов

для образования окрашенного комплекса (Камман, 1980; Никольский, Матерова, 1980; Пламбэк, 1985).

Целью настоящей работы является определение содержания фторид-ионов потенциометрическим методом с применением метода стандартной добавки.

Содержание подвижной и водорастворимой форм фтора определяли в различных типах почв, представленных смешанными образцами из верхних горизонтов, отобранных на пробных площадках сети экологического мониторинга ОУХО «Марадыковский» и КЧХК.

Были исследованы фильтраты вытяжек из почвы подвижных и водорастворимых соединений фтора раствором сернокислого калия с молярной концентрацией 0,03 моль/дм^3 и водой соответственно (Методические указания…, 1993).

Широко распространенный стандартный метод определения содержания фторид-ионов в исследуемых растворах основан на измерении потенциала лантанфторидного ионоселективного электрода относительно вспомогательного хлорсеребряного электрода, с последующим нахождением содержания определяемого компонента по градуировочному графику. При этом необходимо учитывать то, что крутизна линейной части калибровочной характеристики электрода должна соответствовать 56±3 мВ, возможен дрейф потенциала, а также допустимый диапазон pH анализируемого раствора должен составлять 5,0–7,0 ед. pH. Несоблюдение условий измерения может привести к искажению результатов. Для контроля качества результатов в общепринятых методиках выполнения измерений предусмотрена проверка крутизны линейной части калибровочной характеристики перед каждой серией измерений.

В данной работе для того чтобы свести к минимуму ошибку определения при потенциометрическом определении применялся метод стандартной добавки. Процедура состоит в том, что в анализируемую пробу делается добавка раствора, содержащего тот же анализируемый ион. Оптимальная величина добавки должна быть такой, чтобы она вызвала отклик потенциала в 10–20 мВ. Чрезмерно большие и малые добавки снижают точность определения.

Для определения содержания подвижных и водорастворимых форм фтора в почвах потенциометрическим методом с применением стандартной добавки расчет производился следующим образом:

$C_x=\Delta C\ (10^{\Delta E/S}-1)^{-1}$, где

C_x – искомая концентрация, мкг;

ΔC – величина добавки, мкг;

ΔE – отклик потенциала на введение добавки;

S – наклон электродной функции.

Далее концентрацию фторидов путем экстракции их из почвы С (мг/кг) рассчитывали по формуле:

$C=aV_1/Vb$, где

a – содержание вещества, найденное в исследуемом объеме раствора, мкг;

V_1 – общий объем раствора пробы, мл;

V – объем раствора пробы, используемый для анализа, мл;

b – масса исследуемой почвы, г (Другов, 2009).

В табл. 1 приведены результаты исследования ряда проб почв с малыми концентрациями подвижных и водорастворимых форм фтора

Таблица 1

№ точки	Дата отбора	Горизонт, см	Подвижная форма		Водорастворимая форма	
			C_F, мг/кг	C_F, мг/кг (стандартная добавка)	C_F, мг/кг	C_F, мг/кг (стандартная добавка)
т. 042	14.07.05	0–5	0,89	0,85	0,81	0,80
			0,81	0,77	0,74	0,77
	26.07.06	0–5	0,75	0,74	0,77	0,76
			0,77	0,73	0,72	0,68
	16.07.07	0–5	0,72	0,71	0,63	0,64
			0,69	0,68	0,57	0,55
	12.07.09	0–5	0,75	0,79	0,38	0,25
			0,83	0,78	0,37	0,36
т. 057	12.07.04	0–5	0,66	0,71	0,48	0,45
			0,63	0,64	0,49	0,53
	14.07.05	0–5	0,57	0,58	0,56	0,60
			0,60	0,63	0,50	0,53
	14.07.06	0–5	0,70	0,73	0,75	0,68
			0,67	0,65	0,61	0,64
т. 057	19.06.07	0–5	0,64	0,68	0,49	0,44
			0,67	0,73	0,48	0,50
	10.09.08	0–15	0,70	0,73	0,57	0,56
			0,69	0,74	0,64	0,58
	12.07.09	0–15	0,69	0,63	0,34	0,29
			0,64	0,67	0,44	0,41

В табл. 2 приведены результаты исследования ряда проб на содержание подвижных и водорастворимых форм фтора при концентрациях больше 1 мг/кг

Таблица 2

№ точки	Дата отбора	Горизонт, см	Подвижная форма		Водорастворимая форма	
			C_F, мг/кг	C_F, мг/кг (стандартная добавка)	C_F, мг/кг	C_F, мг/кг (стандартная добавка)
т. 5	05.06.08	0–15	1,69	1,44	0,97	1,02
	22.07.08	0–10	1,37	1,36	0,97	0,92
Берег Елховки	05.06.08	0–5	7,37	7,19	5,99	5,43
Глухой бор	22.07.08	0(3)–8	5,10	5,11	1,12	1,21

Метод стандартной добавки позволил исключить ряд случайных величин при определении содержания фторидов. Сопоставимые результаты, полученные при определении содержания фтора как водорастворимой, так и подвижной форм рассчитанные методом градуировочного графика и при введении стандартной добавки, можно считать истинными. Анализируя табл. 1 и 2 можно сделать вывод о том, что метод стандартной добавки применим как для растворов содержащих малые содержания фторид-ионов, как и при более значительных концентрациях.

Таким образом, метод стандартной добавки позволяет контролировать правильность проведения каждого аналитического определения, используемых далее для экологического анализа и прогноза.

Литература

Дж. Пламбэк. Электрохимические методы анализа. Основы теории и применение. Пер. с английского М.: Мир, 1985. 496 с

Другов Ю. С. Пробоподготовка в экологическом анализе: практическое руководство. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. 855 с.

Камман К. Работа с ионселективными электродами. пер. с немецкого М.: Мир, 1980. 272 с.

Лопатин Б. А. Теоретические основы электрохимических методов анализа. М.: Высш. школа, 1975. 295 с.

Методические указания по определению содержания подвижного фтора в почвах ионометрическим методом (ЦИНАО). М. 1993.

Никольский Б. П. Матерова Е. А. Ионселективные электроды. Л.: Химия, 1980. 240 с.

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ (НА ПРИМЕРЕ КАДМИЯ) В ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТАХ

А. Н. Кулябин [1], С. Г. Скугорева [2]

[1] Вятский государственный гуманитарный университет,

[2] Лаборатория биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН,

ecolab2@gmail.com

Кадмий – относительно новый для техники металл, области применения которого непрерывно расширяются. Диапазон его содержания в природных объектах очень велик и находится в пределах от миллионных долей до десятков процентов. Поэтому для определения кадмия необходимы самые разнообразные методы, позволяющие проводить анализ в присутствии почти любых элементов периодической системы и при самых различных количественных соотношениях. Избирательных реакций на кадмий нет, вследствие чего большое значение имеют методы его отделения от других компонентов пробы, мешающих выполнению определений, и пути устранения их влияния.

Повышенное содержание кадмия оказывает токсическое воздействие на животных и человека. В связи с этим его содержание в поверхностных водах суши нормируется. ПДК растворенных форм кадмия в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения составляет – 0,001 мг/л, рыбохозяйственных водоемов – 0,005 мг/л.

Целью работы было сравнение различных методов определения тяжелых металлов, охарактеризовать возможности использования вольтамперометрического метода для анализа содержания кадмия в объектах окружающей среды.

В настоящее время распространёнными методами анализа ТМ являются химические и физико-химические методы. Из химических методов анализа наиболее часто используются гравиметрические и титриметрические методы.

Гравиметрические методы основаны на определении весовых форм элементов. Для определения кадмия весовыми формами являются его неорганические соединения (оксид, соли), внутрикомплексные соединения с органическими реагентами, тройные комплексы с неорганическими и органическими соединениями, а так же выделенный электролитическим путём металл (Щербов, Матвеец, 1973). При проведении массовых анализов гравиметрические методы используются редко из-за больших затрат труда и времени.

Титриметрические методы определения ТМ основаны на предварительном выделении труднорастворимых простых или комплексных солей кадмия и на образовании им прочных, хорошо растворимых в воде или органических растворителях комплексных соединений (Щербов, Матвеец, 1973). Основными преимуществами методов титриметрии перед гравиметрическим методом являются экспрессность, простота, доступность и возможность автоматизации. Однако по точности титриметрические методы уступают гравиметрическим. Титрование широко используется для анализа тяжелых металлов, однако, относится к числу «рутинных» методов (Лебедева, 2005).

Недостатками химических методов определения ТМ является сравнительно высокая продолжительность анализа. Погрешность измерения варьирует от 3 до 10%, это связано с приблизительными измерениями («на глаз» – определение цвета, деления пипетки, а так же погрешности растворимости осадков, погрешность весов и т. д.) (Щербов, Матвеец, 1973).

Среди физико-химических методов для оценки содержания ТМ в различных объектах часто применяют хроматографический, потенциометрический, вольтамперометрический. В настоящее время все большее применение получают инструментальные методы анализа, что позволяет автоматизировать сам анализ, подготовку к нему, делает анализ экспрессным. Кроме того, применение программного обеспечения помогает быстро производить расчёты содержания ТМ.

Хроматографические методы (от греч. χρώμα – цвет) – методы разделения и анализа смесей веществ, а также изучения физико-химических свойств веществ. Они основаны на распределении веществ между двумя фазами – неподвижной и подвижной (элюент). Название метода связано с первыми экспериментами по хроматографии (Щербов, Матвеец, 1973).

Потенциометрическими называют совокупность физико-химических методов исследования, в основе которых лежит измерение электродвижущей силы (ЭДС) цепей, состав ленных из индикаторного электрода и электрода сравнения. Поскольку потенциал индикаторного электрода зависит от активности (или концентрации) исследуемого иона в растворе, измерения ЭДС позволяют определить количество соответствующих ионов. Различают прямые и косвенные потенциометрические методы (Дроздов и др., 1980).

Наиболее перспективным методом физико-химического анализа является вольтамперометрия и в особенности инверсионно-вольтамперометрический ме-

тод. Он основан на зависимости силы тока, проходящего через ячейку анализатора, от массовой концентрации определяемого в пробе элемента и функционально связанного с формой и параметрами приложенного к электродам поляризующего напряжения (Выдра и др., 1980).

В ходе вольтамперометрического определения происходит электрохимическое накопление ТМ при заданном потенциале поляризации на поверхности рабочего электрода определяемого компонента. Накопление ТМ происходит в виде простого вещества либо в виде химического соединения с последующей регистрацией величины максимального анодного тока электрорастворения накопленного компонента, имеющего вид пика на вольтамперограмме (рис.). Величина (площадь) пика пропорциональна концентрации определяемого компонента в растворе. При наличии в растворе нескольких компонентов – вольтамперограмма представляет собой совокупность анодных пиков, которую можно использовать для качественного и количественного анализа (рис.).

Расчёт концентрации ионов кадмия проводят с использованием метода добавок: в исследуемый образец вводят небольшие объёмы раствора с известной концентрацией Cd^{2+} (100–1000 мкМ). В результате пик Cd^{2+} увеличивается, что позволяет более точно рассчитать концентрацию ионов.

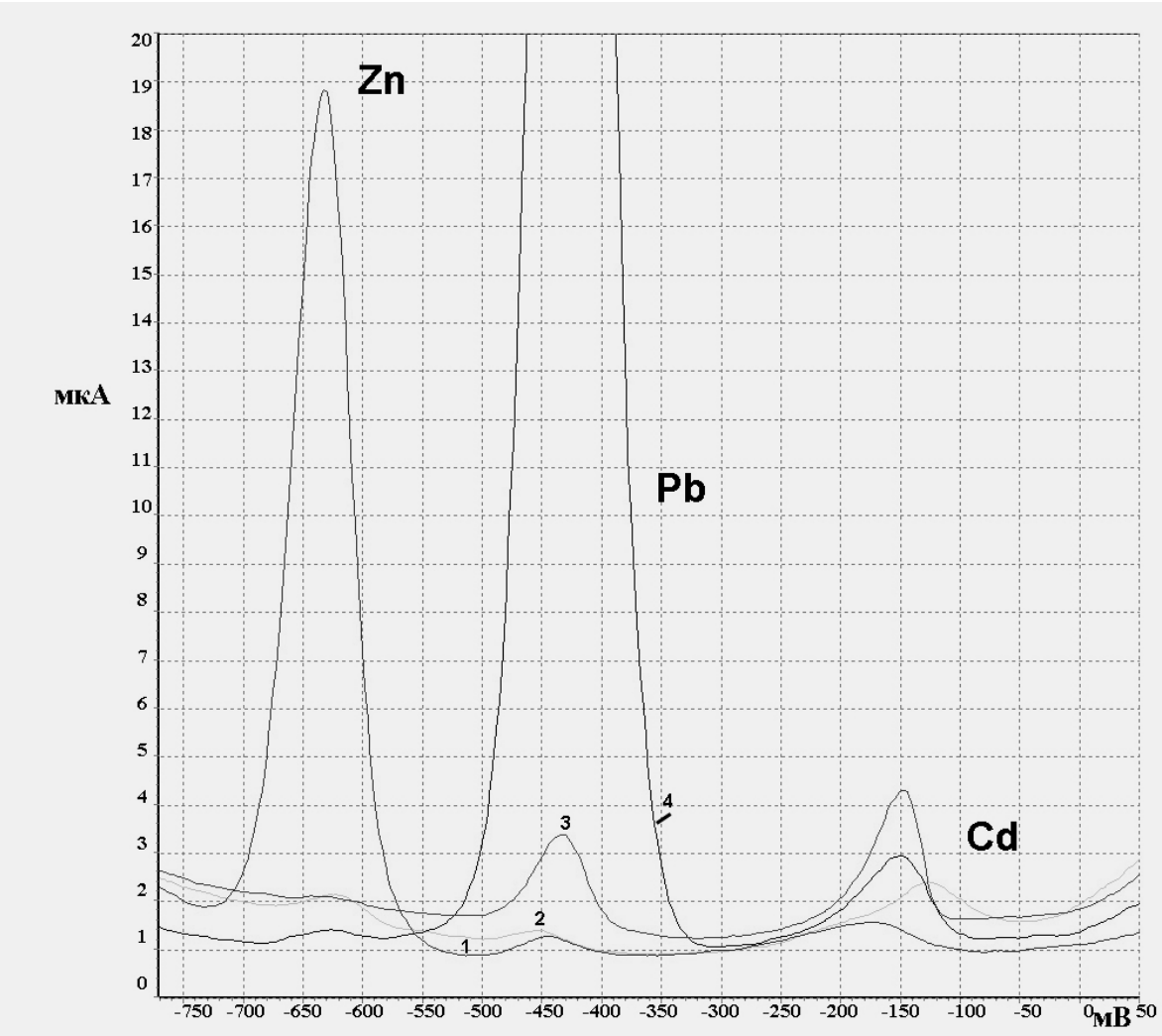


Рис. Вольтамерограммы полученные при анализе пробы без добавок (2), с добавкой раствора Zn^{2+} высокой концентрации (1), с добавкой малых

количеств Pb^{2+} и Cd^{2+} (3), с добавкой большого количества Pb^{2+} (4)

Преимуществами инверсионной вольтамперометрии перед другими методами определения следовых (малых) количеств (табл.) неорганических и органических веществ в растворах являются:

– возможность определения значительного числа химических элементов периодической системы как металлов (Zn, Pb, Cu, Hg, Mn, Co, Fe, Ni, Mo, Sn, Cr), так и неметаллов (As, Bi, Se, I), а так же органических веществ (метанол, ацетальдегид, формальдегид, фенол и его производные);

– низкие пределы обнаружения, достигающие для некоторых элементов (Cd, Bi, Tl, Pb, Sb, Ni) и органических веществ уровня 10^{-9}–10^{-10} М;

– высокая селективность и хорошие метрологические характеристики методик на их основе;

– легкость компьютеризации и автоматизации аналитических определений;

– относительная простота и сравнительная дешевизна приборов для вольтамперометрии.

Таблица

Диапазон измеряемых концентраций кадмия в воде с помощью различных методов [1]

Название метода	Диапазон измеряемых концентраций, мг/л
Химические	
Гравиметрический	0,05–0,1
Титриметрический	0,05–50
Физико-химические	
Хроматографический	0,07–1,0
Потенциометрический	0,05–1,0
Вольтамперометрический	0,001–1,0

Таким образом, метод инверсионной вольтамперометрии является одним из перспективных методов определения кадмия в объектах окружающей среды, содержащих следовые количества элемента.

Литература

Щербов Д. П., Матвеец М. А. Аналитическая химия кадмия. М.: Наука, 1973. 253 с.

Лебедева М. И. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2005. 216 с.

Дроздов В. А., Кузнецов В. В., Рогатинская С. Л. Введение в физико-химические методы анализа. М.: Изд-во МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1980 80 с.

Выдра Ф., Штулик К., Юлакова Э. Инверсионная вольтамперометрия. М.: Мир, 1980. 278 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПОВАРЕННОЙ СОЛИ В ВАРЕНЫХ КОЛБАСАХ

П. А. Ретин, Л. В. Даровских
Вятский государственный гуманитарный университет,
ecolab2@gmail.com

Перед современным человечеством стоит множество проблем, и одна из самых серьёзных – обеспечение населения продуктами питания и в первую очередь полноценным белком. В связи с этим мясо и технология его переработки, особенно в последние годы, вызывают всё больший интерес и пристальное внимание. Колбасные изделия занимают большой удельный вес в питании населения, а их производство является одним из важнейших в мясной промышленности.

Целью нашего исследования является изучение технологии производства колбасных изделий, оценка качества варёных колбас.

Задачами исследования являются:

– изучение, обобщение и систематизация литературных источников по теме работы;

– подбор и отработка методики оценки качества варёных колбас, доступной для проведения в лабораториях кафедры химии;

– изучение технологических стадий производства колбасных изделий (в частности варёных колбас);

– исследование качества варёных колбас по различным показателям.

Колбасные изделия – это продукты, изготовленные из мясного фарша с солью и специями, в оболочке или без нее и подвергнутые термической обработке или ферментации до готовности к употреблению.

Колбасные изделия подразделяются следующим образом:

1. В зависимости от технологии изготовления и сырья;
2. По виду мяса;
3. По составу сырья;
4. По качеству сырья;
5. По виду оболочки;
6. По рисунку на разрезе.

Для изготовления колбасных изделий используется следующее сырьё: мясо, субпродукты, жировое сырьё, кровь, молочные продукты, яйца и продукты из яиц, мучные продукты, преимущественно крахмал, белковый стабилизатор, ингредиенты для посола (соль, сахар, нитрит натрия, аскарбинат натрия), пряности, лук, чеснок, коньяк и мадеру, колбасные оболочки.

Несмотря на широкий ассортимент колбасных изделий, технологический процесс изготовления большинства из них имеет много общего и обычно подчиняется следующему алгоритму:

1. Подготовка основного сырья;
2. Раздел мяса;
3. Обваливание;

4. Жилование;
5. Соление;
6. Измельчение;
7. Созревание;
8. Формование;
9. Навешивание на рамы;
10. Термическая обработка.

Объектом исследования выбрана варёная колбаса «Докторская» (г. Йошкар-Ола).

Согласно ГОСТ 23670-93 этому сорту колбас должна соответствовать массовая доля поваренной соли не более 2,2%.

Предметом исследования стали физико-химические показатели, одним из которых является количественное содержание поваренной соли.

Соль поваренную (NaCl) применяют при посоле мяса для колбас в следующих количествах (на 100 кг фарша): для вареных – 2–2,5 кг, дл полукопченых – 3 кг, для копченых – 3–3,5 кг. Соль придает колбасам солоноватый вкус, частично их консервируя, а также повышает влагосвязывающую способность и клейкость фарша. Стойкость соленого мяса и приготовленных из него копченостей объясняется консервирующим действием поваренной соли, создающим высокое осмотическое давление, которое вызывает обезвоживание тканей мяса (питательная среда) и самих микробных клеток. В результате этого, а также воздействия хлорид-ионов Cl^- на ферментативную систему микрофлоры, подавляется развитие многих микроорганизмов, вызывающих порчу мяса.

Определение содержания поваренной соли по методу Мора (ГОСТ 9957-73) проводят аргентометрическим титрованием с индикатором-реагентом хроматом калия K_2CrO_4. Достоинством метода является его чувствительность, быстрота, доступность реактивов и оборудования, простота расчетов.

В колбасе «Докторской» от производителя из г. Йошкар-Ола содержание поваренной соли составляет 1,89%. Эта величина соответствует стандарту для данного сорта колбасы, т.к. норма составляет 1,5–2,2%.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что на момент проведения анализа колбасы высшего сорта «Докторская» от производителя из г. Йошкар-Олы по основному показателю (содержание поваренной соли) соответствует требованиям ГОСТ 23670-93.

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЙ ЦИКЛ ПРЕВРАЩЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ ФОСФОРА

Е. А. Шишкин
Вятский государственный гуманитарный университет,
ecolab2@gmail.com

Биогеохимический цикл видоизменений химических соединений необходимо расматривать как экологический процесс и как химическое превращение веществ и энергии. Атомы фосфора, как и всех других элементов, постоянно

совершают в природе своеобразное путешествие, участвуя в великом природном круговороте веществ. Элемент № 15 в природе в чистом виде не встречается, по причине своей очень сильной окисляемости, но является широко распространенным элементов. По распространенности он занимает 13-е место, на его долю приходится 0,04% от общего числа атомов земной коры, что составляет 0,08% её массы. Фосфор ограничивается лишь гидро-, лито- и биосферой и совершенно не захватывает атмосферы, совершая в природе биохимический круговорот, входя в состав органических веществ, фосфор имеет исключительно важное значение в жизни растительных и животных организмов. Академик А. Е. Ферсман назвал фосфор «элементом жизни и мысли».

Фосфор обнаружен буквально во всех органах зеленых растений: в стеблях, корнях, листьях, но больше всего его в плодах и семенах, входит в состав сложных веществ, без которых не обходится ни одно живое существо. Он редко накапливается в больших количествах, и потому его относят к числу рассеянных элементов. Фосфор в виде сложных соединений входит в особые белки нуклеопротеиды, которые сосредоточены в ядрах клеток и выполняют исключительно важные функции в накоплении и использовании химической энергии клетки.

Растворимые соединения фосфора легко усваивается растениями и включается в кругооборот жизни. Фосфор – биогенный элемент. Зеленые растения в процессе фотосинтеза используют соединения фосфора и 55 % энергии солнечного излучения, превращая их в химическую энергию универсального энергетического вещества – аденозинтрифосфорную кислоту (АТФ). Молекула АТФ расщепляется до молекулы аденозиндифосфорной кислоты (АДФ) и фосфорную кислоту, выделяя 34,5 – 46 кДж/моль энергии.

$$АТФ \rightarrow АДФ + H_3PO_4 + Q$$

Эта энергия используется для синтеза органических соединений, которые идут для роста и строения растений. Скапливается он в продуктовых частях – семенах, плодах. Наиболее богаты фосфором бобовые растения, а бедны им овощи.

Оборазовавшиеся молекулы АДФ не выделяются из организма, а поступают на митохондрии (в клетках животных) или хлоропласты (в клетках растений), присоединяют фосфорную кислоту и снова служат для синтеза молекул АТФ.

$$АДФ + H_3PO_4 \rightarrow АТФ$$

Хлоропласт (митохондрий)

Описанные процессы превращения АТФ в АДФ и обратно сложны и многоступенчаты, а данные схемы реакций показывает начальный и конечный продукты из множества промежуточных реакций.

Растения накапливают фосфор и снабжают ими животных, являясь пищей животным, и фосфор, следовательно, переходит в организм животных, которые получают, таким образом, готовые АТФ. Выделяемая энергия расходуется на все биохимические процессы, происходящие в животной и растительной клетке: передача нервных импульсов, биосинтез веществ, мышечные сокращения,

перенос веществ через мембрану, обмен углеводов в организме, поэтому в мышечной ткани всегда поддерживается постоянный уровень АТФ

Соединения фосфора входят также в состав мозга, нервов, крови. Особенно богат фосфором желток куриных яиц. Интересно, что у растений и у животных он сосредоточивается в наибольшем количестве в тех частях, которые наиболее интенсивно развиваются: в семенах и зародышах.

Из многочисленных минералов, необразующих крупных месторождений, наибольшее практическое значение имеют два минерала в виде кальциевой соли ортофосфорной кислоты: апатиты и фосфориты.

Апатиты – $Ca_5(PO_4)_3$ (F, Cl), или $Ca_3(PO_4)_2 \cdot Ca_2$ (F, Cl) PO_4 – первичные минералы встречающиеся среди пород магматического происхождения, которые образовались в момент становления земной коры. Богатейшие запасы апатита открыли в 1926 г академик А. Е. Ферсман и Л. Н. Лобанцов на Кольском полуострове. Разработка месторождения началась по инициативе С.М. Кирова в 30-х годах.

Вторичные – фосфориты, химическая формула которых $Ca_3(PO_4)_2$, залегают среди пород осадочного происхождения, образовавшиеся в результате отмирания живых существ, есть фосфориты и в морской воде – $6 \cdot 10^{-6}$%.

Мелко размолотые фосфориты (фосфоритная мука) используется как фосфорное удобрение под гречиху, люцерну, горчичу, а также оказывается эффективной на кислых почвах, под влиянием которых фосфорит превращается в кислый фосфат, растворимый в воде, и начинает всасываться корневой системой растений.

Человечество научилось превращать нарастворимый фосфат кальция, содержащийся в апатитах и фосфоритах, в растворимые соли фосфорной кислоты.

Для этого фосфат кальция обрабатывают серной кислотой. В результате получается суперфосфат, смесь сульфата кальция и дигидрофосфат кальция (содержит 14 – 20% P_2O_5)

$$Ca_3(PO_4)_2 + 2\ H_2SO_4 = Ca(H_2PO_4)_2 + 2\ CaSO_4$$

Простой суперфосфат

При обработке фосфата кальция ортофосфорной кислотой получается двойной суперфосфат, который содержит около 40 - 50 % P_2O_5.

$$Ca_3(PO_4)_2 + 2\ H_3PO_4 = 3\ Ca(H_2PO_4)_2$$

Двойной суперфосфат

Другое фосфорное удобрение – преципитат $CaHPO_4 \cdot 2H_{21}O$, содержащий 30 – 35 % P_2O_5 Он образуется при взаимодействии фосфорной кислоты с гидроксидом кальция или с карбонатом кальция:

$$Ca(OH)_2 + H_3PO_4 = CaHPO_4 \cdot 2H_2O,$$

$$CaCO_3 + 2\ H_3PO_4 = 2\ CaHPO_4 \cdot 2H_2O,$$

Получаемый человеком из фосфоритов, фосфор образует несколько аллотропных видоизменений, основными из них являются белый и красный. Белый фосфор является сильнейшим ядом. 0,1 г фосфора уже смертельная для человека, и в тоже время фосфор – составная часть животного организма, без него животные и человек существовать не могут. Недостаток фосфора в организме за-

держивает рост, вызывает слабость, прогрессивное исхудание и смерть. Прибавление же к пище растущих животных незначительных количеств фосфора (0,00015 г в день) ведет к улучшению аппетита, увеличение массы тела, числа красных кровяных клеток, росту и укреплению костей.

Тело человека содержит в среднем около 1,5 кг элемента № 15. Из этого количества основная масса фосфора, 1,4 кг содержится в костях в виде $3Ca_3(PO_4)_2 \cdot Ca(OH)_2$ и $3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaCO_3\ H_2O$, остальное приходитсся на мышцы, нервы и мозг. Фосфор участвует в процессе передачи настедственных свойств живой клетки. Сложным изменениям подвергаются и минеральные фосфорные соединения в крови и печени.

Одним из интересных соединений фосфора является газообразный фосфористый водород (H_3P – фосфин), особенность его состоит в легкой загораемости от присутствия жидкого дифосфина P_2H_4, который образуется совместно с фосфином и самовоспламеняется на воздухе. Образуются они при гниении отмерших растительных и животных (органических) остатков. На этом основано появление болотных, блуждающих огней, они же появляются на кладбищах, на свежих могилах. Хорошо заметны эти огни в теплые темные ночи бледно-голубого свечения, как слабо мерцающие огоньки. Описание «блуждающих огней» дано в прои зведенири «Вечера на хуторе близ Диканьки» Н. В. Гоголем в рассказе «Заколдованное место».

После гибели животные и растения подвергаются гниению. Попав, таким образом, в почву, фосфоросодержащие органические соединения под действием фосфоробактерии, содержащихся в почве, превращают снова в неорганические соли фосфорных кислот. Здесь огромная решающая роль в осуществлении цикла принадлежит бактериям

Итак, из почвы фосфор берут растения, от них этот элемент попадает в организмы животных и человека. В почву фосфор возвращается с экскрементами и при гниении трупов. Фосфоробактерии переводят органические соединения его в неорганические, которые попадают в растения.

Литература

Ильченко В. Р. Перекрестки физики, химии и биологии. М.: Просвещение, 1986. 173 с.

Фадеев Г. Н. Пятая вертикаль периодической системы. М.: Просвещение, 1973. 823 с.

Популярная библиотека химических элементов: Книга первая. Водород – Палладий. Изд. 2-е исправл. и доп. М.: Наука, 1977. 567 с. С. 206–216.

Таубе П. Р., Руденко Е. И. От водорода до… нобелия? М.: Высшая школа, 1961. 330 с.

Николаев Л. А. Азот, фосфор, калий. М.: Знание, 1961. 40 с.

Кошель П. А. Круговорот фосфора в природе // Изд-во 1-е сентября, серия «Химия», 2007. № 9. С. 1–4.

Научное издание

Материалы
всероссийской научной школы для молодежи
«Инновационные методы и подходы в изучении естественной и антропогенной динамики окружающей среды»

Статьи

Часть 3

Верстка: *Е. М. Кардакова*

Допечатная подготовка: ООО «Лобань»

Подписано к печати 9.11.2009 г. Формат 60x84 1/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать офсетная
Усл. п. 8,75 л. Тираж 300 экз. Заказ 490.

Вятский государственный гуманитарный университет,
610002, г. Киров, ул. Красноармейская, 26.

Отпечатано в типографии «Лобань», г. Киров, ул. Большевиков, 50.