



Материалы XII Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием

Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем

КНИГА 2

**Киров
2014**

**Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВПО «Вятский государственный гуманитарный университет»
ФГБУН Институт биологии Коми научного центра УрО РАН**

БИОДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНЫХ И ПРИРОДНО- ТЕХНОГЕННЫХ СИСТЕМ

**Материалы XII Всероссийской научно-практической
конференции с международным участием
2–3 декабря 2014 г.**

Книга 2

Киров 2014

ББК 28.081я431
Б63

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Вятский государственный гуманитарный университет»

Редакционная коллегия:

Т. Я. Ашихмина, профессор, д. т. н., Л. И. Домрачева, профессор, д. б. н.,
И. Г. Широких, с. н. с., д. б. н., Е. В. Дабах, доцент, к. б. н., Е. А. Домнина,
доцент, к. б. н., Л. В. Кондакова, доцент, д. б. н., Г. Я. Кантор, с. н. с., к. т. н.,
С. Ю. Огородникова, доцент, к. б. н., А. В. Албегова, к. х. н., Е. В. Рябова,
доцент, к. б. н., А. С. Олькова, доцент, к. т. н., С. В. Пестов, н. с., к. б. н.,
В. А. Титова с. н. с.

Б63 Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: Материалы XII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Книга 2. (г. Киров, 2–3 декабря 2014 г.). Киров: Изд-во ООО «Веси», 2014. 345 с.

ISBN 978-5-4338-0191-2

В сборник материалов XII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем» вошли материалы исследований, которые посвящены изучению состояния природных и природно-техногенных систем. Особое внимание уделено использованию традиционных методов и инновационных технологий в мониторинговых исследованиях.

Значительное место в сборнике занимают материалы по устойчивости и адаптации растений, животных и микроорганизмов к действию неблагоприятных факторов среды. Представлены материалы по химии и экологии почв, а также отдельным вопросам социальной экологии.

Сборник материалов конференции предназначен для научных работников, преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов высших учебных заведений.

ISBN 978-5-4338-0191-2

Сборник материалов издан при поддержке
филиала «КЧХК» ОАО «ОХК «УРАЛХИМ»

ББК 28.081я431
© ФГБОУ ВПО «Вятский государственный гуманитарный университет», 2014
© ФГБУН Институт биологии Коми научного центра УрО РАН, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1 МОНИТОРИНГ ТЕХНОГЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Френкель М. О. Динамика изменения загрязнения атмосферного воздуха и воды рек в Кировской области	10
Албегова А. В., Гонопольский А. М., Марьев В. А., Петухова И. Ю. Некоторые аспекты функционирования и развития региональных систем обращения с отходами на примере Кировской области.....	15
Трефилова Н. Я., Ачкасов А. И. Эколого-геохимические исследования на примере Центрального Поволжья	21
Капелькина Л. П. Мониторинг и биодиагностика состояния природных и природно-техногенных экосистем	25
Левич А. П. Что такое хорошо и что такое плохо: метод локальных экологических норм для биоиндикации, биодиагностики, нормирования.....	28
Кантор Г. Я., Новойдарский Ю. В., Ашихмина Т. Я. Оценка состояния атмосферного воздуха на границе санитарно-защитной зоны ОУХО «Марадыковский»	32
Домнина Е. А., Огородникова С. Ю., Степанова И. Д. Диагностика атмосферного загрязнения в районе функционирующего объекта уничтожения химического оружия в пос. Мирный Кировской области по накоплению общего фосфора в эпифитном лишайнике	36
Карагайчева Ю. В., Березина О. Н. Оценка загрязнения воздуха методом лишеноиндикации.....	39
Фидельская К. В., Сорокина Г. А. Анализ экологических и экономических аспектов биоиндикации атмосферного воздуха	41
Морозова Е. В., Торлопова Н. В. Загрязнение воздуха целлюлозно-бумажным производством и реакция растительности на него.....	45
Баскин З. Л. Непрерывные методы измерения характеристик биоиндикаторов и биоанализаторов загрязнения воздушной среды.....	47
Бакаева Е. Н., Никаноров А. М., Закруткин В. Е., Игнатова Н. А., Гибков Е. В., Черникова Г. Г., Тарадайко М. А. Диагностика токсичности вод малых рек Восточного Донбасса на основе биотестирования	49
Кургаева А. В., Климентова Е. Г. Оценка экологического состояния рек Ульяновской области по органолептическим и химическим показателям, а также методом биоиндикации	53
Рачкова Н. Г., Шуктомова И. И. Пространственно-временные аспекты гидрогенной миграции радия-226 в импактной зоне бывшего радиохимического предприятия	56
Бактыбаева З. Б. Загрязнение речных экосистем Зауралья Республики Башкортостан тяжелыми металлами.....	59
Пристова Т. А. Водная миграция углерода в березово-еловом молодняке средней тайги Республики Коми	63

Глушкова Е. Ю., Коледаева Е. В. Мониторинг вод г. Советска с использованием методов определения концентрации ионов железа (III).....	67
Кутявина Т. И., Домнина Е. А., Ашихмина Т. Я. Изучение химического состава воды Омутнинского водохранилища	69
Габдулхакова Э. В., Резник Е. Н. Динамика химического состава поверхностных вод заповедника «Нургуш» в 2014 г.	73
Лукашева М. В., Гудырев В. А., Мигловец М. Н., Schneider J. Сопряженность эмиссии метана и диоксида углерода на мезоолиготрофном болоте средней тайги	76
Хрусталёва М. А. Биогеохимический мониторинг природных лесных сред и их объектов	78
Ершов В. В., Исаева Л. Г. Многолетняя динамика тяжелых металлов (Co, Cd, Pb, Cr) в атмосферных выпадениях в хвойных лесах Кольского Севера	81
Петухова Е. С., Сунцова Е. С., Ашихмина Т. Я. Изучение содержания тяжёлых металлов в вегетативных органах бодяка полевого	85
Сунцова Е. С., Петухова Е. С., Ашихмина Т. Я. Изучение содержания тяжёлых металлов и радионуклидов в растениях на территории Кирово-Чепецкого промышленного комплекса на примере крапивы двудомной.....	88
Бирюкова В. С., Елсаков В. В. Технологии спутникового мониторинга в оценке изменений сомкнутости крон древостоя на территории Печоро-Илычского заповедника.....	93
Боровлёв А. Ю., Шуктомов Н. В., Паутов Ю. А. Вегетационный индекс как инструмент количественной оценки территорий, подвергнутых сплошным рубкам леса.....	95
Далькэ И. В., Чадин И. Ф., Мади Е. Г., Захожий И. Г. Сбор и отображение данных о распространении инвазивных видов растений на базе программного интерфейса (API) сервиса Яндекс.Карты.....	98
Титова В. А., Кантор Г. Я. Применение космических технологий и геоинформационных систем в проектной деятельности.....	101
Кантор Г. Я., Рутман В. В., Ашихмина Т. Я. Комплексный подход к трехмерному моделированию затопления поймы р. Вятки в период весеннего половодья	107
Домнина Е. А., Огородникова С. Ю., Пестов С. В., Ашихмина Т. Я., Новойдарский Ю. В. Результаты биологического мониторинга в районе объекта уничтожения химического оружия (пос. Мирный Кировской области).....	111
Плотникова О. М., Максимовских С. Ю., Кудрин Б. И., Евдокимов А. Н., Григорович М. А. Мониторинг животного мира в зоне защитных мероприятий объекта по уничтожению химического оружия «Щучье».....	114
Гарюгин Ю. А., Мусихина Т. А. Геоэкологические исследования последствий аварии на железной дороге в Нововятском районе г. Кирова	117

Алныкина Е. М. Использование методов биодиагностики в системе эколого-экономической оценки проектов по ликвидации накопленного экологического ущерба	120

СЕКЦИЯ 2 ХИМИЯ И ЭКОЛОГИЯ ПОЧВ

Кислицына А. П. Влияние длительного содержания многолетних трав на агрохимические свойства почвы.....	124
Князев И. В., Сунгатуллина Л. М., Петров А. М. Влияние остаточных концентраций нефтяных загрязнений в почвах на сопредельные водные среды	127
Сюндюкова К. В., Дмитриева Е. Д., Волкова Е. М., Переломов Л. В. Физико-химические свойства гуминовых веществ различного происхождения и их биологическая активность.....	128
Перминова Е. М., Лаптева Е. М., Никифорова О. А. Изменение инвертазной активности почв под воздействием рубок главного пользования в подзоне средней тайги Республики Коми.....	132
Раджабова З. Ф., Гензут И. Б., Носов С. И. Особенности организации и управления землепользованием на территориях с различным уровнем антропогенной нагрузки: эколого-экономический аспект.....	135
Елькина Г. Я. Опасность полиэлементного загрязнения земель сельскохозяйственного пользования.....	138
Гонина Е. С. Содержание свинца в освоенных торфяниках Кировской области (на примере торфомассива «Зенгинский»).....	142
Шахтарова О. В., Русанова Г. В., Денева С. В. Тяжелые металлы в структурных компонентах автоморфных почв лесных ландшафтов лесотундры Европейского Северо-Востока России	146
Дабак Е. В. Распределение тяжелых металлов в системе вода – донные отложения – почва на техногенной территории	148
Лаптева Е. М., Ковалева В. А., Виноградова Ю. А., Хабибуллина Ф. М., Холопов Ю. В. Оценка эффективности биоремедиации при загрязнении почвы дизельным топливом	151
Соболева Е. С., Мокрушин С. Л., Чепурнов Р. Р., Прокашев А. М. Почвенно-растительный покров заказника «Бушковский лес»	154
Низовцев Н. А., Дымов А. А. Органическое вещество почв в различных древесных парцеллах	160
Зубкова К. А., Шихова Л. Н. Этапы формирования торфяной залежи ..	163
Артамонова В. С. Методические аспекты качества молодых почв техногенных ландшафтов.....	165
Андреева Е. П., Щербакова Л. Ф., Шилова Н. А. Тяжелые металлы в почвах г. Балашова	169
Петряева Ю. С., Климентова Е. Г. Оценка экологического состояния почв урбанизированных территорий в районах разлива нефтепродуктов на примере Ульяновской области.....	171

Добрынин А. Е., Пастухов А. В., Каверин Д. А., Панюков А. Н., Лаптева Е. М. Географическая характеристика почвенного покрова восточной части Большеземельской тундры (бассейн верховьев р. Коротаиха).....	174
Шамрикова Е. В., Кубик О. С., Пунегов В. В. Использование физико-химических методов в оценке содержания водорастворимых органических соединений почв Большеземельской тундры	177
Бондаренко Н. Н., Лаптева Е. М., Шамрикова Е. В., Кубик О. С., Пунегов В. В., Груздев И. В. Влияние сплошнолесосечных рубок на динамику водорастворимых органических соединений подзолистых почв.....	181
Чащина Е. В., Ашихмина Т. Я. Изучение содержания алюминия, аммонийного и нитратного азота в почве	184

СЕКЦИЯ 3

БИОТЕСТИРОВАНИЕ И ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ В ЭКОЛОГИИ

Чарыева С. Б., Каманин С. С. Биосенсор на основе печатных электродов, модифицированных глюкозооксидазой для определения глюкозы	187
Юдина Н. Ю., Лукьянов А. Е., Арлянов В. А. Выбор штамма дрожжей <i>Debaryomyces hansenii</i> для создания рецепторного элемента БПК-биосенсора	189
Камаева О. А., Асулян Л. Д. Иммобилизация микроорганизмов в поливиниловый спирт с целью создания БПК-сенсоров	192
Козлова Т. Н., Юдина Н. Ю., Арлянов В. А. Биосенсор для определения биохимического потребления кислорода на основе ассоциации дрожжей <i>Pichia angusta</i> и <i>Arxula adeninovorans</i>	195
Шарапова И. Э., Удорткина Е. В., Гарабаджигу А. В. Использование лигноцеллюлозного сырья для выращивания грибов и получения биосорбентов.....	198
Федосеева Д. Г., Бурмистрова Т. В., Афонина Е. Л. Гетерогенный биокатализатор как расходный материал биофильтра для очистки сточных вод	200
Владыкина В. Э., Жаворонков В. И., Резник Е. Н., Полежаева Т. В. Биодиагностика антиоксидантной активности растительных масел хемилюминесцентным методом	203
Трапезникова М. А., Кугувалова М. А., Овчинникова П. А., Ярмоленко А. С., Морилова Л. В. Оценка острой экотоксичности хлопковых полотен для детской одежды	205
Охалкина В. Ю., Злобина Ю. А. Изучение чувствительности культуры штамма <i>Escherichia coli</i> М-17 к различным классам пестицидов в опытах на установление хронической токсичности	206
Лялина Е. И., Фокина А. И., Олькова А. С., Сивкова С. А., Катаргина В. С., Черезова К. О., Зворыгина В. С., Кузнецова Е. О. Отклик тест-организмов различной систематической принадлежности на действие ионов меди (II) в присутствии глутатиона.....	210

Аникина А. В., Олькова А. С., Маханова Е. В. Оценка состояния почвенного покрова вблизи объектов хранения ТБО.....	215
Броновицкая Е. А., Петраш В. В., Степанов В. В. Оценка качества городских почв методом фитотестирования	220
Боднарь И. С., Юшкова Е. А., Зайнуллин В. Г. Перспективы использования ряски малой (<i>Lemna minor</i> L.) при биотестировании радиоактивно загрязненных водоемов	223
Герасимова Т. А., Герасимов Ю. Л. Биотестирование загрязнения городского пруда талым стоком	227
Олькова А. С., Галимова И. Л. Сравнение ответных реакций дафний и цериодафний на загрязняющие вещества	230
Скрябина О. В., Олькова А. С. Сравнение чувствительности <i>Daphnia magna</i> и <i>Ceriodaphnia affinis</i> к соединениям алюминия.....	235
Возчикова С. В., Лякова А. О., Алферов С. В. Модификация графитовых электродов для повышения эффективности работы биотопливного элемента.....	238
Поромов А. А., Смуров А. В. <i>In vitro</i> оценка токсичности в условиях морской среды	242
Родионова Г. О., Мамонтова Е. В., Зяблицев В. Е. Технические решения интенсификации процессов обезвреживания и утилизации отходов растительного сырья.....	246
Несынова Т. О., Мамонтова Е. В., Зяблицев В. Е. Электрохимический синтез биологически активных соединений на основе янтарной кислоты	248
Кувичкина Т. Н., Макаренко А. А., Ишкина К. Ф., Решетилов А. Н. Амперометрический подход к определению хлорароматического соединения 2,2- ди-(пара-хлорбензол)ацетата натрия в водной среде.....	250
Родионова Г. О., Мамонтова Е. В., Зяблицев В. Е. Оптимизация процесса жидкофазного электрокаталитического окисления отходов растительного сырья и апробация биологической активности полученных органоминеральных субстратов.....	253
Черезова К. О., Лялина Е. И., Фокина А. И., Кузнецова Е. О., Горностаева Е. А. Влияние глутатиона на биодоступность меди для организмов различной систематической принадлежности.....	256
Олькова А. С., Будина Д. В., Жилин К. А., Черемухин М. Н. Исследование токсичности водных вытяжек из поливинилхлоридных пластиков	259
Царегородцева Е. Е., Мамонтова Е. В., Зяблицев В. Е. Очистка и утилизация солевых отходов производства этилендиамина и его производных	263
Захарищева Н. Е., Мамонтова Е. В., Зяблицев В. Е. К вопросу оптимизации процесса жидкофазного электрокаталитического окисления органических субстратов при очистке сточных вод химических производств	265

Махина Д. С., Мамонтова Е. В., Зяблицев В. Е. Экологическая безопасность и качество продуктов при диафрагменном методе получения хлора и щелочи	267

Захарищева Н. Е., Мамонтова Е. В., Зяблицев В. Е. Оценка показателей процесса жидкофазного электрокаталитического окисления органических соединений в условиях стационарного и нестационарного электролиза	269

СЕКЦИЯ 4 СОЦИАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ

Хохлов А. А. Из истории изменения трактовки понятия «Памятник природы»	272

Френкель М. О. Современные изменения климатических условий и их влияние на биоту	275

Клековкина Е. А., Морозова Л. А. Сформированность иноязычной эколого-коммуникативной компетенции студентов в учреждении среднего профессионального образования.....	280

Зейферт Д. В., Абдрашитов Я. М. О концепции современного учебника для высшей школы по дисциплине «Экологический мониторинг»	283

Макаренко З. П. Система экологического образования в КОГОАУ «Лицей естественных наук»	286

Зобнина Н. Л., Цапок П. И. Изучение сорбционных свойств гидролизного лигнина с целью использования его в качестве вторичного сырья	291

Репнякова Е. М., Коледаева Е. В., Сошников В. И., Сологубова М. В. Экологизация процесса производства тромбопластина.....	295

Пономарева А. С. Оценка экологической составляющей устойчивого развития аграрного сектора периферийных сельских районов Республики Коми.....	299

Медведева Н. В. Анализ негативного воздействия нефтеперерабатывающей промышленности и продуктов её производства на здоровье населения в условиях Саратовской области.....	302

Хотько Н. И., Радюшкин Ю. Г. Состояние здоровья населения в районе уничтожения химического оружия	307

Хотько Н. И., Дмитриев А. П., Радюшкин Ю. Г. Роль техногенных и естественных факторов среды в развитии иммуотоксических состояний – аллергозов.....	310

Сырчина Н. В. Экологический подход к организации питания населения Кировской области.....	314

Казмирук Я. В., Ашихмина Т. Я. Изучение содержания никеля, цинка, кадмия, меди и свинца в пробах мёда из различных районов Кировской области	317

Кириллова С. А., Даровских Л. В. Исследование показателей качества пряников разных производителей	321

Рахимова Ю. Н., Даровских Л. В. Исследование показателей качества кисломолочных продуктов на примере ряженки разных производителей	323
Лыбенко Е. С. Динамика изменения уровня сахара в крови при употреблении печенья профилактического назначения	325
Абрамова К. С., Даровских Л. В. Исследование показателей качества кондитерских изделий на примере пирожных местных производителей	329
Соколов М. А., Береснева Е. В. Исследование состава и органолептических свойств детских сухих смесей на молочной основе	330
Сырчина Н. В., Лебедева В. О. К вопросу о возможности использования побочных продуктов спиртового производства в качестве источника высокоценных пищевых волокон	333
Сырчина Н. В., Береснева Ю. В., Гущина А. А. Перспективы использования кипрея узколистного, заготовленного на территории Кировской области, в качестве ценного сырья для производства травяных чаев	335
Ронжина А. А., Даровских Л. В., Карнова В. В. Оценка показателей качества йогурта, поступающего в торговую сеть	338
Попцова А. Ю., Даровских Л. В. Исследование показателей качества сгущенного молока, реализуемого в торговой сети г. Кирова	340
Ожегина И. Л., Кондакова Л. В. Нормативно-правовые аспекты в сфере обеспечения биологической безопасности и агропромышленного комплекса	341

СЕКЦИЯ 1

МОНИТОРИНГ ТЕХНОГЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И ВОДЫ РЕК В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

М. О. Френкель

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия,
kcgms@kirov.mescot.ru*

В последние пять лет на фоне некоторой активизации промышленного производства, увеличения количества автотранспорта и других положительных тенденций в экономике Кировской области, загрязнение природной среды (воздуха, воды) в основном стабилизировалось, но по отдельным ингредиентам произошло ее увеличение, о чем свидетельствуют данные государственной системы наблюдений, осуществляемые Кировским центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха проводятся на 6 пунктах наблюдений гг. Кирова и Кирово-Чепецка 2–3 раза в сутки, на 18 ингредиентов, включая бенз(а)пирен и тяжелые металлы (железо, кадмий, кобальт, марганец, медь, никель, свинец, хром, цинк).

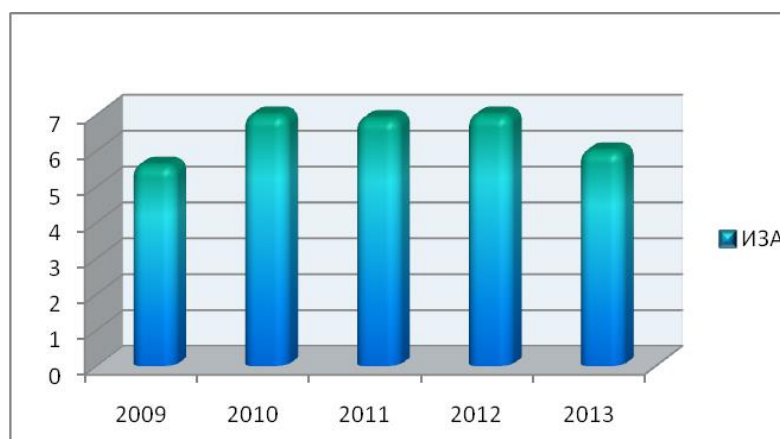


Рис. 1. Комплексный ИЗА по приоритетным примесям г. Киров 2009–2013 гг.

В результате анализа (рис 1, 2) получено, что в г. Кирове за последние пять лет средние концентрации взвешенных веществ, диоксида серы, оксида углерода, оксида азота, фенола не достигали ПДК. Средние за год концентрации формальдегида и бенз(а)пирена превышали допустимые концентрации в 1,5–2,6 раза. При этом за 2009–2013 гг. наметилась тенденция к увеличению уровня загрязнения атмосферы оксидом углерода, формальдегидом и оксидом азота.

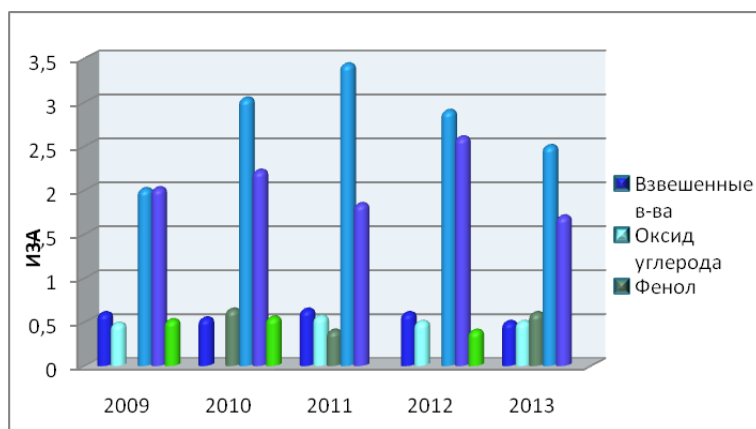


Рис. 2. ИЗА приоритетных примесей в г.Кирове 2009–2013 гг.

Наблюдения в г. Кирово-Чепецке проводились на пункте наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха № 1, расположенном по адресу: ул. Первомайская, 14.

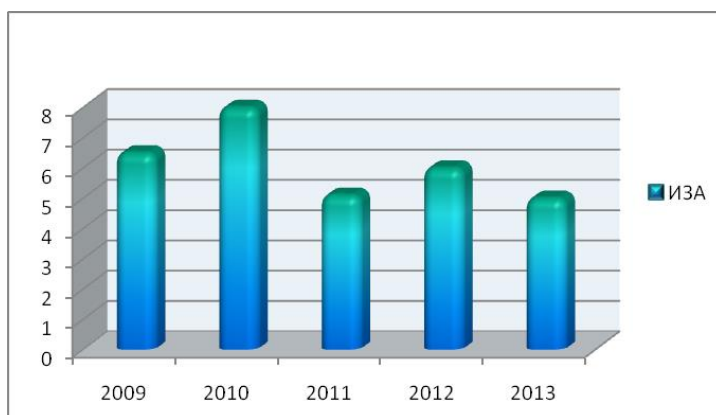


Рис. 3. Комплексный ИЗА по приоритетным примесям г. Кирово-Чепецк 2009–2013 гг.

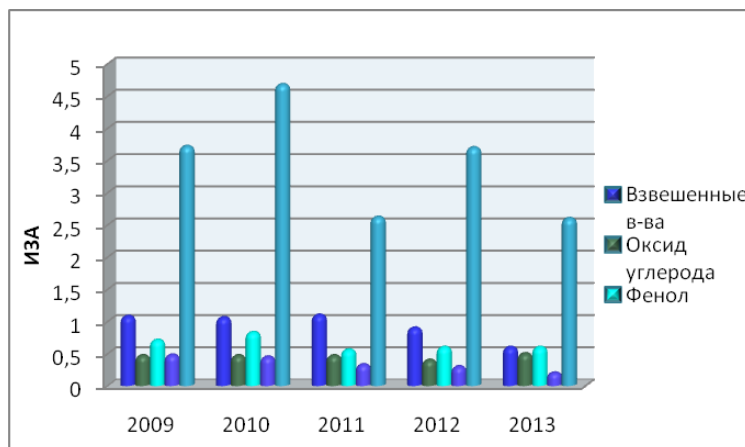


Рис. 4. ИЗА приоритетных примесей в г. Кирово-Чепецк 2009–2013 гг.

Данные наблюдений свидетельствуют (рис. 3, 4), что в г. Кирово-Чепецке за последние пять лет средние концентрации практически всех определяемых примесей не достигали ПДК, за исключением бенз(а)пирена, средние за год концентрации которого превышали нормы в 2,0–2,8 раза. При этом за 2009–2013 гг. наметилась тенденция к снижению загрязнения воздуха диоксидом

азота и взвешенными веществами. Содержание в воздухе диоксида серы и оксида углерода остается стабильным.

Государственный контроль качества воды в поверхностных водных объектах осуществляется на 16 реках, 22 гидрологических постах, 29 створах. Контролируется 32 ингредиента: температура, рН, взвешенные вещества, цветность, прозрачность, запах, растворенный кислород, углекислый газ, хлориды, сульфаты, гидрокарбонаты, кальций, магний, общая жесткость, минерализация, натрий и калий, легкоокисляемые органические соединения по величине БПК₅, трудноокисляемые органические соединения по величине ХПК, азот аммонийный, нитриты, нитраты, железо, кремний, фосфаты, медь, цинк, фенолы, формальдегид, синтетические поверхностно активные вещества (СПАВ), нефтепродукты. Все гидрохимические посты включены в общегосударственную систему мониторинга загрязнения окружающей среды. Результаты анализа следующие:

1. В 2010–2011гг. из-за малой водности качество воды большинства рек на территории Кировской области относилось к загрязненным и очень загрязненным водам, за исключением рек Хлыновка, Быстрица и Кобра, где они периодически относились к грязным водам (рис. 5, 6).

2. В 2012 году уровень загрязнения воды рек незначительно снизился, в большинстве створов вода соответствовала загрязненным водам, за исключением реки Хлыновка, где она относилась к грязным.

3. В 2013 водность рек наблюдалась выше нормы, поэтому качество воды во многих створах улучшилось. Вода в большинстве рек Кировской области соответствовала загрязненным и слабо загрязненным, за исключением рек Хлыновка и Быстрица, где качество воды часто относилось к грязным.

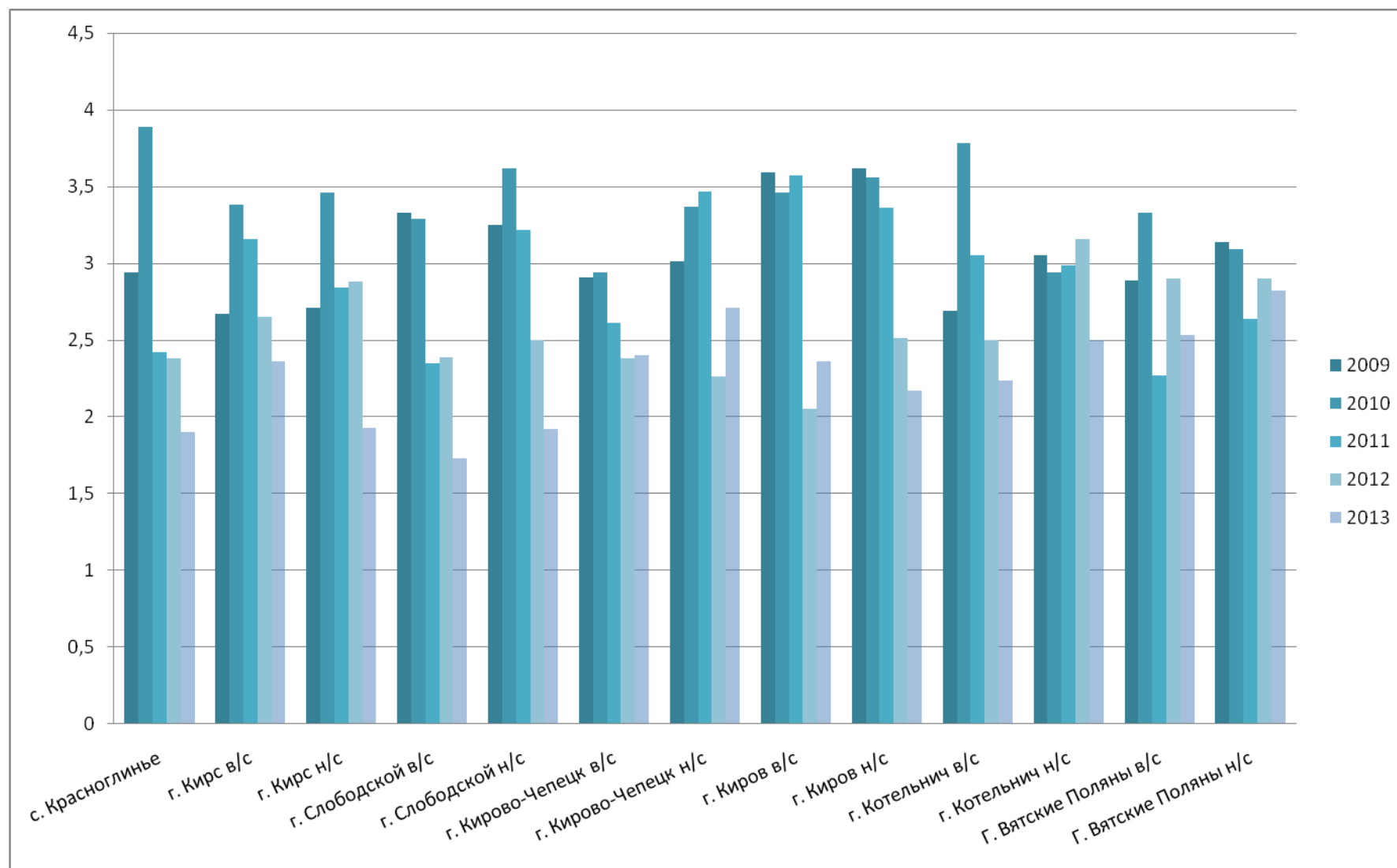


Рис. 5. Качество воды р. Вятка за 2009–2013 гг.

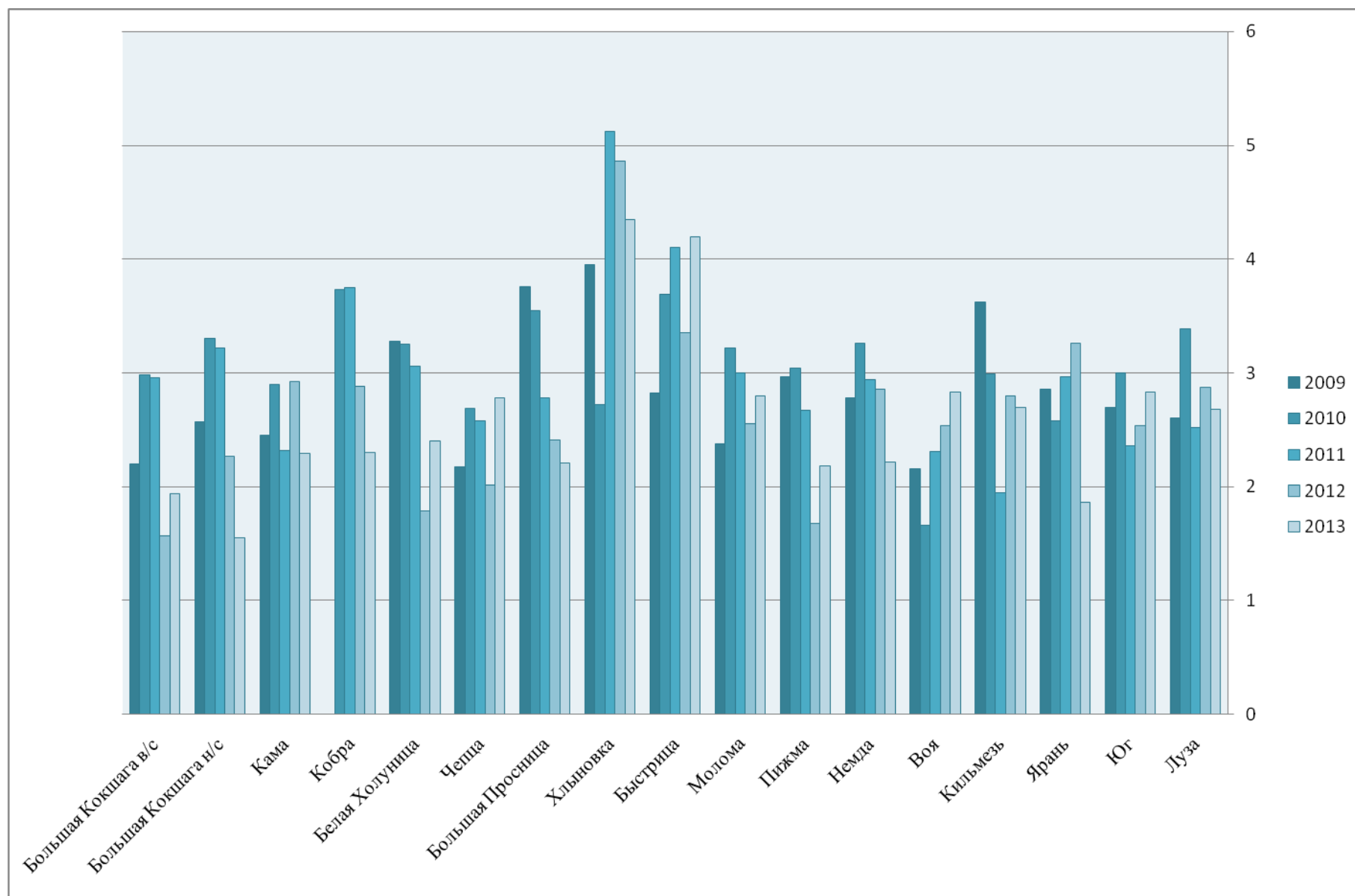


Рис. 6. Качество воды рек на территории Кировской области за 2009–2013 гг.

За период 2009–2013 гг. относительно по ингредиентам загрязненность выражена так: реки были загрязнены железом и трудноокисляемыми органическими веществами по величине ХПК, повторяемость превышений ПДК, которых составила 67–100%.

За период 2009–2012 гг. качество воды р. Вятка практически во всех створах относится к загрязненным и очень загрязненным. На этом фоне в 2013 г. вода у с. Красноглинье, г. Слободского и ниже г. Кирса соответствовала критерию слабо загрязненная.

Литература

Френкель М. О., Переведенцев Ю. П., Соколов В. В. Климатический мониторинг Кировской области. Казань: Издат. Казанского университета, 2012. 263 с.

Френкель М. О., Задворных В. П. Изменение климатических условий и ресурсов Кировской области // Прошлое, современное состояние и прогноз развития географических систем: материалы Всерос. науч. конф. Киров, 2014. С. 178–182.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ НА ПРИМЕРЕ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

***А. В. Албегова¹, А. М. Гонопольский²,
В. А. Марьев³, И. Ю. Петухова⁴***

¹ Вятский государственный гуманитарный университет,

² Московский государственный машиностроительный университет,

*³ Центр Международного промышленного сотрудничества ЮНИДО
в Российской Федерации,*

*⁴ Департамент экологии и природопользования Кировской области,
albegovaalla@gmail.com, amgonopolsky@mail.ru, depgreen43@mail.ru*

Современная социально-экономическая ситуация диктует новые подходы во всех сферах управления. Сфера обращения с отходами производства и потребления не исключение.

Начиная с 2004 г. федеральным законодательством в области обращения с отходами полномочия в данной сфере деятельности в основном закреплены на уровне муниципальных образований.

Вместе с тем, отсутствие кадрового ресурса и достаточных средств в местных бюджетах привело к исполнению данных полномочий недолжным образом.

При этом, за истекший период количество стихийных свалок возросло в разы, ситуация постепенно усугубляется в т. ч. и в Кировской области. Согласно официальным данным, ежегодное образование отходов производства и потребления составляет около 2 млн. тонн, из них более четверти – коммунальные отходы. Однако, по экспертным оценкам, объем образованных отходов ТБО значительно выше.

Все попытки нормативно-правового регулирования данной сферы на региональном уровне, в Кировской области, заканчивались отрицательными заключениями органов прокуратуры, юстиции, указывающие на вмешательство в

компетенцию органов местного самоуправления и отсутствие полномочий по регулированию этих общественных отношений. Проекты ряда областных законодательных и правовых актов, позволяющих более эффективно и качественно управлять сферой обращения с отходами в рамках всей территории региона, а не только конкретных муниципальных образований остались не принятыми.

Практически все субъекты РФ сегодня вынуждены, в отсутствие прямых полномочий и единого подхода к регулированию данной сферы на уровне Российской Федерации, самостоятельно решать задачи сбора, переработки и захоронения отходов ТБО, а это требует колоссальных интеллектуальных сил и финансовых ресурсов.

В Кировской области для решения наиболее острых проблем в сфере обращения с отходами в последние годы реализовались ряд целевых программ.

Главным итогом их реализации начиная с 2001 г. стало строительство на территории области 12 полигонов ТБО и обустройство 12 свалок.

Работы в данном направлении продолжаются. Необходимо отметить, что данные объекты используются, как правило, только муниципальными районными центрами, а отдаленные от муниципальных центров поселения остаются не охвачены системами сбора, вывоза и размещения отходов. Это привело к тому что, практически при каждом сельском населенном пункте продолжают эксплуатироваться свалки бытовых отходов.

Очевидно, что наличие построенных полигонов ТБО на территориях муниципальных образований не привело к созданию эффективной системы сбора и утилизации бытовых отходов межпоселенческого уровня, а также не создало условий для закрытия и рекультивации действующих свалок бытовых отходов. Решение о кардинальном изменении подходов стало очевидным.

В 2012 г. было обследовано порядка 600 объектов размещения ТБО, при этом 85% из них не отвечали требованиям законодательства. Было проведено их ранжирование и определена судьба каждого из них: около 500 мелких свалок должны быть ликвидированы с вывозом отходов на более крупные объекты, порядка шестидесяти крупных объектов запланированы к закрытию с последующей рекультивацией территорий и около сорока – решено обустроить и эксплуатировать дальше.

Следует отметить, что на территории региона практически отсутствуют объекты по утилизации ТБО, а также по переработке отдельных компонентов ТБО в сырье для вторичного использования и производства продукции. Сложившийся почти повсеместно единственный способ обращения с бытовыми отходами – это захоронение в окружающей среде.

Для комплексного решения существующих проблем в сфере обращения, в первую очередь, с коммунальными отходами в Кировской области реализуется государственная программа, предусматривающая развитие нескольких ключевых направлений отрасли.

Для создания более эффективной системы управления отходами производства и потребления в настоящее время выполняется исследовательская работа по созданию Инвестиционного проекта, предусматривающего разработку и реализацию Генеральной схемы очистки территории Кировской области.

Цель – привлечение инвестора и заключение соглашения об инвестировании внебюджетных средств в отрасль сбора, сортировки переработки и захоронения ТБО на территории области.

Ожидаемый результат – создание новой инфраструктуры в сфере обращения с отходами на принципах межмуниципального подхода, эффективного транспортно-логистического планирования, применения наилучших технологий и снижения экологических рисков. Ключевым моментом является создание на территории региона крупной коммунально-промышленной территории для сортировки, переработки, утилизации и частичного захоронения отходов.

Второе направление в решении комплексного подхода – это ликвидация свалок бытовых отходов. В настоящее время в каждом муниципальном районе составлен план действий в отношении каждого из объектов размещения ТБО.

Как только инвестором создается, или начинает создаваться система сбора отходов на территории муниципального образования, все остальные объекты размещения отходов несоответствующие природоохранным и санитарно-эпидемиологическим требованиям будут подлежать закрытию, ликвидации или рекультивации. Закрывая, ликвидируя свалки, а также создавая эффективные, транспортно-логистические системы сбора отходов, инвестору опосредовано предоставляется гарантия в поставке проектируемого объема отходов на предприятия по их сортировке или переработке.

Следующее направление – обустройство свалок ТБО. Применение данной меры может носить лишь временный характер (в целях исключения угрозы санитарно-эпидемиологического благополучия) и применять ее нужно лишь к тем муниципальным районам, где до настоящего времени отсутствует централизованный объект размещения отходов – полигон или обустроенная свалка. При этом действующие объекты, вошедшие в генеральную схему очистки территории области, будут иметь дальнейшее право на эксплуатацию, остальные объекты должны подлежать ликвидации или рекультивации.

Еще одно из направлений, которое отрабатывается на территории региона – создание межмуниципальных объектов размещения отходов. К сожалению, законодательство в сфере обращения с отходами, закрепив практически все полномочия по регулированию данной отрасли на муниципальном уровне, привело к тому, что создание межмуниципальных объектов на территориях регионов стало трудно реализуемо. Трудности имеются практически на каждой ступени движения, начиная с заключения межмуниципальных соглашений, проведения процедур торгов, оформления права собственности и т.д., и, заканчивая процедурой и условиями заключения контрактов для государственных и муниципальных нужд, при последующей эксплуатации таких межмуниципальных объектов.

Внедрение раздельного сбора отходов пока признано экономически неэффективным направлением, но им пренебрегать нельзя, поскольку внедрение раздельного сбора отходов приучает население ответственно относиться к отходам, произведенным ими в быту.

На территории региона эксперимент по раздельному сбору отходов реализуется частной компанией начиная с 2010 г. Объем собираемых раздельно отходов пока не велик, но динамика год от года медленно увеличивается.

Кроме того, важным моментом для повышения уровня экологической культуры населения является информационная и рекламная поддержка в сфере обращения с отходами с использованием нетрадиционных форм работы с населением.

Меняя подходы к созданию системы управления отходами на территории, и делая в центральных позициях ставку на инвесторов, следует говорить о развитии экономического стимулирования в данной сфере и о предоставлении гарантий развития отрасли со стороны государства.

Основные причины, вызывающие стагнацию в сфере обращения с отходами, помимо устаревшего законодательства, напрямую связаны с отсутствием действенных механизмов экономического стимулирования субъектов хозяйственной деятельности.

На сегодняшний день невозможно поднимать отрасль обращения с отходами на новый качественный уровень в регионах, не имея региональных полномочий, а также, адекватного требованиям времени законодательства. Нельзя также недооценивать задачи среднесрочного планирования и стратегического развития территорий.

Центры принятия решений для территориальных систем управления отходами, методология управления потоками отходов, алгоритмы управления, программные продукты и многое другое из того, что составляет технологию управления, в России никто и никогда не изучал так, как того требует научный анализ исследования систем.

Технологии управления системой обращения с отходами производства и потребления (УСООПП) – это совокупность методов, способов и приемов, используемых для обеспечения нормативной экологической и техносферной безопасности территории, а также для получения ликвидной товарной продукции из вторичного сырья. Исследование технологий УСООПП, базируется на представлении их в виде объекта технологического моделирования, который в настоящее время по всей стране характеризуется:

- слабостью теоретических знаний, отсутствием теории развития;
- качественным характером знаний о системе;
- большой долей субъективных экспертных знаний при описании и структуризации объекта моделирования;
- слабоструктурированными задачами управления системой;
- высоким уровнем неопределенности исходной информации, как внутренней, так и внешней.

Поэтому выстраивание региональных стратегий управления отраслью отходов как для решения задач оперативного управления, так и задач среднесрочного планирования и стратегического развития территорий должно, в первую очередь, начинаться с научных подходов, изучения и применения моделей и методов управления большими системами. Изменяя значения регуляторов системы управления, находящихся в компетенции органов власти, необходимо

воспроизвести поведение действующей территориальной системы обращения с отходами на компьютерной модели и сравнить варианты управленческих решений, учитывая их краткосрочные и долгосрочные последствия. Комплексный характер исследования позволяет учесть, как цели отдельных подсистем транспортировки, переработки, захоронения, составляющих основу экологической безопасности города (населенного пункта), так и найти согласованное, компромиссное решение по вопросам выбора групповых технологий переработки и обезвреживания отходов и размещения предприятий данной системы на территориях региона. Из-за этого управление большими системами в отличие от управления обычными, допускающими поэтапное математическое описание системами, строится на основе специальных методов теории операций и сетевого моделирования, теории массового обслуживания и статистического моделирования (Заболотский и др., 2001; Хинчин, 1963; Ивченко и др., 1982; Меев, 2005).

Задачи среднесрочного планирования в УСООПП России сводятся к разработке генеральных схем обращения с отходами производства и потребления для различных административных территорий, начиная от населенных пунктов, городов и заканчивая территориями регионов, округов, хотя каких-либо специальных норм и требований по разработке таких схем в Российской Федерации не установлено.

Единственное, что было и пока остается механизмом регулирования вопросов обращения с отходами на территориях – это Генеральная схема санитарной очистки территорий муниципальных образований (далее-Генеральная схема), разработка которой выполняется в соответствии с ведомственным постановлением, определяющим методику и порядок разработки Генеральных схем (Постановление ..., 2003). Необходимость разработки Генеральных схем также определена санитарно-гигиеническими требованиями (Санитарные правила, 1988). Однако, надо понимать, что речь в данном случае идет только о территориях населенных пунктов, которые не охватывают вопросы межмуниципального взаимодействия.

Генеральная схема является программным документом, который определяет направление развития данной отрасли на территории района, дает объективную оценку и возможность принятия руководителями органов местного самоуправления и руководителям специализированных в данной области предприятий правильных решений в сфере санитарной очистки и обращения с отходами на подведомственных территориях.

Повсеместно в России прогнозы строят на волюнтаристских программах развития территорий, не подкрепленных соответствующими расчетами по прогнозным моделям, а поэтому, попытки реализации Генеральных схем с горизонтом более 5-и лет, успеха не имели и иметь не будут. Такой естественный вывод строится именно на отсутствии должных обоснований при разработке генеральных схем санитарной очистки территорий от отходов производства и потребления, что неизбежно приводит к хаотичным корректировкам при реализации Генеральных схем.

Наибольшее развитие в нашей стране в прошлом и в странах ЕС сегодня, получил программно-целевой метод, в основе которого прогнозирование от будущего к настоящему (прогнозирование «наоборот»). В этом случае сначала устанавливаются желаемые конечные параметры развития (цели), а затем определяются необходимые для этого финансовые, материальные и трудовые ресурсы. Такое прогнозирование называют еще нормативным и, чаще, целевым. Нормативно-целевой прогноз разрабатывается на базе заранее определенных желаемых целей. Его задача – определить пути и сроки достижения возможных состояний объекта прогнозирования в будущем, принимаемых в качестве цели. Для задач УСООПП – этот метод среднесрочного прогнозирования является единственно приемлемым. Ограничением к его применению является профессиональная подготовка и опыт разработчика Генеральной схемы очистки территорий от отходов.

Задачи стратегического развития системы управления отходами на территории, т. е. за горизонт времени 25–30 лет, ни в одном субъекте России пока не решались. В настоящее время общепризнанным механизмом эффективного управления развитием экономически и социально значимых больших хозяйственных систем считается стратегическое управление. Наличие стратегического управления делает экономику управляемой в условиях нестабильности внешней среды. Поэтому после разрушения системы жесткого директивного планирования и управления в период СССР, активизировалась работа по созданию планово-прогнозных документов, разрабатываемых и принимаемых на уровне субъектов РФ.

В настоящее время работа в субъектах РФ строится на основе принятия государственных программ в сфере охраны окружающей среды. Принцип принятия и реализации именно целевых программ отрасли обращения с отходами в государственной политике как на федеральном, так и на региональном уровне на сегодня отсутствует. Анализ нормативно-правовых актов федерального и регионального уровней, принятых подзаконных документов по управлению отраслью, по-прежнему, подтверждает тезис «программным отраслевым прогнозированием как никто не занимался, так и не занимается».

Поэтому, реальные программы стратегического развития систем управления и обращения с отходами в нашей стране на сегодня отсутствуют. Особенно ярко данная позиция демонстрируется политикой, проводимой органами Росприроднадзора России, в отношении управления сферой обращения с коммунальными отходами, которая сводится к борьбе со стихийными свалками и с объектами размещения отходов, которые не попали в Государственный реестр отходов. Причинами слабой управляемости данной отраслью, ростом объемов образуемых отходов и неэкологичным их размещением в окружающей среде являются: отсутствие действенного нормативно-правового регулирования, отсутствие УСООПП, полное отсутствие стратегического отраслевого территориального планирования. Как следствие, повсеместно в России имеется огромный дефицит мощностей легитимных предприятий по захоронению, сортировке, рециклингу практически всех видов отходов на территориях всех субъектах РФ.

Из выше изложенного можно сделать следующие выводы:

– первостепенное значение в вопросе обращения с отходами приобретает необходимость придания нормативного статуса принципиальным вопросам стратегического планирования отрасли, которые на сегодняшний день остались вне правового поля;

– необходимо четко разделить права и полномочия органов управления федерального, регионального и муниципального уровней в сфере обращения с отходами с концентрацией основных полномочий по вопросам УСООПП на территориальном уровне субъектов РФ;

– обязательное внедрение научных принципов в вопросах развития стратегического территориального планирования и управления отраслью отходов, позволит проводить своевременные коррекции программных мероприятий в УСООПП.

Именно внедрение стратегического планирования в сфере управления и обращения с отходами в регионах будет способствовать эффективному и легитимному решению наиболее масштабных для каждого региона проблем, позволит эффективно осуществлять управление функционирующей на рыночных началах территориальной экономикой отрасли посредством сочетания государственного регулирования и рыночного саморегулирования.

Литература

Заболотский В. П., Оводенко А. А., Степанов А.Г. Математические модели в управлении. СПб.: ГУАП, 2001. 196 с.

Ивченко Г. И., Каштанов В. А., Коваленко И. Н. Теория массового обслуживания. М.: Высшая школа, 1982. 256 с.

Мееров В. Б. Статистическое моделирование и параллельные вычисления. Н. Новгород: Проект «Виртуоз», 2005. С. 7–9.

Постановление Государственного комитета РФ по строительству и жилищно-коммунальному комплексу от 21.08.2003 г. № 152 «Об утверждении Методических рекомендаций о порядке разработки генеральных схем очистки территории населенных пунктов Российской Федерации».

СанПиН 42-128-4690-88 «Санитарные правила содержания территорий населенных мест». (утв. Минздравом СССР 5 августа 1988 г. № 4690-88).

Хинчин А. Я. Работы по математической теории массового обслуживания / Под ред. Б. В. Гнеденко. М.: Физматизд., 1963. 236 с.

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПОВОЛЖЬЯ

Н. Я. Трефилова, А. И. Ачкасов

*Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов,
anivach@yandex.ru*

Центральное Поволжье включает в себя Республику Татарстан (за исключением самой северной её части, практически всю Самарскую область, значительные территории Оренбургской и Ульяновской областей, небольшие участ-

ки Саратовской области и республик Башкортостан, Марий Эл, Удмуртской, Чувашской.

Эколого-геохимические исследования базировались на результатах опробования 3-х компонентов природно-геологической среды (ПГС): почв (горизонт А), донных осадков и подземных вод. В основу оценки экологического состояния крупных городов региона – Казани, Набережных Челнов, Нижнекамска, Ульяновска, Самары, Тольятти – были положены данные Института экспериментальной метеорологии (г. Обнинск) по загрязнению городских почв.

Объектами эколого-геохимической оценки исследуемой территории явились геохимические площади, выделяемые по совокупности аномальных значений химических элементов и соединений в различных компонентах природно-геологической среды. При расчете эколого-геохимических показателей был использован весь спектр химических элементов, определяемых приближенно-количественным спектральным методом (до 40 элементов), а также ряд других элементов и соединений – Hg , SO_4^{2-} , NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ , Cl^- .

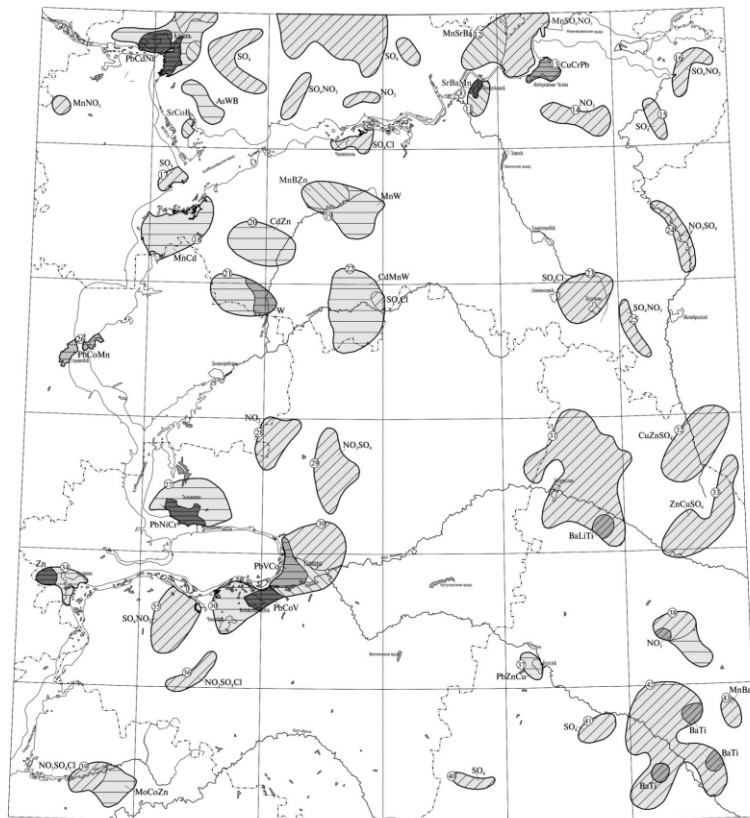
Эколого-геохимическое состояние компонентов природно-геологической среды оценено по величине суммарного загрязнения элементов – Zc (Методические рекомендации...», 1982). Используемые при определении Zc коэффициенты концентрации (Kc) элементов рассчитывались относительно их региональных фоновых содержаний по каждому массиву аналитических данных. Для подземных вод использовались предельно допустимые концентрации – Кпдк .

Определение степени экологического состояния (неблагополучия) производилось на основе («Критериев оценки...», 1992), а также («Требований к МГХК-1000», 1999).

В соответствии с эколого-геохимическим состоянием компонентов ПГС выделены территории с удовлетворительной, напряженной, критической и чрезвычайной экологической обстановками (рис.).

В пределах района исследования преобладают экологически благополучные территории (более 70% площади). На остальной части экологическую ситуацию можно охарактеризовать как сложную.

Это обусловлено, в первую очередь, достаточно высоким уровнем загрязнения компонентов ПГС в пределах крупных городских агломераций, а также загрязненностью подземных вод в районах нефтедобычи, используемых в ряде случаев для снабжения населения питьевой водой.



УРОВЕНЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ ПГС

Уровень загрязнения	Категория загрязнения	Почвы (горизонт А ₁)	Донные отложения	Подземные воды	
		Токсичные X, Z, Z ₁	Токсичные X, Z, Z ₁	Токсичные X, Z, Z ₁	Макрокислоты К _л д
Минимальный	Допустимая	<8	<8	<1	
Слабый	Умеренно опасная	8 - 16	8 - 16	1,2 кл. оп.	1,2, 3
Средний	Опасная	16 - 32	16 - 32	3,4 кл. оп.	3,4, 5
Сильный	Высоко опасная	>32	>32	5,0	5,0

ПРИОРИТЕТНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ-ЗАГРЯЗНИТЕЛИ

WMoCr — в почвенном горизонте А₁, донных отложениях, подземных водах

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕРРИТОРИИ И ХАРАКТЕР УЩЕРБА ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЕЕ КОМПОНЕНТОВ ТОКСИЧНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

- Удовлетворительное состояние. Допустимое содержание загрязнителей по всем компонентам ПГС. Ущерб отсутствует
- Напряженное состояние. Умеренно опасное содержание загрязнителей по одному-двум компонентам ПГС при допустимом по остальным. Ущерб возмощим — возможно самовосстановление ландшафта
- Критическое состояние. Опасное содержание загрязнителей по одному компоненту ПГС при допустимом по остальным. Ущерб возмощим — восстановление возможно только с применением технических средств
- Чрезвычайное состояние. Высоко опасное содержание загрязнителей по одному компоненту ПГС при допустимом по остальным. Ущерб невосмощим

ГРАНИЦЫ

- территорий различного экологического состояния
- территорий неудовлетворительного экологического состояния, 11 — номер территории

КАДАСТР
ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕРРИТОРИЙ
НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Номер на карте	Экологическое состояние территории	Компоненты ПГС ¹	Геохимическая ассоциация токсичных веществ ²	Zc
1	Напряженное	W ₁	Mn ₁ NO _{1,2}	—
2	Чрезвычайное	S ₁	Pb ₁₂ Cd ₁ Ni ₁ Cu ₁ Zn ₁ Cr ₁	60.0
	Напряженное	S ₁	Pb ₁₂ Cu ₁ Zn ₁	13.0
		B	Ba ₁ Sr ₁	10.2
		W ₁	SO _{1,2}	—
3	Напряженное	B	Sr ₁ Co ₁ B ₁ Ba ₁	9.7
4	Напряженное	S ₁	As ₁ W ₁ B ₁	13.4
5	Напряженное	W ₁	SO _{1,2}	—
6	Напряженное	W ₁	SO _{1,2} NO _{1,1}	—
7	Напряженное	W ₁	SO _{1,2}	—
8	Напряженное	W ₁	NO _{1,2}	—
9	Напряженное	W ₁	SO _{1,2} Cl _{1,6}	—
10	Напряженное	W ₁	SO _{1,2}	—
11	Чрезвычайное	B	Sr ₁ Ba ₁ Mn ₁	42.0
12	Напряженное	B	Mn ₁ SO _{1,2} NO _{1,1}	9.2
		W ₁	Mn ₁ SO _{1,2} Ba ₁	13.9
13	Критическое	S ₁	Cu ₁ Cr ₁ Pb ₁ Zn ₁	17.0
14	Напряженное	W ₁	NO _{1,2}	—
15	Напряженное	W ₁	SO _{1,2}	—
16	Напряженное	W ₁	SO _{1,2} NO _{1,1}	—
17	Напряженное	W ₁	SO _{1,2}	—
18	Напряженное	S ₁	Mn ₁ Cd ₁	9.3
19	Напряженное	S ₁	Mn ₁ W ₁	8.2
		B	Mn ₁ Ba ₁ Zn ₁ SO _{1,2} Cl _{1,6}	10.7
20	Напряженное	S ₁	Cd ₁ Zn ₁	10.1
21	Критическое	S ₁	W ₁	16.5
22	Напряженное	S ₁	Sr ₁ Cu ₁ Mn ₁ Cr ₁ SO _{1,2}	15.2
		W ₁	Cd ₁ Mn ₁ W ₁	9.5
23	Напряженное	W ₁	SO _{1,2} Cl _{1,6}	—
24	Напряженное	W ₁	NO _{1,2} SO _{1,2}	—
25	Напряженное	W ₁	SO _{1,2} NO _{1,1}	—

Номер на карте	Экологическое состояние территории	Компоненты ПГС ¹	Геохимическая ассоциация токсичных веществ ²	Zc
26	Напряженное	S ₁	Pb ₁₂ Co ₁ Mn ₁	14.0
27	Чрезвычайное	S ₁	Pb ₁₂ Ni ₁ Cr ₁ Cu ₁ Mo ₁	60.0
	Напряженное	S ₁	Pb ₁₂ Cu ₁ Zn ₁ Ni ₁ Mo ₁ Cr ₁	12.5
28	Напряженное	W ₁	NO _{1,2}	—
29	Напряженное	W ₁	NO _{1,2} SO _{1,2}	—
30	Чрезвычайное	S ₁	Pb ₁₂ Co ₁ SO _{1,2} Mo ₁ Cu ₁ Ni ₁	51.0
Критическое	Напряженное	S ₁	Pb ₁₂ Co ₁ Ni ₁ Cu ₁ Mo ₁ Cr ₁	21.0
		S ₁	Pb ₁₂ Cu ₁ Co ₁ Mo ₁ V ₁	11.0
		B	Cr ₁ Pb ₁ Zn ₁	8.4
		W ₁	NO _{1,2}	—
31	Критическое	W ₁	Ba ₁ Li ₁ Th ₁	—
	Напряженное	W ₁	Mn ₁ Li ₁ Ba ₁	—
32	Напряженное	W ₁	Cu ₁ Zn ₁ Ba ₁ SO _{1,2}	—
33	Напряженное	W ₁	Zn ₁ Cu ₁ Br ₁ SO _{1,2} Cl _{1,6} NO _{1,1}	—
34	Чрезвычайное	S ₁	Zn ₁	35.2
	Напряженное	S ₁	Zn ₁ Pb ₁	8.2
35	Напряженное	W ₁	SO _{1,2} NO _{1,1}	—
36	Напряженное	W ₁	NO _{1,2} SO _{1,2} Cl _{1,6}	—
37	Напряженное	S ₁	Pb ₁₂ Zn ₁ Cu ₁ Mo ₁	14.6
38	Критическое	W ₁	NO _{1,2}	—
		S ₁	Mo ₁ Sr ₁ Pb ₁ SO _{1,2}	9.6
		W ₁	Mn ₁ SO _{1,2}	—
39	Напряженное	S ₁	Mo ₁ Co ₁ Zn ₁	12.6
		W ₁	NO _{1,2} SO _{1,2} Cl _{1,6}	—
40	Напряженное	W ₁	SO _{1,2}	—
41	Напряженное	W ₁	SO _{1,2}	—
42	Критическое	W ₁	Ba ₁ Th ₁	—
43	Напряженное	W ₁	Th ₁ Mn ₁ Ba ₁	—

Примечания: 1) Обозначения опробованных компонентов природно-геологической среды: — почвы, горизонт А (А₁, А₂, А₃); — S₁; — донные отложения — B; — воды — W₁; — W₂

2) Для почв и донных отложений определялся Кс относительно регионального фона; для подземных вод — К_лд

Все ореолы чрезвычайной и критической ситуации приурочены к территориям крупных городов и их окрестностям и обусловлены техногенным воздействием на ПГС, расположенных здесь промышленных предприятий. При этом, специализация промышленного производства определяет геохимическое своеобразие фиксируемых элементов-загрязнителей. Так, г. Казань (неметаллоемкое машиностроение, химическое производство) характеризуется накоплением в почве свинца, кадмия (более 10 раз), никеля, меди, цинка, хрома; агломерация Набережные Челны – Нижнекамск (автомобилестроение, нефтехимия) – меди (до 8 раз), хрома, свинца, цинка и др.; г. Ульяновск (машиностроение, в т. ч. авиакосмическое) – свинца (до 6 раз), марганца, кобальта и др.; г. Тольятти (автомобилестроение) – свинца (до 18 раз), никеля, хрома (до 14 раз), меди, молибдена (более 8 раз); агломерация г. Самара – г. Новокуйбышевск (цветная металлургия, машиностроение, нефтехимия) – свинца (до 20 раз), кобальта (до 16 раз), ванадия и др., г. Сызрань (нефтехимия) цинка (до 35 раз).

На первом месте в ассоциациях накопления в почвах практически везде доминируют токсичные элементы 1-го (Pb, Cd, Zn) и 2-го (Ni, Cu, Cr, Mo, Co) классов опасности. Меньшей загрязненностью (обуславливающей напряженную экологическую ситуацию) в пределах рассмотренных выше агломераций характеризуются поверхностные воды и донные отложения.

Территории с напряженной экологической ситуацией расположены в центральной и юго-восточной частях листа и приурочены к техногенным ландшафтам, связанным с разведкой и добычей нефти, и характеризуются загрязненностью подземных вод. Основными загрязнителями здесь являются нитраты, сульфаты и хлориды, относящиеся к 3-му и 4-му классам опасности и достигающие 2-кратных превышений ПДК. Из микроэлементов в подземных водах районов нефтедобычи чаще других обнаруживаются элементы 2-го и 3-го классов опасности - Br, Mn, Ti, Ba, Cu и Zn, достигающие 8 ПДК.

Повышенные содержания химических элементов, а также SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl в подземных водах нефтегазоносных районов достаточно распространенное явление и объясняется интенсивно протекающими геохимическими процессами в ходе формирования нефтяных залежей (Солнцева Н.П., 1998).

Территории неудовлетворительного экологического состояния с напряженной экологической ситуацией расположены в северо-западной и северной частях листа, так же обусловлены загрязненностью подземных вод нитратами, сульфатами и соединениями марганца. Причины и характер их загрязнения не столь очевидны, как в предыдущем случае. Можно предположить наличие связи с подземными водами районов нефтяных залежей.

В бассейне рек Волги и Малого Черемшана выявлено загрязнение донных отложений. Уровень загрязнения (Zc) изменяется от 9,7 до 13,9 и обуславливает напряженное экологическое состояние территории. Среди элементов-загрязнителей преобладают Sr, Mn, B, Co, Zn, Ba.

Всего выделено 43 территории с неудовлетворительной экологической обстановкой, что составляет чуть менее 30% площади полигона, из них с чрезвычайной и критической – 6%, напряженной – около 24%.

Важной проблемой для территории является организация более рационального, с экологических позиций, природопользования на территориях экологического неблагополучия.

Для крупных городов региона, характеризующихся чрезвычайной или критической экологической ситуацией, основными задачами являются следующие:

- совершенствование технологических процессов на предприятиях с целью уменьшения количества выбросов, в первую очередь обеспечение всех предприятий фильтрами и прочими защитными сооружениями;
- организация мест складирования и захоронения отходов, гарантированно препятствующих фильтрации вредных веществ в воды, почву, атмосферу;
- рекультивация загрязненных территорий;
- организация экологического мониторинга городских и пригородных земель, используемых в качестве рекреационных зон или садово-дачных земельных угодий.

В пределах зон с напряженной экологической ситуацией, обусловленной нефтедобычей, необходимо усилить контроль и очистку питьевых вод.

Литература

Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. (Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации). М., 1992. 56 с.

Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами. М., 1982. 112 с.

Солнцева Н. П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов. М., 1998. 190 с.

Требования к производству и результатам многоцелевого геохимического картирования масштаба 1:1 000 000. М., кн. 1 и 2, 1999.

МОНИТОРИНГ И БИОДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНЫХ И ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ

Л. П. Капелькина

*Научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН,
kapelkina@mail.ru*

Степень изменения природной среды под влиянием техногенеза определяется в основном тремя факторами: направленностью и интенсивностью техногенного воздействия, его длительностью и экологической устойчивостью экосистем.

В последние годы наряду с оценкой состояния компонентов природной среды, основанной на результатах химического анализа, все более широкое применение находят методы биоиндикации и биотестирования, в основе которых лежит ответная реакция живых организмов на содержание загрязняющих веществ в объектах окружающей среды.

Проведены исследования по оценке состояния почв экосистем во взаимосвязи с результатами химического анализа почв. Уровень загрязнения почв устанавливался на основе сравнения результатов химического анализа с пре-

дельно допустимыми и ориентировочно допустимыми концентрациями (ПДК и ОДК) загрязняющих веществ, а также с фоновыми концентрациями. Степень загрязнения окружающей среды принято оценивать по кратности превышения ПДК, классу опасности веществ, допустимой повторяемости концентраций заданного уровня. Как правило, концентрации загрязняющих веществ в объектах окружающей среды находятся в прямой зависимости от их состояния. Высокие концентрации загрязняющих веществ подтверждаются более существенными изменениями в состоянии живых организмов. Тем не менее, в практике оценки почв могут быть различные нестандартные отклонения, затрудняющие получение корректной оценки об их состоянии.

Первым объектом исследования явились пробы воды и почв, отобранные на одном из заболоченных участков Северо-Западной Сибири в экологически чистом районе, пока еще не затронутом хозяйственной деятельностью. Это территория перспективного освоения под обустройство нефтяного месторождения. На участке в настоящее время осуществляется фоновый мониторинг, который предшествует промышленному освоению. Отбор проб воды был осуществлен из безымянного ручья, также были отобраны поверхностно-грунтовые болотные воды. Отбор проб почв (торфа) был осуществлен здесь же с глубины 0–20 см.

В лабораторных условиях было осуществлено биотестирование природных вод и водной вытяжки с использованием дафний (Методика определения токсичности...). По результатам проведенного биотестирования была выявлена острая токсичность отобранных проб природной воды и водной вытяжки из почв. Выполненные в последующем химические анализы почв и природной воды позволили установить причину гибели дафний – сильно кислая реакция воды, рН проб изменялся в пределах от 3,1 до значений 3,4.

Природные почвы не являются отходом. Тем не менее, они являются единственной природной средой, при значительном загрязнении которой почвы переходят в категорию отходов и подлежат захоронению как отход на полигонах, или очистке на специально оборудованных площадках. В проект нового нормативного документа Минприроды России «Критерии отнесения отходов к I–V классам...», который находится сейчас на обсуждении, рН водной вытяжки из отхода включен в число контролируемых показателей и класс опасности отхода будет понижаться на единицу при неблагоприятных: низких или высоких значениях рН относительно показателя, полученного расчетным путем.

Вторым объектом исследования явилась территория стрельбища на окраине Санкт-Петербурга. Стрельбище является спортивным объектом по подготовке спортсменов. Для стрельбы по мишеням используется свинцовая дробь. Здесь проведено обследование территории, оценено состояние растительного покрова, осуществлен отбор проб почв, поверхностной (из водоема) и почвенно-грунтовой воды из имеющейся на территории скважины. Пробы воды и почв отбирались в первой декаде апреля. Глубина воды в скважине в это время составляла 40 см. При проведении обследования зафиксировано следующее.

Общее состояние растительного покрова – травянистых растений, составляющих основу газонного покрытия, вполне удовлетворительное. Участков,

лишенных растительности, практически нет. На территории стрельбища, где травостой не скашивается, имеется естественное возобновление сосны обыкновенной 2–4-летнего возраста, а также ив, семена которых заносятся ветром на территорию от прилегающего к ограде лесного массива. Известно, что хвойные породы являются наиболее чувствительными к загрязнению среды. Состояние самосева хорошее. На территории стрельбища наблюдается жизнедеятельность кротов, зафиксированы характерные поверхностные микроповышения грунта, перемещенного кротами из более глубоких слоев почвы.

В санитарно-защитной зоне стрельбища из древесных растений доминирует сосна обыкновенная. Состояние лесного массива удовлетворительное. Напочвенный покров в нормальном состоянии. Лесной опад (лесная подстилка) имеет мощность 1–2 см, что соответствует зональным лесным массивам, произрастающим в естественных не нарушенных условиях. В насаждении, несмотря на определенное периодическое шумовое воздействие, проживают белки и птицы. Лесная экосистема находится в функционирующем состоянии. Некоторые незначительные отклонения в лесном насаждении обусловлены негативным влиянием большого города: атмосферным загрязнением, повышенными рекреационными нагрузками и другими факторами.

На участке стрельбища осуществлен отбор проб почв с глубины 0–5 и 5–20 см. титановым буром. В лабораторных условиях пробы высушивались, просеивались через сито с ячейками 3 мм без растирания. Анализы по определению свинца в воде и почве были выполнены аккредитованной лабораторией ФГУП ВНИИ метрологии им. Д. М. Менделеева. Результаты по определению валовых форм показали наличие в пробах почв огромного количества свинца, содержание которого в центральной, наиболее загрязненной свинцовой дробью части стрельбища, достигает 350–400 ПДК. В почвах дробинок видны не вооруженным глазом. Содержание подвижных форм также очень высокое. Свыше 90% свинца находится в растворимой форме.

В пробе воды, отобранной с поверхности водоема, находящегося на территории стрельбища, содержание свинца составило 0,001 мг/л, в грунтовой – 0,024 мг/л. Такие концентрации практически соответствуют природному фону, который по данным С. В. Давыдовой (1997) составляет 0,001–0,023 мг/л. Подобные, относительно низкие концентрации свинца в природной и грунтовой воде стрельбища, мы связываем со способностью свинцовой дроби образовывать на поверхности каждой отдельной дробинок оксидную пленку, исключающую или снижающую растворение свинца и поступление его растворимых форм в окружающую среду. Вследствие этого, несмотря на значительное содержание свинца в почвах стрельбища, в грунтовой и поверхностной воде (в водоеме) в природных условиях не наблюдается высокого уровня содержания свинца. Проведение лабораторных анализов и пробоподготовка: встряхивание, сушка, просеивание проб через сито, нарушает этот тонкий сформировавшийся слой и обуславливает значительное содержание свинца в пробах почв при их анализе.

Исследование токсикологических свойств отобранных проб воды и почвы проведено по аттестованным методикам. По результатам биотестирования поч-

вогрунт стрельбища, отобранный с глубины 0–5 см относится к V классу опасности (практически не опасные отходы), а почвогрунт с глубины 5–20 см – к IV классу (малоопасные отходы) согласно экспериментальному методу отнесения отходов к классу опасности для окружающей среды (Критерии..., 2001).

Следует отметить, что для такого типа объектов, каковым является стрельбище, отсутствуют санитарные нормы и экологические требования. Не разработаны ограничения по эксплуатации таких объектов. По нашему мнению, к подобным объектам должны применяться правила и требования, основанные на нормальном функционировании прилегающих экосистем, обеспечивающие экологическую безопасность территории и здоровье людей. В основе определения воздействия на окружающую среду должны быть мониторинг и прогноз развития экологической ситуации.

В заключении отметим, что накопление и анализ нестандартных фактов и ситуаций позволит яснее понять сложность функционирования экосистем в меняющихся условиях окружающей среды и дает возможность более точному прогнозу изменения экологической обстановки.

Литература

Давыдова С. В. Доклад о свинцовом загрязнении окружающей среды и его влиянии на здоровье населения. Государственный Комитет РФ по охране окружающей среды. Зеленый мир. 1997. № 5. С 4–16.

Критерии отнесения отходов к I–V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду. Проект нормативного документа. 8 с.

Критерии отнесения отходов к классам опасности для окружающей среды. Утв. Приказ МПР № 511 от 15.06.2001г.

Методика определения токсичности воды и водной вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодovitости дафний. ФР 1.39.2007.03222.

Методика определения токсичности проб почв, донных осадков, осадков сточных вод экспресс-методом с применением прибора «Биотестер». ФР 1.31.2005.01882.

ЧТО ТАКОЕ ХОРОШО И ЧТО ТАКОЕ ПЛОХО: МЕТОД ЛОКАЛЬНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ НОРМ ДЛЯ БИОИНДИКАЦИИ, БИОДИАГНОСТИКИ, НОРМИРОВАНИЯ

*А. П. Левич
МГУ имени М. В. Ломоносова,
apl@chronos.msu.ru*

Оценку качества природных экосистем проводят или по разновидностям индексов химического загрязнения или по биоиндикационным классификаторам качества. И тот и другой подходы сталкиваются с трудностями:

В индексах химического загрязнения учитывают ограниченный набор действующих на биоту веществ. Слагаемые, входящие в индекс, аддитивны, в то время как взаимодействие веществ в среде может приводить как к усилению, так и к ослаблению влияния на биоту каждого из них. Концентрации действующих веществ в индексах нормируют на величины нормативов ПДК, которые

экологически не эффективны в силу того, что их устанавливают в лабораториях, а применяют для оценки качества природных экосистем. Для разных веществ «доли от ПДК», входящие в индекс, существенно неравноценны.

В случае биоиндикации границы классификаторов качества устанавливают по экспертным оценкам, другими словами, субъективно, и весьма желателен научный подход к введению таких границ. В нынешнем экологическом знании границы классов качества по физико-химическим и биологическим показателям не согласованы, и попытки установить связи между ними остаются «вечной» проблемой прикладной экологии.

Указанные трудности порождают требующие решения проблемы эффективности экологического контроля:

1) Правомерно ли отождествление природных экосистем с лабораторными объектами при нормировании качества среды?

2) Что может служить интегральным показателем качества среды?

3) Как выбрать «правильный» биоиндикатор – «градусник» для экосистем?

4) Что такое норма для состояний природных экосистем и как измерить ее нарушение? (Где расположена «красная черта» на «градуснике» для экосистем?) Возможен ли не экспертный (т.е. не субъективный) выбор, а научно обоснованный расчёт границ классов качества среды?

5) Как согласовать границы классов качества среды по биологическим и физико-химическим характеристикам?

Решение проблем могло бы опираться на биотическую концепцию экологического контроля (Левич, 1994):

Оценку состояния природных экосистем следует проводить не по уровням факторов среды, а по характеристикам биологических компонент, причём *in situ*, а не *in lab*.

Реакция биологических систем на воздействия среды представляет собой интегральный показатель качества среды.

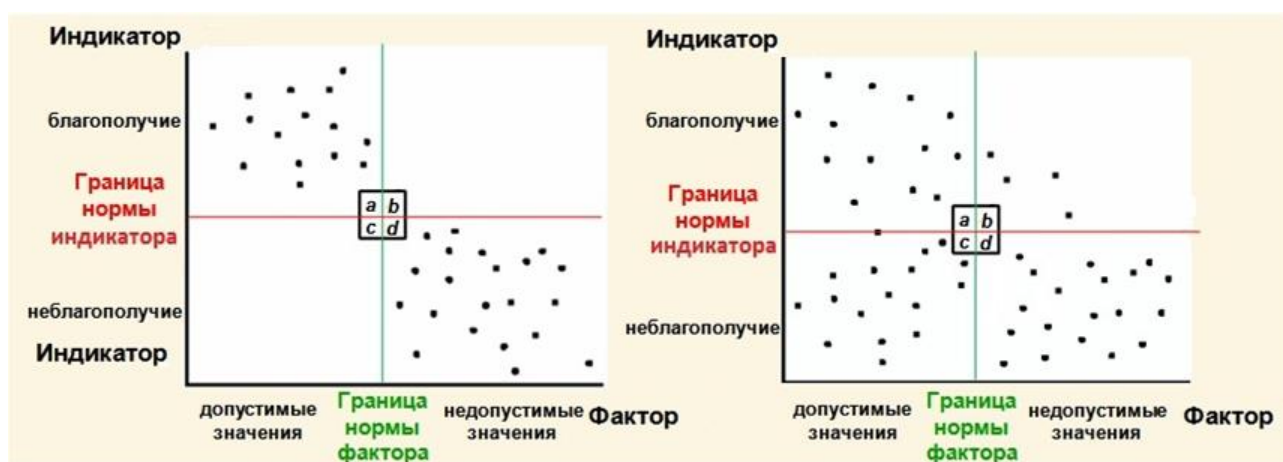
Для выбранных в качестве индикаторов состояния характеристик биоты необходим строгий критерий для расчета положения границы экологической нормы («красной черты»).

Границы нормы факторов среды следует вводить как уровни, не нарушающие норму экологического состояния, установленную по биологическим индикаторам.

Попытки рассчитать границы нормы с помощью биологических индикаторов состояния среды по натурным данным о факторах среды сталкиваются с двумя проблемами. Первая – отсутствие научного обоснования понятия нормы для биологических компонентов экосистем. Вторая проблема – неоднозначность, «размытость» (строго говоря, нефункциональность) зависимости «доза – эффект» для природных данных (в отличие от однозначных функциональных зависимостей в лабораторных опытах). Нефункциональность природных зависимостей связана с неустранимым воздействием на биоту сразу многих факторов среды (в отличие от лабораторных однофакторных экспериментов).

В МГУ имени М.В.Ломоносова разработана (Левич и др., 2012, 2013а) *in situ*-технология (*in situ* – означает «по месту» в отличие от *in lab* или *in vitro*) анализа природных данных, решающая названные проблемы на основе биоиндикации состояния экосистем и с помощью метода локальных экологических норм (Левич и др., 2013б).

Идею метода предваряют два обстоятельства. Во-первых, переход от поиска связей между количественными переменными (корреляционный, регрессионный и т.п. виды статистического анализа) к анализу сопряженностей, т.е. к поиску связей между встречаемостью наблюдений в качественных классах экологических характеристик, например, в классах благополучных-неблагополучных значений биологического индикатора и допустимых-недопустимых значений фактора среды. Второе обстоятельство поясняет рисунок.



В идеальном случае (диаграмма слева) допустимым значениям фактора соответствуют благополучные значения индикатора и недопустимым значениям фактора – неблагополучные значения индикатора. В реальных наблюдениях (диаграмма справа) область «с» диаграммы может быть заполнена наблюдениями, поскольку неблагополучные значения индикатора могут быть обязаны недопустимым значениям других, отличных от анализируемого, факторов. Однако область «b» диаграммы, где расположены благополучные по индикатору, но недопустимые по фактору наблюдения, обязана быть пустой (или «почти» пустой из-за погрешностей наблюдений). Идея метода локальных экологических норм состоит в переборе всех возможных положений границ нормы индикатора и фактора и выборе среди них тех, для которых существует приемлемо пустая область «b». Алгоритмы метода реализует лицензионное программное обеспечение «Программа по установлению границ качественных классов для количественных характеристик систем и установлению взаимосвязи между характеристиками» (2012).

Найденные границы нормы фактически дают ответ на вопрос «Что такое хорошо и что такое плохо для экосистем?». Они могут служить границами классов в классификаторах качества сред как по биологическим, так и по физико-химическим характеристикам. В случае двух классов качества найденные границы нормы факторов можно рассматривать как «натурные» нормативы ка-

чества сред в качестве замены или дополнения лабораторных нормативов ПДК. Эти «натурные» нормативы (НН) обладают рядом преимуществ перед лабораторными нормативами ПДК:

- НН локальны, а не универсальны в пространстве и во времени.
- НН учитывают не изолированные вредные воздействия, а реально сложившиеся в природе их полные комплексы.
- НН учитывают многочисленные косвенные эффекты воздействий, совокупное влияние которых может быть более сильным, нежели прямое.
- НН могут быть рассчитаны не только для загрязняющих веществ, но и для факторов нехимической природы, например, для тепловых, радиационных, гидрологических и т.д.

– Для НН могут быть рассчитаны как верхние, так и нижние значения.

– Расчёт НН основан на анализе, в первую очередь, данных государственного биологического и физико-химического мониторинга. Эти ретроспективные и современные данные существуют и будут накапливаться независимо от потребностей предлагаемого подхода. Поэтому стоимость установления НН определена только стоимостью компьютерных расчётов по анализу данных, что рентабельнее экспериментов по установлению нормативов ПДК в лабораториях.

В *in situ*-технологии биоиндикаторы оказываются востребованными не в академических целях, а для включения методов их определения в общегосударственную систему массового экологического контроля. Подчеркну три обстоятельства, которые среди прочих могут влиять на выбор биоиндикаторов:

1) Принцип инструментальности: предпочтительны не "ручные", а приборные методы анализа биологических данных.

2) Принцип ограниченных требований к биологической квалификации персонала.

3) Принцип антропоцентризма: имея в виду цель обеспечения экологической безопасности населения, не будет ли более правильным использовать в качестве биоиндикаторов характеристики популяции самого человека, например, показатели заболеваемости и демографии населения?

В заключение перечислю предпосылки *in situ*-технологии экологического контроля:

– Принятое понятие экологической нормы связано только с предисторией природного объекта.

– Технология использует только первичные данные наблюдений за экосистемами и не вносит в анализ данных мониторинга никаких модельных предположений или гипотез.

– Технология не использует никакие априорные представления о благополучии и допустимости: установление соответствующих границ – главный результат работы подхода.

– Технология не требует, чтобы распределения исходных данных удовлетворяли каким-либо статистическим критериям. Анализ состоит исключительно в подсчёте встречаемости благополучных и неблагополучных, допустимых и недопустимых значений экологических характеристик в предистории природного объекта.

Литература

Левич А. П. Биотическая концепция контроля природной среды // Доклады Академии наук. 1994. Т. 337. № 2. С. 257–259.

Левич А. П., Булгаков Н. Г., Максимов В. Н., Фурсова П. В. In situ-методология оценки качества среды обитания: основные положения // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2012. № 6. С. 35–37.

Левич А. П., Булгаков Н. Г., Максимов В. Н. In situ-методология оценки качества среды обитания: биоиндикаторы // Доклады по экологическому почвоведению. 2013а. Вып. 18. № 1. С. 23–36.

Левич А. П., Булгаков Н. Г., Рисник Д. В., Милько Е. С. Методические проблемы анализа экологических данных и пути их решения: метод локальных экологических норм // Доклады по экологическому почвоведению. 2013б. Вып. 18. № 1. С. 9–22.

Программа по установлению границ качественных классов для количественных характеристик систем и установлению взаимосвязи между характеристиками / И. А. Гончаров, А. П. Левич, Д. В. Рисник. Регистрационный номер в Роспатенте 2012616523 РФ (Программа для ЭВМ) 2012.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ГРАНИЦЕ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ ОУХО «МАРАДЫКОВСКИЙ»

Г. Я. Кантор^{1,2}, Ю. В. Новойдарский^{2,3}, Т. Я. Ашихмина^{1,2}

¹ Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,

² Вятский государственный гуманитарный университет,

³ 1205 объект по хранению и уничтожению химического оружия

На объекте «Марадыковский» с 2006 г., с начала действия объекта уничтожения химического оружия, по программе производственного экологического мониторинга проводится регулярный контроль и мониторинг состояния атмосферного воздуха.

Содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе вокруг объекта уничтожения химического оружия (ОУХО) «Марадыковский» контролируется лабораторией производственного экологического мониторинга объекта. Отбор проб воздуха на границах санитарно-защитной зоны (СЗЗ) объекта проводится ежедневно передвижной лабораторией контроля атмосферного воздуха (ПЛА) с наветренной и подветренной стороны от ОУХО. В лабораторных условиях в пробах атмосферного воздуха определяется содержание оксидов азота (II) и (IV); углеводов; оксида углерода (II); диоксида серы; взвешенных веществ; Vх; изобутилового спирта; бенз(а)пирена; фосфатов.

За всё время наблюдений специфические загрязняющие вещества (компоненты химического оружия, продукты их химической или термической деструкции) в атмосферном воздухе в районе размещения ОУХО не обнаруживались. По данным лабораторных анализов, определяемые концентрации во всех случаях были меньше пределов обнаружения используемыми методиками химического анализа и значительно меньше предельно допустимых концентраций.

Концентрации общепромышленных загрязняющих веществ, за исключением углеводов, находятся в пределах санитарных норм для атмосферного

воздуха населенных мест. Концентрация углеводородов стабильно превышает предельно допустимое среднесуточное значение, причем это превышение наблюдается как с подветренной, так и с наветренной стороны от ОУХО, что свидетельствует о дополнительном источнике загрязнения углеводородами, который находится за пределами объекта хранения и уничтожения химического оружия.

Анализируя банк данных, состояния атмосферного воздуха по материалам лабораторных определений, следует отметить, что фоновые концентрации общепромышленных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в районе ОУХО «Марадыковский» наиболее надежно могут быть определены из среднемесячных концентраций на границе санитарно-защитной зоны с наветренной стороны от объекта уничтожения химического оружия (табл. 1, рис. 1–6).

Таблица 1

Фоновые концентрации общепромышленных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в районе объекта уничтожения химического оружия «Марадыковский»

5	Загрязняющее вещество	Фоновая концентрация, мг/м ³	Предельно допустимая концентрация, мг/м ³ (*)	
			макс.-разовая	среднесуточная
1	Диоксид азота	0,00221±0,00003	0,085	0,04
2	Оксид азота	0,00245±0,00009	0,4	0,06
3	Оксид углерода	0,326±0,006	5	3
4	Диоксид серы	0,0060±0,0002	0,5	0,05
5	Взвешенные вещества	0,11±0,06	0,5	0,15
6	Углеводороды	4,12±0,16	5 (бензин)	1,5

Примечание: * Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест / Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.1338-03. М.: Минздрав России, 2003.

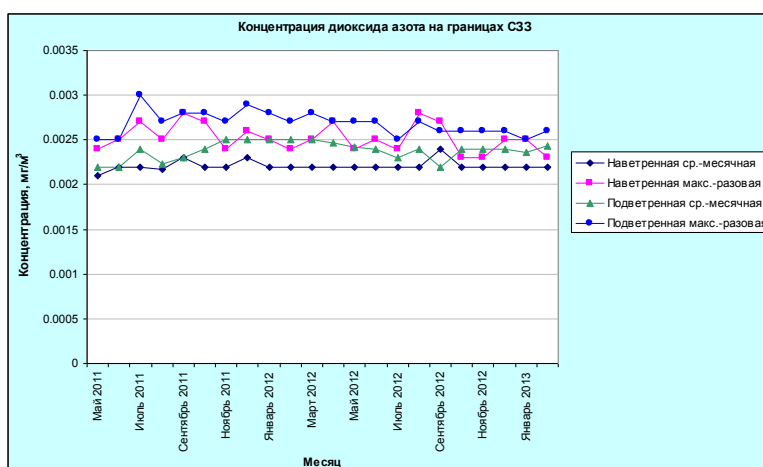


Рис. 1. Динамика концентрации диоксида азота в воздухе на границах СЗЗ ОУХО за период с марта 2011 г. по февраль 2013 г.

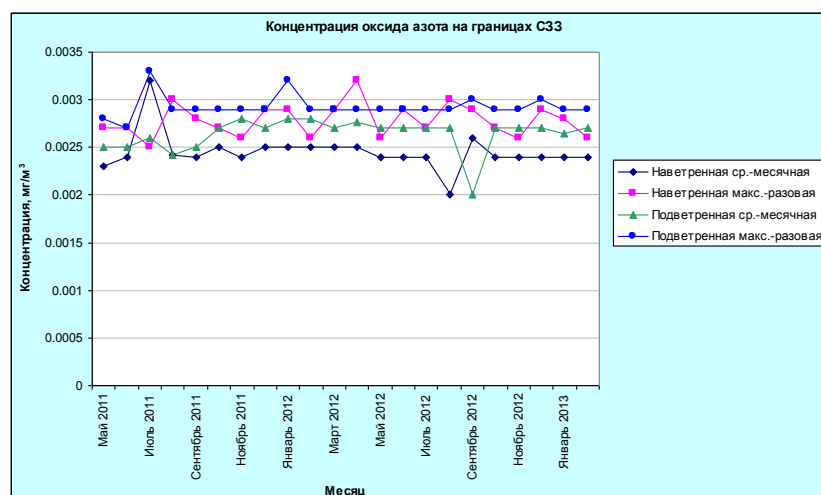


Рис. 2. Динамика концентрации оксида азота в воздухе на границах СЗЗ ОУХО за период с марта 2011 г. по февраль 2013 г.

Дополнительной характеристикой уровня загрязнения атмосферного воздуха в районе ОУХО «Марадыковский» служат данные автоматических стационарных постов контроля (АСПК), расположенных на окраинах ближайших к объекту УХО населенных пунктов: пгт Мирный, д. Брагичи и д. Быстряги. Из всех имеющихся рядов наблюдений состояния атмосферного воздуха, данные АСПК отличаются максимальным объемом результатов, полученных по единому регламенту в течение длительного времени (с сентября 2006 г. по февраль 2013 г.). По данным таблицы 2, на всех трех автоматических постах контроля (п. Мирный, д. Брагичи и д. Быстряги) в феврале 2010 г произошло резкое снижение концентрации углеводородов в атмосферном воздухе.

Таблица 2

Сравнение концентрации углеводородов в атмосферном воздухе за периоды сентябрь 2006 г. – январь 2010 г. и февраль 2010 г. – февраль 2013 г. по данным АСПК, мг/м³ (в заголовке указано кратчайшее расстояние от АСПК до железной дороги)

Период	АСПК-1 (0,82 км)		АСПК-2 (3,34 км)		АСПК-3 (0,39 км)	
	Средняя за период	средняя из максимальных за месяц	средняя за период	средняя из максимальных за месяц	Средняя за период	средняя из максимальных за месяц
сентябрь 2006 г. – январь 2010 г.	1,74	3,22	1,42	2,50	3,00	6,47
февраль 2010 г. – февраль 2013 г.	0,27	1,04	0,38	1,03	0,36	1,16

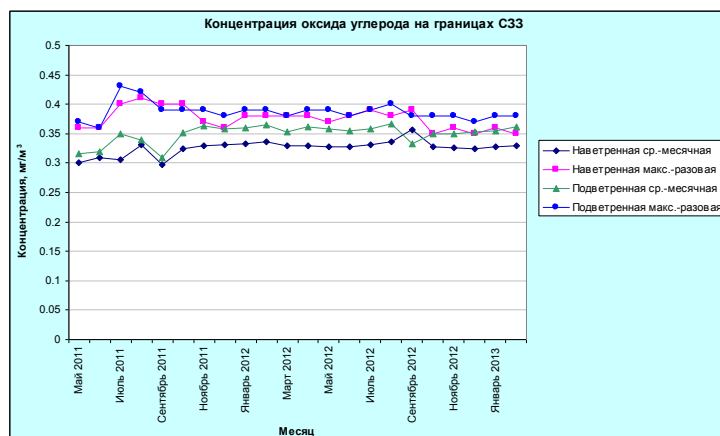


Рис. 3. Динамика концентрации оксида углерода в воздухе на границах СЗЗ ОУХО за период с марта 2011 г. по февраль 2013 г.

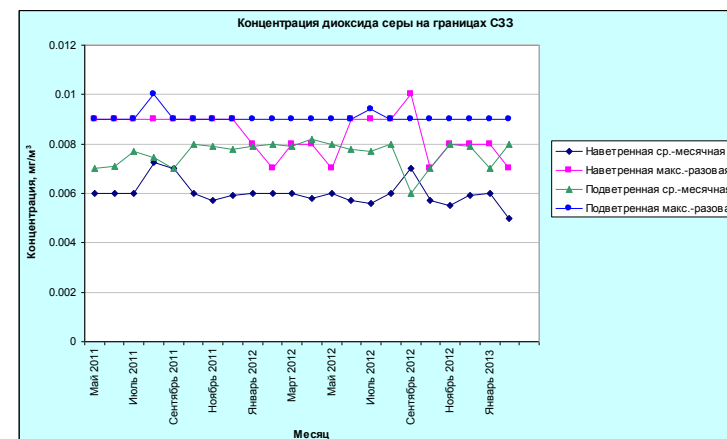


Рис. 4. Динамика концентрации диоксида серы в воздухе на границах СЗЗ ОУХО за период с марта 2011 г. по февраль 2013 г.

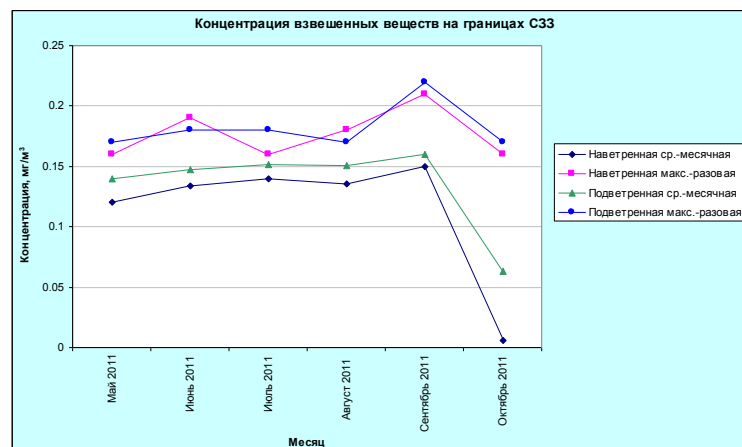


Рис. 5. Динамика концентрации взвешенных веществ в воздухе на границах СЗЗ ОУХО за период с мая по октябрь 2011 г.

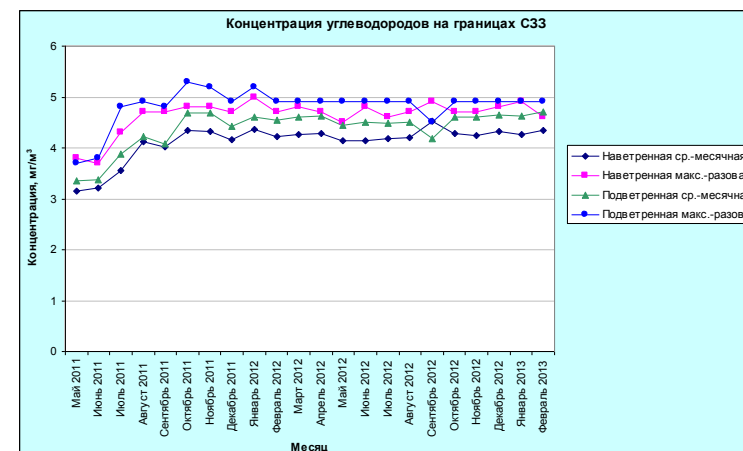


Рис. 6. Динамика концентрации углеводородов в воздухе на границах СЗЗ ОУХО за период с марта 2011 г. по февраль 2013 г.

По всей вероятности, одним из источников поступления углеводородов в атмосферный воздух на данной территории является железная дорога, использующая тепловозную локомотивную тягу и перевозящая большие объемы нефтепродуктов. Подтверждением этого предположения являются данные таблицы 2. Анализ значений концентраций углеводородов за сентябрь 2006 – январь 2010 г. свидетельствует о том, что чем дальше от железной дороги расположен автоматический стационарный пост контроля (АСПК-2), тем меньше средняя из максимальных значений концентрация углеводородов за месяц и средняя концентрация их за исследуемый период, в то время как концентрации углеводородов в атмосферном воздухе по значениям АСПК-1 и АСПК-2, расположенных на более близком расстоянии от объекта значительно выше. При этом следует отметить, что железная дорога – не единственный источник загрязнения углеводородами на этой территории, так как значения концентраций углеводородов за февраль 2010 – февраль 2013 г. практически одинаковые независимо, от расстояния АСПК до железной дороги.

**ДИАГНОСТИКА АТМОСФЕРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ
В РАЙОНЕ ФУНКЦИОНИРУЮЩЕГО ОБЪЕКТА УНИЧТОЖЕНИЯ
ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ В ПОС. МИРНЫЙ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ
ПО НАКОПЛЕНИЮ ОБЩЕГО ФОСФОРА
В ЭПИФИТНОМ ЛИШАЙНИКЕ**

Е. А. Домнина^{1,2}, С. Ю. Огородникова^{1,2}, И. Д. Степанова¹

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет,*

² *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,*

Stepanova_Irina_vgggu@mail.ru, ecolab2@gmail.com

В настоящее время остро стоит вопрос о состоянии окружающей среды. На протяжении тысячелетий человек постоянно увеличивал свои технические возможности, усиливал вмешательство в природу, забывая о необходимости поддержания в ней биологического равновесия (Коробкин, Передельский, 2001). В Кировской области с 2006 г. функционирует объект по уничтожению химического оружия (ОУХО). В процессе деструкции отравляющих веществ образуются различные мышьяк-, серу-, азот-, фтор-, хлор-, фосфорсодержащие соединения, которые могут поступать в окружающую среду (Ашихмина, 2002).

Известно, что растительные объекты могут накапливать в клетках различные вещества, содержащиеся в окружающей среде. Лишайники представляют своеобразную группу симбиотических организмов, которые необходимые для питания вещества получают из атмосферных осадков, пыли и способны аккумулировать различные поллютанты, в том числе и фосфорсодержащие соединения. В связи с этим, лишайники являются чувствительными индикаторами промышленных загрязнений и могут быть использованы для ранней диагностики негативных изменений состояния окружающей среды, когда реакции других компонентов еще не выражены (Федоров, 1977; Лебедев, 1982).

Целью нашей работы было определение содержания общего фосфора в талломах лишайника *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. в районе действующего объекта по уничтожению химического оружия в посёлке Мирный Оричевского района Кировской области.

В августе 2014 г. в санитарно-защитной зоне и зоне защитных мероприятий ОУХО в пос. Мирный Кировской области с 9 участков соснового леса были отобраны пробы эпифитного лишайника *H. physodes*. Восемь участков располагались на удалении 1–3 км от источника воздействия и один – фоновый участок (112) – на удалении 9 км.

Содержание общего фосфора в талломах лишайников определяли фотометрически. Сущность метода заключается в минерализации пробы способом сухого озоления с образованием солей ортофосфорной кислоты и последующим фотометрическим определением фосфора в виде окрашенного в желтый цвет соединения – гетерополикислоты, образующегося в кислой среде в присутствии ванадат- и молибдат ионов (ГОСТ 26657-97).

В 2014 г. самое высокое содержание общего фосфора было выявлено в талломах лишайника *H. physodes*, отобранных на участках 4 и 9 расположенных на удалении 1,3 км от источника воздействия (рис. 1). Содержание фосфора в них в 2 раза превышало фоновое значение. На участках 30, 34 и 47, накопление этого элемента было на 5–100 мкг/г меньше фонового значения.

Высокое содержание общего фосфора выявлено в талломах лишайников, отобранных на участках, расположенных в направлении преобладающих ветров (юго-западном и северо-восточном), что указывает на аэротехногенное загрязнение соединениями фосфора.

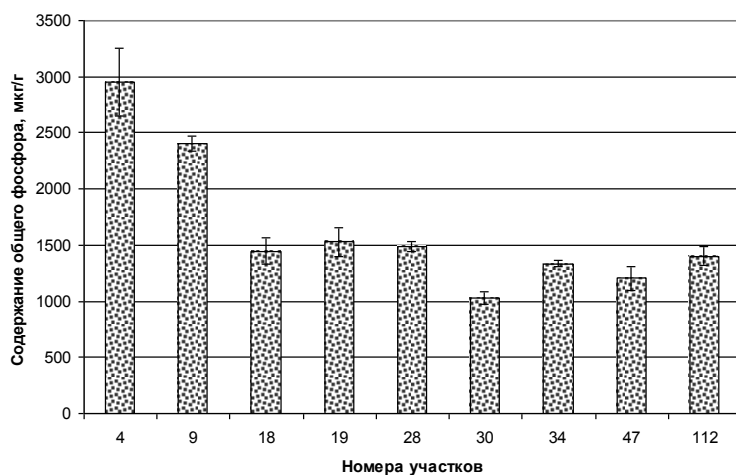


Рис. 1. Содержание общего фосфора в лишайнике *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. на участках мониторинга в 2014 г.

Сравнительный анализ данных, полученных в 2011-2014 гг. по определению общего фосфора в талломах лишайника *H. physodes* в районе ОУХО (рис. 2) показал, что самое высокое содержание фосфора на всех участках мониторинга наблюдалось в 2014 г. Это может быть обусловлено погодными условиями и свидетельствовать об эффекте кумуляции поллютантов. Самое низкое содержание фосфора наблюдалось в 2012 г.

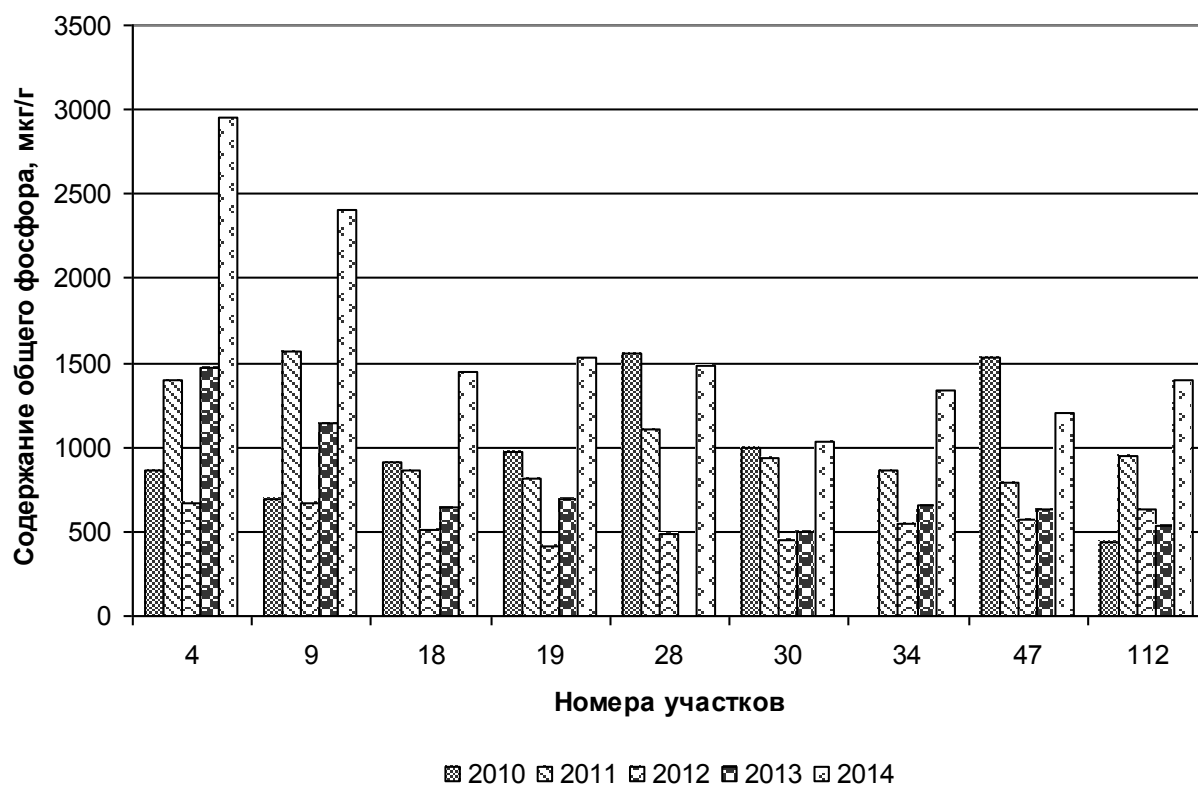


Рис. 2. Содержание общего фосфора в лишайнике *Nurogymnia physodes* (L.) Nyl. на участках мониторинга в 2010–2014 гг.

Следует отметить, что на участках, расположенных в непосредственной близости от объекта по направлению преобладающих ветров, количество общего фосфора за все годы наблюдений (за исключением 2012 г.) превышало фоновое значение в 1,5–2 раза.

Таким образом, было изучено содержание общего фосфора в талломах эпифитного лишайника *N. physodes* в районе действующего объекта по уничтожению химического оружия. Показано, что содержание общего фосфора в пробах лишайника варьирует по годам.

Накопление общего фосфора в талломах лишайников на участках, расположенных в направлении преобладающих ветров свидетельствует об аэротехногенном загрязнении соединениями в районе расположения ОУХО.

Литература

- Ашихмина Т. Я. Комплексный экологический мониторинг объектов хранения и уничтожения химического оружия. Киров: Вятка, 2002. 544 с.
- ГОСТ 26657-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора. 1997. 11 с.
- Коробкин В. И., Передельский Л. В. Экология. Ростов н/Д.: Феникс, 2001. 576 с.
- Федоров А. А. Жизнь растений / Под ред. М. М. Голлербаха, А. А. Федорова. М.: Просвещение, 1977. Том 3. С. 379–433.
- Лебедев С. И. Физиология растений. М.: Колос, 1982. 249 с.

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА МЕТОДОМ ЛИХЕНОИНДИКАЦИИ

Ю. В. Карагайчева, О. Н. Березина

*Саратовский государственный технический университет
имени Ю. А. Гагарина,*

karagaycheva.julia@yandex.ru, olga.berezina1995@yandex.ru

Одной из самых серьезных экологических проблем современного города является загрязнение атмосферного воздуха. Актуальна она и для Саратова. Основными загрязнителями городской атмосферы являются химическая и нефтеперерабатывающая промышленность, а также предприятия по производству и распределению электроэнергии, расположенные в черте города и его ближайших окрестностях. Однако основной вклад в загрязнение вносит автотранспорт. В 2013 г количество выбросов от передвижных источников достигло 60,1 тыс. т. и составило 74,8% от суммарного выброса (Обзор..., 2013).

Значительные масштабы загрязнений атмосферы выбросами автотранспорта усугубляются спецификой источников выбросов: низкое расположение над поверхностью земли, непосредственная близость к жилой застройке, сложная пространственная структура городских магистралей.

В настоящее время для контроля качества природной среды в дополнение к санитарно-гигиеническому мониторингу проводят биомониторинговые исследования, позволяющие оценить состояние окружающей среды и ее изменения (Шуберт, 1988). При определении состояния атмосферного воздуха наиболее эффективно используются методы лишеноиндикации, основанные на индивидуальной реакции эпифитных лишайников к действию поллютантов (Трасс, 1984).

Целью данного исследования была оценка состояния атмосферного воздуха на территории г. Саратова.

Пробные площади закладывали в районах с различной степенью антропогенной трансформации. Для проведения исследований были выбраны следующие участки: 1) проспект 50 лет Октября; 2) территория, прилегающая к основному учебному комплексу СГТУ имени Гагарина Ю.А.; 3) лесной массив, расположенный в лесопарковой зоне «Кумысная поляна». На пробных площадках случайным образом выбирали 20 модельных деревьев, обладающих схожими параметрами, затем определяли видовой состав лишайников, оценивали их общее количество, проективное покрытие и рассчитывали индекс полеотолерантности.

При оценке площади покрытия коры деревьев лишайниками использовался метод «линейных пересечений». Замеры проводились на высоте 1,5 метров от комля дерева, границы талломов лишайников измерялись с точностью до миллиметра (Пчелкин, Боголюбов, 1997). Видовую принадлежность лишайников устанавливали с помощью атласа-определителя (Голубкова, 1966).

Проективное покрытие лишайников рассчитывали по формуле:

$$R=100A/L, (\%),$$

где R – проективное покрытие, A – протяженность талломов лишайников, L – длина окружности ствола.

Результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1

Проективное покрытие лишайников, %

Вид лишайника	Пробная площадка		
	Территория СГТУ имени Ю.А. Гагарина	проспект 50 лет Октября	Кумысная поляна
<i>Xanthoria parietina</i>	3,3	3,1	1,1
<i>Physcia stellaris</i>	1,5	1,3	1,5
<i>Parmelia sulcata</i>	4,1	1,0	1
<i>Hypogimnia physodes</i>	1,0	0	3,1
<i>Lecania cyrtella</i>	0	0	10,2
<i>Hypogymnia tubulosa</i>	0	0	6,5
<i>Parmeliopsis ambigua</i>	1,0	0	4,4
Степень проективного покрытия	10,9	5,4	27,8

Для количественной оценки степени загрязнения атмосферного воздуха рассчитывали индекс полеотолерантности (Трасс, 1968) по следующей формуле:

$$IP = \sum_{j=i}^n \frac{AiCi}{Cn},$$

где n – количество видов на описанной пробной площадке, Ai – класс полеотолерантности i-того вида, Ci – проективное покрытие i-того вида в баллах, Cn – сумма значений покрытия всех видов (в баллах).

Результаты расчетов представлены в таблице 2.

Таблица 2

Индексы полеотолерантности

Пробная площадка	IP	Корреляция значений IP и среднегодового содержания SO ₂ в воздухе:		
		Диапазон значений IP	Концентрация SO ₂ , мг/м ³	Характеристика экологической ситуации
Территория СГТУ имени Гагарина Ю.А.	7,5	7–10	0,08 - 0,10	Сильное загрязнение
Проспект 50 лет Октября	8,1	7–10	0,08 - 0,10	Сильное загрязнение
Кумысная поляна	4,9	2–5	0,01 - 0,03	Малое загрязнение

В ходе исследований были получены следующие результаты. На проспекте 50 лет Октября индекс полеотолерантности равен 8,1, что свидетельствует о сильном загрязнении атмосферы. Это объясняется интенсивным транспортным потоком, наличием промышленных предприятий и отсутствием нормальных транспортных развязок. Аналогичная картина наблюдается и на территории, прилегающей к СГТУ.

Лесопарк «Кумысная поляна» находится в зоне малого загрязнения и характеризуется наиболее высоким видовым разнообразием лишайников. Это объясняется его географическим расположением (на Алтынной горе), снижающим воздействие на лишайники загрязнителей, поступающих от промышленных комплексов и автотранспорта.

Таким образом, можно сказать, что значительная часть исследуемой территории г. Саратова, охватывающей не только окрестности автомагистралей, но и скверы, и жилые кварталы характеризуется сильным загрязнением атмосферного воздуха.

Литература

Голубкова Н. С. Определитель лишайников. М.: Наука, 1966. 256 с.

Обзор состояния и загрязнения окружающей среды на территории деятельности Саратовского ЦГМС – филиала ФГБУ «Приволжское УГМС» за 2013 г.

Пчелкин А. В., Боголюбов А. С. Методы лишеноиндикации загрязнений окружающей среды: Методическое пособие. М.: Экосистема, 1997. 25 с.

Трасс Х. Х. Классы полевотолерантности лишайников и экологический мониторинг // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Л.: Гидрометеиздат, 1985. Т. 7. С. 122–137.

Трасс Х. Х. Анализ лишенофлоры Эстонии: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Тарту, 1968. 80 с.

Шуберт Р. С. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем. М.: Мир, 1988. 350 с.

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ БИОИНДИКАЦИИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

К. В. Фидельская, Г. А. Сорокина

Сибирский федеральный университет

Институт экономики, управления и природопользования,

kristik-krestik@mail.ru

Среда крупного города отличается своеобразием основных экологических факторов, а также специфическими техногенными воздействиями. В результате активной преобразующей деятельности человечества возникла новая экологическая среда с высокой концентрацией антропогенных факторов. Это дает основание экологами рассматривать город как особый тип экосистем.

В настоящее время оценка загрязнения окружающей среды производится главным образом на основе результатов химического анализа. Однако, из-за огромного числа самих загрязняющих веществ, источников их выбросов, а также сложности и высокой стоимости анализов, организовать эффективный экологический мониторинг только средствами аналитической химии практически невозможно (Григорьев, Пахарькова, 2001). Использование для этих целей живых организмов делает возможной прямую оценку качества среды и является одним из уровней последовательного процесса изучения состояния экосистемы.

Техногенное загрязнение атмосферы изменяет многие эволюционно сложившиеся комплексы приспособительных реакций живых организмов к усло-

виям существования. Одним из возможных проявлений такого воздействия может быть нарушение естественной динамики перехода древесных растений в состояние покоя и выхода из него, что приводит к сокращению сроков периода покоя (Сорокина, Лебедева, 2011). В результате растения, произрастающие в районах с высоким уровнем загрязнения атмосферы, могут повреждаться из-за неготовности к перенесению суровых условий зимнего периода. При изучении нарушения сезонной динамики растений хорошо зарекомендовал себя метод регистрации термоиндуцированных изменений нулевого уровня флуоресценции (ТИНУФ) (Гаевский, Сорокина, 1987).

Целью данной работы является разработка количественных параметров биоиндикации атмосферного загрязнения с использованием метода регистрации кривых ТИНУФ и расчет финансовых затрат на проведенные исследования с использованием химических и биологических методов.

Объектом исследования служили ткани феллодермы, взятые с неодревесневших побегов тополя бальзамического (*Populus balsamifera*). Ткань феллодермы в коре древесных растений содержит большое количество хлорофилла, который обладает фотосинтетической активностью. Измерение характеристик флуоресценции хлорофилла феллодермы позволяет получать информацию о состоянии растений не только в период их активной вегетации, а круглогодично (Венедиктов, 2000).

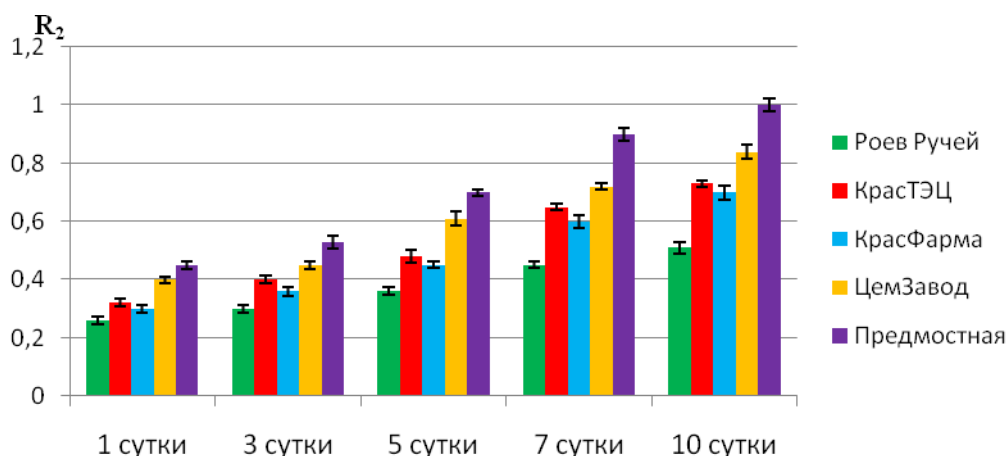
Образцы отбирались в пределах г. Красноярска с пяти пробных площадей (ПП), разных по уровню техногенного воздействия, четыре из которых являются территориями, подверженными воздействию загрязнителей достаточно специфичных, ввиду расположения на них промышленных предприятий разного профиля: р-н КрасТЭЦ (ПП₂), прилегающая территория завода медицинских препаратов «КрасФарма» (ПП₃), р-н Предмостной площади с интенсивным движением автотранспорта (ПП₄) и р-н Цементного завода (ПП₅). В качестве условно чистого района выбрана территория парка «Роев ручей» (ПП₁).

Регистрацию термоиндуцированных изменений нулевого уровня флуоресценции хлорофилла проводили на флуориметре «Фотон-11», разработанном в СФУ. В качестве показателя состояния растений и глубины покоя использовали отношение интенсивностей флуоресценции ($R_2 = \Phi_{\text{лнт}} / \Phi_{\text{лвт}}$), соответствующих низкотемпературному и высокотемпературному максимумам на кривой ТИНУФ, а также наглядный вид кривых ТИНУФ (Гаевский, Сорокина, 1991).

Проведенное выведение растений из состояния покоя в лабораторных условиях позволило установить меньшую глубину состояния покоя и более высокую скорость выхода из него у образцов, подверженных наибольшему техногенному воздействию (рис. 1).

Для количественной оценки влияния загрязнения на состояние растений в исследованных районах нами предложено рассчитывать относительный показатель состояния растений (ОПС):

$ОПС = R_0/R_k$, где R_0 – среднее значение отношения низкотемпературного к высокотемпературному максимуму в исследуемых районах (R_2); R_k – среднее



значение отношения низкотемпературного к высокотемпературному максимуму (R_2) в контрольном районе.

Рис. 1. Динамика R_2 феллодермы тополя бальзамического из районов г. Красноярска, различных по уровню атмосферного загрязнения при выведении из состояния покоя в лабораторных условиях

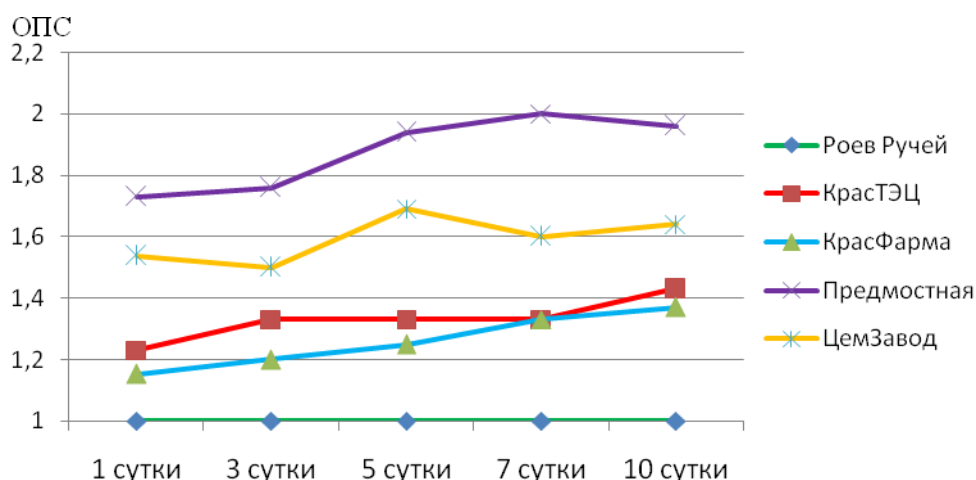
Основу биоиндикационных исследований с использованием метода регистрации термоиндуцированного изменения нулевого уровня флуоресценции составляет положение о том, что загрязнение атмосферного воздуха сокращает период зимнего покоя древесных растений. Это проявляется в том, что в загрязненных районах уровень показателя R_2 выше по сравнению с чистыми (контрольными районами). Соответственно, чем выше значение ОПС, тем выше уровень атмосферного загрязнения в данном районе.

Сложность оценки загрязнения атмосферы заключается в неоднородности распределения загрязнителей, а также в том, что в воздухе одновременно может присутствовать достаточно обширный перечень поллютантов, комплексно воздействующих на живые объекты. Метод позволяет регистрировать ответную реакцию растений на весь комплекс присутствующих загрязнителей.

При изучении пяти районов г. Красноярска с различным уровнем техногенного воздействия наибольшие значения ОПС получены для района Предмостной площади, что свидетельствует о наиболее высоком уровне техногенного загрязнения, далее в порядке убывания расположились район Цементного завода, КрасТЭЦ, КрасФарма и Роев ручей (рис. 2).

Биоиндикационный анализ качества среды, основанный на определении состояния организмов, живущих на обследуемой территории, позволяет оценить воздействие на них всех загрязнителей в течение длительного времени, что дает возможность получить интегральный показатель уровня загрязнения среды. К сожалению, из-за недостаточной научно-методической, технической и нормативно-правовой проработки биологические методы пока лишь ограничено используются в системе экологического мониторинга. Биологические методы основаны на регистрации суммарного токсического действия на специаль-

ные тест-организмы сразу всех или многих из компонентов загрязнения и, таким образом, позволяют быстро и с минимальными затратами оценить, явля-



ется ли анализируемая проба загрязненной или нет.

Рис. 2. Динамика ОПС в период выхода тополя бальзамического из состояния покоя в лабораторных условиях

Для подтверждения данного положения был проведен сравнительный анализ стоимости работы и затрат на выполнение одних и тех же задач с использованием разных методов: биологических и химических.

Расчет затрат на проведенные исследования с использованием химических методов сделан на примере расценок Центра лабораторного анализа и технических измерений по Енисейскому региону.

Проведенные расчеты показали, что затраты по оценке воздействия на растения и градация пробных площадей г. Красноярск по уровню техногенной нагрузки с использованием химических методов (1469118,65 руб.) в 7 раз выше по сравнению со стоимостью аналогичных работ, выполненных с использованием биологических методов (205336,00 руб.), что свидетельствует о финансовой перспективности их применения. Рекомендуем производить предварительную оценку с помощью методов биоиндикации с последующим химическим анализом.

Литература

Григорьев Ю. С., Пахарькова Н. В. Влияние техногенного загрязнения воздушной среды на состояние зимнего покоя сосны обыкновенной // Экология, 2001. № 6. С. 471–473.

Сорокина Г. А., Лебедева В. П. Биоиндикация атмосферного загрязнения с использованием древесных растений // Охрана окружающей среды и природопользование, 2011. № 2. С. 52–56.

Гаевский Н. А., Сорокина Г. А., Гехман А. В., Фомин С. А., Гольд В. М. Способ определения степени глубины покоя древесных растений: Авторское свидетельство №1358843 от 15.08.87.

Венедиктов П. С., Казимирко Ю. В., Кренделева Т. В. Изучение физиологического состояния древесных растений по характеристикам флуоресценции в коре однолетних побегов деревьев // Экология, 2000. № 5. С. 338–342.

Гаевский Н. А., Сорокина Г. А., Гольд В. М., Миролюбовская И. В. Сезонные изменения фотосинтетического аппарата древесных и кустарниковых растений // Физиология растений, 1991. Т. 38. Вып.4. С. 685–692.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУХА ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ И РЕАКЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА НЕГО

Е. В. Морозова¹, Н. В. Торлопова²

¹ Балтийский федеральный университет им. И. Канта,

² Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,
elenamorozova.bfu@gmail.com, torlopova@ib.komisc.ru

Вследствие суровых природно-климатических условий экосистемы севера отличаются особой уязвимостью, малой устойчивостью к внешним воздействиям и пониженной способностью к самоочищению от загрязнений антропогенного происхождения. Считается, что визуально наблюдаемые признаки повреждения побегов и хвои могут служить надежным информативным показателем воздействия аэротехногенного загрязнения.

Целлюлозно-бумажное производство «Монди СЛПК» является одним из основных источников загрязнения атмосферного воздуха в городе Сыктывкаре. Например, в 2010 г. лесопромышленный комплекс выбросил в атмосферу 62% от всех выбросов диоксида серы, 82% от всех выбросов твердых веществ, 91% от всех выбросов оксида углерода по городу. По данным Государственного доклада «О состоянии окружающей среды республике Коми в 2012 году» средние годовые и разовые концентрации *диоксида серы* в 2012 г. на всех постах были очень низкие, не превышали ПДК (Государственный доклад ..., 2013). Средняя за год концентрация *диоксида азота* в целом по городу в 2012 г. не превышала установленный норматив и была равна 0,7 ПДК. Максимальная из разовых концентраций данной примеси была зафиксирована в марте на посту № 10 и составила 2,7 ПДК. Среднегодовая концентрация *оксида углерода* в целом по городу составила 0,6 мг/м³, что ниже ПДКс.с. Максимальная концентрация была зафиксирована на посту № 10 и составляла 2 ПДК. Максимальная разовая концентрация *сероводорода*, равная 3,3 ПДК, была определена на посту № 11 в июне. Тенденция загрязнения атмосферы за период 2003–2012 гг.: увеличились средние концентрации сероводорода и диоксида азота, снизились среднегодовые концентрации оксида углерода.

На протяжении многих лет институт биологии Коми НЦ УрО РАН ежегодно проводит мониторинг состояния древостоев в районе «Монди СЛПК». Объектами исследования являются постоянные пробные площади (ППП) в хвойных древостоях (ельники черничные, сосняки черничные и лишайниковые), произрастающих на различном расстоянии от источника загрязнения (Торлопова, Робакидзе, 2003). По методике, применяемой во всех странах Европы, оценивали состояние крон деревьев (ICP ..., 2006). Пространственная интерполяция полученных характеристик проведена методом обратного взвешенного расстояния (IDW) с использованием ПО QGIS (Руководство ..., 2013).

Наибольшая поврежденность верхушек наблюдается в точках комплексного мониторинга ППП 3 (сосняк черничный в 1,3 км от СЛПК), 13 и 17 (сосняки лишайниковые в 7,3 и 11,2 км от СЛПК), 33, 36 и 37 (ельники в 4,3, 10,0 и

3,5 км от СЛПК). Наименьшая поврежденность верхушек деревьев на ППП 5 (сосняк лишайниковый в 9,8 км от СЛПК), 18 и 19 (сосняки черничные в 11,2 и 6,5 км от СЛПК), 35 (ельник в 5,3 км от СЛПК).

Дефолиация верхней трети кроны наблюдается на невысоком уровне повсеместно, с улучшением в точках 18 и 19 (сосняки черничные в 11,2 и 6,5 км от СЛПК) и небольшим ухудшением в точке 3 (сосняки черничные в 1,3 км от СЛПК).

Наибольшая дефолиация кроны наблюдается в точках комплексного мониторинга 33 и 36 (ельники 4,3 и 10,0 км от СЛПК), а наименьшая – в точке 19 (сосняк черничный в 6,5 км от СЛПК).

Дехромация наиболее выражена на участках 3 и 19 (сосняки черничные в 1,3 и 6,5 км от СЛПК), 5 (сосняки лишайниковые в 9,8 км от СЛПК) и 35 (ельник в 5,3 км от СЛПК), а наименее выражена на участках 33, 36 и 37 (ельники в 4,3, 10,0 и 3,5 км от СЛПК).

Из вышеприведенных характеристик вывели индекс повреждения древостоев (рис.). Наибольший индекс загрязнения наблюдается в точке 36 (ельник в 3,5 км от СЛПК), а наименьший в точке 19 (сосняк черничный в 6,5 км от СЛПК). Таким образом, ельники сильнее подвержены негативному аэротехногенному воздействию, чем сосняки. Среди сосняков сильнее повреждаются лишайниковые типы.

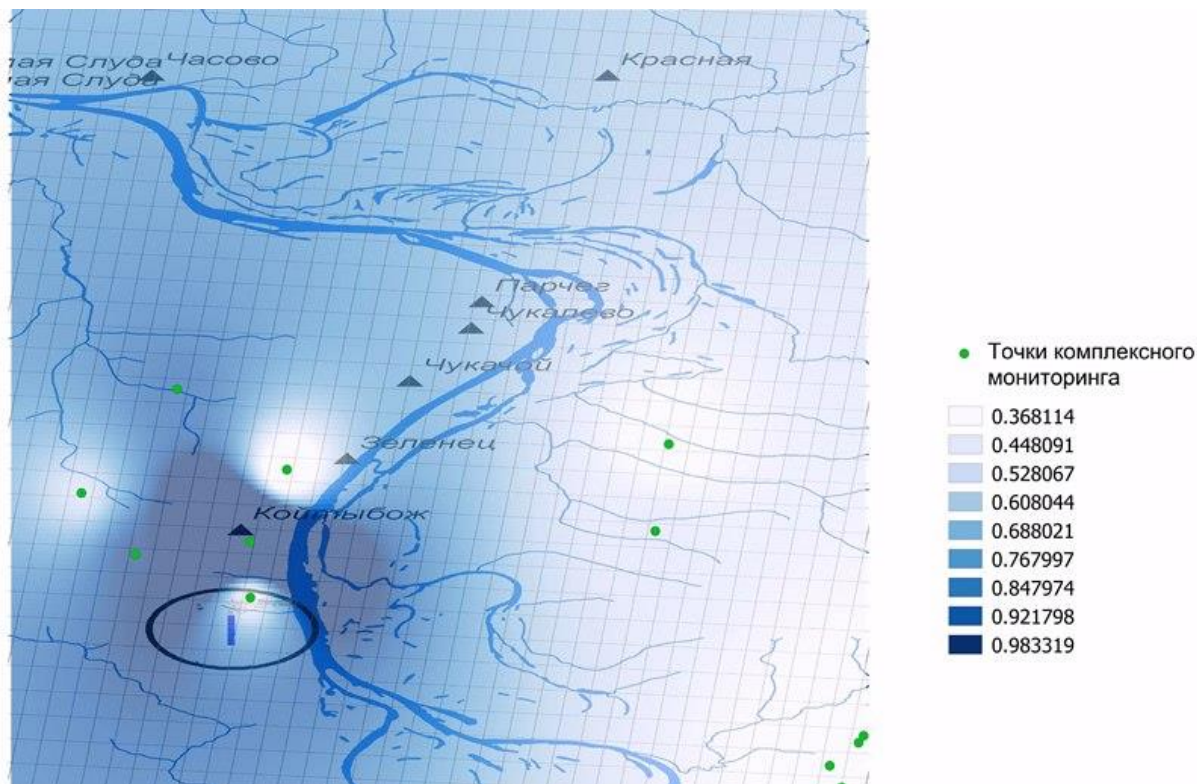


Рис. Индекс повреждения древостоев в зоне аэротехногенного воздействия целлюлозно-бумажного производства

В полученных данных по признакам повреждения деревьев не выявлено прямой зависимости от удаления точки от лесопромышленного комплекса. Для более достоверной и подробной оценки состояния древостоев в районе работы

лесопромышленного комплекса, нужен комплексный подход, сочетающий в себе методы химического мониторинга с биоиндикационными методами. Например, сочетать визуальное наблюдение за дехромацией и дефолиацией кроны и изучение реакции пигментной системы на атмосферное загрязнение, так как она наиболее чувствительна к экологическим изменениям окружающей среды.

Литература

Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Коми в 2012 году [Электронный ресурс] / Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми, ГБУ РК «Территориальный фонд информации по природным ресурсам и охране окружающей среды Республики Коми». Сыктывкар, 2013. 199 с. Режим доступа: http://gov.rkomi.ru/content/7564/2013.07.05_%D0%93%D0%94_2012.pdf

Руководство пользователя QGIS [Электронный ресурс] / ГИС Лаборатория, 2013. Режим доступа: <http://gis-lab.info/>.

Торлопова Н. В., Робакидзе Е. А. Влияние поллютантов на хвойные фитоценозы. Екатеринбург: УрОРАН, 2003. 147 с.

ICP Forests Manual, 2006 [Электронный ресурс] Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forest. Part II: Visual Assessment of Crown Condition. Режим доступа: http://www.icp-forests.org/pdf/Chapt2_compl06.pdf

НЕПРЕРЫВНЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК БИОИНДИКАТОРОВ И БИОАНАЛИЗАТОРОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

З. Л. Баскин

*Вятский государственный гуманитарный университет,
baskin.zakhar@mail.ru*

Системный подход к защите биосферы и обеспечению экологической безопасности окружающей человека воздушной среды начинается с контроля степени ее загрязнения.

Атмосферный воздух жилых и природных зон, воздух рабочих, производственных и санитарно-защитных зон – это динамические природные и техногенные объекты со случайным характером появления и изменения концентрации загрязняющих веществ (ЗВ). Число химических веществ, созданных человеком, достигло трех миллионов. Среди них несколько десятков тысяч токсичных веществ, загрязняющих атмосферу. Для их анализа используют физические, физико-химические, химические и биологические методы и технические средства технолого-аналитического и эколого-аналитического контроля (ТАК и ЭАК). Все большее применение в ТАК и ЭАК получают биоиндикаторы и биоанализаторы (БИ и БА). Во многих случаях они успешно заменяют инструментальные методы и средства аналитического контроля. БИ и БА используются в вооруженных силах РФ для оперативной интегральной качественной оценки загрязнения почвы, воды, воздуха в местах дислокации и передвижения войск наряду с переносными, передвижными и стационарными техническими средствами измерений других типов.

Аналитическое приборостроение выпускает широкую номенклатуру технических средств измерения состава и свойств химических веществ. Однако ими контролируют лишь менее 10% ЗВ с нормированными ПДК, так как разработка и производство приборов требуют больших материальных и трудовых затрат. Поэтому актуальность и практическая ценность БИ и БА постоянно увеличиваются.

На Кирово-Чепецком химическом комбинате были разработаны, изготовлены, аттестованы и применены на комбинате и родственных предприятиях, а затем переданы для производства в Дзержинское ОКБА НПО «Химавтоматика», ВНИИМ и в другие организации, методы и средства промышленного аналитического контроля и динамического непрерывного метрологического обеспечения газоаналитических измерений. Они позволяют исследовать и нормировать технические и метрологические характеристики БИ и БА, классифицировать их как технические средства измерений и применять не для качественной оценки, а для количественного определения концентрации и количества ЗВ в контролируемых зонах.

Это непрерывные хроматографические методы (НХМ) анализа воздушной среды и динамические методы непрерывного приготовления поверочных газовых смесей заданного состава в диапазонах микроконцентраций и макроконцентраций дозируемых веществ. Они реализованы в специализированных автоматических хроматографах (аналитических комплексах) «ТОКСИГАЗ-Ф», динамических установках «МИКРОГАЗ-Ф», «МИКРОГАЗ-ФМ» и «МАКРОГАЗ-Ф» и стабильных источниках микропотоков и макропотоков газов, паров и аэрозолей (СИМГПА) «Микрогаз» и «Макрогаз».

«ТОКСИГАЗ-ФМ» «МИКРОГАЗ-Ф» и «МАКРОГАЗ-Ф» могут быть применены: для создания, поддержания и непрерывного измерения состава защитных атмосфер в климатических камерах при биологических исследованиях; для изучения количественного воздействия ЗВ на растения во времени; для определения технических и метрологических характеристик БИ и БА в условиях, соответствующих рабочим. Благодаря этим измерениям биоиндикаторы и биоанализаторы могут стать мониторами динамических объектов и будут служить не только для качественной оценки, но и для количественного измерения загрязнения природных и техногенных объектов среды обитания.

Литература

Баскин З. Л. Промышленный аналитический контроль. Хроматографические методы анализа фтора и его соединений. М.: Энергоатомиздат, 2008. 224 с.

ДИАГНОСТИКА ТОКСИЧНОСТИ ВОД МАЛЫХ РЕК ВОСТОЧНОГО ДОНБАССА НА ОСНОВЕ БИОТЕСТИРОВАНИЯ

*Е. Н. Бакаева^{1,2}, А. М. Никаноров^{2,3}, В. Е. Закруткин¹, Н. А. Игнатова^{2,3},
Е. В. Гибков¹, Г. Г. Черникова², М. А. Тарадайко¹*

¹ Южный федеральный университет,

² Институт водных проблем РАН,

³ Гидрохимический институт,
rotaria@mail.ru, ignatse@gmail.com

На сегодняшний момент очень значима проблема чистой воды, поэтому важно научиться получать достоверную информацию о её качестве. Как известно, токсичность – одна из слагаемых качества вод. И только грамотный методический подход позволит получить объективную экологическую информацию о состоянии водных экосистем и, в частности, диагностировать наличие и степень токсичности их водной компоненты.

В настоящее время в мониторинге поверхностных вод суши используется триада методических подходов для оценки уровня загрязнения, в том числе токсичными химическими веществами. Под токсичностью воды до недавнего времени понимали только концентрации загрязняющих веществ, выраженные в ПДК (ГОСТ 27065-85 (СТ СЭВ 5184-85)). В связи с этим первоначальным, и остающимся основным по настоящее время, является аналитический метод, поскольку в РФ действует система нормирования по ПДК загрязняющих веществ. Позже химический метод был дополнен первой группой биологических методов – биоиндикацией. Вторая группа биологических методов – биотестирование, предваряющая дорогостоящие химические методы, имеет функцию сканирования, т.е. призвана служить сигнальным и отправным моментом для использования дорогостоящих химических методов в случае обнаружения острого токсического действия исследуемых вод или донных отложений (Бакаева, Никаноров, 2006; Игнатова, 2009).

Оценка опасности токсического загрязнения водных объектов осложняется его комплексной природой. В то время как метод химического анализа, оставаясь ведущим в экологическом мониторинге, не лишен, тем не менее, некоторых ограничений. Чрезвычайно сложный состав поверхностных вод, слабая изученность процессов трансформации загрязняющих веществ, включая биотрансформацию, ограниченность возможности определения всего спектра загрязняющих веществ делают задачу диагностики реальной токсичности вод достаточно сложной.

Исходя из того, что «токсичность» – характеристика биологическая, то она может быть определена только с участием живых организмов. В связи с этим токсичность следует расценивать как интегральную характеристику качества воды, обусловленную проявлением негативных для гидробиоты свойств всего комплекса химических веществ, присутствующих в испытываемой воде (Бакаева, Никаноров, 2006). Такой подход определяет необходимость широкого внедрения биологического тестирования (биотестирования) – оценки

качества воды по ответным реакциям водных организмов, являющихся тест-объектами (ГОСТ 27065-86 (СТ СЭВ 5184-85)).

Ключевым понятием биотестирования является биотест – совокупность приемов получения информации о токсичности воды для гидробионта на основе регистрации реакций тест-объекта (Р 52.24.566-94). Метод биотестирования основан на использовании представительных тест-объектов различных систематических групп и трофических уровней живых организмов.

Прием биотестирования изначально и по настоящее время используется в качестве основного методологического подхода при разработке регламентов на химические вещества (ПДК). Однако методики оценки природных сред, в частности поверхностных вод, имеют ряд особенностей (Бакаева, Никаноров, 2006; Игнатова, 2009).

Метод биотестирования нельзя отнести к количественным. Результат выражается словесно: «оказывает/не оказывает» проба воды токсическое действие. Однако можно выделить уровень токсичности, который выражается также словесно: «острое», «подострое», «хроническое» токсическое действие.

В отличие от химического анализа, биотесты не требуют предварительной информации о природе загрязняющих веществ, поскольку в результате биоанализа получают информацию об интегральном (суммарном) воздействии исследуемых вод на тест-объекты. Не выявляя отдельных загрязняющих веществ, биотесты дают возможность обнаружить способность исследуемой воды вызывать токсические эффекты на представителей гидробиоты (РД 52.24.662-2004).

Важно то, что биотестирование позволяет получать интегральную оценку токсичности, вызываемую суммарным действием всего комплекса загрязняющих веществ, содержащихся в водной среде, с учетом их синергетического и антагонистического взаимодействия.

С учетом всех особенностей метод биотестирования позволяет получать адекватную информацию о токсичности вод. Цель биотестирования в мониторинге поверхностных вод суши – осуществлять скрининг проб воды и донных отложений водного объекта как в режимных, так и оперативных наблюдениях, особенно в случае чрезвычайных ситуаций (Бакаева и др., 2008). В последнем случае – это возможность в краткие сроки выделить пробы для дальнейшего дорогостоящего химического анализа.

В современных условиях водные экосистемы продолжают подвергаться все возрастающему антропогенному воздействию. В ряду отрицательных факторов, усиливающих экологическое неблагополучие водных объектов в районе ликвидации шахт, особое место занимает загрязнение шахтными водами, содержащими ряд тяжелых металлов и имеющих агрессивную кислотную среду. В результате загрязненные воды оказывают существенное негативное влияние на качество жизни населения, на продуктивность и на показатели безопасности выращиваемой продукции сельскохозяйственных культур, поскольку вода из водотоков используется как для питьевых целей, так и для полива выращиваемой сельскохозяйственной продукции.

Восточный Донбасс является объектом длительного и достаточно интенсивного антропогенного воздействия на водные объекты. Ликвидация шахт «мокрым» способом усилила экологический риск, имеющий существенное влияние на состояние водных экосистем, расположенных на территории Ростовской области. Кроме того, существуют реальные предпосылки дальнейшего антропогенного загрязнения в зоне сброса шахтных вод и на сопредельных территориях, и на сельскохозяйственных землях. Поэтому уже сейчас является актуальной оценка современного состояния токсичности экосистем водотоков. При этом важно учесть, что водные экосистемы исследуемого региона достаточно разнородны по физико-химическим свойствам и в целом имеют невысокие потенциалы самоочищения. Поэтому даже при невысоком уровне загрязнения вода и донные отложения водотоков способны относительно быстро утратить свои основные экологические функции и приобрести токсичные свойства. Использование токсичных вод в сельскохозяйственных целях приведет к снижению урожайности культур и, что более опасно, к избыточному накоплению загрязняющих веществ, в частности металлов, в продукции. Это, в свою очередь, послужит одной из основных причин увеличения заболеваний среди населения.

Исследованная нами речная сеть относится к бассейну Нижнего Дона, а на уровне притоков первого порядка – к бассейнам рек Северский Донец и Тузлов (впадает в протоку Дона – р. Аксай). В ходе комплексного изучения речной сети бассейна Нижнего Дона на уровне притоков первого порядка – бассейна реки Тузлов, впадающей в протоку Дона – реки Аксай, в летний сезон проведены исследования по оценке токсичности вод методом биотестирования. В каждой реке пробы отбирали в трех местах: выше, ниже и в месте сброса шахтных вод. Результаты оценки токсичности вод получены общепринятыми методиками биотестирования с *Daphnia magna* и *Scenedesmus obliquus*, а так же методиками с представителями микрозоопланктона, разработанными нами для сети Росгидромета. Использовали три тест-объекта различных трофических уровней и систематической принадлежности: общепринятый ветвистоусый рачок *Daphnia magna* (РД 52.24.566-94), *Brachionus calyciflorus* (РД 52.24.662-2004), зеленые микроводоросли *Scenedesmus obliquus* (РД 52.24.566-94) и тест на фитотоксичность с семенами редиса *Raphanus sativus* (СанПиН 2.1.7.573-96).

Результаты биотестирования по оценке токсичности вод на трех тест-объектах неоднозначны. Это связано с тем, что набор тест-объектов включает виды с различными экологическими особенностями. Общее количество проб, оказывающих токсическое действие невелико (Игнатова и др., 2011).

Из исследованных рек по данным биотестирования наиболее тревожная ситуация отмечена в реках Кадамовка, Малый Несветай и Аюта. Отсутствие токсичности по данным биотестирования вод не всегда совпадает с оценкой их загрязнения по значениям УКИЗВ (РД 52.24.643-2002), рассчитанными по концентрациям тяжелых металлов. Такое расхождение, вероятно, связано с тем, что для гидробиоты токсичность тяжелых металлов зависит от формы нахождения последних в водной экосистеме. Что делает обязательным включение метода биотестирования в комплекс геоэкологических исследований речных бассейнов. Кроме того, необходимо учитывать «адресность» биотестиро-

вания, т.е. необходимо использовать экологически соответствующие исследуемому региону тест-объекты.

Полное представление о состоянии водного объекта можно получить только на основе комплексного подхода. В осенний сезон нынешнего года проведены комплексные экспедиционные исследования, включающие гидробиологические, гидрохимические, геофизические, экотоксикологические подходы, тех же створов. Получен большой фактический материал, анализ которого позволит объективно оценить экологическое состояние рек Восточного Донбасса. В частности, составить «батарею» биотестов с экологически соответствующими тест-объектами и тест-показателями, для проведения объективной диагностики токсичности вод малых рек, находящихся под влиянием шахтных вод.

Литература

Бакаева Е. Н., Никаноров А. М. Гидробионты в оценке качества вод суши. М.: Наука, 2006. 237 с.

Бакаева Е. Н., Игнатова Н. А. Эколого-токсикологическое состояние нижнего течения р. Дон // Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы: Матер. III Всерос. конф. по водной токсикологии. Борок: Ярославский печатный двор, 2008 С. 193–197.

Бакаева Е. Н., Игнатова Н. А. Динамика токсичности вод малой реки в пределах мегаполиса (р. Темерник, ЮФО) // Живые и биокосные системы. 2014. № 7; URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-7/article-3>.

Игнатова Н. А. Оценка токсичности вод и донных отложений антропогенно загрязненных экосистем методом биотестирования (на примере бассейна Нижнего Дона) // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ростов-на-Дону: 2009. 24 с.

Игнатова Н. А., Бакаева Е. Н., Черникова Г. Г., Гибков Е. В., Скляров В. В. Токсическое загрязнение водотоков в районе ликвидации шахт Восточного Донбасса «мокрым» способом // Современные проблемы водной токсикологии: Матер. Всерос. конф. с междунар. участием. г. Петрозаводск 17–19 мая 2011 года. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2011. С. 51–54.

РД 52.24.566-94. Методы токсикологической оценки загрязнения пресноводных экосистем. М.: ФСР Госкомгидромета, 1994. 130 с.

РД 52.24.662-2004 Оценка токсического загрязнения природных вод и донных отложений пресноводных экосистем методами биотестирования с использованием коловраток. М.: Метеоагентство Росгидромета, 2006. 60 с.

СанПиН 2.1.7.573-96 Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения. М.: Минздрав России, 1997.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕК УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ ПО ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИМ И ХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ, А ТАКЖЕ МЕТОДОМ БИОИНДИКАЦИИ

А. В. Кургаева, Е. Г. Климентова

*Ульяновский государственный университет,
nastyakurgaeva@mail.ru*

Целью исследования является оценка экологического состояния рек Свияга и Сызранка различными методами с последующим сравнением полученных результатов.

По мнению специалистов, большинство заболеваний у людей, проживающих в экологически неблагополучных регионах, вызвано некачественным, антисанитарным состоянием воды (Алимов, 2000).

Для получения объективной картины загрязнения биоценоза необходимы исследования в двух направлениях. Во-первых, должны совершенствоваться методы инструментального химического анализа, во-вторых, целесообразно более широкое использование организмов-биоиндикаторов (Воробейчик, 1994).

В связи с поставленной целью были выделены следующие задачи.

1. Изучить воду рек Свияга и Сызранка по органолептическим показателям;
2. Дать оценку степени загрязнения р. Свияга и р. Сызранка по состоянию популяции растений семейства рясковых;
3. Дать оценку степени загрязнения р. Свияга и р. Сызранка по химическим показателям;
4. Сравнить результаты исследований по органолептическим показателям, методам биоиндикации и методам химического исследования воды.

В качестве объекта исследований были выбраны р. Свияга в 5 км от истока в Кузоватовском районе (проба 1). Р. Свияга в 500 м от Ульяновского государственного университета (проба 2). Р. Сызранка, по адресу в 500 м. ниже д. Маловка (проба 3) и в 500 м ниже с. Новое Томышёво (проба 4).

При осмотре воды в пробах 1, 3 и 4 не было замечено плавающих на поверхности примесей и загрязнения береговой зоны, но местами обнаружены «ковры рясок» и остатки другой растительности. При осмотре воды пробы 2 были обнаружены плавающие на поверхности примеси и загрязнения береговой зоны, в том числе «ковры рясок» и остатки растительности.

Вода во всех местах отбора проб мутная. Мутность воды разной степени может быть вызвана наличием в ней механических примесей: песка, ила, глины, мела, гумуса и т. д. Мутная вода нередко содержит большое количество бактерий, которые защищены этими примесями. Последние затрудняют обеззараживание воды.

Интенсивность запаха по шестибальной шкале воды пробы 1 составила 2 балла, т.е. запах замечается потребителем, если обратить на это его внимание. Запах неопределенный, естественного происхождения. Интенсивность запаха

воды пробы 2 составляет 4 балла, запах обращает на себя внимание и заставляет воздержаться от питья. Характер запаха болотный. Интенсивность запаха 3 и 4 проб составила 3 балла, т.е. запах легко замечается и вызывает неодобрительные отзывы о воде. Характер запаха болотный.

1 и 3 пробы характеризуются средней цветностью, т.е. составляют более 50 до 80 градусов платино-кобальтовой шкалы, а цветность 2 и 4 пробы высокая и составляет более 80 до 120 градусов платино-кобальтовой шкалы. Интенсивность вкуса и привкуса пробы 1 заметная, они легко замечаются и вызывают неодобрительные отзывы о воде. У 2, 3 и 4 проб воды вкус и привкус обращают на себя внимание и заставляют воздержаться от питья, интенсивность оценивается 4 баллами (табл. 1).

Таблица 1

Результаты исследования воды по органолептическим показателям

	Проба 1	Проба 2	Проба 3	Проба 4
Интенсивность запаха	2	4	3	3
Характер запаха	Неопределенный	Болотный	Болотный	Болотный
Характеристика вод по прозрачности (мутности)	Маломутная	Мутная	Средней мутности	Средней мутности
Характеристика вод по цветности	Средняя	Высокая	Средняя	Высокая
Интенсивность вкуса и привкуса	Заметная	Отчетливая	Отчетливая	Отчетливая
Уровень загрязнения воды	Умеренно загрязнённая	Грязная	Загрязнённая	Загрязнённая

Таблица 2

Результаты исследования ряски малой методом биоиндикации

	Проба 1	Проба 2	Проба 3	Проба 4
Всего исследованных растений	150	150	150	150
Ряска малая, шт./%	95/63	109/73	115/77	104/69
Количество щитков	202	138	151	174
Отношение числа щитков к числу особей	2,1	1,3	1,3	1,7
Число щитков с повреждениями, шт./%	38/18,8	82/59,4	77/50,99	51/29,3
Ряска трёхдольная, шт./%	33/22	21/14	19/13	36/24
Количество щитков	82	41	38	97
Отношение числа щитков к числу особей	2,5	1,95	2	2,7
Число щитков с повреждениями, шт./%	20/24,4	22/53,7	18/47,4	19/19,6
Ряска многокоренная, шт./%	22/15	20/13	16/11	10/7
Количество щитков	40	25	24	18
Отношение числа щитков к числу особей	1,8	1,25	1,5	1,8
Число щитков с повреждениями, шт./%	12/30	18/72	14/58,3	3/16,7

На местах отбора проб были исследованы три вида ряски: малая (*Lemna minor* L.), трёхдольная (*Lemna trisulca* L.), и многокоренная (*Spirodela polyrrhisa* L.).

В пробе 1 количество щитков с повреждениями у различных видов ряски вошло в биоиндикационную категорию 20–30%, что соответствует умеренно загрязненному уровню по шкале загрязнения воды. Вода в р. Свяга в 5 км от

истока вблизи Кузоватовского района умеренно загрязнена (табл. 2). В пробе 2 количество щитков с повреждениями у различных видов ряски вошло в биоиндикационную категорию 50–70%. Вода в р. Свияга в 500 м от УлГУ грязная (табл. 2). В пробе 3 количество щитков с повреждениями у различных видов ряски вошло в биоиндикационную категорию 50–60%. Вода в р. Сызранка загрязнённая (табл. 2). В пробе 4 количество щитков с повреждениями у различных видов ряски вошло в биоиндикационную категорию 20–30%. Вода в р. Сызранка загрязнённая (табл. 2) (Алексеев, 1996).

По железу (0,6 мг/л) и нефтепродуктам (0,09 мг/л) в пробе 1 наблюдалось превышение ПДК в 2 раза, по кадмию (0,004 мг/л) в 4 раза.

В пробе 2 особенно заметным оказалось превышение ПДК по силикатам (20 мг/л) и свинцу (0,02 мг/л) в 2 раза, железу (2,3 мг/л) в 7 раз, кадмию (0,006 мг/л) в 6 раз, марганцу (0,2 мг/л) в 4 раза, никелю (0,09 мг/л) в 4,5 раза и нефтепродуктам (0,15 мг/л) в 3 раза.

ПДК в пробе 3 превышено по сероводороду (0,007 мг/л) в 2,3 раза, кадмию (0,004 мг/л) в 4 раза.

В пробе 4 ПДК превышено по сульфатам (400 мг/л) в 1,6 раз, силикатам (20 мг/л) и марганцу (0,1 мг/л) в 2 раза, нитратам (28 мг/л) в 1,4 раза, сероводороду (0,009 мг/л) и нефтепродуктам (0,15 мг/л) в 3 раза. Так же превышения ПДК наблюдались по: железу (0,7 мг/л) в 2,3 раза, кадмию (0,005 мг/л) в 5 раз, нитритам (5 мг/л) в 2,5 раза, органическому углероду (18 мг/л) в 1,8 раз.

Таким образом, сравнив исследования воды по органолептическим показателям, методам химического анализа и методам биоиндикации с помощью растений семейства рясковые (*Lemnoideae*), можно сделать вывод о том, что вода в р. Свияга (в 5 км от истока в Кузоватовском районе, 1 проба) умеренно загрязнена, вода в р. Свияга (в 500 м от Ульяновского государственного университета, проба 2) грязная, в р. Сызранка (в 500 м ниже села Новое Томышёво, проба 3 и в 500 м ниже д. Маловка, проба 4) загрязнённая (табл. 3).

Сравнение данных, полученных при исследовании воды по органолептическим показателям, методам биоиндикации и методами химического анализа показало сходные результаты, что говорит о приемлемости исследования качества воды различными методами. Это приводит к получению достоверных результатов.

Литература

- Алексеев С. В. Практикум по экологии: практикум / Под ред. С. В. Алексеева. СПб.: Ао мдс, 1996. 192 с.
- Алимов А. Ф. Элементы теории функционирования водных экосистем / Под ред. А. Ф. Алимов. СПб.: Наука, 2000. 147 с.
- Ашихмина Т. Я. и др. Биоиндикация и биотестирование – методы познания экологического состояния окружающей среды. Киров, 2005.
- Воробейчик Е. Л., Садыков О. Ф., Фарафонов М. Г. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем. Екатеринбург: УиФ Наука, 1994. 280 с.
- Львов Ю. А. Биоиндикационная экология // Экология промышленного города / Под ред. Ю. А. Львова. Томск, 1992. 256 с.
- Мелехов О. П., Сарапульцев Е. И. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование / Под ред. О. П. Мелехова. 3-е изд. М.: Академия, 2010. 288 с.

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ГИДРОГЕННОЙ МИГРАЦИИ РАДИЯ-226 В ИМПАКТНОЙ ЗОНЕ БЫВШЕГО РАДИОХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Н. Г. Рачкова, И. И. Шуктомова

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,
rachkova@ib.komisc.ru*

Актуальность исследования форм нахождения и динамики содержания естественных радионуклидов в водных экосистемах зоны влияния бывших радиохимических производств обусловлена необходимостью обеспечения и прогнозирования радиационной безопасности регионов России. Механизмы мобилизации радия в водоёмах и зонах активного водообмена техногенно-нарушенных территорий, несмотря на известные закономерности его миграции, слабо исследованы. Причиной тому является специфичный химический состав природных вод на промплощадках, ограниченный объём доступной информации о термодинамике соединений радия, его ультрамалые концентрации в компонентах водных экосистем, ограничивающие возможности не только прогнозирования поведения, но и определения радионуклида.

Целью нашей работы является изучение распределения радия-226 (между частицами разной дисперсности, водной фазой и седиментами, фракциями гумусовых веществ природных вод) и установление сезонной и многолетней динамики содержания радия-226 в водоёмах импактной зоны бывшего радиевого промысла в Республике Коми. Удельную активность (УА) радионуклида в пробах вод и донных осадков определяли эманационным методом с нижним пределом обнаружения 0,04 Бк (Старик, 1969). Для дифференциации соединений радия по степени дисперсности частиц-коллекторов, воду из поверхностного слоя (ручьи) или глубины 20-50 см водного потока после отбора фильтровали с последовательным отделением грубой взвеси (частицы более 3,5 мкм) и взвешенного вещества крупностью 0,45–3,5 мкм. Оценку содержания радионуклидов в составе гумусовых веществ воды осуществляли путём осаждения фракций гуминовых кислот (0,1М H_2SO_4), коллоидно-дисперсных (0,2М NaOH) фульвокислот по методике (Лурье, 1973), широко использовавшейся в 70-е годы в процессах водоочистки. Донные отложения отбирали из верхнего 20-сантиметрового слоя седиментов.

Исследованная акватория (пр. Ухта, Ярега, Лыя-ель, мелкие водотоки промплощадок) подвержена влиянию стоков с территории хранилища радиоактивных отходов (РАО) и бывших химических заводов производства. В радиоактивных грунтах содержится до 300 Бк/г радия (Носкова, 2010), значительные количества сульфатов, кальция, фосфатов и карбонатов (Рачкова, Шуктомова, 2013), что обеспечивает высокую минерализованность водной среды и должно способствовать иммобилизации радия в твёрдой фазе. Однако, как свидетельствуют результаты исследований, его миграция с водами мелких водотоков промплощадок в настоящее время интенсивнее, чем в 1960-62 гг. (Научный отчет..., 1963). В отдельные периоды года содержание радия-226 в водах мелких

водотоков промплощадок повышается до нормативных показателей (0,49 Бк/л). Это заметно больше соответствующего максимума 1963 г. (0,25 Бк/л) и выше фоновых показателей для северных рек (0,007 до 0,15 Бк/л) (Виноградов, 1957).

Воды р. Ухта, принимающей стоки с территорий производственных объектов промысла, по содержанию радия-226 отвечают современным санитарно-гигиеническим нормативам и региональным показателям (рис. 1). При этом вблизи от хранилища РАО отмечается двукратное повышение удельной активности радия в воде по сравнению с участками реки выше и более чем на 3 км ниже места вливания в реку мелких водотоков, дренирующих промплощадки.

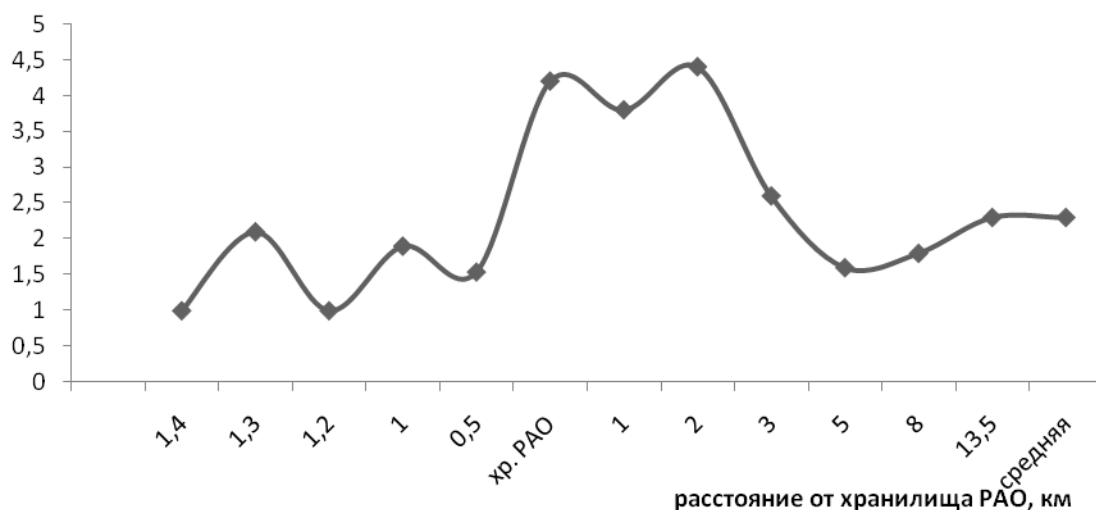


Рис. 1. УА радия-226 в воде р. Ухта (по вертикали, $n \times 10^{-2}$ Бк/л) на 15 км участке русла (по горизонтали) в импактной зоне объектов радиевого промысла (июнь 2013 г.)

Сезонное увеличение содержания радия в речных водах импактной зоны установлено для отборов в марте, конце мая и октябре – ноябре (рис. 2). УА радия в водах и в эти периоды укладывалась в границы нормативных требований, но в отдельных случаях была сравнима с уровнями вмешательства. Указанные особенности миграции радия с поверхностными водами можно связывать с подъемом уровня грунтовых вод, дренирующих радиоактивно загрязнённую почву и производственные отходы, изменением химического состава вод, снижением содержания коллоидно-дисперсного органического вещества, уменьшением в условиях низких температур скоростей трансформации и седиментации органо-минеральных соединений его макроаналогов. Это подтверждается рекогносцировочными наблюдениями за радиоэкологическим состоянием грунтовых вод (Пастухов, Носкова, Кичигин, Шуктомова, 2013) и результатами статистической обработки данных. Согласно последним, удельная активность радия-226 в водах импактной зоны достоверно зависит от содержания в ней бория, органических веществ, фосфатов, железа, натрия и калия.

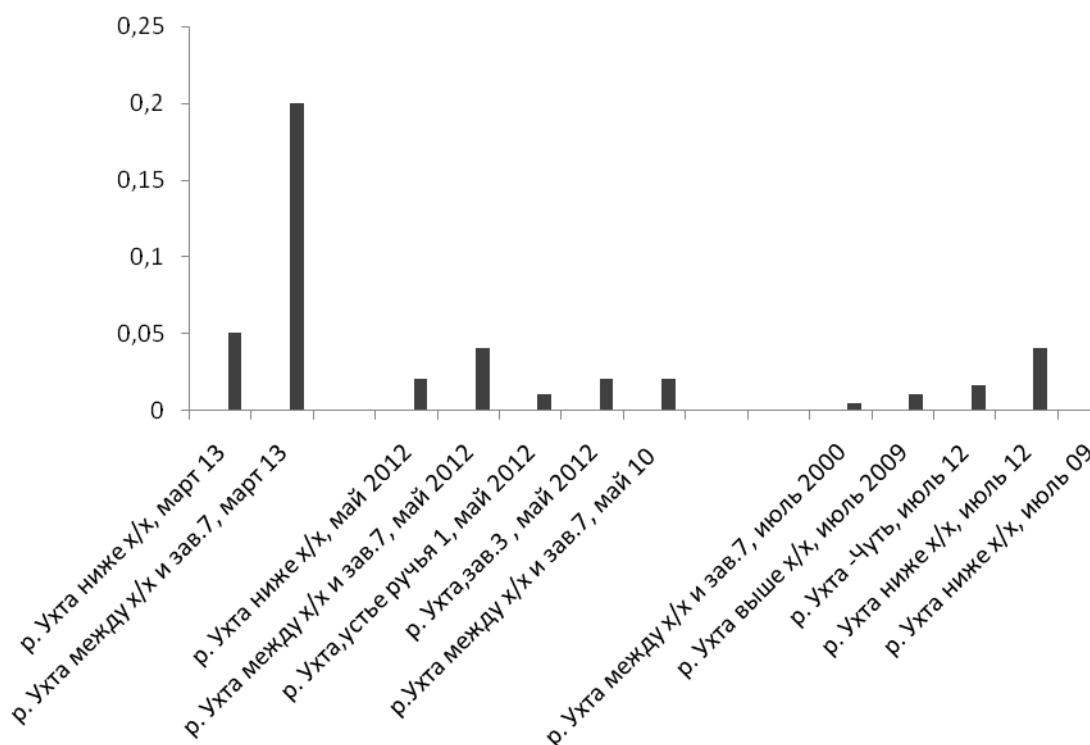


Рис. 2. Сезонные особенности удельной активности радия-226 (Бк/л) в водах р. Ухта

По результатам ультрацентрифугирования, радий переносится водой как в растворе, так и со взвешенным веществом. Крупной взвесью переносится дополнительно до 150% его удельной активности. При этом водотокам с наиболее сложной радиоэкологической обстановкой (ручьи хранилища РАО, рр. Ярега и Лыяель в зоне влияния стоков с площадок заводов № 10 и 12) свойственна преимущественно растворимая форма радия, доля которой занимает 60–95% его удельной активности в водах. В то же время водными потоками р. Ухта вне зоны влияния радиевого производства, а также мелкими водотоками территорий заводов № 3 и 7, радий переносится в основном во взвешенном состоянии. Согласно проведённым исследованиям, суммарная доля радионуклида в составе гумусовых веществ воды, склонных к процессам седиментации (гуминовые кислоты, коллоидно-дисперсные фульвокислоты), достигает 100% его удельной активности в водах. При этом для водных сред, обогащённых органическим веществом (82 мг/л при фоновых величинах порядка 10 мг/л), отмечается тренд к возрастанию доли радия-226 в экстрактах гуминовых кислот. По-видимому, именно вследствие такого фазового распределения наблюдается повышение его концентрации в воде вблизи участка складирования РАО (рис. 1). Судя по результатам множественного регрессионного анализа, на седиментацию радионуклида в водоёмах значимо влияет содержание в воде его химических макроаналогов - кальция и магния. По-видимому, это связано с известной благотворной ролью кальция в образовании минеральных и железо-алюминийорганических соединений, устойчивых к растворению водой (Легин, 2003).

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о необходимости систематического мониторинга содержания радия-226 и изучения механизмов его транспорта из очагов радиоактивного загрязнения с поверхностными водами района радиевого промысла. Показано, что в отдельные периоды сезона, удельная активность радия в мелких водотоках промплощадок может достигать величин, близких к регламентируемым показателям, что приводит к заметному увеличению уровня радиоактивности речных вод.

Полученные данные могут рассматриваться как в аспекте механизмов рассеяния и транспорта радиоактивных поллютантов из очагов загрязнения, так и радиационной безопасности поверхностных вод и источников водоснабжения населения в «критических» районах. Результаты исследований могут стать основой для создания и оптимизации технологий реабилитации радиоактивно загрязненных территорий, дезактивации водной среды, локализации радиоактивных загрязнений, применения способов ограничения геохимической подвижности и биологической доступности радиоактивных элементов.

Литература

Виноградов А. П. Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах. М.: Изд-во АН, 1957. 238 с.

Лурье Ю. Ю. Унифицированные методы анализа вод. М.: Химия, 1973. 376 с.

Легин Е. К., Трифонов Ю. И., Хохлов М. Л. и др. Модельное изучение влияния глееобразования на миграцию радионуклидов в переувлажненных почвах // Радиохимия, 2003. Т. 45, № 1. С. 91–96.

Носкова Л. М. Динамика миграции U, Ra и Th в компонентах экосистем, нарушенных в результате радиевого производства: Автореф. дис. ... к.б.н., Сыктывкар, 2010. 25 с.

Научный отчет по теме «Влияние малых доз ядерных излучений на живые организмы в районах повышенной естественной радиации» за 1963 год. Рук. Фонд Коми НЦ УрО РАН. Ф. 3.Оп. 2. Д. 48.217 с.

Рачкова Н. Г., Шуктомова И. И. Сравнительный анализ миграционной способности и концентрирования природного урана в экосистемах рек Печорского бассейна // Радиационная биология. Радиоэкология, 2013. Т. 53. № 1. С. 84–94.

Старик И. Е. Основы радиохимии. Л.: Наука, 1973. 247 с.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ РЕЧНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЗАУРАЛЬЯ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

З. Б. Бактыбаева

*Институт региональных исследований Республики Башкортостан,
baktybaeva@mail.ru*

Добыча и переработка полиметаллических руд в Зауралье Республики Башкортостан сопровождаются антропогенным загрязнением поверхностных водных экосистем региона тяжелыми металлами (ТМ), поступление которых осуществляется в основном со сбросом неочищенных шахтных, рудничных и подотвальных вод. Вынос сточными водами токсичных химических элементов продолжается и после завершения эксплуатации месторождений.

В течение полевых сезонов 2006–2011 гг. были проведены работы по изучению содержания приоритетных тяжелых металлов в водных макрофитах, воде и донных отложениях рек, испытывающих наибольшую техногенную нагрузку. Для оценки изменения концентраций ТМ в зависимости от степени загрязнения были заложены системы ключевых участков: система А и система Б – на реке Таналык, система В – на реке Карагайлы. В данной работе представлены сведения по содержанию цинка и меди в воде, грунте и рогозе узколистном (*Typha angustifolia* L.).

Район исследования характеризуется засушливостью климата. Годовое количество осадков 270–450 мм. Среднегодовая температура составляет 1,0–2,0 °С (Физико-географическое районирование..., 1964).

Река Таналык является притоком р. Урал первого порядка. Длина водотока составляет 225 км, площадь водосбора 4160 км². В бассейне р. Таналык расположено значительное количество объектов горнорудной промышленности. Наиболее опасными из них являются месторождение Куль-Юрт-Тау и объекты Бурибаевского горно-обогатительного комбината (ГОК). Отработанное серно-колчеданное месторождение Куль-Юрт-Тау находится в верхнем течении р. Таналык рядом с г. Баймак. В результате эксплуатации месторождения были образованы мощные отвалы вокруг карьера, расположенного на вершине сопки в 1,5 км от реки. Образующиеся подотвальные воды техногенного объекта характеризуются высоким содержанием металлов и серной кислоты, что снижает рН стоков до 1,1–2,0. Подотвальные воды вместе с поверхностным стоком и грунтовыми водами поступают в р. Таналык.

Бурибаевский ГОК находится примерно в 130 км вниз по течению от истока р. Таналык на территории п. Бурибай. Источниками загрязнения являются обогатительная фабрика по переработке медно-колчеданных руд, рудные и породные отвалы вокруг карьера и два хвостохранилища. Рудные отвалы размещены вплотную к р. Таналык. В результате проникновения атмосферных осадков в толщу отвалов происходит процесс окисления отходов добычи и переработки, приводящий к увеличению растворимости тяжелых металлов (меди, цинка, марганца и др.) и вымывание их в подотвальные воды, которые стекая в р. Таналык, загрязняют ее серно-кислотными водами (рН менее 3). Кроме того, происходит загрязнение реки фильтратом хвостохранилищ (Абдрахманов, 2005).

Река Карагайлы является притоком р. Урал второго порядка. Длина водотока составляет 28 км, площадь водосбора 144 км². Среднее и нижнее течение реки расположено в черте пригородных поселков и промзоны г. Сибай. Карагайлы является приемником шахтных вод подземного рудника и подотвальных вод Сибайского рудного карьера. Ниже по течению в непосредственной близости к руслу реки находятся старое и новое хвостохранилища Сибайской обогатительной фабрики (СОФ).

Система А состояла из четырех участков, расположенных вдоль градиента загрязнения р. Таналык подотвальными водами отработанного серно-колчеданного месторождения Куль-Юрт-Тау. Участок А-IV с наибольшим загрязнением был заложен в непосредственной близости от отвалов карьера

Куль-Юрт-Тау на притоке р. Таналык, загрязняемом подотвальными водами; участок А-III – на расстоянии 1,5 км от участка А-IV, в русле р. Таналык в месте впадения загрязненного притока; участок А-II – в русле р. Таналык на расстоянии 3 км ниже по течению от А-III; участок А-I – условный контроль – на расстоянии 10 км выше впадения загрязненного притока.

Система Б состояла из четырех участков, расположенных вдоль градиента загрязнения р. Таналык стоками объектов Бурибаевского ГОК. Участок Б-IV был заложен на притоке р. Таналык, протекающем вдоль старого хвостохранилища Бурибаевского ГОК и загрязняемом его фильтратом; участок Б-III – на расстоянии 1,5 км от участка Б-IV в русле р. Таналык в месте впадения загрязненного притока; участок Б-II – в русле р. Таналык на расстоянии 3 км ниже по течению от Б-III; участок Б-I был выбран выше места впадения загрязненного притока (условный контроль).

Вдоль русла реки Карагайлы также были заложены четыре ключевых участка (система В). Участок В-I (условный контроль) располагался в верхнем течении реки, не загрязняемом бытовыми и промышленными стоками. Остальные три участка закладывались в черте промзоны г. Сибай: участок В-II – на отрезке реки, загрязняемом подотвальными и шахтными водами; участок В-III – у старого хвостохранилища Сибайской обогатительной фабрики (СОФ); участок В-IV – у нового хвостохранилища СОФ.

Пробы воды и растительных образцов отбирались на каждом ключевом участке в 5-кратной повторности. Пробы донных отложений отбирали с глубины 0–20 см одновременно с растительными образцами. Концентрации ТМ в пробах измеряли методом инверсионной вольтамперометрии.

Как показали результаты исследований (табл. 1), содержание рассматриваемых металлов в воде на всех участках систем А, Б и В превышает предельно допустимую концентрацию (ПДК) для водоемов рыбохозяйственного значения (Перечень рыбохозяйственных..., 1999). Максимальные концентрации данных элементов отмечены на участках р. Карагайлы: В-II, В-III и В-IV, где превышение нормативов по цинку – от 710 до 1320 ПДК, по меди – от 920 до 2580 ПДК. Повышенное содержание ТМ на контрольных участках систем А и В, вероятно, связано с особенностями естественного геохимического фона региона, а на участке Б-I – с фоновым загрязнением (на участке р. Таналык до п. Бурибай расположен ряд действующих и отработанных месторождений).

В воде на всех ключевых участках концентрация цинка выше концентрации меди. В донных отложениях почти на всех участках систем А и В содержится больше цинка, а на участках системы Б – меди. Сравнение полученных данных по донным отложениям с ПДК для подвижных форм тяжелых металлов в почвах показало, что по цинку превышение наблюдается лишь на участке Б-IV (2 ПДК); по меди на участках А-III, А-IV, В-III и В-IV наблюдается превышение до 2 ПДК, а на участках Б-II, Б-III и Б-IV – от 7 до 14 ПДК. В целом, можно отметить, что уровень рассматриваемых элементов в воде и донных отложениях на загрязняемых участках по сравнению с контролем намного выше.

Таблица 1

**Содержание цинка и меди в воде (в числителе – мг/дм³)
и донных отложениях (в знаменателе – мг/кг) на ключевых участках**

Системы ключевых участков	Ключевой участок			
	I	II	III	IV
	Zn			
Система А	$\frac{0,03 \pm 0,01}{3,70 \pm 0,43}$	$\frac{0,10 \pm 0,02}{8,19 \pm 0,67}$	$\frac{0,14 \pm 0,02}{12,97 \pm 2,06}$	$\frac{0,40 \pm 0,05}{14,49 \pm 2,25}$
Система Б	$\frac{0,02 \pm 0,004}{0,93 \pm 0,12}$	$\frac{0,24 \pm 0,022}{4,39 \pm 0,34}$	$\frac{0,60 \pm 0,036}{11,38 \pm 2,28}$	$\frac{1,20 \pm 0,045}{45,21 \pm 4,55}$
Система В	$\frac{0,08 \pm 0,01}{4,26 \pm 1,49}$	$\frac{13,20 \pm 2,17}{14,14 \pm 3,54}$	$\frac{7,10 \pm 0,85}{4,20 \pm 1,62}$	$\frac{9,46 \pm 0,46}{6,32 \pm 0,86}$
Системы ключевых участков	Cu			
	I	II	III	IV
	Cu			
Система А	$\frac{0,014 \pm 0,002}{0,84 \pm 0,07}$	$\frac{0,020 \pm 0,004}{1,62 \pm 0,07}$	$\frac{0,030 \pm 0,006}{3,10 \pm 0,08}$	$\frac{0,035 \pm 0,008}{5,20 \pm 0,06}$
Система Б	$\frac{0,002 \pm 0,0002}{2,70 \pm 0,24}$	$\frac{0,080 \pm 0,0032}{22,34 \pm 3,33}$	$\frac{0,090 \pm 0,0038}{26,22 \pm 4,84}$	$\frac{1,102 \pm 0,066}{42,83 \pm 3,50}$
Система В	$\frac{0,004 \pm 0,001}{0,60 \pm 0,18}$	$\frac{0,92 \pm 0,12}{1,42 \pm 0,13}$	$\frac{2,08 \pm 0,37}{6,32 \pm 1,61}$	$\frac{2,58 \pm 0,47}{3,62 \pm 0,73}$

Примечание: Для донных отложений приведены подвижные формы, извлекаемые ацетатно-аммонийным буфером с pH 4,8.

По мере повышения степени загрязнения среды обитания растений происходит и увеличение концентрации ТМ в фитомассе рогоза (табл. 2). Так, по сравнению с условным контролем на загрязняемых участках системы А концентрация цинка увеличивается до 4 раз, системы Б – до 2,5, системы В – до 6. Концентрация меди по сравнению с условным контролем на загрязняемых участках систем А и В увеличивается до 3 раз, системы Б – до 13. Результаты исследований показали, что в тканях рогоза узколистного цинка накапливается больше, чем меди. При этом содержание цинка в надземной фитомассе колеблется от $5,38 \pm 0,80$ мг/кг (участок В-I) до $80,68 \pm 7,62$ мг/кг (участок Б-III), в подземной – от $11,44 \pm 1,67$ мг/кг (участок А-I) до $114,40 \pm 12,90$ мг/кг (участок В-IV); содержание меди в надземной фитомассе колеблется от $0,26 \pm 0,04$ мг/кг (участок В-III) до $21,05 \pm 0,90$ мг/кг (участок Б-IV), в подземной – от $2,34 \pm 0,25$ мг/кг (участок В-I) до $25,17 \pm 3,47$ мг/кг (участок Б-IV).

Таблица 2

**Содержание цинка и меди в фитомассе рогоза узколистного
на ключевых участках (мг/кг воздушно-сухого веса)**

Системы ключевых участков	Ключевой участок			
	I	II	III	IV
	Zn			
Система А	$\frac{8,66 \pm 1,31}{11,44 \pm 1,67}$	$\frac{10,58 \pm 1,92}{26,33 \pm 4,59}$	$\frac{22,01 \pm 2,50}{32,77 \pm 4,83}$	$\frac{35,10 \pm 7,80}{40,46 \pm 3,95}$
Система Б	$\frac{30,67 \pm 4,63}{41,21 \pm 4,88}$	$\frac{45,18 \pm 4,75}{55,10 \pm 4,67}$	$\frac{80,68 \pm 7,62}{92,47 \pm 9,86}$	$\frac{56,82 \pm 7,59}{66,94 \pm 4,49}$
Система В	$\frac{5,38 \pm 0,80}{5,38 \pm 0,80}$	$\frac{6,80 \pm 0,65}{6,80 \pm 0,65}$	$\frac{25,00 \pm 2,45}{25,00 \pm 2,45}$	$\frac{31,00 \pm 3,87}{31,00 \pm 3,87}$

Системы ключевых участков	Ключевой участок			
	I	II	III	IV
	Zn			
	21,00±2,45	31,20±4,44	88,60±6,39	114,40±12,90
	Cu			
Система А	<u>4,47±0,68</u> 5,17±0,48	<u>4,57±0,42</u> 8,21±0,67	<u>5,09±0,59</u> 8,16±0,89	<u>6,70±1,16</u> 14,13±1,57
Система Б	<u>1,58±0,28</u> 2,67±0,45	<u>16,37±2,31</u> 19,13±1,39	<u>17,40±1,44</u> 19,86±1,51	<u>21,05±0,90</u> 25,17±3,47
Система В	<u>0,29±0,04</u> 2,34±0,25	<u>0,88±0,17</u> 5,68±0,38	<u>0,26±0,04</u> 3,78±0,55	<u>0,63±0,08</u> 4,98±0,19

Примечание: Над чертой – содержание ТМ в надземной фитомассе, под чертой – в подземной фитомассе.

Таким образом, проведенные исследования позволяют заключить, что объекты горнопромышленного комплекса являются источниками загрязнения речных экосистем Зауралья Республики Башкортостан тяжелыми металлами.

Литература

Абдрахманов Р. Ф. Гидрогеоэкология Башкортостана. Уфа: Информреклама, 2005. 344 с.

Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. Приказ Госкомрыболовства России от 28.04.1999 г. N 96. М.: Изд-во ВНИРО, 1999. 304 с.

Физико-географическое районирование Башкирской АССР / Под ред. И. П. Кадильникова. Уфа, 1964. 212 с.

ВОДНАЯ МИГРАЦИЯ УГЛЕРОДА В БЕРЕЗОВО-ЕЛОВОМ МОЛОДНЯКЕ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Т. А. Пристова

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,
pristova@ib.komisc.ru*

Водная миграция химических веществ в лесных экосистемах отражается в трансформации природных вод в ряду: атмосферные (дождевые) осадки - подкroновые воды – почвенные (лизиметрические) воды - поверхностный (местный) сток. Миграция углерода сопровождается перераспределением его в пределах фитоценоза, лесной подстилки и по профилю почвы в результате процессов растворения, обменных реакций, биогенной трансформации, выноса из корнеобитаемого слоя. Влияние древесной растительности на количество и содержание углерода во многом определяется ее видовой принадлежностью (Шильцова, Ласточкина, 2006; Арчегова, Кузнецова, 2011; Куликова, 1963). В связи с этим, рубка таежных хвойных лесов оказывает существенное влияние на состав осадков, так как в процессе естественного лесовосстановления на вы-

рубках формируются лиственные леса, которые существенно изменяют характер трансформации атмосферных осадков кронами, по сравнению с хвойными лесами. Второй этап водно-миграционного потока в лесных экосистемах затрагивает внутрипочвенную миграцию углерода с почвенной влагой. Осадки, проникающие под кроны деревьев формируют до 50%, а по некоторым данным не более 35% лизиметрического стока в почвенном профиле (Умарова, 2008; Молчанов, 1960).

В отношении вод поверхностного (местного) стока существует мнение, что они наследуют химический состав нижних почвенных горизонтов и имеют биогенную природу. На химический состав поверхностных вод также оказывает воздействие минеральный состав почвы. Главный источник органического вещества в поверхностных водах – лесная растительность (Глазовская, 1988).

Исследования проводились в 2010–2014 гг. в период с мая по октябрь в окрестностях д. Кылтово Княжпогостского района Республики Коми в березово-еловом молодняке (17–20 лет) (62°18' с.ш. 50°55' в.д.) и на открытом месте (поляне). Согласно данным ГУП «Кылтовское лесничество», до вырубki на месте березово-елового молодняка произрастал ельник чернично-долгомошный с составом древостоя 8Е2Б, подроста – 10Е, возраст 150–190 лет. Отбор поверхностных вод проводился из ручья, дренирующего ландшафт на котором находится участок исследований. Ручей является притоком р. Кылтовка (бас. р. Вымь). Количественный химический анализ проводился в экоаналитической лаборатории ИБ КНЦ УрО РАН «Экоаналит» (аттестат аккредитации №РОСС.RU 001.511 257).

Количество и состав осадков задерживаемых древостоем во многом определяются климатическими условиями года. Исследуемые годы характеризовались различным количеством осадков. Например, в 2012 г. лето и осень были дождливыми – среднемесячная сумма осадков достигала 239% от многолетней нормы (Агрометеорологический бюллетень по РК).

Березово-еловый молодняк за исследуемый период задерживает в среднем 20% количества осадков, поступающих на открытое место, в том числе кроны ели – 37, березы – 15%. В межкروновые пространства («окна») проникает 93% атмосферных осадков от открытого места. Показатель интерцепции (задержания) атмосферных осадков зависит от ряда факторов, одним из которых является период вегетации. Согласно нашим исследованиям, в июле – августе кроны березы задерживают больше атмосферных осадков, чем в мае – июне и сентябре – октябре. Это объясняется увеличением облиствленности крон (Куликова, 1963).

Дождевые осадки и подкروновые воды в среднем обладают кислой и слабокислой реакцией. Атмосферные осадки, поступающие на открытое место, имеют относительно постоянный pH. Подкروновые воды, напротив, имеют довольно четкую тенденцию – увеличение pH от весны к осени (от слабокислой реакции к нейтральной).

Наибольшее количество гидрокарбонатов (HCO_3^-) в березово-еловом молодняке содержится в осадках, собранных под кронами ели. Под кронами березы и в межкроновых пространствах концентрация гидрокарбонатов в 2 раза

меньше, а на поляне – не превышает 4 мг/л. Наблюдается увеличение ионов HCO_3^- в атмосферных и подкроновых водах в июле-августе и последующее снижение в сентябре-октябре. Содержание гидрокарбонат-ионов в подкроновых водах связано с интенсивностью разложения органического вещества, так как CO_2 является конечным продуктом распада любого органического материала (Derome et al., 1993). В летний период, когда процессы разложения активизируются, концентрация CO_2 увеличивается, соответственно увеличивается содержание гидрокарбонатов. Кроме того наблюдается увеличение концентрации гидрокарбонатов непосредственно в атмосферных осадках, поступающих в летний период на открытом пространстве, то есть увеличивается привнос гидрокарбонатов непосредственно из атмосферы.

Кроны деревьев увеличивают концентрацию органического углерода ($\text{C}_{\text{орг}}$) в дождевых осадках в пределах от 5 до 76%. В отдельные годы исследований содержание органического углерода в подкроновых водах увеличивается незначительно, либо вовсе уменьшается, по сравнению с атмосферными осадками. Содержание углерода (органического и неорганического) в подкроновых водах, как правило, значительно выше, чем в атмосферных осадках. Исключением был август 2011 г. когда содержание углерода в подкроновых водах было на 67% ниже, чем в атмосферных осадках.

Реакция среды лизиметрических вод за период исследований изменялась от слабокислой до слабощелочной реакции (значение pH от 5,49 до 7,87). Такое смещение кислотно-щелочного равновесия приводит к тому, что лизиметрические воды имеют значительную кислотность и щелочность (Шилова, Стрелкова, 1974). В весенний период pH подстилочных вод, как правило, имеет нейтральную реакцию, летом и осенью – слабокислую. Согласно нашим исследованиям, концентрация углерода в лизиметрических водах дифференцирована в разных горизонтах почвы и подстилке, а также в зависимости от сезона года. Неорганический углерод интенсивно вымывается из 15–25 см слоя почвы преимущественно в июле ($I_{\text{a/в}}$ до –250%) (рассчитано по Веди и др., 1958). В отдельные годы наблюдается увеличение вымывания неорганического углерода в сентябре-октябре ($I_{\text{a/в}}$ до –71%), что связано с поступлением «свежего» растительного материала с древесным опадом и активным разложением органического вещества с выделением углекислого газа. Из подстилки неорганический углерод вымывается в меньших количествах, чем из минеральных горизонтов почвы. Органический углерод, содержащийся в лизиметрических водах, находится в составе водорастворимых органических веществ различной природы (продукты разложения отмерших растительных и животных организмов, продукты их жизнедеятельности, гумусовые вещества и др.) (Умарова, 2008, Шилова, Стрелкова, 1974) и его концентрация в лизиметрических водах достигает 83 мг/л.

Активное вымывание органического углерода происходит, как правило, в мае-июне из подстилочного горизонта (индекс выноса/аккумуляции $I_{\text{a/в}}$ –30- 96%). В июле – августе органический углерод интенсивно выносятся ($I_{\text{a/в}}$ –22- 90%) из 15 см слоя почвы. В остальные периоды исследований органический углерод удерживается твердой фазой почвы, при этом максимально

удерживается органический углерод в 15–25 см слое почвы. Общая тенденция водной миграции суммарного углерода (органического и неорганического) проявляется в его активной миграции в осенний период из подстилки и из минеральных горизонтов летом.

Существует мнение, что «лес во всех случаях способствует уменьшению поверхностного стока» (Молчанов, 1960). Согласно нашим исследованиям, уменьшение количества атмосферных (дождевых) осадков происходит на первом этапе водной миграции – прохождении осадков сквозь кроны деревьев, следующее снижение происходит в процессе внутрипочвенной миграции – объемом лизиметрических вод из-под нижних горизонтов почвы значительно снижается по сравнению с подстилкой и верхним слоем почвы. Поверхностные воды, как правило, характеризуются слабокислой, реже нейтральной или слабощелочной реакцией среды. Содержание органического и неорганического углерода в поверхностных водах в течение сезона довольно близко к лизиметрическим водам из-под нижних горизонтов почвы. Максимальное содержание органического углерода в водах местного стока в июле может превышать 100 мг/л. Среди сезонных особенностей поверхностного (местного) стока можно отметить следующее: снижение pH в июле и сентябре-октябре, значительное увеличение концентрации $C_{орг}$ в июле. Рост концентрации органического углерода в июле связано со снижением уровня воды в ручье, увеличением испарения влаги и выноса $C_{орг}$ из-под подстилочного горизонта. По сравнению с дождевыми, подкроновыми и лизиметрическими водами из-под верхних горизонтов почвы, поверхностные воды отличаются более высоким содержанием органического и неорганического углерода, а их сезонная динамика близка к лизиметрическим водам из-под нижних минеральных горизонтов почвы.

Литература

Агрометеорологический бюллетень по Республике Коми. ФГБУ Северное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Сыктывкар. 2011–2013 гг.

Арчегова И. Б., Кузнецова Е. Г. Влияние древесных растений на химический состав атмосферных осадков в процессе восстановления среднетаежных лесов // Лесоведение, 2011. № 3. С. 34–43.

Веди Ж. К., Брюкер С., Мерле Д., Шулье Е. Сезонный состав вод, просачивающихся через кроны, и почвенных растворов в двух лесных экосистемах на триасовых песчаниках востока Франции // Почвоведение, № 7. 1958. С. 30–38.

Глазовская М. А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. М.: Высш. шк., 1988. 328 с.

Куликова В. К. Выщелачивание элементов питания из крон деревьев в еловых и березово-еловых насаждениях Карелии // Лес и почвы. Красноярск. 1968. С. 288–295.

Молчанов А. А. Гидрологическая роль леса. М., 1960. 488 с.

Шильцова Г. В., Ласточкина В. Г. Влияние полога соснового и березового леса на химический состав осадков в заповеднике «Кивач» // Тр. Карельского научн. Центра РАН. Вып. 10. Петрозаводск, 2006. С. 180–184.

Шилова Е. И., Стрелкова А. А. Состав и свойства лизиметрических вод лесных подзолистых почв Южной Карелии // Почвоведение. 1974. № 1. С. 18–28.

Умарова А. Б. Преимущественные потоки влаги в почвах: закономерности формирования и значение в функционировании почв: Автореф. ... докт. биол. наук. М., 2008. 52 с.

Derome J., Niska K., Lindroos A.-J. & Valikangas P. The ion-balance monitoring plot network//The Lapland Forest Damage project. Russian-Institute, Rovaniemi Research Station, 1993. P. 49–57.

МОНИТОРИНГ ВОД г. СОВЕТСКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА (III)

Е. Ю. Глушкова, Е. В. Коледаева

*Кировская государственная медицинская академия,
glushckowayekaterina@yandex.ru*

Для большинства регионов России главной проблемой качества вод является высокое содержание в них железа.

Источниками появления железа в воде могут служить как природные (выветривание и частичного растворение горных пород), так и антропогенные факторы (сточные воды и шламы металлургических, химических, нефтехимических, фармацевтических, лакокрасочных, текстильных производств). Но основной причиной высокого содержания железа в воде являются старые водопроводные трубы. Они постепенно ржавеют и разрушаются, и частицы железа попадают в воду (Лопатин и др., 2004).

ГОСТ 2874-82 устанавливает для воды водопроводов ПДК железа, равную 0,3 мг/л. Для воды местных источников водоснабжения допускается содержание железа 0,5–0,6 мг/л. Для водопроводов, подающих воду без специальной обработки по согласованию с СЭС, допускается содержание железа до 1 мг/л (ГОСТ 2874-82 Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством). Если содержание железа превышает указанную величину, то это отрицательно сказывается на органах пищеварительной и сердечнососудистой системы. При повышении предельно допустимой концентрации железа вода приобретает специфический привкус и бурый цвет. Такая вода не может быть использована как питьевая.

Избыток железа в организме человека отрицательно воздействует на здоровье. Соединение трёхвалентного железа с белками откладывается в тканях и образует нерастворимый в воде комплекс – гемосидерин. Его накопление нарушает функции тканей и органов и приводит к развитию заболевания — гемосидероза (Авцин и др., 1991; Зубкин и др., 2009; Смирнов и др., 2003).

В связи с этим была поставлена цель проверить, соответствует ли концентрация железа в воде допустимому содержанию, на примере города Советска.

Цель работы: провести комплексный сравнительный анализ концентрации ионов Fe^{3+} в воде из разных источников г. Советска при помощи тиоционат-иона (NCS-иона) и танина.

Задачи:

1. Провести сравнительный анализ концентрации ионов Fe^{3+} в водопроводной и родниковой воде при помощи NCS-иона и танина;
2. Составить рекомендации по употреблению воды из различных источников на территории г. Советска в качестве питья.

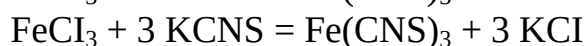
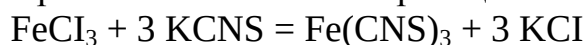
Нами были исследованы пробы вод из разных источников г. Советска: воды из Смоленцевского ключа, водопроводной и воды из уличной колонки.

1. Определяли концентрацию ионов Fe^{3+} с помощью тиоцианат-иона (Шустов, Шустова, 1995).

Были приготовлены образцы, содержащие 50 мг/л, 30 мг/л, 20 мг/л, 10 мг/л ионов Fe^{3+} в воде с помощью последовательного разбавления концентрированного раствора хлорида железа.

В полученные образцы объемом 10 мл каждый была добавлена концентрированная азотная кислота в объеме 1 мл для предотвращения гидролиза солей железа, а затем – по 2 мл 20% раствора тиоцианата калия.

Произошла химическая реакция с образованием тиоцианата железа(3+):



В результате экспериментальные образцы приобрели различную окраску в зависимости от концентрации Fe^{3+} .

Для определения концентрации использовали колориметрическую шкалу.

2. Определяли концентрацию ионов Fe^{3+} другим методом – с помощью раствора танина, приготовленного на основе концентрированного отвара коры дуба (Шустов, Шустова, 1995).

Методика проведения этого эксперимента основывается на оптических свойствах раствора: чем сильнее свет поглощается раствором, тем выше концентрация поглощенного вещества.

Эта зависимость выражается формулой: $D=kc l$, где D – оптическое поглощение (измеряется в лабораториях прибором фотометром), k – коэффициент поглощения, c – концентрация вещества, l – длина пути (в сантиметрах), которую прошел свет в растворе.

Для окрашенных соединений, которые танин образует с солями железа, коэффициент k равен 4000. Оптическое поглощение, при котором глаз человека способен заметить окраску этого раствора, равно 0,1, длина пути 5 см. Отсюда концентрация вещества: $c=D/k l$.

В каждый образец воды добавили по 1 мл отвара дуба. Полученный раствор разбавляли до тех пор, пока окраска не становилась прозрачной.

Методом, позволяющим определить концентрацию ионов Fe^{3+} в воде с помощью тиоцианат-ионов, определили, что вода из Смоленцевского ключа имеет концентрацию ионов Fe^{3+} 0,173 мг/л, вода из уличной колонки – 0,324 мг/л, водопроводная вода – 0,369 мг/л.

Методом, позволяющим определить концентрацию ионов Fe^{3+} в воде с помощью раствора танина, определили, что концентрация ионов Fe^{3+} в воде из Смоленцевского ключа 0,196 мг/л, т.к. она была разбавлена в 0,7 раза до обесцвечивания раствора. Водопроводная вода была разбавлена в 1,4 раза до обесцвечивания раствора, значит концентрация в ней ионов Fe^{3+} 0,391 мг/л. Вода из уличной колонки была разбавлена в 1,3 раза, следовательно, концентрация в ней ионов Fe^{3+} 0,363 мг/л.

Цвет воды во всех образцах был одинаковым, т.е. вода была прозрачной, без бурого оттенка. При исследовании образцов воды из водопровода и колонки нами был зафиксирован характерный для железа запах, что не наблюдалось у воды из Смоленцевского ключа, однако, по данным ГОСТ все образцы укладываются в предельно допустимые показатели.

Исходя из этого мы рекомендуем жителям города Советска использовать специализированные фильтры для воды (картриджи для обезжелезивания к фильтрам-кувшинам, к фильтрам под мойку, к магистральным фильтрам), а также по возможности, употреблять ключевую воду.

Выводы. 1. Наиболее эффективным является метод определения концентрации ионов железа (III) в воде с помощью тиоцианат-ионов, т.к. используя его, мы оценивали цвет раствора, что является более адекватным, чем оценка интенсивности окраски при использовании раствора танина. Наиболее доступным методом является метод определения концентрации ионов железа (III) с помощью танина, т.к. его можно использовать и в домашних условиях.

2. По результатам данных опытов мы видим, что наиболее безопасна для употребления вода из Смоленцевского ключа, содержащая наименьшее количество железа, наименее безопасна – водопроводная вода, содержащая наибольшее количество железа.

Литература

- Шустов С. Б., Шустова Л. В. Химические основы экологии. М.: Просвещение, 1995. 240 с.
- Авцин А. П., Жаворонкова А. А., Риш М. А., Строчкова Л. С. Микроэлементозы человека (этиология, классификация, органопатология). М.: Медицина, 1991.
- ГОСТ 2874-82 Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством.
- Зубкин М. Л. и др. Хронический гепатит В, гемосидероз и фиброз печени у реципиента почечного трансплантата // Клиническая медицина. 2009. № 6. С. 64–67.
- Смирнов О. А., Радченко В. Г., Ермолов С. Ю. и др. Гемосидероз печени. Цитаферез в терапии больных хроническим вирусным гепатитом В и С с морфологическими признаками перегрузки печени железом // Российский мед. журн., 2003. № 3. С. 11–13.
- Лопатин С. А. и др. Современные проблемы водоснабжения мегаполисов и некоторые перспективные пути их решения // Гигиена и санитария. 2004. № 2. С. 19–24.

ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДЫ ОМУТНИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Т. И. Кутявина¹, Е. А. Домнина^{1,2}, Т. Я. Ашихмина^{1,2}
¹ *Вятский государственный гуманитарный университет,*
² *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,*
kutyavinati@gmail.com

Проблема качества воды в искусственно созданных водоёмах особо обострилась в последнее время. Водные объекты аккумулируют в себе различные загрязняющие вещества, которые могут вызывать эвтрофикацию. Чтобы предотвратить такие неблагоприятные последствия, необходимо проводить регулярные наблюдения за состоянием водных объектов.

Целью нашей работы было изучение химического состава воды Омутнинского водохранилища, имеющего социальное значение.

Омутнинское водохранилище (пруд) является вторым по величине в Кировской области. Оно создано в 18 веке для водоснабжения металлургического завода. В настоящее время водоём используется для водоснабжения завода, хозяйственно-бытовых нужд населения и рекреации. В последние годы в Омутнинском водохранилище отмечается очень интенсивное «цветение» воды. Чтобы выявить факторы, вызывающие эвтрофикацию в водохранилище, нами был выполнен химический анализ проб воды из этого водоёма.

В 2011 г. проведено маршрутное обследование водохранилища и выбраны участки отбора проб (рис.). Выбор пунктов отбора осуществляли в соответствии с батиметрическим планом и учётом возможных мест загрязнения. Условно по степени антропогенной нагрузки водохранилище разделили на три части: верховье (пункты отбора № 6–8), среднюю (№ 2–5, 9, 10) и приплотинную (№ 1, 11, 12, 14, 15). Наиболее интенсивно используются ресурсы водохранилища в приплотинной части. В течение 2011–2014 гг. пробы отбирали трижды за летне-осенний период.

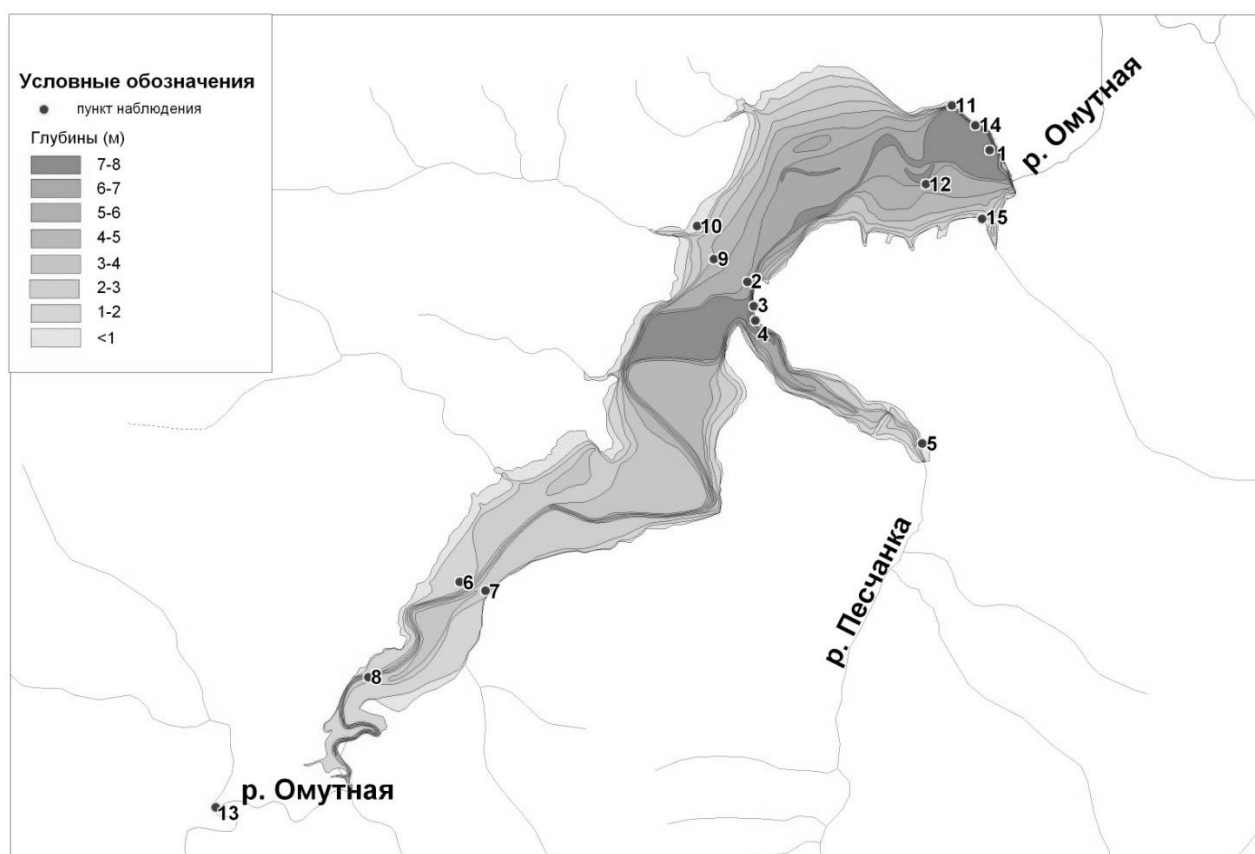


Рис. Расположение участков отбора проб воды в Омутнинском водохранилище

Анализ проб проводился по общепринятым методикам (Руководство ..., 1977) в аккредитованной научно-исследовательской экоаналитической лаборатории Вятского государственного гуманитарного университета. Полученные результаты сравнивали с предельно-допустимыми концентрациями (ПДК) для

водоёмов культурно-бытового назначения. Результаты гидрохимического анализа водохранилища представлены в таблице.

В 2011 г., по результатам химического анализа, превышений ПДК в Омутнинском водохранилище выявлено не было. Исключение составили только ионы железа. Их концентрация в воде достигала $0,35 \text{ мг/дм}^3$ (1,2 ПДК). Превышение норматива по этому показателю наблюдалось на всей акватории. Вероятно, это связано с особенностями почв данной территории, для которых характерно высокое содержание оксидов железа (Тюлин, 1976). В средней части водоёма, вблизи лечебно-оздоровительного профилактория «Металлург» (участок отбора проб № 3), было отмечено довольно высокое содержание ионов аммония. Оно было в два раза выше, чем в верховье и в приплотинной части пруда. У профилактория средняя концентрация составляла $1,14 \text{ мг/дм}^3$, а в верховье и низовье $0,56$ и $0,53 \text{ мг/дм}^3$ соответственно. Известно, что сброс сточных вод от профилактория осуществлялся в водохранилище. Это объясняет повышение концентраций биогенных элементов на данном участке. Повышенные концентрации аммония наблюдались также в центральной части водохранилища. Вероятно, источником ионов аммония на этом участке являлись удобрения, бытовые стоки, поступающие с ливневыми осадками в водоём. Кроме того, на всей акватории нами были отмечены довольно высокие значения бихроматной окисляемости (ХПК). В разных участках водохранилища они составляли в среднем 27 мг О/дм^3 . Это значение не превышало установленный норматив для водоёмов культурно-бытового использования.

В 2012 г. химический состав воды в водохранилище изменился. Содержание аммонийного азота в средней части пруда уменьшилось почти в два раза и составило $0,62 \text{ мг/дм}^3$. При этом на остальной акватории, по сравнению с 2011 г., концентрации ионов аммония остались прежними. В 2012 г. были введены в эксплуатацию новые очистные сооружения профилактория «Металлург». Уменьшение концентрации аммонийного азота в воде в средней части пруда свидетельствует об их эффективной работе. На всей акватории водохранилища зарегистрировано превышение установленных нормативов по двум показателям: бихроматной окисляемости и содержанию железа. Концентрация железа в воде составила в среднем $0,70 \text{ мг/дм}^3$. Для ХПК зафиксировано увеличение значений до 56 мг О/дм^3 . Рост значений бихроматной окисляемости указывает на увеличение содержания органических веществ в водоёме. Вероятно, возрастание концентраций органических веществ в пруду связано с массовым развитием в 2011 г. водорослей и цианобактерий, вызывающих «цветение» воды, накоплением большой биомассы, с её последующим разложением в 2012 г. и высвобождением органических веществ. В целом, в 2012 г. отмечено улучшение ситуации в средней части водоёма, у профилактория.

В 2013 г. зафиксировано снижение показателя ХПК воды до 18 мг О/дм^3 и содержания железа до $0,65 \text{ мг/дм}^3$. Значения остальных показателей по сравнению с результатами 2012 г. не изменились.

Таблица

**Средние значения концентраций загрязняющих веществ и химических показателей в воде
Омутнинского водохранилища в 2011-2014 гг.**

Компоненты, единицы измерения	2011 год			2012 год			2013 год			2014 год			ПДК
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Ион аммония, мг/дм ³	0,56	1,14	0,53	0,41	0,48	0,52	0,58	0,54	0,49	0,39	0,44	0,39	1,5 по азоту
Нитрит-ион, мг/дм ³	0,028	<0,02	0,030	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,037	0,040	0,040	3,3
Нитрат-ион, мг/дм ³	0,31	0,42	0,46	1,21	1,32	2,9	0,25	0,31	<0,1	-	-	2,41	45
Фосфат-ион, мг/дм ³	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	3,5
Сульфат-ион, мг/дм ³	3,83	5,45	3,66	2,38	2,60	2,60	2,90	3,04	3,02	-	-	3,77	500
Калий, мг/дм ³	0,61	0,58	0,67	0,49	0,53	0,57	0,61	0,36	0,46	-	-	<0,1	50
Натрий, мг/дм ³	2,78	2,45	2,24	1,8	1,9	2,1	4,65	4,50	4,16	-	-	1,10	200
Кальций, мг/дм ³	13,8	14,1	13,5	10,0	9,9	10,4	12,1	12,5	12,1	-	-	7,4	-
Магний, мг/дм ³	2,9	2,6	2,2	2,4	2,2	2,1	2,3	2,1	2,0	-	-	1,45	40
Железо, мг/дм ³	0,37	0,29	0,39	0,61	1,15	0,65	0,67	0,65	0,74	1,02	0,89	0,86	0,3
Медь, мг/дм ³	<0,001	<0,001	<0,001	-	-	-	0,0151	0,0020	0,020	-	-	-	1,0
Цинк, мг/дм ³	0,015	0,019	0,006	-	-	-	0,0058	0,0082	0,009	-	-	-	1
Кадмий, мг/дм ³	<0,0005	<0,0005	<0,0005	-	-	-	<0,0005	<0,0005	<0,0005	-	-	-	0,001
Свинец, мг/дм ³	0,0038	0,0033	0,0070	-	-	-	0,0013	<0,0005	0,0028	-	-	-	0,01
ХПК, мг О ₂ /дм ³	27,3	27,0	26,8	63	53	50	15	21	17	37	37	33	30
Растворённый кислород, мгО ₂ /дм ³	8,60	9,33	8,99	7,73	8,28	6,84	5,63	6,20	6,27	-	-	-	-
Цветность, град. цветности	127	98	127	104	80	88	51	54	56	86	87	91	-

Примечание. Цифрами обозначены части водохранилищ: 1 – верховье, 2 – средняя, 3 – приплотинная. Жирным шрифтом выделены превышения ПДК.

В 2014 г. вновь отмечен рост концентраций железа до 1,0 мг/дм³ и увеличение показателя ХПК до 37 мг О/дм³. Рост значений бихроматной окисляемости свидетельствует о том, что содержание органического вещества в Омутнинском водохранилище возросло.

В целом, длительный срок исследований позволил проследить динамику изменения химического состава воды в изучаемом водоёме. Отмечены высокие значения для содержания железа и ХПК. Выявлена неблагоприятная тенденция к увеличению содержания органических веществ в воде. Это может способствовать интенсификации процессов эвтрофикации в водохранилище.

Литература

Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / Под ред. А. Д. Семёнова. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 540 с.

Тюлин В. В. Почвы Кировской области. Киров: Волго-Вятское кн. изд-во, 1976. 288 с.

ДИНАМИКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ЗАПОВЕДНИКА «НУРГУШ» в 2014 г.

Э. В. Габдулхакова, Е. Н. Резник

*Вятский государственный гуманитарный университет,
tenshi.elley@mail.ru*

Формирование химического состава любого озера происходит в результате действия ряда процессов, среди которых внешнее поступление вещества в водоем с атмосферными осадками, поверхностными и подземными стоками, внутри водоёмных процессов и антропогенного влияния. В результате протекания этих процессов в водоемах изменяется концентрация и количество химических веществ. Поэтому важно проводить гидрохимические исследования для оценки и прогнозирования химического состава природных вод (Гасанов, Рысаева, 2013).

Целью нашего исследования было изучить сезонную динамику основных гидрохимических показателей поверхностных вод заповедника «Нургуш».

В заповеднике «Нургуш» 5 рек и более 85 озер, которые образуют единую систему пойменных водоемов, соединенных между собой многочисленными протоками. Пойменные озера имеют небольшую глубину и слабую проточность, благодаря чему хорошо прогреваются. Это способствует богатству и обилию гидрофильной растительности (Летопись ..., 2006).

Исследования проводили в 2014 г. в научно-исследовательской экоаналитической лаборатории ВятГГУ. Пробы отбирали раз в два месяца (март, май, июль, сентябрь). В качестве объектов гидрохимического анализа были выбраны: оз. Кривое, оз. Малое Кривое, оз. Нургуш, наиболее крупные по площади. Определение проводилось по 9 показателям (NH_4^+ , NO_2^- , F^- , PO_4^{3-} , pH, Fe, перманганатная окисляемость, взвешенные вещества, сухой остаток). Результаты представлены в таблице.

Таблица

Результаты анализа проб воды из озер заповедника «Нургуш» в 2014 г.

Точка отбора	NH_4^+ (мг/дм ³)	Перманганат. окис. (мг/дм ³)	Железо общее (мг/дм ³)	NO_2^- (мг/дм ³)	Взвеш. в-ва (мг/дм ³)	Сухой ост. (мг/дм ³)	рН
Март							
оз. Малое Кривое	2,46	4,62	1,67	<0,02	6	132	6,7
оз. Нургуш	1,55	8	2,34	<0,02	11,2	138	6,6
оз. Кривое	1,15	5	0,79	0,056	7,6	56	6,8
Май							
оз. Малое Кривое	<0,1	13,9	0,56	0,055	34,8	246	7,3
оз. Нургуш	<0,1	13,1	0,48	0,043	24,4	194	7,4
оз. Кривое	<0,1	13,9	0,49	0,024	16,8	162	7,4
Июль							
оз. Малое Кривое	0,58	12,92	1,14	<0,02	11	138	7,1
оз. Нургуш	0,28	11,69	1,32	<0,02	15,1	142	7,4
оз. Кривое	0,20	2,46	0,99	<0,02	14	102	7,1
Сентябрь							
оз. Малое Кривое	1,99	4,46	0,81	0,043	25,2	201	7,2
оз. Нургуш	1,27	3,38	2,64	0,043	19,8	162	7,3
оз. Кривое	1,32	2,15	0,58	0,026	11,4	85	7,3

Величина водородного показателя является одним из важнейших показателей, контролирующих присутствие в водном растворе большинства химических элементов и определяющих форму их нахождения в растворе и миграционную способность (Большух, Авдюшкина, 2005).

Водородный показатель во всех исследуемых озерах в марте изменялся от 6,6 до 6,8, в остальные месяцы наблюдалось повышение рН до нейтральных значений в июле и слабощелочных в мае и сентябре (рис. 1).

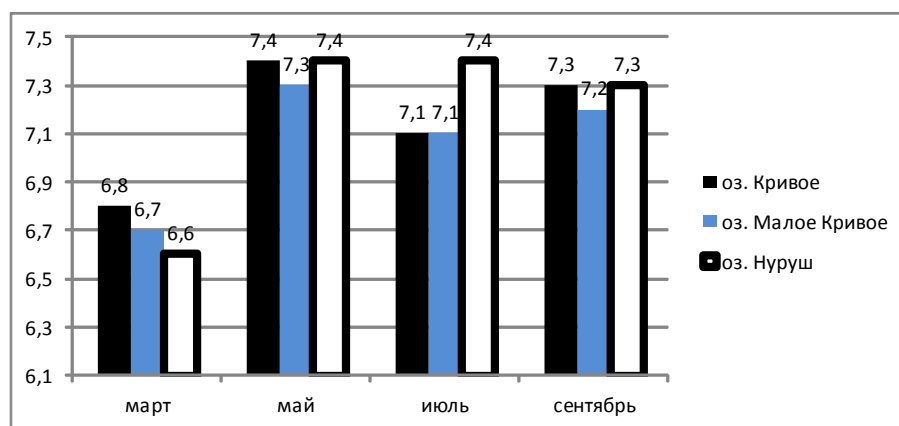


Рис. 1. Динамика растворенного рН в озерах заповедника

Присутствие азота аммония в водоеме определяется многими факторами: величиной стока, интенсивностью процессов аммонификации азотсодержащих соединений, поступлением аммония в результате прижизненных выделений гидрокарбонатов и потреблением его фитопланктоном (Хохлова, 2014).

Максимальная концентрация аммонийного азота в озерах наблюдалась в марте, в мае содержание элемента в озерах ниже предела обнаружения ($<0,1 \text{ мг/дм}^3$), в июле концентрация азота аммония возрастает, чтобы в сентябре достигнуть средней концентрации ($1,5 \text{ мг/дм}^3$) (рис. 2).

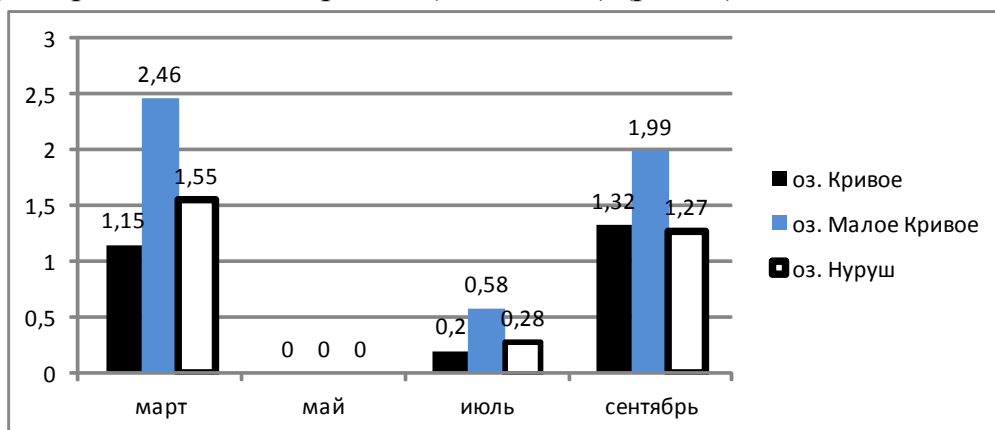


Рис. 2. Содержание NH_4^+ в озерах заповедника «Нуруш» (мг/дм^3)

По результатам проделанной работы можно сделать следующие выводы:

1. Значение pH лежит в пределах от 6,6 до 7,4 характеризует воды как нейтральные и слабощелочные.
2. Химический анализ проб воды показал, что содержание ионов фтора и фосфора ниже уровня определения.
3. Оценка состояния проб показала отсутствие на водоемы антропогенной нагрузки.

Литература

Гасанов И. М., Рысаева И. А. Гидрохимический режим водоемов Раифского участка Волжско-Камского государственного природного биосферного резервата // Вестник Удмуртского ун-та. Серия Биология. Науки о Земле. 2013. Вып. 3. С. 10–14.

Летопись природы заповедника «Нургуш» за 2004 г. Кн. 9. 2006. 297 с.

Большух Т. В., Авдюшкина Е. Л. Гидрохимический состав воды озёр Улаганского района используемых для рыбозаводства // Биоразнообразие и проблемы экологии Горного Алтая: прошлое, настоящее и будущее. Сборник науч. статей. Горно-Алтайск, 2005. С. 222–225.

Хохлова Л. Г. Ретроспективный анализ химического состава воды озер Большеземельской тундры (Большой Харбей и Головка) // Известия Коми НЦ УрО РАН. 2014. № 1 (17). С. 19–36.

СОПРЯЖЕННОСТЬ ЭМИССИИ МЕТАНА И ДИОКСИДА УГЛЕРОДА НА МЕЗООЛИГОТРОФНОМ БОЛОТЕ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ

М. В. Лукашева¹, В. А. Гудырев¹, М. Н. Мигловец², J. Schneider³

¹ Сыктывкарский государственный университет,

² Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,

³ University of Koblenz-Landau,

*Mari.lukasheva.91@mail.ru, vgudyrev@mail.ru, miglovec@bk.ru,
schneider_julia@uni-landau.de*

Экосистемы болот играют важную роль в круговороте углерода. В них осуществляются процессы накопления углерода в торфе и выделения его в атмосферу в составе молекул парниковых газов. Болота являются источниками двух основных парниковых газов – метана и углекислого газа. Концентрация атмосферного метана составляет 1,8 ppm, что почти в 2,5 раза больше, чем в доиндустриальный период (Бажин, 2000). Метан превышает по потенциалу глобального потепления диоксид углерода в 25 раз (Глаголев и др., 2010). Концентрация CO₂ в атмосфере увеличилась с 280 ppm (доиндустриальный период) до 379 ppm (начало XXI в.) (Climat change..., 2007). Для оценки регулирующей роли болотных экосистем необходим совместный анализ двух основных парниковых углеродсодержащих газов (Глаголев и др., 2010).

Цель данной работы – установить сопряженность эмиссии метана и диоксида углерода с поверхности мезоолиготрофного болота подзоны средней тайги.

Исследование проводили с мая по сентябрь 2014 г. на мезоолиготрофном болоте Медла-Пэв-Нюр, расположенном в подзоне средней тайги, в бассейне р. Вычегда на территории Республики Коми. Площадь болота составляет 2790 га. Для оценки скорости эмиссии метана и углекислого газа были выбраны 3 участка: олиготрофная мочажина, мезоевтрофная топь и мезотрофный осоково-сфагновый ковер.

В травяно-кустарничковом ярусе олиготрофной мочажины доминируют *Scheuchzeria palustris* (10%) и *Oxycoccus palustris* (5%). Моховый ярус образован мхами рода *Sphagnum* (100%). В травянисто-кустарничковом ярусе мезоевтрофной топи доминируют *Scheuchzeria palustris* (до 50%) и *Utricularia intermedia* (20%). Незначительное пространство занимают *Oxycoccus palustris* (4%), *Menyanthes trifoliata* (4%), *Carex limosa* (4%) и *Andromeda polyfolia* (3%). Моховой ярус представлен мхами рода *Sphagnum* (80%). В травяно-кустарничковом ярусе мезотрофного участка доминируют *Carex rostrata* (20%), *Oxycoccus palustris* (10%) и *Carex limosa* (10%). Незначительное пространство занимают *Andromeda polifolia* (4%) и *Scheuchzeria palustre* (4%). В моховом ярусе доминируют мхи рода *Sphagnum* (100%).

Для количественной оценки потока парниковых газов с поверхности болота применялся метод динамических камер. Анализ газов производился с помощью алюминиевой камеры объемом 0,075 м³, установленной на стальную рамку, углубленную в торф, и портативным газовым анализатором GGA-24p,

работающим по принципу внеосевой лазерной спектроскопии (Los Gatos Research, США).

В результате исследования нами установлено, что за период наблюдений с мая по сентябрь скорость эмиссии метана и диоксида углерода увеличивается в летний период и уменьшается к осени (рис.), что согласуется с данными других авторов. Сезонные изменения скорости эмиссии метана могут быть связаны с включением различных механизмов транспорта метана из торфа в атмосферу (Heyer et al., 2002; Whiting, Chanton, 1992).

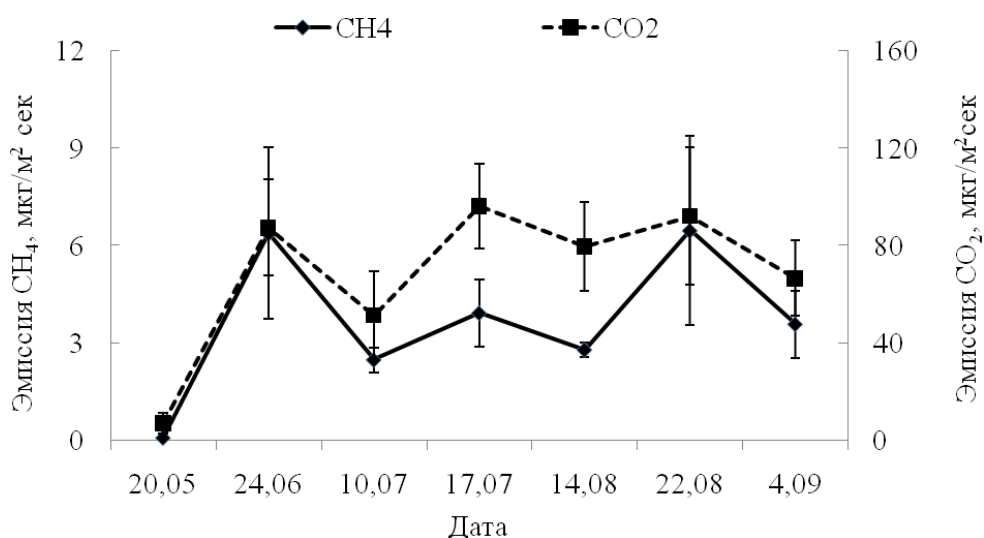


Рис. Сезонная динамика средней скорости эмиссии метана и диоксида углерода на мезоолиготрофном болоте в 2014 г.

Бары соответствуют ошибке среднеарифметических значений ($n=3$)

Максимальное значение средней скорости эмиссии метана было установлено в августе и составило $6,47 \pm 2,9$ мкг/м² сек. Средняя скорость эмиссии CO₂ с поверхности исследуемых участков достигла максимума во второй половине июля ($96,3 \pm 17,6$ мкг/м² сек).

Нами установлена корреляция эмиссии метана с выделением диоксида углерода на участке мезоевтрофной топи ($r=0,92$; $p=0,003$), где обилие трав выше, чем на участках осоково-сфагнового ковра и олиготрофной мочажины. На других исследуемых участках при заданном уровне значимости корреляция не выявлена. По данным Whiting и Chanton (1992) эмиссия метана коррелирует с выделением диоксида углерода в сообществах осоки ($r=0,93$). Авторы связывают это с тем, что при дыхании корней осоки выделяется углекислый газ, который используется метаногенными археями в процессе метаболизма (Whiting, Chanton, 1992; Воробьева, 2007).

Таким образом, скорость эмиссии метана и выделение диоксида углерода достигала максимального значения в летний период и уменьшалась к осени. Установлено, что процессы выделения метана и диоксида углерода сопряжены друг с другом ($r=0,92$; $p=0,003$). Более тесная связь между этими величинами наблюдается на участке травяно-сфагновой мезоевтрофной топи.

Работа выполнена в рамках проекта молодых ученых и аспирантов УрО РАН № 14-4-НП-79.

Литература

- Бажин Н. М. Метан в атмосфере // Соросовский образовательный журнал. Т. 6 № 3. 2000. С. 52–57.
- Воробьева Л. И. Археи: учебное пособие для вузов. М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. 447 с.
- Глаголев Н. М., Сирин А. А., Лапшина Е. Д., Филиппов И. В. Изучение потоков углеродсодержащих парниковых газов в болотных экосистемах Западной Сибири // Вестник ТГПУ. 2010. Выпуск 3 (93).
- Climate Change 2007: The Physical Science Basis // Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press. 2007 996 p.
- Heyer J., Berger U., Kuzin I.L., Yakovlev O.N. Methane emissions from different ecosystem structures of the subarctic tundra in Western Siberia during midsummer and during the thawing period // Tellus. 2002. V. 54 B. P. 231–249.
- Whiting G. J., Chanton J. P. Plant-dependent CH₄ emission in a subarctic Canadian fen // Global Biogeochem. Cycles. V. 6. 1992. P. 225–231.

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПРИРОДНЫХ ЛЕСНЫХ СРЕД И ИХ ОБЪЕКТОВ

М. А. Хрусталёва

*Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,
mrnhr@rambler.ru*

Биогеохимические мониторинговые исследования природных лесных сред и их объектов проводились с целью выявления миграции и аккумуляции химических элементов, установления источников антропогенного воздействия в пространственно-временном аспекте, что важно для охраны окружающей среды, создания благоприятных экологических условий для жизни людей.

Исследования проводились в ландшафтах Московской и Калужской областей, расположенных в подзоне хвойно-широколиственных лесов с дерново-подзолистыми почвами (Хрусталева, 2013).

Наблюдения за динамикой и функционированием проводились в 4 типах ландшафтных катен. Это: лесные, антропогенные, луговые, и гидроморфные. В каждой из них выбиралось несколько постоянных пробных площадок в один квадратный метр, по которым проводилось описание растительности с отбором проб растений, атмосферных осадков (жидких и твердых), поверхностных и грунтовых вод, почв, почвообразующих пород для химического анализа. Отметим, что продукция надземной фитомассы в сыром, а затем и в воздушно-сухом виде, определялась методом укусов в трехкратной повторности. Для химического анализа отбирали фракции древесных, кустарниковых пород и опад. С учетом степени минерализации растительных остатков в лесной подстилке она делилась на несколько слоев, и отдельно выделялись листья, хвоя, кора, ветви, шишки.

Выявление биогеохимических особенностей природных сред рассмотрено на примере лесных ландшафтов. Лесная катена относится к ландшафту волнистой и холмистой моренной равнины. Ландшафты лесных катен занимают волнистые и холмистые участки моренных равнин и протягиваются от автономных (вершина холма) до подчиненных (подножье холма) позиций. При изучении взаимосвязи химических элементов почв и растений важное значение придавалось сопоставлению данных о продукции надземной фитомассы различных ландшафтов, выявлению особенностей динамики и функционирования, также миграции и аккумуляции химических элементов в различных природных средах.

Для количественной характеристики учитывалась продукция надземных растительных сообществ, рассчитанная на единицу площади ландшафта в сыром и воздушно-сухом весе, которая при изучении биологического круговорота имеет важное значение. Круговорот играет существенную роль во взаимосвязи почв с растениями и включает два противоположных, но взаимосвязанных процесса: продукционный и деструкционный. При первом на фоне увеличения поступающего тепла происходит активизация процесса фотосинтеза, рост фитомассы, разгрузка ландшафта от избытка влаги, при втором: на фоне снижения температуры идет высвобождение элементов из органического вещества в результате его разложения и минерализации, затухание процесса фотосинтеза, понижение испарения, появление опада на поверхности почвы.

Фитомасса экосистем южной тайги составляла 300 т/га, мортмасса – 75, а ежегодная продукция – 12 т/га (Базилевич, 1984). Запас фитомассы всегда больше такового мортмассы, а ее продукция на лесной поляне в 1,5–2,0 раза выше, чем под кронами деревьев.

Концентрация химических элементов в растениях зависит не только от величины фитомассы, но и от интенсивности поглощения их растениями, особенностями структуры и функционирования фитоценоза, потребности растений в элементах питания и экологических условий. По данным химического анализа, проведенного автором, зольность травянистых растений в укосах ландшафтов лесных катен изменялась от 8,4 до 14,4%. Невелика она была во фракциях древесных, кустарниковых пород с тенденцией роста от шишек к стволам и ветвям. Зольность опада колебалась от 5,2 до 11,1%.

Потребление химических элементов фитоценозом и возврат их в почву зависит не только от видового состава растительности, но и от свойства элемента, сезонной динамики потребления элементов фитоценозом из почвы и возвратом их в почву служит биогеохимическим показателем обменных процессов, которые определяются физиологическими и биохимическими свойствами растений по отношению к определенному элементу. Количество зольных элементов и азота в надземной фитомассе значительно варьирует в течение вегетационного периода, достигая максимальных значений осенью – в сентябре. Важная роль в жизни живых организмов принадлежит органогенам азоту, фосфору, сере. Максимальное содержание азота в укосах изученных ландшафтов выявлено осенью.

Следует отметить высокое содержание зольных элементов в листьях и хвое древесных пород, далее идут ветви, корни и меньше всего их в древесине

ствола. Кора ели аккумулирует около половины всех элементов, сосредоточенных в стволе. Значительное количество азота обнаружено в листьях березы повислой, осины дрожащей, хвое ели обыкновенной и в чернике обыкновенной. Меньшие его значения зафиксированы в ветвях и корнях. Содержание азота в коре превышает таковое в стволе. Повышены величины азота и в годичном приросте ели обыкновенной, выявлена тенденция к росту его концентрации в растениях лесной ландшафтной катены от автономных позиций к гидроморфным.

Кальций растения усваивают в виде его двууглекислой формы. Так, древесина сосны аккумулирует много кальция, Листья березы содержат больше кальция и магния, чем хвоя ели.

С увеличением возраста растений в лесных катенах содержание азота, кальция, калия фосфора, марганца уменьшается в связи с процессами реутилизации и выщелачивания элементов. Отмирающие части растений обедняются зольными элементами в связи с аккумуляцией их в живых органах. Биогеохимической особенностью ландшафтов лесных катен является длительное задержание элементов в фитомассе. Максимальное содержание химических элементов отмечено в конце лета – начале осени. Осенью у древесных пород происходит отток органогенов (N, K, P, Mn) из листьев и хвои и некоторое накопление в них кремния, алюминия и железа.

На основании различий в поглощении химических элементов растениями, по Б. Б. Полынову, 1944, рассчитан коэффициент биологического поглощения (A_x), характеризующий степень подвижности химических элементов в растениях, почвах и интенсивность вовлечения их фитоценозом в биологический круговорот. На основании данных химического анализа золы растений выявлены элементы очень интенсивного биологического поглощения с A_x 10–100. В сезонном аспекте в лесных ландшафтах в эту группу элементов в сентябре входит фосфор. Во вторую группу элементов биологического поглощения с $A_x = 1–10$ входят азот и сера в июне и сентябре, а в июле по степени убывания образуют следующий ряд: P, N, S, Mg, в сентябре – N, S. В этой группе следует отметить важную роль серы в жизни растений. Сера входит в состав аминокислот, определяющих питательную ценность растений, принимает активное участие в окислительно-восстановительных процессах растений, активизирует процесс образования хлорофилла в листьях и ускоряет фотосинтез. Третью группу элементов с $A_x = 0,1–1$ в июне составляют: Ca, Mg, K, Na; в июле: Ca, Mn, Na, а в сентябре — Mn, Ca, Mg, Ti, K, Na. К четвертой группе элементов слабого и очень слабого захвата с $A_x = 0,01–0,1$ относятся, соответственно, по месяцам: Ti, Si, Mn; Fe, Si; Si. Здесь следует отметить роль марганца, который поглощают корни растений в условиях кислой (4,5–5,5) реакции среды, а по мере отмирания растений он вновь возвращается в почву. Его много содержат листья дуба, березы, ивы, далее идут кора и древесина. Разнотравье потребляет Mn больше (в 1,5–2,0 раза) по сравнению со злаками. Наблюдается тенденция увеличения его содержания в растениях от весны к осени и от автономных позиций к гидроморфным. Для кислицы обыкновенной характерен азотно-калиевый тип химизма.

Железо в биологическом круговороте – один из наименее поглощаемых растениями элемент с изменением содержания от 0,11 до 0,28%. Поглощается оно в основном в двухвалентной форме. Много Fe выявлено в коре ели обыкновенной, мхах, старом опаде, верхнем слое лесной подстилки, но мало его в ксилите обыкновенной (до 0,15%), стволе ели обыкновенной, листьях малины обыкновенной (до 0,04%). Выявлена активная миграция в лесных ландшафтах фосфора и слабая: Fe, Mn, Si, Ti. Лесные ландшафты являются биогеохимическими барьерами в задержании пыли, элементов из труб, различных стоков, что улучшает экологию сред обитания.

Литература

Хрусталева М. А. Естественно-экологогеографические исследования ландшафтов 18–20 сентября 2013 г. Киев // Міжвід. наук. збірник «Фізична географія та геоморфологія». Київ: ВГЛ и Обртіі, 2013. Вып. № 3 (71). С. 83–92.

Базилевич Н. И. Продуктивность и биогеохимические циклы в природных ландшафтах СССР // Изв. АН СССР, сер. геогр., 1984. № 5. С. 15–33.

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ (Co, Cd, Pb, Cr) В АТМОСФЕРНЫХ ВЫПАДЕНИЯХ В ХВОЙНЫХ ЛЕСАХ КОЛЬСКОГО СЕВЕРА

В. В. Еришов, Л. Г. Исаева

*Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского НЦ РАН,
slavo91@gmail.com, isaeva@inep.ksc.ru*

Для растений северотаежных лесов атмосферные выпадения являются важным источником питания (Лукина, Никонов, 1998). Атмосферные выпадения разделяют на влажные и сухие. Влажными выпадениями называют вещества, достигающие поверхности земли с собственно атмосферными осадками (дождь, снег, туман, роса, иней и др.). К сухим выпадениям относят частицы и газы, поступающие в периоды отсутствия собственно атмосферных осадков (Кислотные осадки., 1999).

В настоящее время, наряду с природными факторами, состав атмосферных выпадений в бореальных лесах определяется воздушным загрязнением, распространяющимся на значительные расстояния от источников выбросов. Кольский полуостров – наиболее индустриально развитый регион на Севере. Крупнейшим источником воздушного промышленного загрязнения в регионе является медно-никелевый комбинат «Североникель» расположенный в центральной части полуострова, основными компонентами которого являются кислотообразующие вещества и тяжелые металлы.

Цель исследований – изучение динамики состава поллютантов в атмосферных выпадениях с учетом влияния древесных растений и аэротехногенного загрязнения.

Объектами исследования послужили ельники кустарничково-зеленомошные и сосняки лишайниково-кустарничковые, развивающиеся на Al-Fe гумусовых подзолах, в условиях различного уровня техногенного загрязне-

ния. Территории находятся на различном удалении от источника загрязнения: 7 и 10 км – техногенное редколесье, 28 и 31 – лесные экосистемы с различной степенью дефолиации и более 250 км – фоновая территория. Результаты исследований состава поллютантов в атмосферных выпадениях на стационарных мониторинговых площадях в сосновых и еловых лесах представлены за период 1999–2011 гг. Осадкоприемники установлены на мониторинговых площадках стационарно под кронами деревьев и в межкروновых пространствах.

На фоновой территории, концентрации тяжелых металлов в выпадениях в виде дождя под кронами деревьев в сосновых лесах выше, чем в еловых (рис. 1). Пик накопления тяжелых металлов в еловых лесах зафиксирован в 2000 г., в сосновых лесах – в 2002. В межкروновом пространстве для еловых лесов максимум содержания тяжелых металлов наблюдается в 2000 г., для сосновых лесов – в 2004 (рис. 2). На рисунках 1 и 2 можно отметить слабое уменьшение концентраций тяжелых металлов в обоих типах леса, как под кроной, так и между кронами. Начиная с 2007 г. в хвойных лесах различия в концентрациях исследуемых металлов в осадках, как под кронами деревьев, так и между кронами практически отсутствуют.

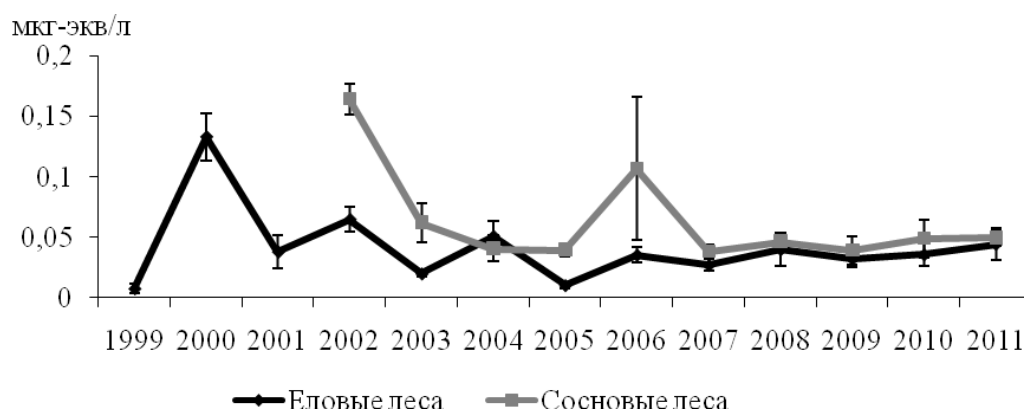


Рис. 1. Концентрация Co, Cd, Pb и Cr, фоновая территория, под кроной

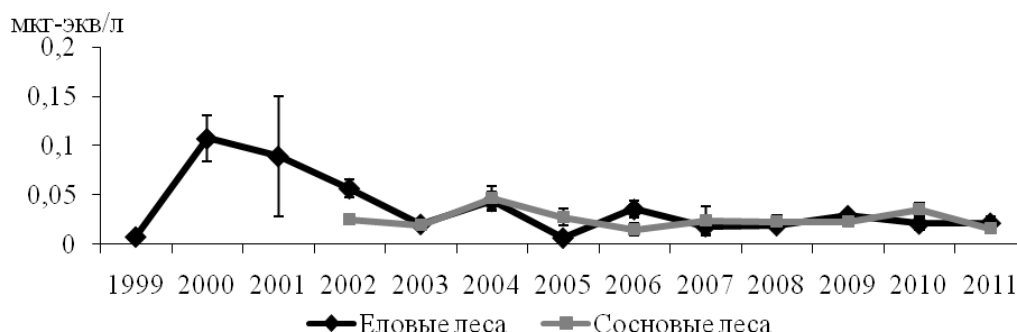


Рис. 2. Концентрация Co, Cd, Pb и Cr, фоновая территория, между кронами

В дефолирующих лесах в отличие от фоновой территории концентрация тяжелых металлов в выпадениях в виде дождя в еловых лесах под кронами деревьев выше, чем в сосновых (рис. 3). Для еловых лесов наибольшее накопление тяжелых металлов отмечается в 2003 г., а для сосновых в 2000, к 2011 дан-

ные показатели выравниваются. В сосновых лесах можно увидеть достоверное снижение концентраций (показатель линии тренда $R^2 = 0,5$), в еловых лесах данная тенденция не выражена. Между кронами – максимум наблюдается в 2000 г. (рис. 4), к 2011 г. прослеживается тенденция к снижению ($R^2 = 0,6$) как в сосновых, так и в еловых лесах.

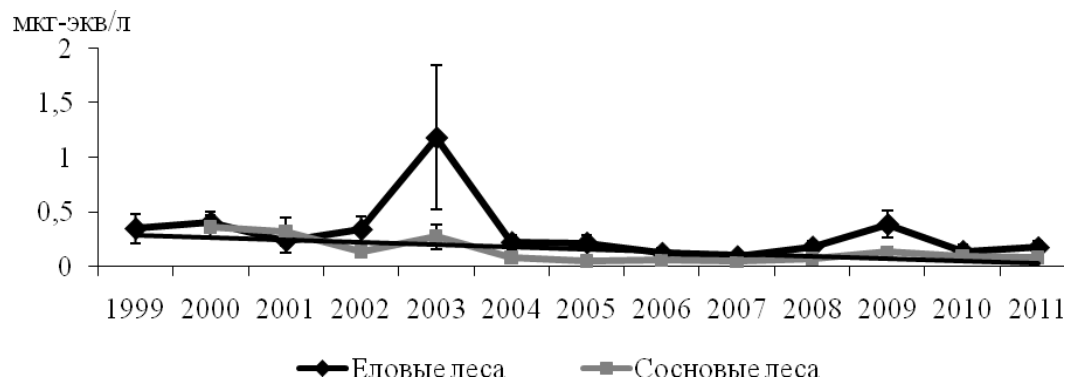


Рис. 3. Концентрация Co, Cd, Pb и Cr, дефолилирующие леса, под кроной

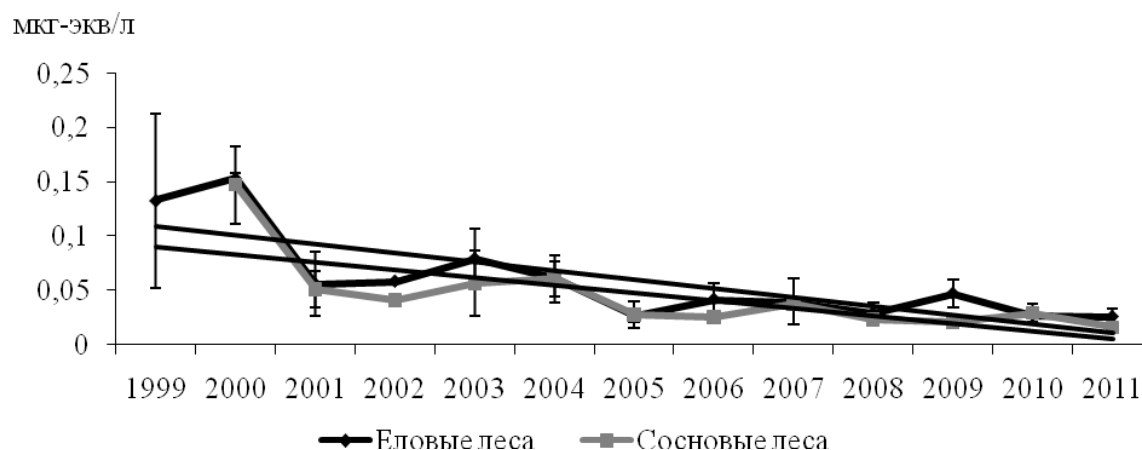


Рис. 4. Концентрация Co, Cd, Pb и Cr, дефолилирующие леса, между кронами

В зоне техногенного редколесья под кронами деревьев в хвойных лесах пик концентрации тяжелых металлов в атмосферных выпадениях зафиксирован в 2003 г. (рис. 5). Слабую тенденцию к снижению можно наблюдать только в еловых лесах. Между кронами максимум концентрации тяжелых металлов наблюдается в 2010 г. в еловых лесах и в 2009 – в сосновых лесах. Для обоих типов леса тенденций к снижению не выявлено. В еловых лесах осадки более концентрированы, как под кроной, так и между кронами.

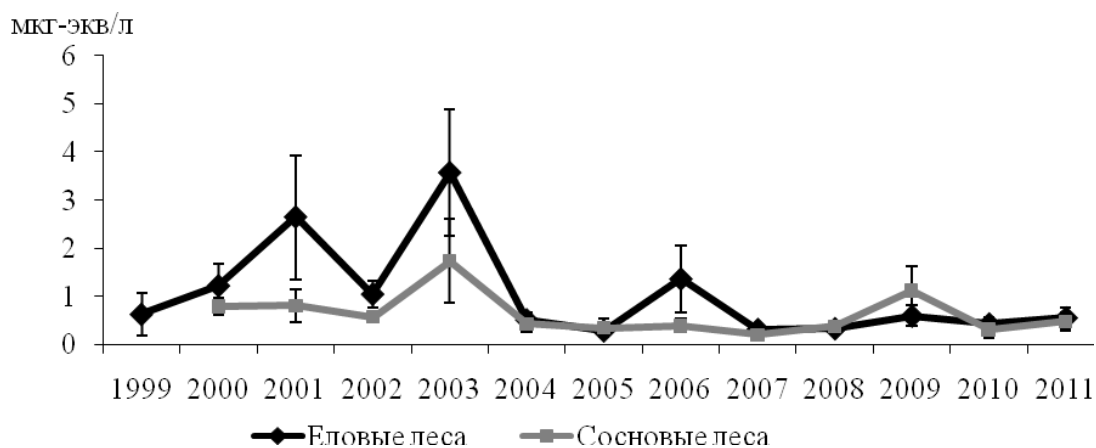


Рис. 5. Концентрация Co, Cd, Pb и Cr, техногенное редколесье, под кроной

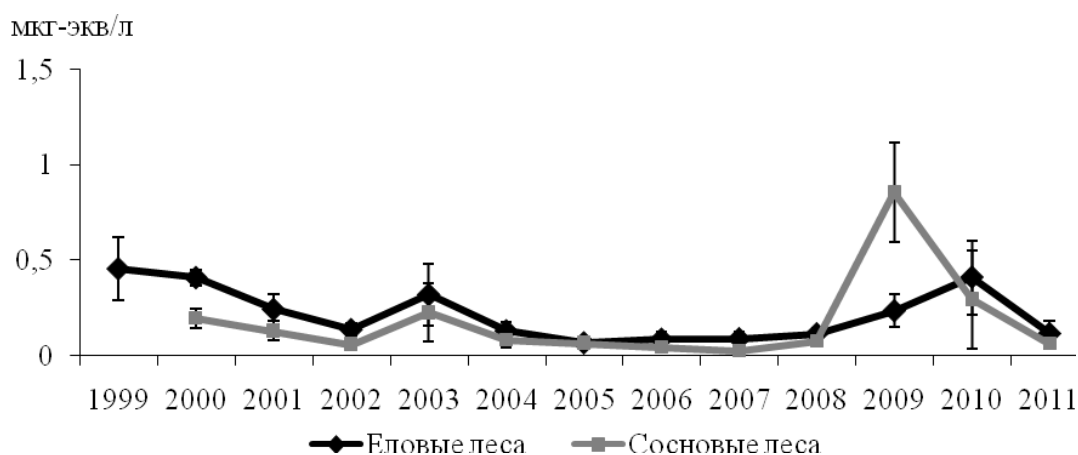


Рис. 6. Концентрация Co, Cd, Pb и Cr, техногенное редколесье, между кронами

Анализ динамики состава выпадений в форме дождя на разных стадиях дигрессии показал, что концентрации возрастают в условиях аэротехногенного загрязнения. Зафиксировано достоверное снижение концентраций тяжелых металлов в дефолирующих хвойных лесах, которое вероятно связано с уменьшением промышленных выбросов комбинатом «Североникель». В техногенных редколесьях достоверных снижений исследуемых металлов в выпадениях в виде дождя не выявлено, возможно это объясняется седиментацией тяжелых частиц и пылением эродированной территории вокруг источника загрязнения.

Таким образом, выполнен анализ многолетних данных по составу атмосферных выпадений в виде дождя по градиенту загрязнения выбросами комбината «Североникель». Известно, что атмосферные выпадения в бореальных лесах преобразуются двумя доминирующими древесными породами – елью сибирской и сосной обыкновенной (Рассеянные элементы ..., 2004). Результатами исследований подтверждено, что прошедшие сквозь полог деревьев осадки становятся более концентрированными, ель осуществляет более глубокую трансформацию состава атмосферных выпадений из-за более мощной кроны.

Литература

Кислотные осадки и лесные почвы / Под ред. В. В. Никонова и Г. Н. Копчик. Апатиты, 1999. 320 с.

Лукина Н. В., Никонов В. В. Питательный режим лесов северной тайги: природные и техногенные аспекты. Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 1998. 316 с.

Рассеянные элементы в бореальных лесах / В.В. Никонов, Н.В. Лукина, В.С. Безель и др.; Отв. ред. А. С. Исаев. М.: Наука, 2004. 616 с.

ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНАХ БОДЯКА ПОЛЕВОГО

Е. С. Петухова¹, Е. С. Сунцова¹, Т. Я. Ашихмина^{1,2}

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет,*

² *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,
ecolab@vshu.kirov.ru*

Обострение экологических проблем в последнее время вынудило общество обратить внимание на последствия техногенного загрязнения и поиск путей снижения остроты этих последствий. Содержание тяжелых металлов в растительных объектах исследуется многими научными школами, в том числе и в Кировской области. Особое внимание коллективом лаборатории биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ обращается на исследование техногенных территорий в районе объекта хранения и уничтожения химического оружия, хранения пришедших в негодность пестицидов, а также территории в районе действующего с 40-х гг. прошлого века комплекса предприятий вблизи г. Кирово-Чепецка. По материалам исследований следует отметить, что территория в районе Кирово-Чепецкой промышленной зоны характеризуется низким фоновым содержанием большинства тяжелых металлов. Однако некоторые растительные пробы с фоновых территорий отличаются высокими (иногда на уровне ПДК) содержаниями отдельных элементов (Глаголев и др., 2009; Геохимия ..., 1990). О высокой степени техногенной нагрузки свидетельствует химический состав растений в промышленных зонах, рядом с крупными городами. Это связано с тем, что растения получают питание из почвы и из воздуха, и их состояние зависит от качества этих сред. Воздействие на растительные организмы проявляется сначала в изменении биохимических и физиологических процессов, а затем возникают изменения анатомического и морфологического характера, а при продолжающемся загрязнении изменяется видовой состав растений и структура фитоценозов. Кроме того, растения являются продуцентами и исходным звеном цепи питания консументов (животных всех уровней), поэтому наблюдение за растениями является неотъемлемой частью биологического мониторинга (Ашихмина, Скугорева, 2010).

Таким образом, за последние годы техногенез сильно возрос, то есть загрязненность территории, почв, растительности, водных объектов с каждым годом увеличивается. Техногенное влияние испытывают биообъекты, в том числе и растительные организмы. Содержание тяжелых металлов в различных растительных объектах на территории в районе Кирово-Чепецкой промышленной

**Содержание тяжелых металлов (мг/кг) в вегетативных органах
бодяка полевого**

Бодяк	Участок 913 (2012г.)		Участок 930 (2012 г.)		Участок 1005/1 (2011 г.)	
	Стебли	Листья	Стебли	Листья	Стебли	Корни
Cd	0,14±0,04	0,28±0,07	0,07±0,02	0,07±0,02	0,05±0,01	0,13±0,03
Cu	5,73±0,13	10,13±0,23	11,47±0,26	5,50±0,13	12,06±0,28	6,88±0,16
Pb	6,69±0,14	5,10±0,11	2,15±0,05	5,13±0,11	0,47±0,01	5,88±0,12
Zn	0,97±0,03	1,31±0,04	0,74±0,02	1,36±0,04	0,60±0,02	0,51±0,02
Fe	20,46±0,05	112,53±0,28	47,41±0,12	110,36±0,28	31,3±5,3	997,9±30,7
Mn	20,75±0,05	43,01±0,10	31,25±0,07	80,00±0,18	2,10±0,01	8,90±0,01
Ni	0,26±0,01	1,24±0,01	1,16±0,01	0	0,30±0,01	2,10±0,01

Анализ данных свидетельствует о том, что в корнях, стеблях и листьях бодяка полевого содержание железа в сотни раз больше, чем свинца, меди, кадмия, никеля и цинка (рис. 2–4).

Для данного растения можно составить следующий ряд по количественному содержанию данных металлов: Fe > Mn > Cu > Pb > Ni > Zn > Cd. Следует отметить, что в корневой системе и в листьях бодяка полевого данных металлов содержится больше, чем в стеблях.

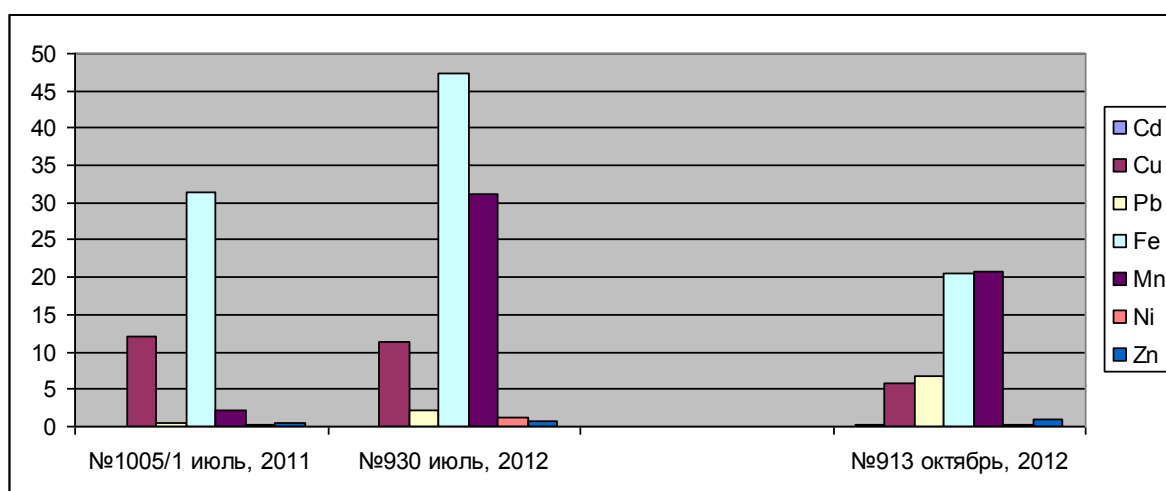


Рис. 2. Содержание тяжелых металлов (мг/кг) в стеблях бодяка полевого

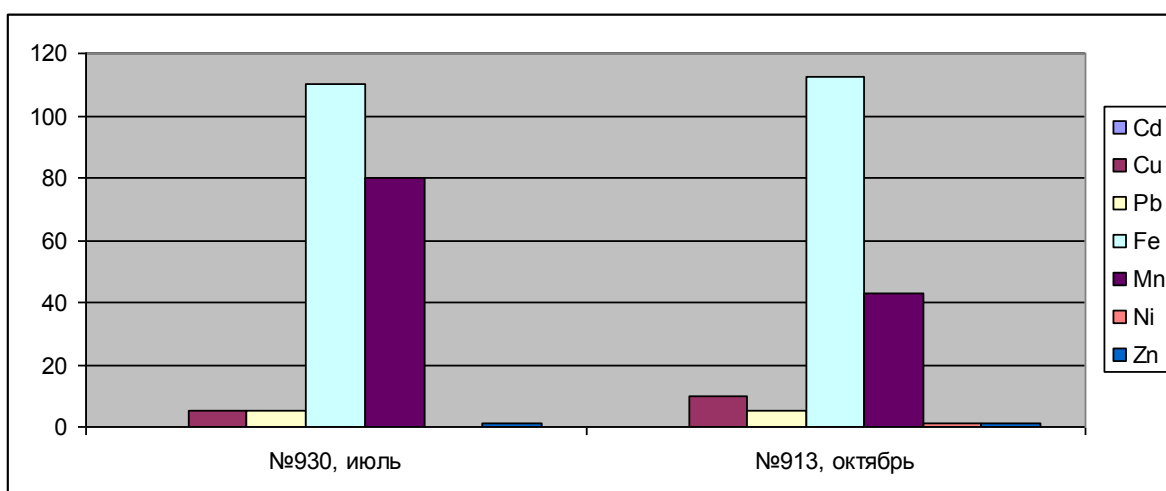


Рис. 3. Содержание тяжелых металлов (мг/кг) в листьях бодяка полевого

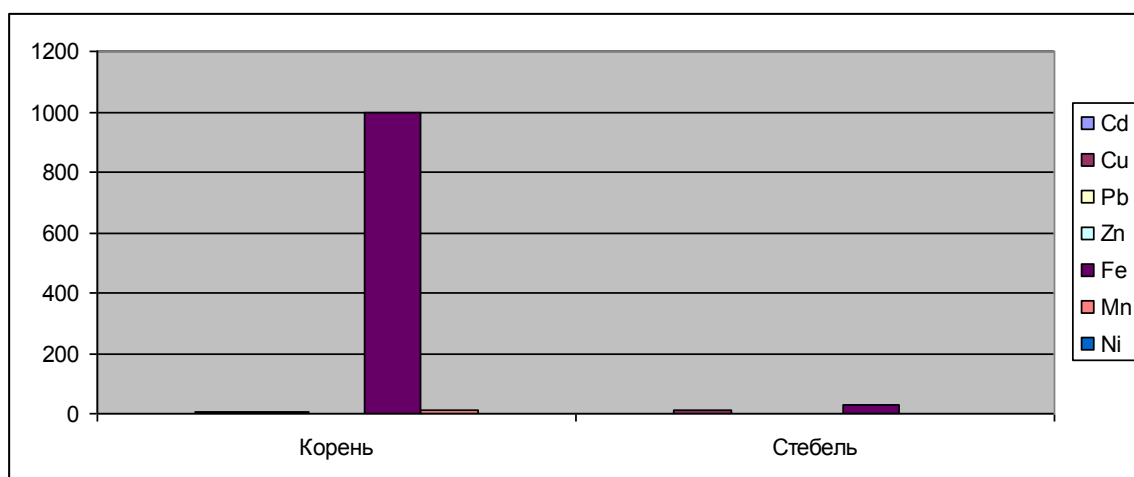


Рис. 4. Содержание тяжелых металлов (мг/кг) в вегетативных органах бодяка полевого (участок 1005/1)

Таким образом, при сравнении содержания металлов в различных органах растения выявляется тенденция накопления их в большем количестве в корнях растений и в листьях, и в меньшем количестве они содержатся в стеблях. Сравнительный анализ позволяет сделать вывод и том, что чем ближе исследуемый участок находится к источнику загрязнения, тем больше в растениях содержится железа, свинца, никеля и меди.

Литература

Глаголев А. В., Вольницкая Е. П., Лемешко А. П. Результаты полевого обследования состояния недр в районе территории объектов «РосРАО» – выводы и предложения / Современная радиоэкологическая обстановка в Кировской области Объектовый мониторинг состояния недр и его роль в решении практических задач Госкорпорации «Росатом» по реабилитации радиационно-опасных объектов ФГУП «РосРАО». Материалы науч.-практ. конф. 10–11 декабря 2009. Киров, 2009. С. 45–62.

Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1990. 335 с.

Ашихмина Т. Я., Скурева С. Г. Миграция загрязняющих веществ в компонентах природной среды и живых организмах в зоне влияния Киров-Чепецкого химического комбината // Отчет о научно-исследовательской работе. Киров, 2010. 175 с.

ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ И РАДИОНУКЛИДОВ В РАСТЕНИЯХ НА ТЕРРИТОРИИ КИРОВО-ЧЕПЕЦКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА НА ПРИМЕРЕ КРАПИВЫ ДВУДОМНОЙ

Е. С. Сунцова¹, Е. С. Петухова¹, Т. Я. Ашихмина^{1,2}
¹ Вятский государственный гуманитарный университет,
² Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,
 ecolab@vshu.kirov.ru

Одним из экологически-опасных объектов на территории Кировской области является Кирово-Чепецкий химический комбинат, основанный в 1938 г. В 1944 г. на комбинате было освоено промышленное производство плавиковой

кислоты, и до 1992 г. действовали производства по получению гексафторида и тетрафторида урана путем фторирования металлического урана и его оксида.

В настоящее время основными источниками радиоактивного и химического загрязнения грунтов являются хранилища отходов на территории ООО «Завод Полимеров»: 6-я секция хвостохранилища мела, секции № 1–3 шламохранилища, хранилище РАО № 205, русло реки Елховка, озеро Просное. На хранилищах предприятия размещены радиоактивные отходы низкой (385 тыс. тонн) и средней (55 тыс. тонн) активности, содержащие уран-238, уран-235, торий-232, плутоний, цезий-137, стронций-90, кобальт-60 и ряд других.

В плане научных исследований, в рамках изучения состояния природно-техногенных систем на территории Кировской области, сотрудниками лаборатории биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ с 2001 г. проводятся работы по изучению состояния природного комплекса на территории Кирово-Чепецкого района, в том числе природного комплекса в районе размещения радиоактивных химических отходов. По результатам предыдущих исследований (Ашихмина и др., 2010) было показано, что ареол химического и радиационного загрязнения почв и грунтов имеет отчетливую приуроченность к водным объектам. В связи с этим площадки мониторинга закладывались на берегах водоемов и водотоков (р. Елховка, оз. Просное), на заболоченных участках в районе хранилищ отходов.

Отбор проб проводился на участках: № 1005/1 (болото у 3-ей секции шламонакопителя), Глухой бор, № 930 (у родника вблизи завода Полимеров, рядом с 923), № 927 (у хранилища 205 РАО), № 907 (левый берег р. Елховки, недалеко от впадения реки в оз. Просное), № 918 (рядом с участком 907, затопленная часть, левый берег озера Просное, притеррасная часть поймы), № 901 (берег оз. Бобровое), № 921 (между 902 и 906 на изгибе со стороны р. Вятки), № 913 (болото у 4-ой секции шламонакопителя), № П-13 (берег оз. Просное, между 902 и 903 со стороны Глухого Бора, № 904 (правый берег р. Елховки в среднем ее течении). Данные участки показаны на рисунке.

По материалам предыдущих исследований выявлено, что к основным референтным видам растений, характеризующих накопление тяжелых металлов и техногенных радионуклидов в большей степени, относятся крапива двудомная *Urtica dioica* L. (сем. Крапивных), бодяк полевой *Cirsium arvense* (сем. Сложноцветных), пырей ползучий *Elytrigia repens* и тростник обыкновенный *Phragmites* (сем. Злаки).

Крапива двудомная занимает доминирующее положение среди других растений на площадках мониторинга. Отбор растительных проб проводился в летний период 2011–2012 гг. Пробы растений высушивали, разбирали на вегетативные органы (листья, стебли, корневища), измельчали, озоляли. Содержание тяжёлых металлов (ТМ) определяли на атомно- абсорбционном спектрофотометре марки «СПЕКТР-5-4» в лаборатории «Экоаналит» ВятГГУ. Измерение удельной активности (УА) частей растений проводилось на спектрометрическом комплексе для измерения активности бета-гамма - излучающих нуклидов «Прогресс» в токсикологической лаборатории Филиала ФГБУ «Россельхозцентр» по Кировской области.

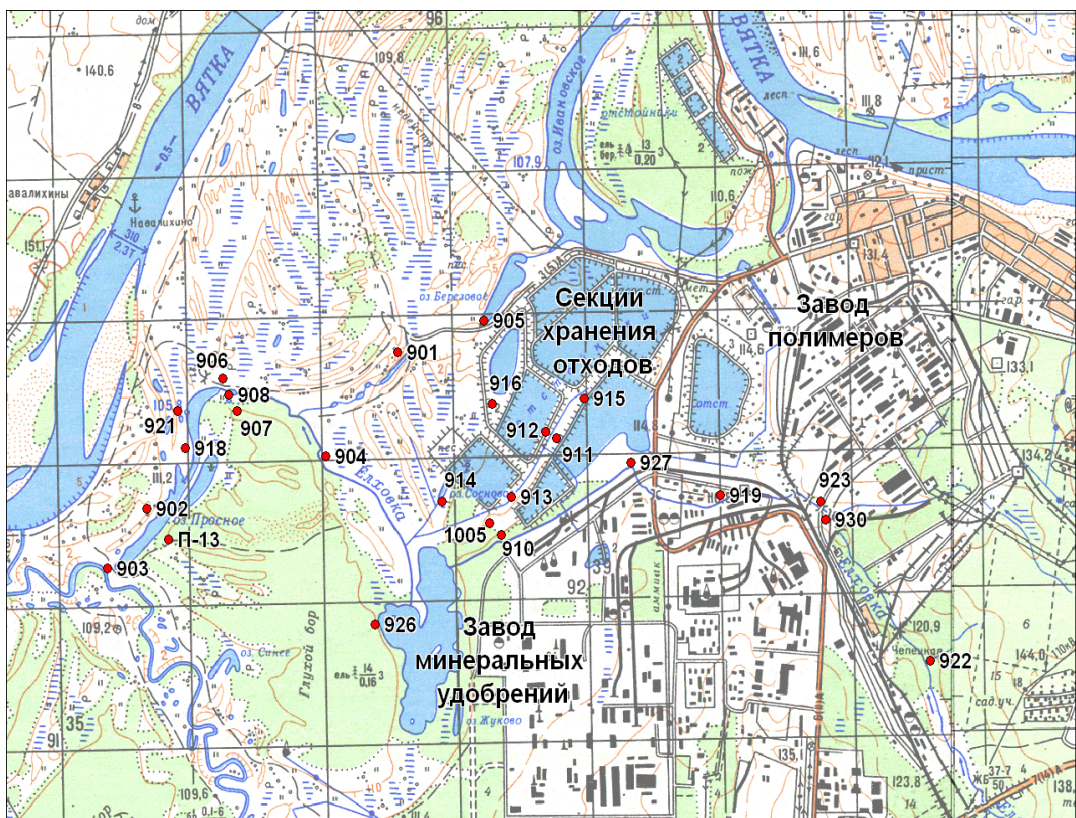


Рис. Карта-схема отбора проб растений на территории в районе объектов и предприятий Кирово-Чепецкого промышленного комплекса

Таблица 1

**Удельная активность техногенных радионуклидов
в крапиве двудомной, Бк/кг**

Номер участка	Орган растения	УА ^{137}Cs	УА ^{90}Sr
918	листья	129,5±38,3	37,5±8,9
	стебли	109,3±22,6	10,9±2,3
907	листья	122,0±16,8	26,1±7,8
	стебли	74,5±16,1	11,8±3,8
913	корневища	118,1±26,1	5,7±1,4
	листья	189,5±38,3	37,5±8,9
	стебли	119,3±22,6	10,9±2,3
П-13	корневища	123,6±29,5	0
	листья	92,0±16,2	0
	стебли	71,0±14,6	7,9±3,3
921	корневища	94,5±21,6	0
	листья	50,8±10,3	9,9±4,2
901	стебли	20,5±10,1	55,8±13,8
	листья	133,5±28,7	4,8±1,6
902	стебли	60,0±18,1	0
	листья	38,8±12,4	4,4±1,3
906	стебли	18,8±4,8	46,1±13,1
	листья	83,9±14,8	3,5±1,6
908	стебли	45,8±12,2	0
	листья	119,3±20,7	62,4±18,1
	стебли	34,3±9,6	25,8±7,4

Номер участка	Орган растения	УА ^{137}Cs	УА ^{90}Sr
920	листья	49,3±8,7	0
	стебли	14,8±4,5	12,3±3,3
1005/1	листья	192,2±29,5	399,1±28,2
	стебли	91,5±17,8	107,3±20,3
	корневища	10,5±3,2	92,7±21,2

Максимальные значения коэффициента накопления ^{137}Cs и ^{90}Sr в листьях крапивы отмечены на площадке 1005/1, в то время как активности этих радионуклидов в почвах невысокие (около 100 Бк/кг) (табл. 1). Вероятно, это связано с конкурирующими катионами и условиями подвижности радионуклидов на данном участке. Также на площадке 913 отмечены значения УА ^{137}Cs в листьях, близкие к максимальным. Эта площадка характеризуется высокими значениями УА этого радионуклида в почве. Установлено, что УА радионуклида ^{137}Cs на всех участках в листьях выше, чем в стеблях и корневищах. Значения УА этого радионуклида в листьях варьируют от 38,8 (участок 902) до 192,2 Бк/кг. Значения УА ^{90}Sr колеблются в пределах от 0 до 399 Бк/кг. В аккумуляции этого радионуклида не выявлено тесной зависимости от содержания его в почве, а также в накоплении отдельными частями растения. Это может быть связано как с условиями подвижности этого радионуклида, так и с влиянием других внешних факторов.

Таблица 2

**Содержание тяжёлых металлов в различных органах
крапивы двудомной**

Но- мер учас- тка	Орган расте- ния	Содержание тяжелых металлов, мг/кг						
		Cd	Cu	Pb	Zn	Fe	Mn	Ni
918	листья	0	6,2±1,4	1,1±0,2	29±9	170±40	57±12	0,6±0,2
	стебли	0,08±0,02	4,6±1,1	0,8±0,2	0,7±0,2	111±19	19,2±0,1	1,3±0,9
907	листья	0,07±0,02	6,4±0,1	1,7±0,4	1,00±0,0 3	106,6±0, 3	339±10	5,5±0,1
	стебли	0,20±0,06	4,8±0,1	7,4±0,2	0,66±0,0 2	28,6±0,1	112,9±0, 3	3,91±0,0 1
913	листья	0,10±0,03	4,0±0,9	2,9±0,6	28±1	200±1	340,0±0, 7	1,4±0,4
	стебли	0,12±0,04	2,6±0,6	3,2±0,7	8,9±0,3	42,0±0,1	118,0±0, 3	1,4±0,4
	корне- вища	0,20±0,06	5,0±0,1	2,7±0,1	24±1	134,0±0, 3	160,0±0, 4	2,3±0,1
П- 13	листья	0,14±0,04	15,5±3,6	2,1±0,4	41±13	690±170	41±13	1,5±0,4
	стебли	0,08±0,02	8,4±0,2	1,5±0,1	27,5±0,9	38,0±0,1	38,0±0,1	3,0±0,1
921	листья	0,17±0,04	8,2±0,2	7,2±0,1	1,0±0,03	289±1	396±30	2,0±0,01
	стебли	0,2±0,01	2,6±0,1	38,7±0,8	19,1±0,6	3,7±0,01	83,2±0,2	6,7±0,02
	корне- вища	0,7±0,02	5,5±0,1	5,7±0,1	1,1±0,04	219±5	83,31,9	8,0±0,2
901	листья	0,18±0,05	9,0±2,1	3,2±0,7	32±10	730±180	133±28	1,5±0,4
	стебли	0,16±0,05	8,7±2,0	3,2±0,7	21±7	26±7	45±10	0,8±0,3

Но- мер учас тка	Орган расте- ния	Содержание тяжелых металлов, мг/кг						
		Cd	Cu	Pb	Zn	Fe	Mn	Ni
902	листья	0,08±0,02	9,5±2,2	1,7±0,4	24±8	210±50	51±11	0,7±0,3
	стебли	0,09±0,03	5,4±1,3	2,6±0,5	16±5	26±6	9,8±2,1	0
906	листья	0,07±0,02	8,4±1,9	3,5±0,7	51±17	134±33	190±40	8,2±2,3
	стебли	0,2±0,07	4,7±1,1	0,9±0,2	38±13	27±7	38±8	4,2±2,1
908	листья	0,09±0,03	8,6±2,0	6,3±1,3	45±15	260±70	66±14	0,8±0,3
	стебли	0	5,7±1,3	2,5±0,5	21±7	135±34	20±4	1,4±0,4
920	листья	0,07±0,02	6,2±1,4	1,7±0,4	22±7	890±220	152±32	2,5±0,7
	стебли	0,09±0,03	3,1±0,7	0,4±0,1	18±6	16±4	14±3,1	1,3±0,4
1005 /1	листья	0	7,4±1,7	0,7±0,2	28±9	460±110	17,1±3,6	1,3±0,4
	стебли	0,07±0,02	4,0±0,9	0	20±6	58±15	6,7±1,4	0,3±0,1
	корне- вища	0	3,2±0,7	0,2±0,05	13±4	91±23	4,2±0,9	0,8±0,3

Анализ приведённых табличных данных показал, что содержание железа, марганца во всех органах крапивы двудомной на всех исследуемых участках значительно выше, чем никеля, меди, кадмия, свинца и цинка (табл. 2). В листьях крапивы содержание железа, марганца и меди выше, чем других элементов, и значения их существенно отличаются от содержания в стеблях и корневищах. Содержание железа в листьях варьирует от 106 до 890 мг/кг, в то время как в стеблях его количество отмечается в пределах 3,7–135 мг/кг. На площадке 921 содержание марганца в листьях достигает максимальных значений – 396 мг/кг, в стеблях содержание этого металла в пределах от 6,7 до 112 мг/кг. Накопление кадмия происходит, как правило, в стеблях, но его значения близки по содержанию в листьях. Максимальное значение этого металла достигает 0,7 мг/кг в корневищах. Содержание цинка больше в листьях на всех исследуемых площадках, кроме площадки 921. Максимальное его значение отмечается в листьях на площадке 906.

Таким образом, нами установлено, что основной аккумулирующей способностью на участках мониторинга обладают листья крапивы двудомной. Содержание ТМ, таких как железо, марганец и медь, а также радионуклида ¹³⁷Cs в них значительно выше, чем в стеблях и корневищах.

Литература

Ашихмина Т. Я., Дабах Е. В., Кантор Г. Я., Лемешко А. П., Скугорева С. Г., Адамович Т. А. Изучение состояния природного комплекса в зоне влияния Кирово-Чепецкого химического комбината / Теоретическая и прикладная экология, 2010. № 3. С. 18–26.

Сунцова Е. С., Ашихмина Т. Я. и др. Содержание радионуклидов в компонентах природной среды в районе Кирово-Чепецкого химического комбината // Проблемы региональной экологии. 2012. № 2. С. 162–167.

Методика измерения активности радионуклидов с использованием сцинтилляционного гамма-спектрометра с программным обеспечением «Прогресс». Менделеево. 2003. 32 с.

Методика измерения активности радионуклидов с использованием сцинтилляционного бета-спектрометра с программным обеспечением «Прогресс». Менделеево. 2004. 24 с.

ТЕХНОЛОГИИ СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА В ОЦЕНКЕ ИЗМЕНЕНИЙ СОМКНУТОСТИ КРОН ДРЕВОСТОЯ НА ТЕРРИТОРИИ ПЕЧОРО-ИЛЫЧСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

В. С. Бирюкова¹, В. В. Елсаков²

¹ *Сыктывкарский государственный университет,*

² *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,
biryukova.lera@gmail.com, elsakov@ib.komisc.ru*

Сомкнутость крон древостоя является важным показателем для определения многих таксономических показателей лесного насаждения при инвентаризации лесов с использованием материалов аэро- и космосъемки. Под сомкнутостью крон понимают долю площади поверхности земли, занятую проекциями крон (Елсаков, Марущак, 2010). Выделяют горизонтальную и вертикальную сомкнутость полога: к горизонтальной относят степень примыкания растений друг к другу, когда кроны деревьев в древостоях могут располагаться в одной плоскости. К вертикальной сомкнутости относят ту, при которой кроны плотно примыкают друг к другу. Существует много различных методик определения сомкнутости, в одной из которых задействовано применение спутниковых снимков.

Спутниковые методы позволяют вести наблюдения за объектами и явлениями на наиболее труднодоступных участках на региональном уровне. Использование спутниковых материалов незаменимо для анализа причин формирования растительного покрова отдельных территорий и направления ее трансформации (Савиных, Цветков, 2001). Разработка методов количественной оценки характеристик и показателей растительного покрова по материалам обработки спектрально-изображений демонстрирует широкие возможности для изучения пространственно – временной изменчивости характеристик фитоценозов и их изменений под влиянием экологических факторов (Елсаков, Марущак, 2010).

Целью работы является оценка изменений сомкнутости крон древостоя в Печоро-Илычском заповеднике по материалам спектрально-изображений высокого разрешения. Для реализации данной цели были поставлены следующие задачи: организация архива спутниковых снимков на определенный участок, выведение общей формулы для оценивания сомкнутости, оценка сомкнутости крон древостоя за разные временные аспекты с учетом погрешности.

Источник данных – составленный автором архив спутниковых изображений высокого разрешения Landsat за период 1985–2013 гг. На основании обработанных данных построена модель, с помощью которой определяли показатель на разновременных снимках.

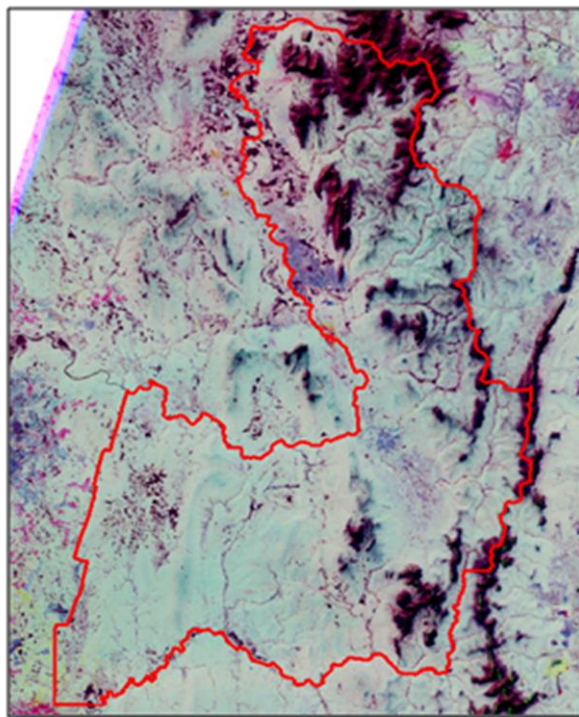


Рис. 1. Карта сомкнутости хвойного леса, выявленная на основании анализа космоснимков за три года 1985, 2003, 2013 г.

Главным шагом для определения сомкнутости является создание единого набора точек с сомкнутостью 0 и 80% для снимков необходимых дат, который позволит наиболее точно и безошибочно определить сомкнутость на разных снимках. Используя созданный набор точек, снимались значения каналов выбранных пикселей у снимков соответствующих дат. Эти значения подвергались дальнейшей обработке в программе SPSS с использованием многомерной линейной регрессии для получения формулы, связывающей значение сомкнутости со значениями каналов космоснимка. По полученной формуле космоснимок пересчитывается в растр оценки сомкнутости хвойного леса за выбранный диапазон дат. В результате мы получаем обработанные снимки с посчитанными значениями сомкнутости по хвойному виду леса (рис. 1), которые объединялись через операцию *Layer Stack* в программе *Erdas Imagine 9.1*.

Таким образом, использование снимков различных лет позволило выявить динамику изменений древостоя при воздействии различных факторов, их местоположение и силу изменения, что в дальнейшем может быть использовано для оценки запаса древесины.

Литература

Елсаков В. В., Марущак И. О. Роль спутникового мониторинга в выявлении изменений растительного покрова предгорной и горной части Урала // Современные проблемы дис-

танционного зондирования Земли из космоса: Сб. научн. статей. М., 2010. Вып. 7. Т. I. С. 310–318.

Республика Коми: Энциклопедия. Т. 2. Сыктывкар: Коми книжное издательство, 1999. 576 с., 24 с.

Савиных В. П., Цветков В. Я. Геоинформационный анализ данных дистанционного зондирования. М.: Картгеоцентр-Геодезиздат, 2001. 228 с.

<http://glovis.gsvs.gov/>

ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ИНДЕКС КАК ИНСТРУМЕНТ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ТЕРРИТОРИЙ, ПОДВЕРГНУТЫХ СПЛОШНЫМ РУБКАМ ЛЕСА

А. Ю. Боровлёв, Н. В. Шуктомов, Ю. А. Паутов

*Коми региональный некоммерческий фонд «Серебряная Тайга»,
aborovlev@komimodelforest.ru*

Развитие цифровых методов аэрокосмических съемок, стереоскопических изображений и компьютерных методов обработки снимков позволило исследователям сделать множество научных открытий в различных областях науки.

Обладая навыками дешифрирования космических снимков, можно анализировать многие процессы, происходящие на Земле. Наличие коллекции изображений разных лет, месяцев и даже дней позволяет рассмотреть развитие интересующего явления в долговременной перспективе.

Одними из преобладающих объектов исследования Земли из космоса являются растительные сообщества. В частности, уделяется большое внимание динамике площадей и структуры лесопокрываемых территорий. Изменения, происходящие в лесах, могут быть связаны со сплошнолесосечными рубками, лесными пожарами, гибелью древостоев от негативных природных и антропогенных факторов. Такие типы изменений в лесных сообществах могут быть идентифицированы по данным многозональных снимков (Терехин, 2013).

При работе над проектом Коми регионального некоммерческого фонда «Серебряная Тайга» «Влияние рубок леса на гидрологический режим лесных территорий» возникла необходимость оценить количественную характеристику сплошных рубок леса, которые осуществлялись в бассейне р. Мезень с начала 1970-х по середину 1990-х гг. Визуальный способ в значительной степени субъективен, трудоемок и во многих случаях не позволяет дать верную численную характеристику.

Характерным признаком растительности и ее состояния является спектральная отражательная способность, характеризующаяся большими различиями в отражении излучения разных длин волн (Антонов, 2009). Знания о связи структуры и состояния растительности с ее спектрально-отражательными способностями позволяют использовать аэрокосмические снимки для картографирования и идентификации типов растительности. На основе комбинации значений яркости в определенных каналах, информативных для выделения исследуемого объекта, и расчета по этим значениям «спектрального индекса» объекта строится изображение, соответствующее значению индекса в каждом пикселе,

что и позволяет выделить исследуемый объект или оценить его состояние (Черепанов, 2009). Спектральные индексы, используемые для изучения и оценки состояния растительности, получили общепринятое название вегетационных индексов. Они позволяют автоматизировать процесс идентификации различных растительных сообществ, оценить их качественную характеристику.

В настоящее время существует около 160 вариантов вегетационных индексов. Они подбираются экспериментально, исходя из известных особенностей кривых спектральной отражательной способности растительности и почв.

Расчет большей части вегетационных индексов базируется на двух наиболее стабильных, то есть не зависящих от прочих факторов, участках кривой спектральной отражательной способности растений. На красную зону спектра (0,62–0,75 мкм) приходится максимум поглощения солнечной радиации хлорофиллом, а на ближнюю инфракрасную зону (0,75–1,3 мкм) максимальное отражение энергии клеточной структурой листа. Таким образом, высокая фотосинтетическая активность, связанная, как правило, с большой фитомассой растительности, ведет к более низким значениям коэффициентов отражения в красной зоне спектра и большим значениям в ближней инфракрасной. Отношение этих показателей друг к другу позволяет четко отделять растительность от прочих природных объектов (Crippen, 1990; Барталев, 2005).

В качестве вегетационного индекса был выбран один из самых известных – *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* – нормализованный относительный индекс растительности. Вычисляется по формуле:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED},$$

где *NIR* – отражение в ближней инфракрасной области спектра, *RED* – отражение в красной области спектра.

Для района исследования была подготовлена коллекция многоканальных снимков спутника программы *Landsat* восьмого поколения, запущенного на геостационарную орбиту относительно недавно – в феврале 2013 года. Главным достоинством этой программы является доступность снимков среднего разрешения и их бесплатное распространение для любого типа пользователей. В линейке спутников *Landsat*, восьмое поколение выигрывает в плане количества снятых сцен (до 400 за сутки), более высокого качества изображений (12 бит на пиксель) и большего количества каналов (9 диапазонов видимого света и ближнего инфракрасного излучения, а также 2 диапазона дальнего (теплого) инфракрасного излучения) (*Landsat Data Continuity Mission*, 2013).

Расчет индекса производился в свободной кроссплатформенной геоинформационной системе *Quantum GIS*. ГИС поддерживает программную среду разработки Python, что позволяет создавать собственные модули обработки данных.

При помощи «калькулятора» спектральных каналов, которым снабжен *QGIS*, удалось рассчитать вегетационный индекс *NDVI*, и выделить зоны спектра, отвечающие за отражательную способность вырубленных территорий. На выходе был получен одноканальный растр (рис. 1, а).

Построив «дерево решений», пикселям, которые были классифицированы как вырубленные территории, присваивалось значение «*true*». Значение «*false*» имели точки, не вошедшие в выделенную зону спектра индекса. Таким образом, удалось рассчитать количество пикселей обоих классов.

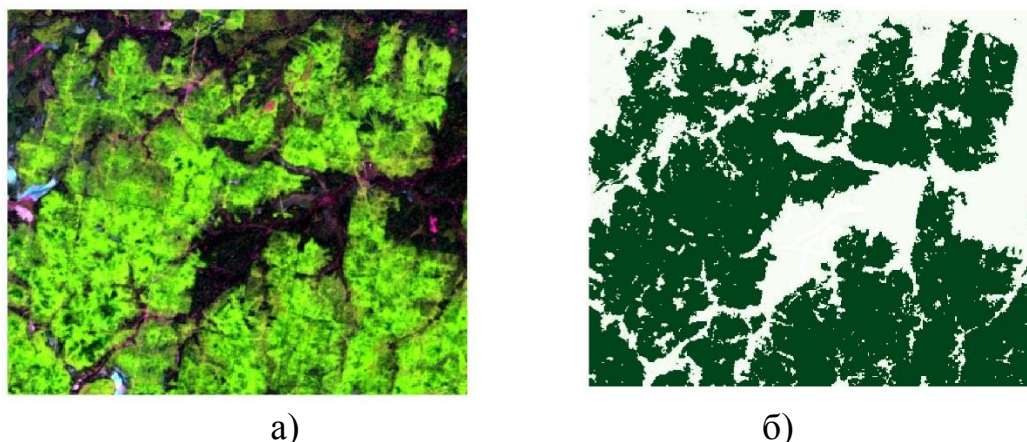


Рис. 1. Территория, подвергнутая сплошным рубкам: а – до применения индекса *NDVI*, б – после применения индекса

Один пиксель снимка *Landsat* имеет разрешение порядка 30*30 метров. Зная количество интересующих нас значений, не составит труда провести расчет площади вырубок.

В заключение можно сказать, что применение вегетационного индекса *NDVI* в классификации интересующих нас территорий, в совокупности с инструментами анализа платформы *QGIS* с открытым кодом, позволит автоматизировать процесс, исключая дополнительные действия со стороны пользователя.

Литература

- Антонов В. Н., Сладких Л. А. Мониторинг состояния посевов и прогнозирование урожайности яровой пшеницы по данным ДЗЗ // Геоматика. 2009. № 3. С. 50–53.
- Барталев С. А., Курятникова Т. С., Стибиг Х. Ю. Методы использования временных серий спутниковых изображений высокого пространственного разрешения для оценки масштабов и динамики вырубок таежных лесов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2005. Т. 2. № 2. С. 217–227.
- Терехин Э. А. Способ картографирования многолетних изменений в лесах на основе анализа их спектральных характеристик по рядам разновременных спутниковых данных // Исследование земли из космоса. 2013. № 5. С. 62–69.
- Черепанов А. С., Дружинина Е. Г. Спектральные свойства растительности и вегетационные индексы // Геоматика. 2009. № 3. С. 28–32.
- Crippen R. E. Calculating the Vegetation Index Faster // Remote Sensing of Environment. 1990. Vol. 34. P. 71–73.
- Landsat Data Continuity Mission. Press Kit. 2013 [Электронный ресурс]. URL: www.nasa.gov/pdf/723395main_LDCMpresskit2013-final.pdf

СБОР И ОТОБРАЖЕНИЕ ДАННЫХ О РАСПРОСТРАНЕНИИ ИНВАЗИВНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ НА БАЗЕ ПРОГРАММНОГО ИНТЕРФЕЙСА (API) СЕРВИСА ЯНДЕКС.КАРТЫ

И. В. Далькэ, И. Ф. Чадин, Е. Г. Мадн, И. Г. Захожий
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,
dalke@ib.komisc.ru

К настоящему времени проблема внедрения чужеродных видов в природные экосистемы приобрела глобальный характер. Изучению механизмов инвазии, характера распространения и конкуренции чужеродных видов с аборигенными уделяется большое внимание во многих странах мира (Mack et al., 2000, Дгебуадзе, 2002, Blackburn et al., 2011).

Деятельность человека часто способствует занесению и натурализации чужеродных видов растений в новых местообитаниях. Примером могут служить гигантские борщевики: *Heracleum mantegazzianum*, *H. persicum*, *H. sosnowskyi*. На территории Европы борщевики были интродуцированы как декоративные растения. В середине XX века на территории бывшего СССР борщевик Сосновского вводили в культуру в качестве силосного растения (Сацыперова, 1984). В настоящее время, в процессе натурализации во вторичном ареале борщевик формирует монодоминантные заросли и характеризуется высокой конкурентоспособностью по отношению к травянистым видам природной флоры (Далькэ, Чадин, 2014). Отсутствие данных о распространении борщевика Сосновского затрудняет оценку масштаба влияния данного вида на естественные экосистемы, мониторинг направления и скорости его расселения, планирование и реализацию мер по борьбе с его нежелательными зарослями.

Цель работы была автоматизировать процесс сбора и отображения данных о географическом распространении растений на базе программного интерфейса (API) сервиса Яндекс.Карты (<https://tech.yandex.ru/maps>). В России и за рубежом существуют похожие информационные ресурсы и сервисы, но они, как правило, ограничены в сборе данных в режиме онлайн:

<http://www.for.gov.bc.ca/hra/Plants/raw.htm> – система оповещения природоохранного ведомства о распространении опасных видов растений (Канада);

<http://www.nobanis.org/> – информационный ресурс «Европейской сети инвазионных видов» (Европа);

<http://www.wildlife.by/node/2812> – «Борщевик на карте Беларуси» (Беларусь);

<http://www.bookblack.ru/plant/4.htm> – Чёрная книга флоры Средней России. Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России (Россия).

Нами разработана информационная система «Распространение инвазионных видов растений» (ИС РИВР) для сбора и отображения данных о географическом распространении инвазионных видов растений на примере борщевика Сосновского (<http://proborshevnik.ru/map>). ИС РИВР представляет собой базу данных под управлением СУБД MySQL с веб-интерфейсом, созданным с применением языков программирования PHP, JavaScript и программного интер-

фейса (API) сервиса Яндекс.Карты. В состав документации входят руководства пользователя и администратора, созданные с использованием инструмента DokuWiki (<http://proborshevik.ru/dokuwiki/doku.php>).

После регистрации на сайте <http://proborshevik.ru/map> пользователь получает возможность вносить сведения о местах произрастания борщевика Сосновского одним из трех способов:

1) указанием координат и описаний точки (возрастное состояние и проективное покрытие растений) вручную для каждой точки;

2) автоматизированным указанием точек обнаружения борщевика путем загрузки массива фотографий в формате JPEG, имеющих географическую привязку, указанную в метаданных на основе стандарта Exif. Максимальный размер загружаемого файла 1 Мб, а общий объем загружаемых одновременно файлов не должен превышать 10 Мб;

3) путем рисования полигонов на векторной карте или спутниковом снимке местности, предоставляемым сервисом Яндекс.Карты. Результаты работы каждого пользователя могут быть просмотрены всеми посетителями сайта <http://proborshevik.ru>.

В системе отображается список зарегистрированных пользователей и общее количество точек внесенных ими в базу. Данные, собранные в реляционную базу, могут быть использованы для дальнейшего анализа и моделирования в настольных географических информационных системах. Данные об обнаружении мест произрастания борщевика могут отображаться на карте в виде отдельных точек или в виде круговых кластеров, объединяющих близко расположенные точки (рис.). Алгоритм кластеризации учитывает отображаемый масштаб карты. С помощью сервиса по сбору и отображению сведений о распространении борщевика Сосновского были расширены функциональные возможности созданного ранее информационного ресурса, посвященного этому виду <http://www.proborshevik.ru>. Разработанная система предназначена, прежде всего, для исследователей, работающих с инвазивными видами растений; работников региональных и муниципальных учреждений, отвечающих за состояние окружающей среды, здоровье и безопасность граждан, работников Россельхознадзора, Государственной службы по карантину растений.

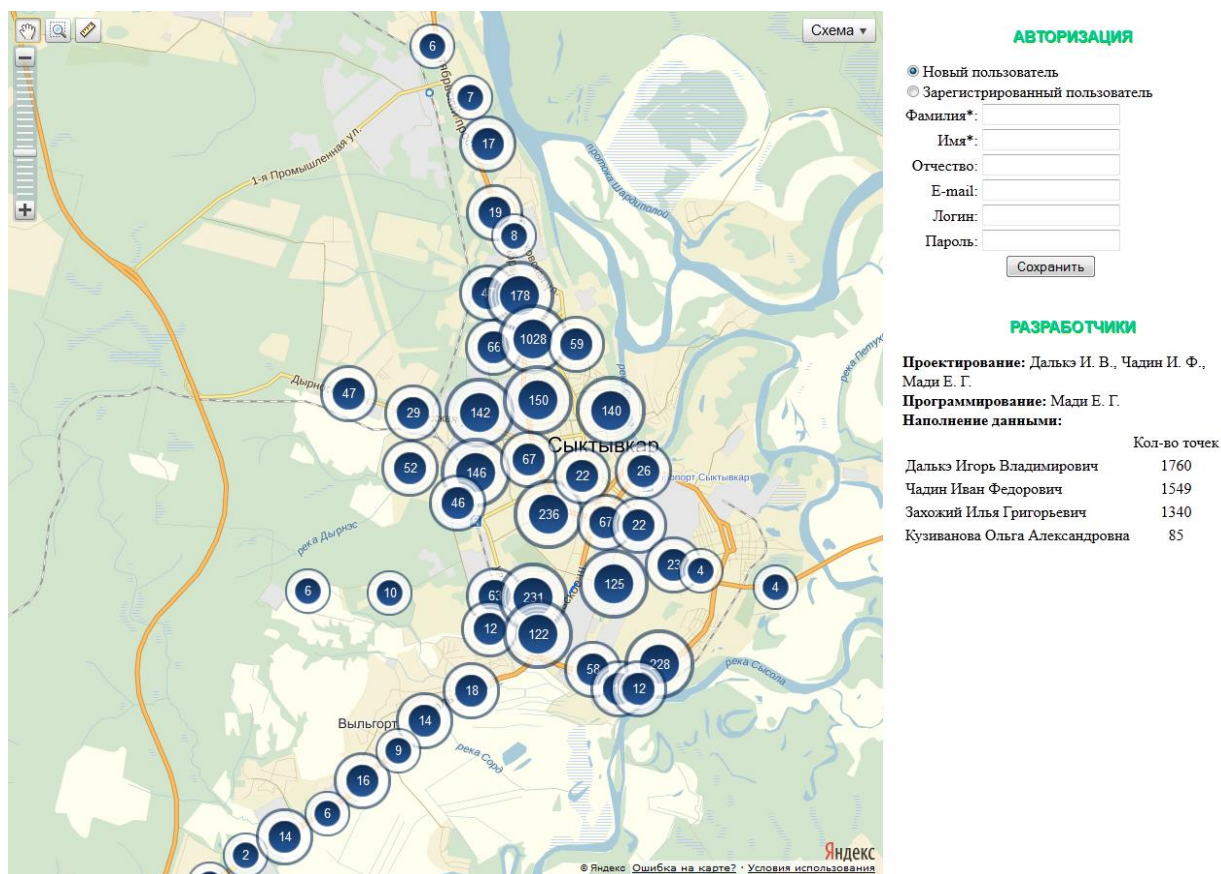


Рис. Фрагмент карты-схемы с кластерами, объединяющими данные по местам произрастания борщевика Сосновского на территории г. Сыктывкара (<http://proborshevik.ru/map>). Учетной единицей является фотография места произрастания борщевика Сосновского

Работа выполнена при поддержке проекта Проект И4 Региональная целевая программа развития вычислительных, телекоммуникационных и информационных ресурсов УрО РАН «Информационная система для сбора и отображения данных о распространении инвазивных видов растений» (ИС РИВР).

Литература

Далькэ И. В., Чадин И. Ф. Инвазии как фактор трансформации природных экосистем: механизмы самоподдержания и расселения чужеродных видов (на примере борщевика Сосновского) // Закономерности функционирования природных и антропогенно трансформированных экосистем: Матер. Всерос. науч. конф. (г. Киров, 22–23 апреля 2014 г.) Киров: Изд-во ООО «ВЕСИ», 2014. С. 23–26.

Дгебуадзе Ю. Ю. Проблемы инвазий чужеродных организмов // Экологическая безопасность и инвазии чужеродных организмов: Сб. матер. круглого стола Всерос. конф. по экологической безопасности России (4–5 июня 2002 г.). М.: ИПЭЭ им. А.Н. Северцева, IUCN (МСОП), 2002. С. 11–14.

Сацыперова И. Ф. Борщевники флоры СССР – новые кормовые растения. Л.: Наука. 1984. 223 с.

Blackburn T. M., Pyšek P., Bacher S., Carlton J. T., Duncan R. P., Jarošík V., Wilson J. R. U., Richardson D. M. A proposed unified framework for biological invasions // Trends in Ecology & Evolution. 2011. V. 26. № 7. P. 333–339.

Mack R. N., Simberloff D., Lonsdale W. M., Evans H., Clout M., Bazzaz, F. A. Biotic invasions: Causes, epidemiology, global consequences, and control // Ecological Applications. 2000. V. 10. № 3. P. 689–710.

ПРИМЕНЕНИЕ КОСМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В. А. Титова¹, Г. Я. Кантор^{1,2}

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет,*

² *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,
ecolab2@gmail.com*

В настоящее время по-прежнему одной из основных экологических проблем является рост количества отходов производства и потребления, образующихся в результате хозяйственной деятельности предприятий, организаций и населения, а также проблема их вторичного использования. Объем отходов в России за последние пять лет вырос в полтора раза и превысил 3,5 миллиарда тонн. Наиболее распространённым методом утилизации отходов является захоронение, что ведёт к безвозвратной потере до 90% полезной продукции. В целом по России под мусорные свалки отчуждено около одного миллиона гектаров земель, среди которых не только пустыри, но и плодородные земли.

Древесными называют отходы деревообрабатывающей промышленности, а также коммунального хозяйства или организаций, занимающихся вырубкой кустарников, деревьев и сучьев. Их спецификой являются большие объёмы, занимаемые стволами деревьев, ветками, стружками и опилками, при относительно небольшой их массе. В цехах и на прилегающей территории деревообрабатывающих предприятий отходы часто занимают площади больше, чем производственные мощности.

Лесорубочные отходы и отходы переработки леса составляют до 40% от биомассы осваиваемой лесосеки. При наметившейся тенденции роста производства деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности увеличиваются и объёмы образования древесных отходов. Объем образования древесных отходов в России составляет 60 миллионов метров кубических в год, утилизируется же только 52,5%.

Среднегодовой объём образования древесных отходов на территории Кировской области составляет более 360 тысяч тонн, которые накапливаются в процессе производства продукции лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности. Древесные отходы составляют наибольший удельный вес в массе образующихся отходов и занимают первое место по объёму в структуре промышленных отходов. Они накапливаются, горят, чем наносят ущерб окружающей среде.

Для решения существующей проблемы в регионе необходимо создание системы региональной инфраструктуры, включающей определение мест раз-

мещения отходов, их количества и характеристик, сбора, утилизации и переработки.

Большое количество несанкционированных стихийных свалок не поддаются достоверному учёту. Продукты деструкции отходов загрязняют прилегающие земли и подземные воды, особенно первого водоносного горизонта. Как показывает практика, существующие пути и методы обращения с отходами не удовлетворяют потребности пользователей информации и органов государственного управления в сфере обращения с отходами. Существует потребность иметь картографические модели пространственного распределения мест размещения отходов. Возникает необходимость в применении геоинформационных систем (ГИС) в сочетании с методами дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Применение ДЗЗ позволяет оперативно обнаруживать свалки древесных и других отходов, контролировать и прогнозировать развитие негативных явлений и процессов.

Использование космических снимков с разрешающей способностью 0,6–5 м позволяет определить местонахождение свалок отходов, их состояние, объёмы, самовоспламенение отходов, какие-либо другие угрозы на полигонах. ГИС- и ДЗЗ-технологии целесообразно применять, как один из эффективных путей выявления несанкционированных стихийных свалок и мест накопления отходов.

На космических снимках хорошо различается внутренняя «структура» свалок: отработанные участки, закрытые слоем почвы; участки, где в настоящее время складировются отходы; подъездные пути, канавы и т. п. За спектрометрическими характеристиками и текстурой изображения можно дешифровать участки свалки и подъездные пути к полигону, которые использовались в разное время, заметны также изменения растительности на окружающей территории.

В 2013 году специалистами Инновационно-образовательного центра космических услуг Вятского государственного гуманитарный университета выполнен первый этап проекта по теме «Развитие региональной инфраструктуры переработки древесных отходов на территории Кировской области с использованием геоинформационных систем и космических технологий (на примере модельных районов)».

Проект направлен на разработку комплексного подхода для создания региональной инфраструктуры переработки древесных отходов на территории Кировской области с использованием геоинформационных систем и космических технологий (на примере модельных районов).

В рамках проекта на основе анализа данных дистанционного зондирования Земли выявлены места размещения древесных отходов, включая несанкционированные свалки в модельном Орловском районе Кировской области. Проведена оценка количества накопленных древесных отходов, разработана серия электронных карт размещения отходов. С целью уточнения объёма древесных отходов на территории модельного Орловского района были проведены полевые работы, в ходе которых выполнялась стереофотосъёмка свалок опилок (Рис. 1).



Рис. 1. Свалка опилок № 19 в Орловском районе

В работе использовали методы автоматизированного дешифрирования материалов космических съёмок, автоматизированной обработки данных и геоинформационного картографирования результатов исследования, методы сравнительно-географического и пространственного анализа, химические методы анализа. В качестве программного обеспечения для обработки данных использовались пакеты программ ENVI 4.5, MapInfoProfessional 7.5, BorlandDelphi 7, Gdal, ArcGIS 9.1.

Для определения объёма древесных отходов на свалках применялся стереофотограмметрический метод, который заключается в фотосъёмке объекта с различных ракурсов и специальной математической обработке снимков, позволяющей воспроизвести точную форму и размеры объекта, сформировать его трехмерную модель и таким образом определить требуемые параметры, включая объем.

В результате проведенных работ в Орловском районе Кировской области выявлено 65 свалок древесных отходов с общим объёмом отходов 179059 м^3 , занимающих площади 130570 м^2 . Отобраны пробы древесных отходов, определена их структура и проведён анализ на содержание массовой доли влаги. Разработана серия электронных карт размещения отходов, объектов исбора (полигонов временного хранения); выбраны оптимальные маршруты перевозки; созданы карты-схемы инфраструктуры переработки древесных отходов на базе использования геоинформационных систем (рис. 2, 3).

С учётом экологических, экономических и социальных факторов рекомендованы технологии утилизации и переработки древесных отходов:

- установка отопительных систем, работающих на древесных и других отходах, что даёт возможность снизить себестоимость тепловой энергии и сберечь невозпроизводимые природные ресурсы;

- изготовление древесных брикетов для индивидуального топлива и промышленных отопительных систем не только на стационарных предприятиях, но и на передвижных установках, работающих на древесных отходах, производство которых окупается через полтора года, а в дальнейшем приносит прибыль.

При использовании древесных отходов, накопление которых в Кировской области составляет 26% от объёма промышленных отходов, в качестве топлива и вторичного натурального сырья для производства востребованной на рынке продукции решаются многие проблемы:

- предприятия-источники образования древесных отходов освобождаются от платы за размещение отходов на полигонах;
- при использовании древесного топлива уменьшается негативное воздействие на окружающую среду, значительно снижаются выбросы в атмосферу загрязняющих веществ, а также решается проблема «чёрного снега» и утилизации шлаков, вследствие чего предприятиям меньше платить за наносимый природе ущерб;
- снижаются тарифы по оплате отопления и других коммунальных услуг для потребителей в связи с сокращением расходов на транспортировку более дорогого топлива из других регионов России;
- решаются вопросы сбережения невозпроизводимых ресурсов в регионах страны.

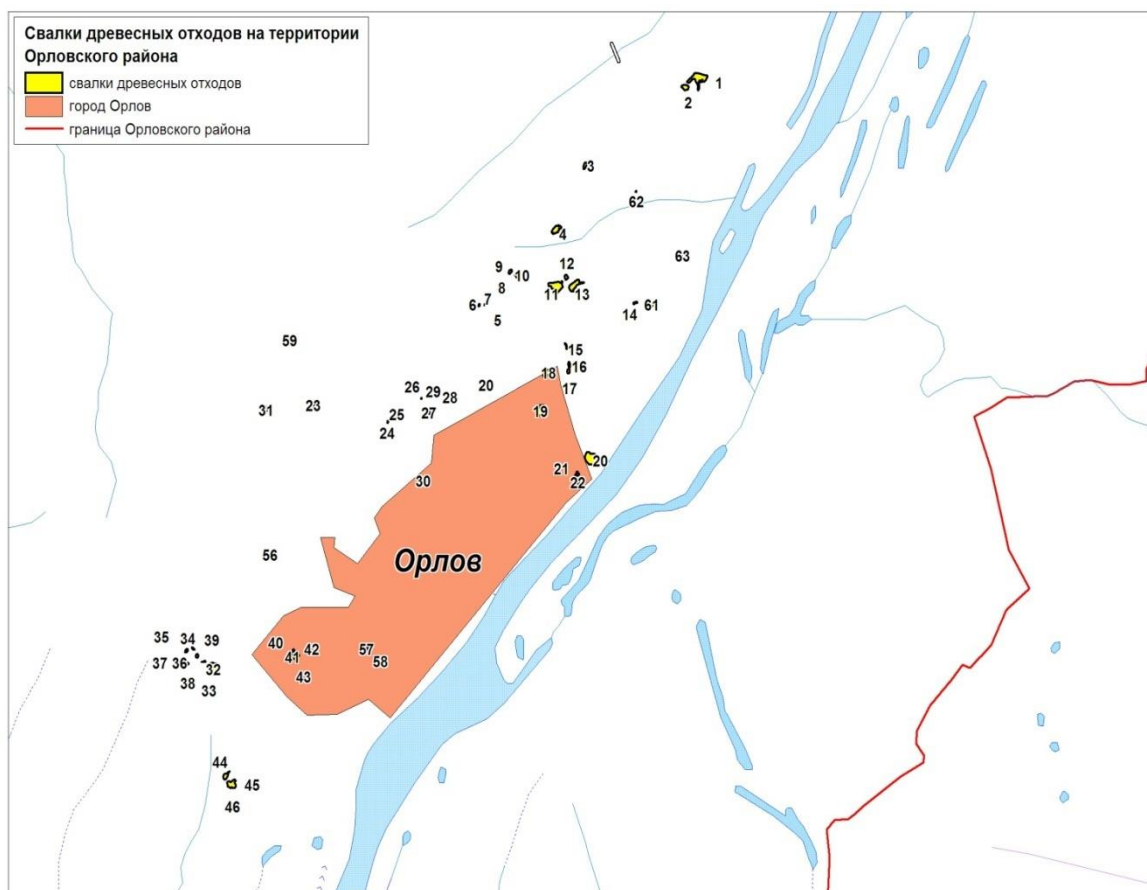


Рис. 2. Карта-схема размещения свалок древесных отходов

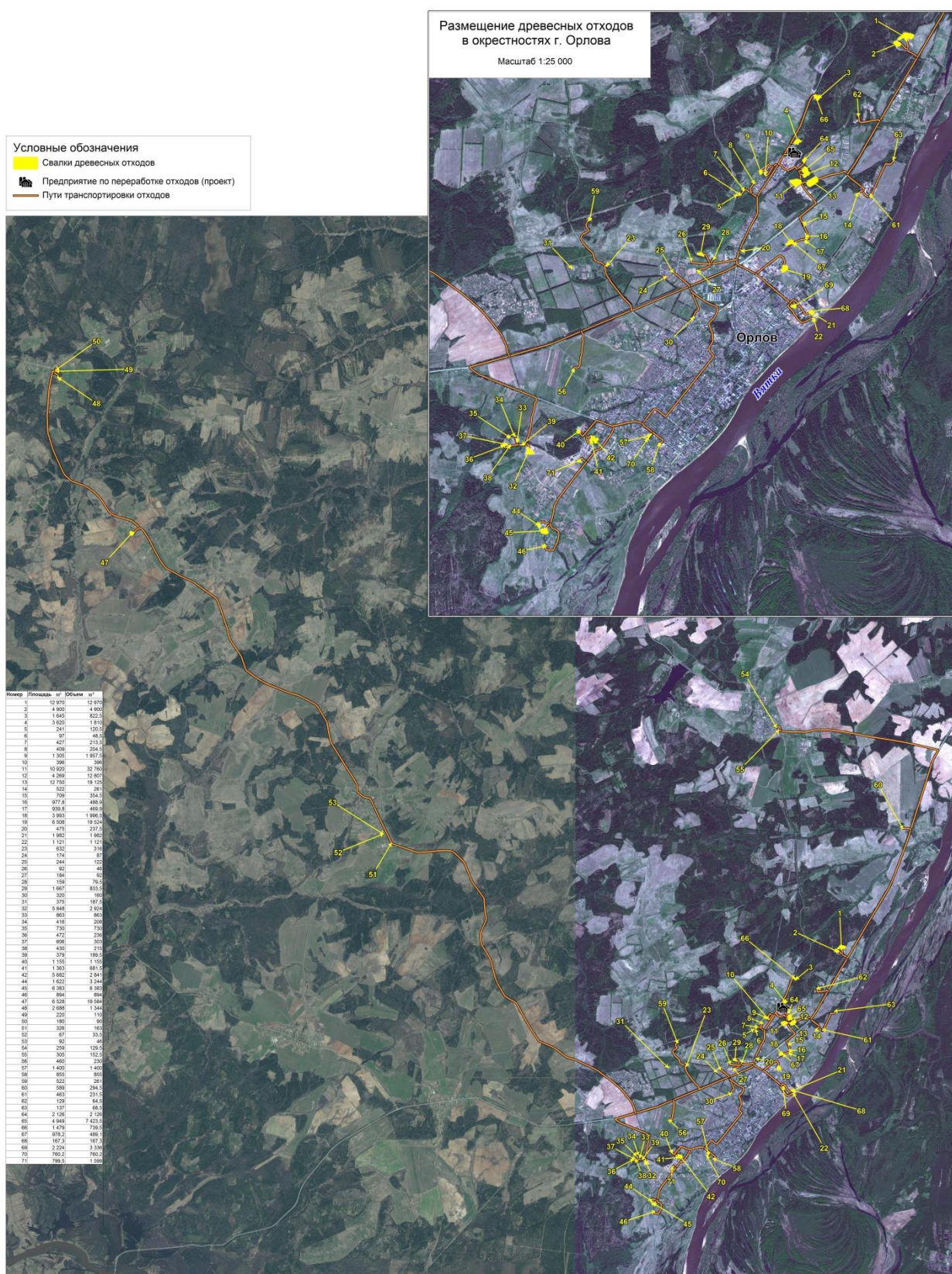


Рис. 3. Схема размещения свалок отходов деревопереработки на территории Орловского района Кировской области

Кроме названного проекта Инновационно-образовательный центр космических услуг работает над проблемой регенерации отработанных моторных и гидравлических масел.

Отработанные масла нельзя выливать на землю или в водоемы, их нужно утилизировать. К сожалению, всего лишь около 20% отработанных масел утилизируется должным образом, а остальное их количество загрязняет нашу почву или воду. Поэтому экологическая обстановка с каждым годом вызывает все большую тревогу.

Отработанное масло после вторичной переработки становится полезным, скорее даже нужным материалом. Его используют как сырье при изготовлении некоторых сортов масла или топлива, для изготовления железобетонных конструкций. Очищенным отработанным маслом смазывают второстепенные узлы или агрегаты, оно подходит для обработки металлических изделий, когда требуется защита от коррозии. Отработанное масло добавляют в битум, который используется для укладки на дорогах.

Технология переработки заключается очистке загрязнённых масел от ненужных примесей, что делается по определённым методикам.

Прежде всего, это удаление воды и твёрдых загрязняющих веществ. Отработанное масло отстаивают, потом пропускают через механический фильтр, далее проводится выделение тяжёлых частиц с помощью центробежной силы.

Затем следуют процессы выпаривания, вакуумная перегонка, потом отработанное масло проходит адсорбцию или коагуляцию.

Если необходимо получить высокое качество переработки, то используют химический метод очистки. Он гарантирует высокую степень регенерации. Процесс восстановления, проходящий таким способом, дает возможность вернуть маслу его первоначальные свойства.

Методы восстановления отработанных масел постоянно совершенствуются. Немалая доля в себестоимости очищенного масла принадлежит сбору, хранению и последующей его транспортировке к месту, где будет производиться очистка и переработка.

Утилизация отходов такого плана процесс непростой, нарушение правил влечет к загрязнению почвы и водоемов.

Существует вторичная переработка загрязнённых масел, которые можно использовать в качестве сырья для промышленных целей, а окружающая среда останется чистой. В этом случае отработанное масло становится возобновлённым источником сырья.

На территории России перерабатывается 15% отработанных масел.

В зависимости от процесса регенерации получают 2–3 фракции базовых масел, из которых компаундированием и введением присадок могут быть приготовлены товарные масла (моторные, трансмиссионные, гидравлические, СОЖ, пластичные смазки). Средний выход регенерированного масла из отработанного, содержащего около 2–4% твердых загрязняющих примесей и воду, до 10 % топлива, составляет 70–85% в зависимости от применяемого способа регенерации.

Для восстановления отработанных масел применяются разнообразные технологические операции, основанные на физических, физико-химических и химических процессах и заключаются в обработке масла с целью удаления из него продуктов старения и загрязнения.

Инновационно-образовательный центр космических услуг Центром Вятского государственного гуманитарного университета проведены исследования по составу отработанных масел Кировской области (рис. 4, 5). Подобрана технология их очистки, запущена в работу на одном из предприятий г. Кирова установка по очистке отработанных моторных и гидравлических масел. Разработаны технические условия на масла гидравлические и моторные, восстановленные очисткой, на которые выдано положительное экспертное заключение ФБУ «Кировский ЦСМ». Составлена электронная карта-схема размещения предприятий, имеющих отработанные масла в г. Кирове, и маршрута их доставки к месту переработки.



Рис. 4. Масло минеральное гидравлическое с предприятий г. Кирова после очистки и до очистки



Рис. 5. Масло моторное синтетическое с предприятий г. Кирова до очистки и после очистки

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ТРЕХМЕРНОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ ЗАТОПЛЕНИЯ ПОЙМЫ р. ВЯТКИ В ПЕРИОД ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ

Г. Я. Кантор^{1,2}, В. В. Рутман¹, Т. Я. Ашихмина^{1,2}

¹ *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,*

² *Вятский государственный гуманитарный университет,
ecolab2@gmail.com*

Создание имитационных численных моделей паводковых процессов приобрело особо актуальное значение в последние годы в связи с резко усилившейся глобальной нестабильностью климатических условий и, как следствие, увеличением частоты наводнений с катастрофическими последствиями в различных странах мира. Для Кировской области серьезной экологической проблемой остается риск загрязнения воды р. Вятки отходами производства предприятий бывшего Кирово-Чепецкого химического комбината, расположенного

в 20 км выше по течению от головного водозабора системы хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Кирова.

Пойма р. Вятки в районе г. Кирово-Чепецка отличается чрезвычайно сложной конфигурацией (рис. 1) с большим количеством протоков, естественных и искусственных водоемов, часть которых при определенных сценариях развития весеннего половодья может явиться источником залпового сброса загрязняющих веществ, из которых наибольшую опасность представляет нитрат аммония, содержащийся в некоторых пойменных озерах в высоких концентрациях.



Рис. 1. Космический снимок поймы р. Вятки в районе г. Кирово-Чепецка с ресурса Google Планета Земля

Очевидно, что для разработки системы мероприятий по предотвращению аварийного загрязнения р. Вятки или смягчению его последствий необходимо иметь возможность оперативного прогнозирования процессов распространения поллютантов потоками воды в конкретных гидрологических условиях. Эффективным средством такого прогнозирования может служить специализированный программный комплекс, в состав которого входит численная гидродинамическая модель, использующая для расчета высокопроизводительные аппаратные и программные средства.

Первые попытки создания динамической гидрологической модели Кирово-Чепецкой поймы были предприняты в 2012–2014 гг. (Созинов и др., 2013; Кантор, Ашихмина, 2014). Серьезным препятствием при решении этой задачи было отсутствие достаточно подробной модели рельефа поймы, без которой гидрологическое моделирование попросту невозможно.

Для создания требуемой цифровой модели рельефа (ЦМР) были привлечены разнообразные доступные источники информации: топографические кар-

ты и планы масштабов 1:50000–1:2000, данные спутниковой радиолокационной съемки, выполненной в рамках миссии SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission, США) в 2000 г., наземной топографической съемки (в том числе с использованием высокоточной геодезической аппаратуры GPS/ГЛОНАСС), а также космические снимки среднего разрешения (10 м на пиксель), сделанные в период затопления поймы.

В процессе выполнения работы выяснилось, что для большинства пойменных водоемов отсутствуют данные о рельефе дна, поэтому был выполнен большой цикл работ по детальной батиметрической съемке при помощи комбинированного прибора – картплоттера Garmin GPSmap 521s, объединяющего ультразвуковой эхолот с навигационным приемником GPS (рис. 2).

Кроме того, для проверки корректности модели рельефа и дополнительного её уточнения на фазе подъема уровня воды производилась многократная запись пешеходного трека навигатором Garmin GPSmap 60 CSx при движении по границе зоны затопления (линии уреза).

На рисунке 2 показана 3D-модель рельефа Кирово-Чепецкой поймы, построенная при помощи программного обеспечения ГИС MapInfo Professional 8.5 по данным SRTM-3, а на рисунке 3 – комбинированная модель, созданная с учетом всех полученных данных.

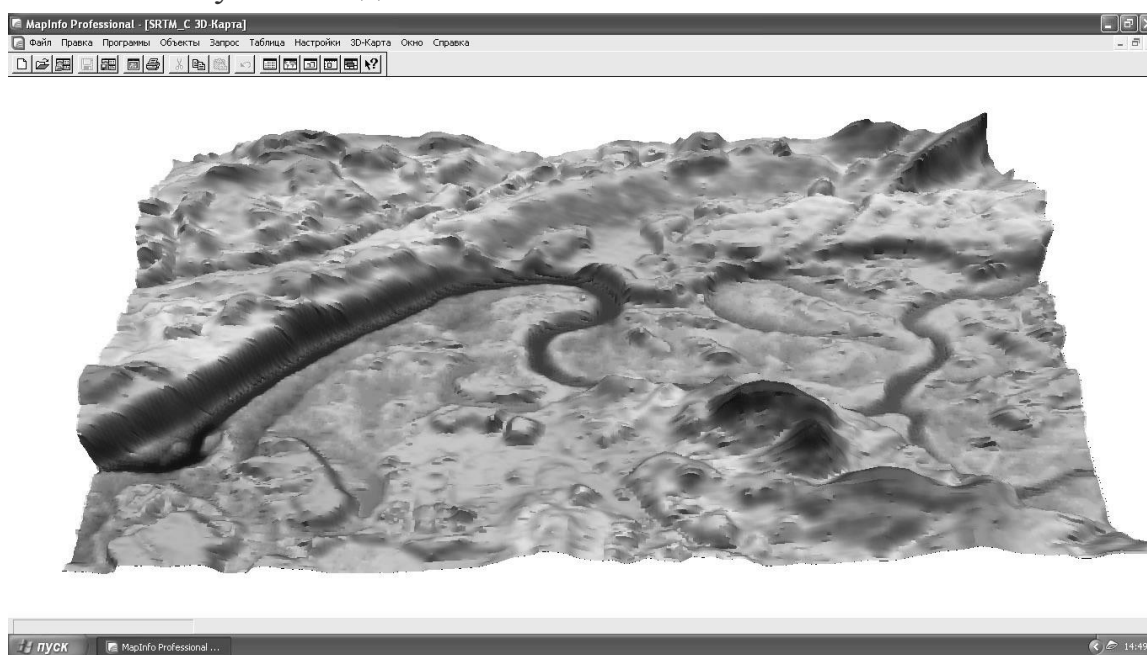


Рис. 2. Трехмерная карта-схема поймы р. Вятки в окрестностях г. Кирово-Чепецка по данным SRTM-3

Детальная трехмерная карта рельефа позволяет, используя современные аппаратно-программные средства визуализации, создать интерактивную анимированную («игровую») модель паводка, наглядно отображающую все нюансы процессов подъема и спада уровня воды во время весеннего половодья. Для этой цели мы использовали программный пакет Blender 1.7.2, который предоставляет широкие возможности моделирования реальных физических процессов и фотореалистического их отображения.

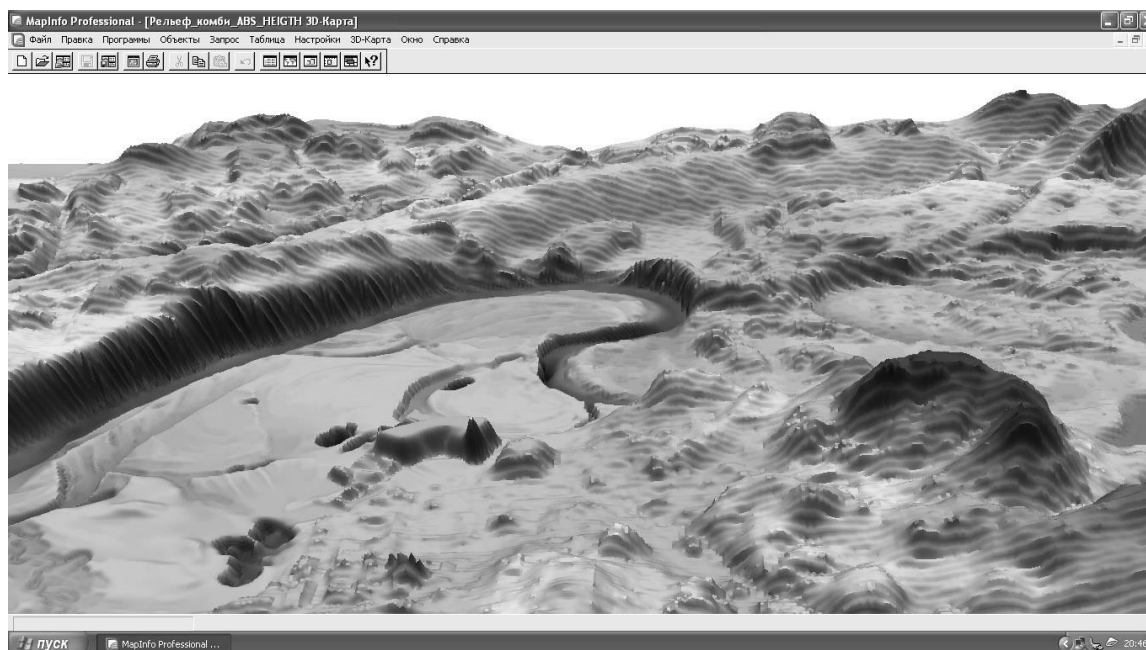


Рис. 3. Комбинированная 3D-модель поймы р. Вятки в окрестностях г. Кирово-Чепецка, построенная по полной совокупности данных

На рисунке 4 представлен экранный снимок (скриншот) интерактивной 3D-модели паводка в районе г. Кирово-Чепецка в программной оболочке Blender 2.72.

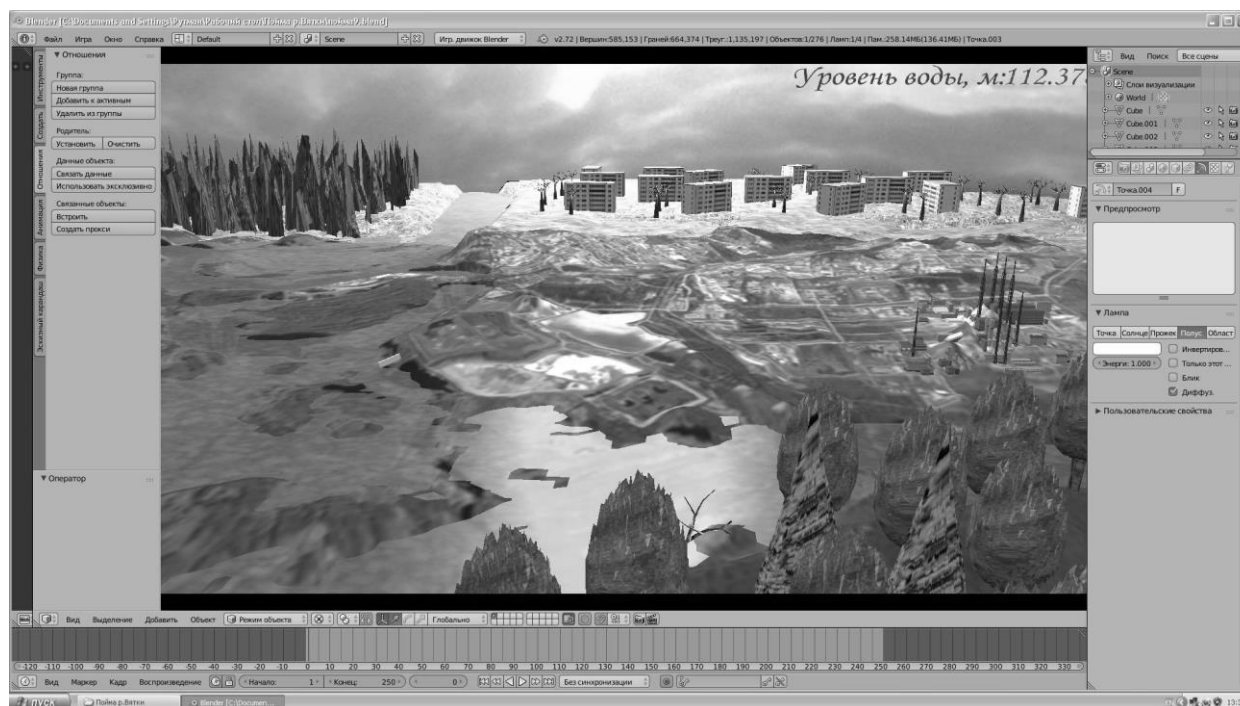


Рис. 4. «Игровая» модель паводка на Кирово-Чепецкой пойме в среде Blender 2.72.

Дальнейшее развитие модели предполагает численный расчет двухмерного (а на отдельных участках и трехмерного) распределения скорости течения воды с использованием возможностей мультипроцессорных программируемых видеоадаптеров.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ для государственной поддержки ведущих научных школ РФ НШ-6536.2014.5.

Литература

Созинов О. Г., Вахрушев В. А и др. Создание цифровой модели поймы реки Вятки // Использование геоинформационных и космических технологий в научной, образовательной и практической деятельности: Мат-лы XI Всерос. науч.-практ. конф.-выст. инновац. экологич. проектов. Киров, 2013. С. 24–33.

Кантор Г. Я., Ашихмина Т. Я. Моделирование весеннего паводка в пойме р. Вятки на территории размещения объектов Кирово-Чепецкого отделения ФГУП «РосРАО» // Теоретическая и прикладная экология, 2014. № 3. С. 29–35.

РЕЗУЛЬТАТЫ БИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В РАЙОНЕ ОБЪЕКТА УНИЧТОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ (пос. МИРНЫЙ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ)

*Е. А. Домнина^{1,2}, С. Ю. Огородникова^{1,2},
С. В. Пестов², Т. Я. Ашихмина^{1,2}, Ю. В. Новойдарский³*

¹ Вятский государственный гуманитарный университет,

² Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,

³ 1205 объект по хранению и уничтожению химического оружия,
ecolab2@gmail.com

На территории санитарно-защитной зоны (СЗЗ) и зоны защитных мероприятий (ЗЗМ) объекта хранения и уничтожения химического оружия в пос. Мирный Кировской области с 2004 г. выполняются работы по государственному экологическому мониторингу. Биологический мониторинг является составной частью экологического мониторинга. В программу биологического мониторинга включена оценка состояния природных сред и объектов методами биоиндикации и биотестирования.

Биологические методы в исследованиях природно-техногенных территорий в районах таких объектов, к каким относятся объекты по хранению и уничтожению химического оружия зачастую более эффективны, чем химические методы контроля, особенно при малых концентрациях загрязняющих веществ, попадающих в окружающую среду.

Анализ результатов государственного экологического мониторинга в районе объекта уничтожения химического оружия (ОУХО) в пос. Мирный Оричевского района Кировской области за период с 2006 г. по настоящее время свидетельствует о том, что по сравнению с предыдущими годами обследования в 2014 году ухудшение чистоты воздуха не наблюдается. Комплекс биоиндикационных методов показал отсутствие изменений по большинству показателей. Наиболее информативным индикатором атмосферного загрязнения в районе функционирования ОУХО является содержания общего фосфора в пробах эпифитного лишайника *Nurogymnia physodes* (L.) Nyl. В 2014 г. повышенное содержание фосфора в талломах лишайника выявлено на участках, расположенных в непосредственной близости от объекта уничтожения химического ору-

жия на расстоянии 1–1,5 км, на данных участках накопление общего фосфора в талломах было в 1,5–2 раза выше, чем на фоновом участке. В пробах лишайников, отобранных на участках более удаленных от объекта УХО или находящихся в направлении противоположном направлению преобладающих ветров содержание общего фосфора было сопоставимо с фоновыми значениями. Увеличение содержания фосфора в лишайниках на участках, расположенных по направлению преобладающих ветров может свидетельствовать об аэротехногенном загрязнении. Определение фосфора в хвое сосны обыкновенной в 2014 году зафиксировало некоторое увеличение значений данного показателя в хвое, отобранной только с участков 16 и 18, расположенных на расстоянии 1,5–2 км. На остальных участках содержание фосфора находилось на уровне фоновых значений.

Состояние почв оценивалось по активности почвенных ферментов каталаза и уреазы. Отмечено, что на шести ближайших к объекту участках мониторинга на протяжении нескольких лет (2011–2014 гг.) существенно варьирует активность почвенных ферментов, что является показателем изменений в почвенном микробном комплексе, и, по-видимому, связано с деятельностью ОУХО. Активность ферментов в почве на фоновом участке стабильна по годам.

Исследование состояния фитоценозов в СЗЗ и ЗЗМ объекта уничтожения химического оружия в пос. Мирный Кировской области показало, что компоненты лесных насаждений имеют нормальное развитие, соответствующее конкретным лесорастительным условиям и возрастному состоянию древостоев, а их биологическое и санитарное состояние на большинстве участков является хорошим.

На основе анализа многолетних данных выявлены изменения показателей жизнедеятельности ряда растений-индикаторов состояния окружающей среды. Отмечено повышение процента абортивных пыльцевых зерен на большинстве участков в 2014 году, по сравнению с предыдущими годами наблюдений. Установлено увеличение доли абортивных пыльцевых зерен сосны обыкновенной на участках, расположенных по всем сторонам горизонта на удалении 1–2 км от ОУХО.

Выявлены изменения в состоянии фотосинтетического аппарата листьев растений, произрастающих на участках мониторинга (лесных и луговых), расположенных вблизи объекта. Основные изменения в пигментном фонде растений проявлялись в снижении накопления хлорофиллов, изменении соотношения хлорофиллы/каротиноиды, каротиноиды отличались большей стабильностью, по сравнению с зелеными пигментами. Видимых повреждений листьев (хлорозы, некрозы) на участках мониторинга не отмечено. В листьях растений, которые произрастают на фоновых участках состояние пигментного комплекса стабильно и изменений в пигментном фонде по годам не происходит.

Результаты обследования видового состава позвоночных животных, плотности популяций видов, внесенных в программу экологического мониторинга территории СЗЗ и ЗЗМ ОУХО в пос. Мирный Кировской области в 2014 году, существенно не отличаются от данных полученных в 2007–2013 гг.

Видовой состав беспозвоночных животных (насекомых) на исследованной территории типичен для подзоны южной тайги. В составе обитателей травостоя суходольных лугов отмечено около 200 видов из 59 семейств и 10 отрядов.

Преобладающей группой являются фитофаги (рисунок) наиболее широко представленные в отрядах Homoptera, Heteroptera и Coleoptera. Доля паразитов и хищников максимальна на участке 109. Сапрофагов сравнительно больше на импактном участке 10, расположенном на расстоянии 1 км.

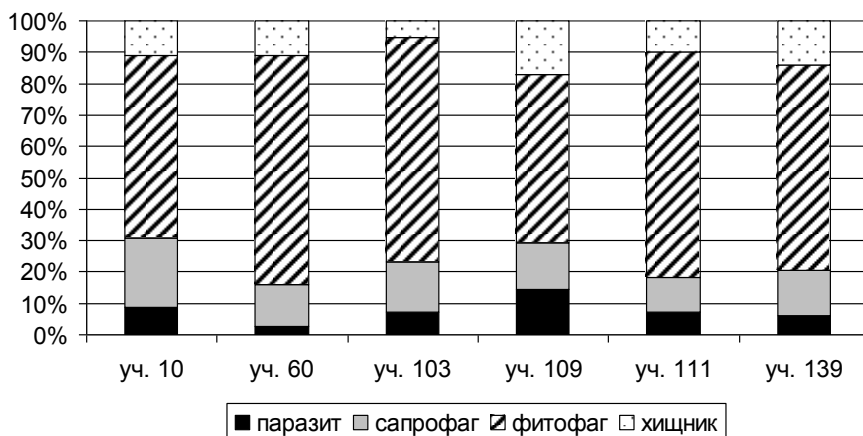


Рис. Трофическая структура беспозвоночных хортобионтов луговых экосистем ЗЗМ ОХУХО

В лесных экосистемах произведена оценка повреждения листьев древесных растений членистоногими фитофагами. Из рассмотренных видов растений, наиболее дифференцировано на факторы техногенной и естественной природы реагируют членистоногие, повреждающие листья березы, что делает березу объектом наибольшей индикаторной значимости. Антропогенные факторы воздействуют на развитие повреждения листьев древесных растений опосредованно, через изменение структуры фитоценозов. Среди антропогенных факторов ведущее значение имеют рекреация и лесопользование. Активность фитофагов рябины зависит в значительной степени от погодно-климатических факторов. В зависимости от повреждаемости фитофагами различается содержание некоторых химических элементов, что связано, вероятно, с адаптациями растений к повреждению.

Непосредственными факторами, влияющими на видовой состав и численность отдельных групп насекомых, являются фитоценоотические условия. Изменения таксономической и трофической структуры энтомофауны в целом ЗЗМ объекта уничтожения химического оружия в пос. Мирный Кировской области не носят направленного характера и объясняются колебаниями природных абиотических факторов в районе исследований.

Мониторинг структуры лесов или таких крупных видов как позвоночные животные, приведет, вероятно, к обнаружению в основных экологических процессах возможных изменений спустя десятилетия после их начала.

Таким образом, использование информативных видов-биоиндикаторов: растений, грибов, лишайников, представителей животного мира, различных методов биологического мониторинга позволяет оценить состояние природных

сред и объектов на территории СЗЗ и ЗЗМ объекта уничтожения химического оружия в пос. Мирный Кировской области как относительно стабильное, но зафиксировать при этом некоторые отклонения в природном комплексе.

МОНИТОРИНГ ЖИВОТНОГО МИРА В ЗОНЕ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ОБЪЕКТА ПО УНИЧТОЖЕНИЮ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ «ЩУЧЬЕ»

**О. М. Плотникова^{1,2}, С. Ю. Максимовских², Б. И. Кудрин²,
А. Н. Евдокимов², М. А. Григорович²**

¹ Курганский государственный университет,

² Региональный Центр экологического мониторинга объекта
уничтожения химического оружия Курганской области,
plotnikom@yandex.ru, kurgan-rc@yandex.ru

В мае 2009 г. начал свою работу объект по уничтожению химического оружия в г. Щучье Курганской области (объект «Щучье»). В целях проведения мониторинговых исследований состояния фауны, которые были организованы с 2008 г., в зоне защитных мероприятий (ЗЗМ) объекта «Щучье» оборудовано 7 стационарных площадок (СП) с ловчими канавами и ловушками для отлова мелких млекопитающих. Все СП располагаются на границах сельскохозяйственных полей со злаковыми культурами, служащими основой питания для мышевидных грызунов.

Отловленные в ЗЗМ за время наблюдений в 2008–2014 гг. млекопитающие представлены мышевидными грызунами и насекомоядными – полевка обыкновенная (*Microtus arvalis* Pall.), мышь полевая (*Apodemus agrarius*), мышь домовая (*Mus Musculus*), полевка красная (*Clethrionomus rutilus*), бурозубка обыкновенная (*Sorex araneus* L.) и бурозубка малая (*Sorex minutus* L.). Доминирующим видом в районе расположения объекта «Щучье» является полевка обыкновенная, доля которой от общего числа пойманных мышевидных грызунов колебалась от 50 до 75%. Это определило выбор полевки обыкновенной (*Microtus arvalis* Pall.) в качестве индикаторного вида при проведении мониторинговых исследований состояния фауны в ЗЗМ. Исследования насекомоядных животных рода *Sorex* не проводилось ввиду их быстрой гибели в ловушках и недостаточного для исследований объема крови.

Особи индикаторного вида были подвергнуты морфометрическому (масса и длина тела), гематологическому (подсчет абсолютного и относительного содержания форменных элементов крови) и биохимическому (определение в крови уровня общего белка, холестерина, мочевины и активности холинэстеразы) исследованиям. Определение показателей крови проводилось по общепринятым методам (Меньшиков, 1987). Полученные данные обработаны методами параметрической (Лакин, 1973) и непараметрической (Гублер, Генкин, 1973) статистики.

Количество отловленных в ЗЗМ объекта «Щучье» мышевидных грызунов было минимальным в полевые сезоны 2010 и 2011 гг., в последние годы наметилась тенденция к их возрастанию (рис. 1). Морфометрические показатели приведены в таблице. В эти годы было отмечено, что существует тенденция замещения видов, относящихся к мышевидным грызунам, насекомоядными видами из рода *Sorex*. Так, если в 2012 и 2013 гг. соотношение количества бурозубок и мышевидных грызунов составляло 0,77 и 0,56 соответственно, то в 2014 г. – 2,09.

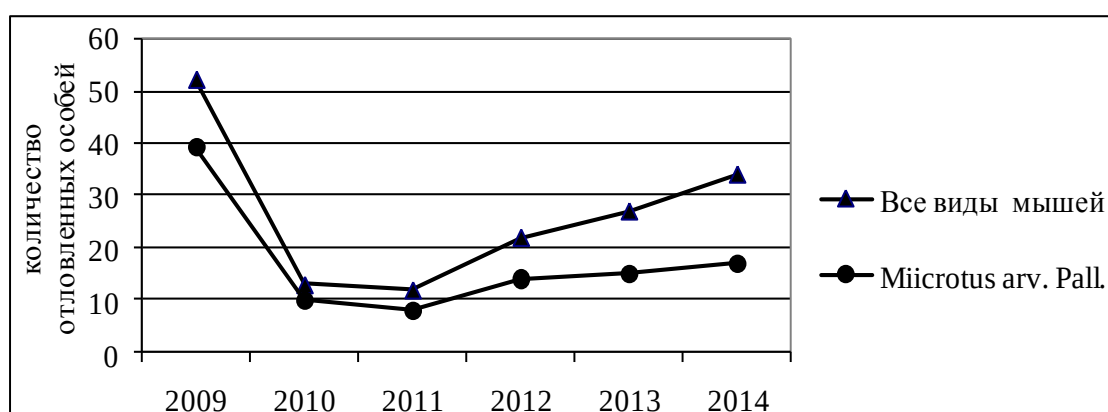


Рис. 1. Количество отловленных в ЗЗМ мышевидных грызунов за 2009–2014 гг.

Таблица

**Морфометрические показатели индикаторного вида
полевка обыкновенная за 2009–2014 гг.**

Показатель	Годы наблюдений, количество отловленных грызунов (n)					
	2009 n=39	2010 n=10	2011 n=8	2012 n=14	2013 n=15	2014 n=17
Вес, г	26,2±1,6	27,6±5,1	28,4±3,1	15,5±2,8	17,6±8,6	19,4±2,7
Длина тела, мм	91,9±2,1	88,4±4,3	86,5±3,2	89,6±4,2	105,9±5,1	105,0±3,0

Исследование гематологических показателей вида-индикатора показало, что содержание эритроцитов в крови животных практически не изменялось во все годы мониторинга (рис. 2). Показатели крови особей Полевки обыкновенной за 2008 г. рассматриваются как контрольные значения. Абсолютное содержание лейкоцитов в крови животных достоверно снизилось (лейкопения) в 2011 г. и оставалось достоверно сниженным все последующие годы мониторинга. При изучении морфологической картины крови установлено, что снижение общего числа лейкоцитов формировалось за счет нейтрофилов и лимфоцитов, т.е. иммунокомпетентных клеток.

Биохимическое исследование компонентов плазмы крови мышей вида полевка обыкновенная в 2009–2014 гг. за годы мониторинга не выявило достоверных отличий в уровне активности холинэстеразы и содержания общего белка, мочевины и холестерина по сравнению с данными за 2008 г., взятыми в качестве контроля. В плазме крови полевки обыкновенной активность холинэстеразы лежала в интервале 2314–4113 Е/л, содержание общего белка находилось в

интервале 42–50 г/л, холестерина – 1,3–2,7 ммоль/л, мочевины – 3,7–11,4 ммоль/л.

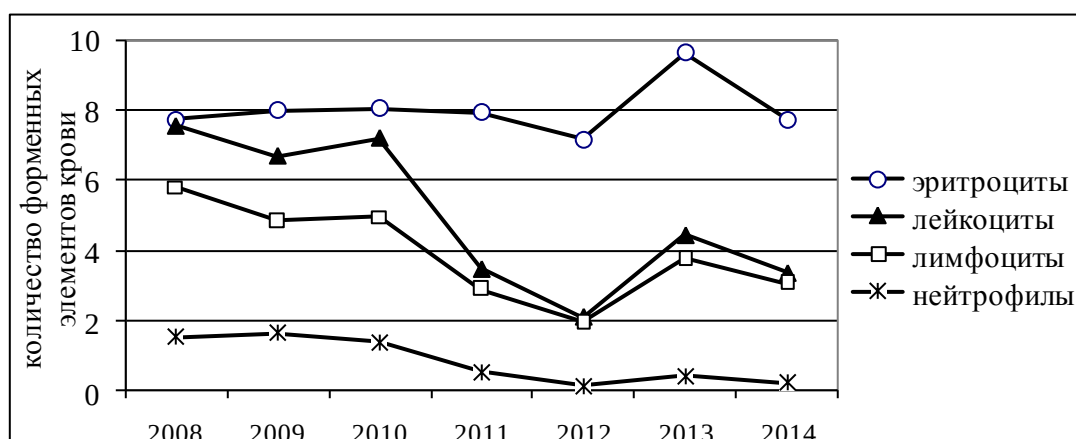


Рис. 2. Абсолютное содержание эритроцитов (млн/мкл), лейкоцитов (тыс/мкл), лимфоцитов (тыс/мкл) и нейтрофилов (тыс/мкл) в крови мышей вида полевка обыкновенная в 2009–2014 гг.

Таким образом, результаты проведенного мониторинга показывают, что за период 2008–2014 гг. видовое представительство мелких теплокровных животных претерпело значительное изменение – снизилось видовое разнообразие грызунов и число особей индикаторного вида, резко возросло представительство насекомоядных животных. Морфометрические показатели индикаторного вида за период мониторинга также претерпели некоторые изменения. Выявленные изменения картины белой крови свидетельствуют о сдвигах в иммунной системе мелких животных ЗЗМ объекта «Щучье». Однако биохимические исследования плазмы крови не выявили значимых изменений.

Можно предположить, что указанные изменения показателей здоровья представителей мелких животных происходили под влиянием ряда факторов – неблагоприятных погодных-климатических воздействий, загрязнения сельскохозяйственных полей на полях ЗЗМ, возможного влияния на окружающую среду и объекта «Щучье». Зимы 2009–2010 и 2010–2011 гг. действительно были малоснежными и морозными и подвергли суровому испытанию популяцию мышевидных грызунов. Однако, в последующие, благоприятные для грызунов годы, их отлов не увеличился, а возникшие отклонения гематологических показателей сохранились.

По данным химико-аналитических исследований попадание в окружающую среду в ЗЗМ объекта «Щучье» продуктов деструкции фосфорорганических отравляющих веществ и компонентов дегазирующих смесей не обнаружено. Наибольшие подозрения вызывает возможность попадания в окружающую среду токсикантов при обработке сельскохозяйственных полей, на границах которых проводился отлов мышей. Начиная с 2010 г., эти поля обрабатывались гербицидами на основе глифосата (Глифос, Глифосат, РАП). Злаки, произраставшие на этих полях, являлись основой питания мышевидных грызунов.

Выявленные нами в процессе проведения мониторинга отклонения в состоянии здоровья вида-индикатора сходны с теми, которые мы наблюдали в экспериментах на лабораторных мышах при введении им МФК (Плотникова, 2012). Наши экспериментальные исследования свидетельствуют о том, что под влиянием даже малых доз этого фосфоната в организме животных происходят изменения белкового, углеводного, жирового обменов, изменяется картина периферической крови, падает напряженность иммунитета. Аналогичные изменения, по данным литературы (Jasper, 2012), возникают при воздействии на организм млекопитающих и другого фосфоната – аминотетилфосфоновой кислоты – продукта распада глифосата, входящего в рецептуру гербицидов.

Полученные результаты мониторинга мелких теплокровных животных 33М объекта по уничтожению химического оружия с фосфорорганическими отравляющими веществами указывают на необходимость обстоятельного изучения путей попадания фосфонатов в организм млекопитающих и их влияния на состояние здоровья животных и человека.

Литература

Гублер Е. В., Генкин А. А. Применение непараметрических критериев статистики в медико-биологических исследованиях. Л.: Медицина, 1973. 143 с.

Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высш. школа, 1973. 343 с.

Меньшиков В. В. Лабораторные методы исследования в клинике. М.: Медицина, 1987. 368 с.

Плотникова О. М., Евдокимов А. Н., Григорович М. А. Изменение активности ряда ферментов после введения метилфосфоновой кислоты самцам лабораторных мышей // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология. 2012. № 26. С. 58–60.

Jasper R., Locatelli G.O., Pilati C. Evaluation of biochemical, hematological and oxidative parameters in mice exposed to the herbicide glyphosate-Roundup // Interdiscip. Toxicol. 2012. № 3. P. 133–140.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ НА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ В НОВОВЯТСКОМ РАЙОНЕ г. КИРОВА

Ю. А. Гарюгин, Т. А. Мусихина

Вятский государственный университет, esco4389@mail.ru

Наряду с официальными экологическими исследованиями в границах Нововятского района города Кирова, где 5 февраля 2014 г. произошел аварийный сход с железнодорожных путей 32 цистерн с последующим проливом и возгоранием газового конденсата, нами была составлена собственная программа наблюдений за состоянием (по химическим показателям) и соответствием гигиеническим нормативам (далее – ГН) (ГН 2.1.5.1315-03; ГН 2.1.6.1338-03; Сан-Пин 2.1.7.1287-03. 2.1.7.) следующих природных компонентов: снежного покрова, почв и воды водных объектов. При этом химический состав атмосферного воздуха в рамках работы не анализировался, поскольку пожар был потушен до начала исследовательской работы, а население из района аварии было эвакуировано.

В соответствии с метеорологическими условиями была составлена пространственная составляющая программы наблюдений – с подветренной стороны от аварии был выделен так называемый «коридор» по направлению ветра в момент аварии и последующий приоритетный промежуток времени. Пробы снежного покрова были отобраны через 5 часов после полной локализации пожара, что в то же время соответствовало 24 часам после начала возгорания вылившегося из железнодорожных цистерн газового конденсата. Это позволяет сделать вывод о возможном депонировании на поверхности снежного покрова образовавшихся при горении загрязняющих веществ в створе выбранного для исследований коридора.

Отбор проб проводился в месте аварии и на расстоянии 100 м, 300 м, 500 м, 1000 м и 6000 м от него. Так же одновременно были отобраны пробы снега в фоновой точке города Киров (Заречный парк) и по направлению ветра жилых районах – улица Чапаева и Комсомольская площадь. Наиболее значительное превышение ПДК бенз(а)пирена зафиксировано в месте аварии и на расстоянии 100 метров от нее (2,6 ПДК_{к.б.}), в остальных точках содержание бенз(а)пирена не определялось, однако можно предположить, что оно многократно снижалось по аналогии с динамикой убывания концентрации от места аварии до 100 метров от него, где снижение произошло более чем в 7 раз. По нефтепродуктам на расстоянии 100 метров от места аварии превышения ГН не наблюдалось (0,9 ПДК_{к.б.}).

Место аварии расположено в водоохраной зоне р. Вятка и одновременно в зоне санитарной охраны кировского водозабора, обеспечивающего питьевой водой жителей г. Кирова. Поскольку насыпи железнодорожного плотна и автомобильной дороги перекрыли прямое попадание разлитого газового конденсата и продуктов тушения пожара, из получившейся смеси этих жидкостей образовался ручей, который сформировался в дренажной системе и образовал локальный излив на ледовую поверхность р. Вятка. Самовозгорание этой жидкости способствовало образованию полыньи и прямому ее попаданию в воду на расстоянии нескольких километров выше по течению от водозабора. Исследование включало отбор проб загрязненного льда р. Вятка в месте выхода на ледяную поверхность реки смеси из газового конденсата и используемых для тушения жидкостей. Концентрация нефтепродуктов в воде р. Вятка составила 0,29 мг/дм³ (0,9 ПДК_{к.б.}), свинца – 0,003 мг/дм³ (ПДК_{к.б.}). Загрязненный лед был выпилен и вывезен до начала половодья.

В весенний период производился анализ воды во время таяния загрязненного снега в образовавшемся ручье на выходе в реку Вятка и воды в русле реки Вятка в приоритетных створах по продвижению пятна загрязнения. В таблице 1 представлены данные по изменению концентрации нефтепродуктов в реке Вятка 30 апреля 2014 г. (пик половодья) от места аварии до контрольного створа в районе нового моста.

Таблица 1

**Изменение концентрации нефтепродуктов реки Вятка в пик половодья
2014 года (30.04.2014)**

Точка отбора	Концентрация, мг/дм ³ (ПДК _{к.б.} = 0,3 мг/дм ³)
Фоновый по отношению к аварии створ	0,3
Створ в районе старого моста на р. Вятка (г. Киров)	0,16

В таблице 2 представлены данные по содержанию нефтепродуктов в воде реки Вятка в районе старого моста.

Таблица 2

Изменение концентрации нефтепродуктов в воде реки Вятка в районе старого моста в период рекультивации зоны аварии

Дата отбора пробы	Концентрация, мг/дм ³ (ПДК _{к.б.} = 0,3 мг/дм ³)
09.03.2014	0,042
12.03.2014	0,26
30.04.2014	0,16
08.05.2014	0,18
06.08.2014	0,017

Из данных таблиц 1 и 2 можно заключить, что мероприятия по ликвидации последствий аварии и рекультивационные работы во многом обеспечивали отсутствие влияния по основному загрязнителю (нефтепродукты) на химический состав воды р. Вятка на городском водозаборе и в контрольном створе.

Анализ химического состава почв был произведен по двум показателям: нефтепродукты и подвижная форма свинца. Отбор почвенных проб был произведен 05.05.2014 (после полного оттаивания почвы) и 02.10.2014. Для сравнения и определения уровня загрязнения почв в месте аварии был выбран фоновый, не подверженный промышленному загрязнению Слободской район с подобным типом и механическим составом почвы, можно констатировать, что содержание нефтепродуктов и подвижных форм свинца в пробах почвы в районе аварии превышают фоновые показатели.

Таким образом, в результате геоэкологических исследований анализировались следующие природные компоненты: атмосферный воздух; лед и вода реки Вятка, почвы. В результате работы были уточнены пути миграции химических загрязнений в природной среде и выявлены химические вещества, загрязняющие соответствующие природные компоненты. Повышенное содержание загрязняющих веществ в почвах говорит о том, что целесообразно продолжать исследования до полной ликвидации последствий аварии.

Литература

ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы <http://dioxin.ru/doc/gn2.1.5.1315-03.htm> (дата обращения – 25.09.2014)

ГН 2.1.6.1338-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Гигиенические нормативы. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_131209 (дата обращения – 25.09.2014).

СанПиН 2.1.7.1287-03. 2.1.7. Почва, очистка населенных мест, бытовые и промышленные отходы, санитарная охрана почвы. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы <http://base.garant.ru/4179179>. (дата обращения – 25.09.2014).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ БИОДИАГНОСТИКИ В СИСТЕМЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПРОЕКТОВ ПО ЛИКВИДАЦИИ НАКОПЛЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА

Е. М. Алныкина

*Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова,
Elena-alnykina@rambler.ru*

В России в результате интенсивного социально-экономического развития страны, что сопровождалось вовлечением значительного объема природных ресурсов в хозяйственный оборот и часто неадекватными мерами по снижению негативного воздействия на окружающую среду, недостаточным финансированием природоохранной деятельности имеет место формирование ряда нарушенных территорий, требующих экологической реабилитации (Лукьянчиков, Потравный, 2014). Речь идет о ликвидации накопленного экологического ущерба, к примеру, накопленного в загрязненных почвах (землях), на бесхозных объектах, характеризующихся высокой степенью загрязнения и др. (Прошлый экологический ущерб, 2001).

Под прошлым (накопленным) экологическим ущербом понимаются негативные изменения качества окружающей среды, вызванные загрязнением окружающей среды, утратой и истощением компонентов природной среды, возникшие в результате прошлой экономической и иной деятельности, которая осуществлялись в период времени, когда такие последствия не оценивались как способные нанести вред окружающей среде, исходя из имеющегося в тот период времени уровня научных и технических знаний, или если на момент осуществления такой деятельности отсутствовали требования природоохранного законодательства по запрету или ограничению негативного воздействия на окружающую среду в результате такой деятельности.

Для экологической реабилитации загрязненных территорий, нарушенных земель в результате прошлой хозяйственной и иной деятельности в настоящее время обосновываются и реализуются ряд инвестиционных проектов в соответствии с Федеральной целевой программой «Ликвидация накопленного экологического ущерба» на 2015–2026 годы», основным разработчиком и координатором которой является Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. В числе приоритетных задач и мероприятий в данной программе обозначены (Федеральная целевая программа, 2013):

– экологическая реабилитация территорий, подверженных негативному воздействию объектов накопленного экологического ущерба в результате прошлой хозяйственной деятельности добывающей и горно-обогатительной промышленности;

- экологическая реабилитация территорий, подверженных негативному воздействию объектов накопленного экологического ущерба с нефтесодержащими загрязнениями и предотвращение появления таких объектов в будущем;
- экологическая реабилитация территорий, подверженных негативному воздействию объектов накопленного экологического ущерба обрабатывающей (прежде всего, химической) промышленности и предотвращение появления аналогичных объектов в будущем;
- рекультивация и экологическая реабилитация территорий крупнейших полигонов твердых бытовых отходов;
- ликвидация накопленного экологического ущерба в связи с прошлой хозяйственной деятельностью в Арктической зоне Российской Федерации и на прибрежных территориях и др.

Такой подход в целом соответствует реализации мер по переходу на принципы «зеленой» экономики и требует адекватных мер по эколого-экономическому регулированию в данной сфере (Основы государственной политики, 2012).

В результате проведенной в 2012 г. инвентаризации экологически нарушенных территорий к настоящему времени выделены наиболее крупные объекты накопленного экологического ущерба и определены основные направления, требующие первоочередных мер реагирования (Государственный доклад, 2012). Так, например, в Южном федеральном округе было обнаружено пять объектов, которые необходимо очистить. Среди них «Соколовские нефтяные ямы» в Астраханской области, которые представляют собой земляные ямы, организованные купцом Соколовым в начале XX века для хранения нефтепродуктов. Также в Астраханской области находится бывший бетонный завод, на территории которого обнаружены разливы нефтепродуктов (мазута) на площади 1200 м², лом бетонных изделий объемом 17250 м². В Волгоградской области обнаружено также два объекта, требующие особого внимания. Среди них пруды накопители-испарители загрязненных сточных вод, содержащие отходы химической и нефтеперерабатывающей промышленности, представляющие собой нефтесодержащие шламы 1, 2, 3 классов опасности и Чагодощенский стекольный завод – на этом объекте объем видимых запасов смоляных отходов составляет около 40 тыс. т. В Краснодарском крае находится Троицкий йодный комбинат, из-за деятельности которого в поверхностных водах содержатся «хвосты» радиоактивных йодо-бромных вод.

Следует отметить, что на реализацию Федеральной целевой программы «Ликвидация накопленного экологического ущерба нарушенных территорий» запланировано финансирование на 2015–2026 годы в размере 218,7 млрд. руб.

На наш взгляд, для эколого-экономической оценки эффективности реализации проектов по ликвидации накопленного экологического ущерба можно использовать методы биодиагностики. Существуют по крайней мере три случая, когда применение инструментария биоиндикации становится незаменимой и целесообразной.

1. Фактор не может быть измерен. Это особенно характерно для попыток реконструкции климата прошлых эпох.

2. Фактор трудно измерить. Некоторые пестициды так быстро разлагаются, что не позволяют выявить их исходную концентрацию в почве. Например, инсектицид дельтаметрин активен лишь несколько часов после его распыления, в то время как его действие на фауну (жуков и пауков) прослеживается в течение нескольких недель.

3. Фактор легко измерить, но трудно интерпретировать. Данные о концепции в окружающей среде различных поллютантов (если их концентрация не запредельно высока) не содержат ответа на вопрос, насколько ситуация опасна для живой природы. Показатели предельно допустимой концепции (ПДК) различных веществ разработаны лишь для человека. Однако, очевидно, что эти показатели не могут быть распространены на другие живые организмы. Есть более чувствительные виды, и они могут оказаться ключевыми для поддержания экосистем.

С точки зрения экономики природопользования важнее получить ответ на вопрос, к каким последствиям приведет та или иная концентрация загрязнителя в среде. Эту задачу и решает биоиндикация, позволяя оценить биологические последствия антропогенного изменения среды. Физические и химические методы дают качественные и количественные характеристики фактора, но лишь косвенно судят о его биологическом действии. Биоиндикация, наоборот, позволяет получить информацию о биологических последствиях изменения среды и сделать лишь косвенные выводы об особенностях самого фактора.

Экспериментально доказано, что биологические виды более чувствительны к изменениям в среде, чем приборы аналитических исследований (Батлукская, Хорольская, 2010). К примеру, насекомые представляют собой один из самых удобных объектов биоиндикации. Извлеченные из естественных мест обитания, насекомые демонстрируют специфические, часто уникальные ответные реакции на весь спектр химических, физических, климатических факторов, характерных для данной экосистемы. Это обстоятельство позволяет использовать насекомых в качестве биоиндикаторов состояния среды.

В Южном федеральном округе по результатам инвентаризации объектов с накопленным экологическим ущербом выявлено, что большая часть этих объектов связана с нефтепродуктами. Представляется, что хорошим индикатором загрязнения почв нефтью являются сравнительно крупные почвенные беспозвоночные, микроорганизмы, грибы микромицеты, водоросли.

Анализ показывает, что с дальнейшим ростом интенсивности загрязнения почвы нефтью обедняется видовой состав, погибают наименее устойчивые элементы фауны (моллюски, равнокрылые хоботные, гусеницы бабочек). На начальных стадиях восстановления комплексы почвенных беспозвоночных слагаются преимущественно из хищников (пауки, жуужелицы). Заселение территории разлива начинается с краев. На втором этапе – по мере накопления на поверхности пятна растительных остатков – пятно заселяют сапрофаги. На третьем этапе – по мере освоения пятна растениями – появляются фитофаги. Трофическая структура сообщества восстанавливается. В дальнейшем увеличиваются численность, биомасса, видовое разнообразие сообществ. Быстрее всего восста-

навливают численность многоножки, затем насекомые, паукообразные, далее кольчатые черви, моллюски.

Таким образом, использование методов биодиагностики в системе эколого-экономической оценки проектов по ликвидации накопленного экологического ущерба характеризуются простотой, скоростью и дешевизной определения качества среды.

На наш взгляд, методы биодиагностики могут применяться в рамках проведения экологического аудита в ходе или после завершения инвестиционного проекта по реабилитации экологически нарушенных объектов и выступать своего рода инструментарием качественной оценки результативности проведения соответствующих природоохранных мероприятий (Экологический аудит. ..., 2013). Такой подход по совместному применению методов биодиагностики и экологического аудита следует закрепить на законодательном уровне, чтобы обеспечить применение эффективных методов управления природопользованием при оценке результативности экологически значимых проектов и программ.

Литература

Батлуцкая И. В., Хорольская Е.Н. Оценка состояния среды с использованием информационно-значимых показателей вида-биоиндикатора (на примере наземных экосистем Алексеевского района Белгородской области) // Научные ведомости. Естественные науки. 2010. № 9. С. 80–85.

Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2012 г.». М.: Министерство природных ресурсов и экологии РФ, 2013.

Лукьянчиков Н. Н., Потравный И. М. Экономика и организация природопользования. Учебник. 4-е изд., перераб. и доп. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2014. 687 с.

Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года, утверждены Указом Президента Российской Федерации 30.04.2012. www.kremlin.ru

Прошлый экологический ущерб (правовые и экономические аспекты решения проблемы). М.: Изд-во Научного и учебно-методического центра, 2001. 136 с.

Туровцев В. Д., Краснов В. С.. Биоиндикация: Учеб. Пособие. Тверь: Твер. гос. ун-т, 2004. 260 с.

Федеральная целевая программа «Ликвидация накопленного экологического ущерба» на 2014–2026 гг. Проект. М.: Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, 2013. 48 с.

Экологический аудит. Теория и практика: учебник для студентов вузов / И.М. Потравный и др. / Под ред. И. М. Потравного. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2013. 583 с.

СЕКЦИЯ 2 ХИМИЯ И ЭКОЛОГИЯ ПОЧВ

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО СОДЕРЖАНИЯ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ

А. П. Кислицына

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия,
НИИСХ Северо-Востока, niish-s@mail.ru,
nm-flora@rambler.ru*

За последние десятилетия в силу ряда экономических и организационных причин из сельскохозяйственного использования выведены большие площади пашни. Чаще всего эти земли находятся на значительном удалении от центральных усадеб, многие из них обладают невысоким плодородием. Со временем такие земли зарастают сорной и мелкокустарниковой растительностью. Одним из способов сохранения их от деградации является консервация, то есть залужение многолетними травами длительного срока содержания, которые можно использовать как высокопродуктивные сенокосы.

Для создания высокопродуктивных агрофитоценозов долголетнего использования для выводных полей и внесевооборотных участков на опытном поле НИИСХ Северо-Востока с 2000 по 2010 гг. были проведены многолетние опыты. Высевались сорта многолетних трав, районированные в Кировской области: козлятник восточный Гале, лядвенец рогатый Солнышко, тимopheевка луговая Ленинградская, кострец безостый Моршанский, которые выращивались в одновидовых посевах и в травосмесях.

Почва опытного участка – дерново-подзолистая легкосуглинистая с оптимальным содержанием фосфора и калия и кислой реакцией среды пахотного слоя.

Перед закладкой опыта общим фоном вносились минеральные удобрения – $N_{60}P_{90}K_{90}$, кроме того ежегодно весной в подкормку вносили по 60 кг/га д.в. фосфорно-калийных удобрений. Предшественник – однолетние травы.

Цель исследований – оценить влияние длительного выращивания многолетних трав на поступление органического вещества в почву и проследить за изменением содержания основных органогенных элементов в почве.

Корневая система растений обеспечивает не только поступление питательных веществ из почвы в надземную часть растений, но и оказывает существенное последствие на изменение плодородия почвы в результате накопления и разложения корневой массы.

Известно, что накопление пожнивной и корневой массы зависит от вида культуры, погодных условий, условий выращивания, величины надземной биомассы. В наших опытах все культуры, за исключением тимopheевки, имели

высокую продуктивность: в среднем за 7 лет исследований биомасса сухого вещества составила от 7,5 до 8,5 т/га.

Накопление корневой массы многолетних трав наиболее активно идет в первые годы, в последующие годы процессы новообразования, отмирания и разложения корней приходят в равновесное состояние (Кутузова, Федорова, 1987, Фигурин, 2003).

Для оценки величины поступления органического вещества и основных элементов питания в почву на восьмой год жизни трав был проведен учет накопления пожнивных и корневых остатков на первой закладке опыта после уборки трав в фазу цветения. В связи с тем, что основная масса корней многолетних трав в лесной зоне сосредоточена в верхнем слое почвы, отбор корней проводили из слоя глубиной 0–20 см.

Отбор проб и отмывку корней проводили по методике ВНИИ кормов (Кутузова, 2000).

Установлено, что культуры с корневищной и корневищно-стержневой корневой системой превосходили по накоплению подземной биомассы культуры, имеющие стержневые и мочковатые корни – лядвенец рогатый и тимopheевку луговую. На восьмой год жизни наибольшее количество корневой массы было в двух- и трехкомпонентных травосмесях на основе козлятника восточного 16,8 и 14,5 т/га и в его одновидовом посеве 13,3 т/га (табл.). Пожнивные остатки представлены стерней, частями стеблей растений, опавшими листьями, корневыми шейками трав и отросшей отавой. Масса их на момент отбора проб была небольшой и составляла всего 2,3–3,4 т/га.

Таблица

**Накопление поживно-корневых остатков многолетними травами
8 года жизни, т/га а.с.в.**

Варианты опыта	Масса, т/га		Поступление азота с ПКО, кг/га	Образуется органического вещества в почве, т/га
	Стерня	Корни		
Тимофеевка луговая, N ₀	3,4	12,9	161,35	2,93
Козлятник восточный	2,7	13,3	210,13	2,88
Лядвенец рогатый	2,3	9,8	138,2	2,23
Лядвенец рогатый + тимopheевка луговая	2,6	10,9	122,82	2,43
Козлятник восточный + лядвенец рогатый	2,6	12,5	176,98	2,46
Козлятник восточный + коострец безостый	3,4	16,8	189,62	3,64
Козлятник восточный + лядвенец рогатый + коострец безостый	2,3	14,5	171,38	3,0

* ПКО – поживно-корневые остатки

Наиболее высокое содержание азота было отмечено в корневой массе одновидовых посевов козлятника восточного – 1,31%, лядвенца рогатого – 1,14% и козлятничко-лядвенцевей травосмеси – 1,16%. Содержание азота в корнях бо-

бобово-злаковых и злаковых агрофитоценозов составляло 1,03–0,94%, в стерневых остатках в зависимости от вида трав – от 1,33 до 1,1%.

В пожнивно-корневых остатках многолетних трав аккумулировалось от 122,8 до 210,13 кг/га азота. Размеры накопления азота в корне-пожнивных остатках трав в зависимости от вида травостоя были эквивалентны внесению навоза в дозе 60–100 т/га.

Анализ почвы показал, что содержание общего азота под травами восьмого года жизни было больше на 0,015–0,02%, чем в почве перед посевом трав, и составляло 0,13–0,125%. Содержание гумуса также возросло на 0,12–0,4% по отношению к исходному уровню – 2,01%.

Согласно расчетам при благоприятных условиях для гумификации из накопленных пожнивно-корневых остатков может образоваться до 2,43...3,64 т/га органического вещества. Между содержанием в почве корневой массы и содержанием гумуса по вариантам опыта прослеживалась прямая корреляционная взаимосвязь ($r=0,90$). М. М. Кононова (1963) отмечает, что между содержанием гумуса и количеством живой и отмирающей растительной массой не всегда удается установить прямую зависимость. Это связано с химической природой пожнивно-корневых остатков и характером их превращения в результате деятельности микроорганизмов, поскольку растительные остатки гумифицируются тем быстрее, чем они богаче легкоразлагаемыми компонентами (углеводами, белками) и меньше содержат устойчивых комплексов (в частности лигнина).

Содержание подвижного фосфора в почве под травами за годы исследований возросло по отношению к исходному уровню (150 мг/кг) на 21–60 мг/кг. Наибольшее увеличение отмечается в вариантах опыта с тимopheевкой луговой, поскольку вынос элементов питания с низким урожаем был невысоким.

Вследствие существенного выноса калия с урожаями бобовых и бобово-злаковых травостоев за 7 лет хозяйственного использования в этих вариантах складывается отрицательный баланс по калию, однако снижения его содержания в пахотном слое почвы опыта не зафиксировано.

Под одновидовыми травостоями лядвенца рогатого и козлятника восточного выявлена тенденция к подкислению почвы, что, по нашему мнению, связано с выносом кальция бобовыми травами из верхнего горизонта почвы.

Таким образом, для сохранения плодородия почв и предотвращения их от деградации после вывода из состава пахотных угодий, целесообразно проводить залужение бобовыми и бобово-злаковыми травами, имеющими длительный период хозяйственного использования.

Литература

Кононова М. М. Органическое вещество почвы, его природа, свойства и методы изучения. М.: изд. АН СССР. 1963, 314 с.

Кутузова А. А., Федорова Л. Д. Плодородие почв и интенсивные технологии // Кормопроизводство. 1987, № 3. С. 32–36.

Методическое руководство по оценке потоков энергии в луговых агроэкосистемах / А. А. Кутузова, Л. С. Трофимов. М.: Россельхозакадемия, 2000. 24 с.

Фигурин В. А. Агробиологические и технологические приемы совершенствования полевого травосеяния в северо-восточном регионе европейской части России: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Пермь, 2003. 47 с.

ВЛИЯНИЕ ОСТАТОЧНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В ПОЧВАХ НА СОПРЕДЕЛЬНЫЕ ВОДНЫЕ СРЕДЫ

И. В. Князев, Л. М. Сунгатуллина, А. М. Петров

*Институт проблем экологии и недропользования Академии наук
Республики Татарстан, zram2@rambler.ru*

Аварийное попадание нефти и продуктов ее трансформации на земную поверхность приводит к изменению физико-химических характеристик почв, нарушению жизнедеятельности почвенного биоценоза. Проведение рекультивационных и восстановительных работ на загрязненных территориях не исключает возможности воздействия нефтяных компонентов на сопредельные среды и территории, в том числе и на водные объекты. Последнее требует изучения возможных последствий воздействия остаточных концентраций поллютанта на гидробионтов, установления уровня миграции нефтепродуктов с талыми и дождевыми водами.

Целью настоящей работы являлось определение возможных отрицательных последствий действия остаточных концентраций нефтяных загрязнений в рекультивированных почвах на поверхностные и подземные воды.

При проведении лабораторных экспериментов использовались образцы дерново-подзолистых, светло-серых лесных, серых лесных, темно-серых лесных, аллювиальных дерновых почв Чувашской Республики, предельные остаточные концентрации нефтепродуктов в которых варьировали в интервале от 5,8 г/кг в аллювиальной дерновой почве до 8,4 г/кг в дерново-подзолистой почве.

Миграционный водный показатель вредности определялся в соответствии с методическими рекомендациями по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве (1982).

Продолжительность опытов составляла 30 суток. Количество воды, подаваемой в колонки в объеме трехмесячной нормы, рассчитывалось исходя из среднегодовой нормы осадков для территории Республики Чувашия. Полив осуществлялся дистиллированной водой ежедневно по 50 мл на колонку, небольшими порциями, с двухдневным перерывом через каждые 5 дней. Содержание нефтепродуктов в фильтрате определяли ИК-спектрометрическим методом на анализаторе КН-2м согласно ПНД Ф 14.1:2:4.168-00 и сравнивали с ПДК элементов в водных объектах, используемых для рыбохозяйственных целей.

Острую токсичность водной вытяжки из почвы для *Paramecium caudatum* и *Ceriodaphnia affinis* определяли согласно методикам, допущенным для целей государственного экологического контроля (ПНД Ф Т 14.1:2:3.13-06 и ФР.1.39.2007.03221, соответственно).

Проведенные исследования показали, что по миграционному водному показателю вредности остаточное содержание нефтепродуктов (в дерново-

подзолистой почве до 8,4 г/кг, в светло-серой лесной почве до 7,2 г/кг, в серой лесной почве до 8,1 г/кг, в темно-серой лесной почве до 7,0 г/кг, в аллювиальной дерновой почве до 5,8 г/кг) являлось безопасным для сопредельных водных сред. Содержание нефтепродуктов в полученных фильтрах из почв при вышеуказанных концентрациях было ниже установленной ПДК_{р.х.}.

При тестировании на равноресничной инфузории *P. caudatum*, водная вытяжка из почв при всех испытанных остаточных концентрациях нефтепродуктов не проявляла острого токсического действия (смертность 50% и более) и отрицательного воздействия (смертность не превышает 10%) на тест-объект. Экспериментально полученные концентрации нефтепродуктов, при которых водные вытяжки из почв не оказывают воздействия в остром опыте на ветвистоусых рачков (*C. affinis*), составили: – для дерново-подзолистой почвы 4,8 г/кг; – для светло-серой лесной почвы более 7,2 г/кг; – для серой лесной почвы 5,2 г/кг; для темно-серой лесной почвы – 4,8 г/кг; для аллювиальной дерновой почвы – 5,0 г/кг.

Результаты исследований показывают, что в ходе проведения рекультивационных и иных восстановительных работ на нефтезагрязненных участках даже достаточно высокие остаточные концентрации нефтепродуктов в почве не будут оказывать отрицательного воздействия на экологическое состояние сопредельных водных сред.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ И ИХ БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ

К. В. Сяндюкова, Е. Д. Дмитриева, Е. М. Волкова, Л. В. Переломов

Тульский государственный университет,

kristina-syundyukova@yandex.ru

Гуминовые вещества (ГВ) являются одним из основных компонентов почв, природных вод и твердых горючих ископаемых. ГВ образуются в результате биохимического превращения исходной биомассы под действием микроорганизмов. Состав гуминовых веществ зависит как от исходного биоматериала, так и от групп микроорганизмов, под действием которых происходит трансформация. По своей природе гуминовые вещества полифункциональные органические соединения, имеющие мицеллярное строение и состоящие из молекул относительно небольших размеров, связанных между собой водородными связями и гидрофобными взаимодействиями. Гуминовые вещества участвуют в миграции катионов, уменьшают содержание токсичных веществ и обладают биологической активностью. Известно, что биологическая активность и сорбционные свойства гуминовых веществ зависят от природы и количества входящих в их состав функциональных групп. Изучение физико-химических свойств и биологической активности гуминовых веществ является важной задачей химии растворов природных многоатомных молекул.

Настоящее исследование заключалось в комплексной оценке физико-химических состав и биологической активности гуминовых веществ различного происхождения.

В качестве объектов исследования были взяты два различных по генезису типа торфа: черноольховый низинный, сфагновый переходный и сапрпель реки Упы Тульской области. Гуминовые вещества выделяли по методике, рекомендованной Международным обществом по исследованию гуминовых веществ. Функциональный анализ гуминовых веществ проводили методом потенциометрического титрования: общую кислотность определяли баритовым методом, концентрацию хиноидных групп и двойных связей с платиновым и хлоридсеребряным электродами, карбоксильных групп – Са-ацетатным методом со стеклянным и хлоридсеребряным электродами. Стандартным методом с помощью сталагмометра, работающего по принципу падающей капли, получили зависимости поверхностного натяжения от концентрации гуминовых веществ различного происхождения. Эталонной жидкостью являлся 0,1 н раствор гидроксида натрия. Рабочие растворы гуминовых веществ с концентрацией г/100см³ (0,0625; 0,125; 0,25; 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5) готовили растворением навески гуминовых веществ в 0,1 н растворе гидроксида натрия. Для определения предельной адсорбции построили изотермы мономолекулярной адсорбции гуминовых веществ различного происхождения. Значения адсорбции при различных концентрациях гуминовых веществ находили по изотермам поверхностного натяжения.

Биологическую активность выделенных гуминовых веществ контролировали двумя методами:

1) спектрофотометрически: концентрацию микроорганизмов определяли по плотности раствора ГВ и выросших микроорганизмов;

2) гравиметрически: контролировали биомассу выращенных клеток на питательных средах.

Фенольные гидроксилы и карбоксильные группы являются основными функциональными группами в молекулах гуминовых веществ, и их содержание представляет собой важную характеристику состава и реакционной способности гуминовых веществ. Результаты функционального анализа гуминовых веществ различного происхождения представлены в таблице.

Таблица

Результаты функционального анализа гуминовых веществ

Гуминовые вещества	Концентрация, ммоль/г				
	Общая кислотность	Карбоксильные группы	Фенольные группы	Хиноидные группы	Двойные связи
ГВ (С)	11±1	5±2	6±2	11,2±0,6	3,4±0,2
ГВ (ЧНТ)	11,0±0,2	5±1	6±1	12±1	4,9±0,1
ГВ (СПТ)	11±1	6±2	5±1	12±1	4,9±0,1

С – сапрпель; ЧНТ – черноольховый низинный торф; СПТ – сфанговый переходной торф.

Результаты функционального анализа показали, что общая кислотность гуминовых веществ различного происхождения примерно одинакова и составляет 11 ± 1 ммоль/г (табл.). Это связано со сходными условиями образования исходных каустобиолитов и временем гумификации. Гуминовые вещества, выделенные из сапропеля и из черноольхового низинного торфа имеют одинаковое содержание карбоксильных групп, поскольку данные отложения формируются в одинаковых условиях на дне водоёма и их гуминовые вещества могут иметь сходную степень гумификации. ГВ сфагнового переходного торфа содержат несколько больше карбоксильных групп, так как он имеет более низкую степень разложения.

Из таблицы видно, что содержание фенольных групп одинаковое во всех образцах ГВ. Содержание хиноидных групп в торфах больше, так как они более окисленные. Исходный материал больше подвержен действию микроорганизмов и кислорода воздуха. Гуминовые вещества, входящие в состав сапропеля, образованы в основном водорослевой частью. Они содержат больше фенольных гидроксидов и менее окислены. Гуминовые вещества торфов более обогащены двойными связями по сравнению с гуминовыми веществами, выделенными из сапропеля, и имеют одинаковые значения. Исходный сапропель отобран из водоема с проточной водой (р. Упы), поэтому был более подвержен действию кислорода и как следствие его гуминовые вещества содержат меньшее число двойных связей. Торфа, формирующиеся в стоячей воде с меньшим количеством кислорода, имеют в своем составе ГВ, обогащенные двойными связями.

Методом сталагмометрии получены зависимости поверхностного натяжения от концентрации ГВ различного происхождения. Изотерма каждого образца гуминовых веществ состоит из двух участков и имеет характерный вид для поверхностно активных веществ. На начальном участке поверхностное натяжение монотонно уменьшается по мере увеличения концентрации. Далее при определенной критической концентрации гуминовых веществ характер зависимости резко меняется – значения поверхностного натяжения остаются постоянными. При больших концентрациях молекулы ГВ занимают всю поверхность раздела фаз, поэтому водный поверхностный слой заменяется углеводородным монослоем, образуется «часток Лэнгмюра». Это связано с тем, что при определенной величине критической концентрации гуминовых веществ в системе формируются мицеллы из макромолекул, не обладающие поверхностной активностью и не вызывающие дальнейшего снижения поверхностного натяжения растворителя на границе раздела фаз (Мальцева, 2009; Mamylov, 2009). При концентрации меньшей критической концентрации мицеллообразования (ККМ) гуминовые вещества находятся в виде отдельных молекул поверхностно активных веществ, а при концентрациях выше ККМ молекулы гуминовых веществ собираются в мицеллы. Для ГВ черноольхового низинного торфа критическая концентрация мицеллообразования равна $0,25 \text{ г/100см}^3$, для сфагнового переходного торфа – $1,0 \text{ г/100см}^3$, для сапропеля – $1,5 \text{ г/100см}^3$.

Для всех анализируемых ГВ было найдено значение предельной адсорбции Γ_{∞} , т.е. максимальное количество молей вещества, способное адсорбироваться на 1 см² поверхности раздела при образовании мономолекулярного слоя.

Для более молодых ГВ сфагнового переходного торфа и сапропеля значение предельной адсорбции больше, т.е. на 1 см² поверхности раздела при образовании мономолекулярного слоя может адсорбироваться большее количество молекул гуминовых веществ (Γ_{∞} (СПТ) = $7,57 \times 10^{-6}$ моль/м², Γ_{∞} (С) = $7,1 \times 10^{-6}$ моль/м²). Для них максимальная адсорбция соответствует критической концентрации мицеллообразования.

Гуминовые вещества торфа черноольхового низинного, имеющие более высокую степень гумификации, характеризуются низким значением предельной адсорбции (Γ_{∞} (ЧНТ) = $3,34 \times 10^{-6}$ моль/м²), которая соответствует концентрации большей чем критическая концентрация мицеллообразования. При малых концентрациях большая часть молекул гуминовых веществ располагается в поверхностном слое. В этой области скорость роста Γ с увеличением концентрации ГВ описывается уравнением изотермы адсорбции Гиббса.

При достижении предельной адсорбции величина Γ остается постоянной. Это связано с тем, что при определенной концентрации гуминовых веществ в растворе поверхность раздела фаз «жидкость – газ» полностью заполняется молекулами ГВ. Для гуминовых веществ черноольхового низинного торфа предельная адсорбция достигается быстрее. Они имеют более развитую гидрофобную часть, поэтому обладают повышенной поверхностной активностью.

Полученные данные еще раз доказывают, что молодые гуминовые вещества торфа сфагнового переходного и сапропеля в водном растворе находятся в виде отдельных молекул полимеров с невысокой степенью полимеризации, гуминовые вещества черноольхового низинного торфа представляют собой мицеллы.

Гуминовые вещества сфагнового переходного торфа являются биологически активными веществами по отношению к штаммам деструкторов *Pseudomonas putida* 142 NF и *Rhodococcus* sp. X5 и дрожжей *Ogataea polymorpha* ВКМУ2559. Чем больше концентрация ГВ в образцах, тем больше биомасса выращенных микроорганизмов. Гуминовые вещества выступают в качестве активаторов роста по отношению к выбранным штаммам микроорганизмов, которые используют гуминовые вещества как источник углерода и азота.

Таким образом, из различных по генезису типов торфа: сфагновый переходный и черноольховый низинный, а также из сапропеля р. Упы Тульской области были выделены гуминовые вещества и изучен их функциональный состав. Методом сталагмометрии установлено, что гуминовые вещества, независимо от их происхождения, при концентрациях меньших, чем критическая концентрация мицеллообразования в водных растворах, представляют собой смесь отдельных полимеров, при концентрациях, превышающих критическую концентрацию мицеллообразования, переходят в мицеллярную структуру. В этом состоянии они ведут себя как поверхностно активные вещества. Полученные значения предельной адсорбции для гуминовых веществ доказывают, что мо-

лодые гуминовые вещества в водном растворе находятся в виде отдельных молекул полимеров с невысокой степенью полимеризации.

Определена биологическая активность гуминовых веществ, выделенных из сфагнового переходного торфа, по отношению к дрожжам *Ogataea polymorpha* ВКМУ2559 и бактериям *Pseudomonas putida* 142 NF и *Rhodococcus* sp. X5. Гуминовые вещества сфагнового переходного торфа можно рекомендовать в качестве активаторов роста при внесении штаммов нефтедеструкторов при очистке почв от нефтяных загрязнений.

Работа выполнена в рамках проекта по Государственному заданию № 5.241.2014/К

Литература

Мальцева Е. В., Иванов А. А., Юдина Н. В. Особенности адсорбционного взаимодействия гуминовых кислот с биоцидами // Журн. физ. хим. 2009. Т. 83. № 11. С. 2175–2179.

Mamylov S. P., Yudina N. V. et al ability of Mechanochemically produced humin substances // Fundamental Bases of Mechanochemical Technologies: III Internat. Conf. Novosibirsk. 2009. P. 198.

ИЗМЕНЕНИЕ ИНВЕРТАЗНОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ РУБОК ГЛАВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ В ПОДЗОНЕ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Е. М. Перминова¹, Е. М. Лаптева¹, О. А. Никифорова²

¹ *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,*

² *Сыктывкарский государственный университет,
lapteva@ib.komisc.ru*

В районах проведения сплошнолесосечных рубок экологические условия почвообразования резко изменяются. Это обусловлено не только механическим повреждением верхних горизонтов почвы и практически полным сведением древесной растительности, но и многими другими сопутствующими этим явлениям процессами. Основными из них являются изменение гидрологического режима, увеличение альбедо, изменение гидротермического режима почв, дополнительное поступление большого количества древесного опада, развитие процессов заболачивания. Все это определяет проявление соответствующей ответной реакции почвы как биокосного тела, направленной на сохранение и поддержание выполнения биосферных функций. Характерным показателем таких преобразований является изменение биохимической активности почв.

В настоящем сообщении приводятся данные по изучению инвертазной активности почв. Фермент инвертаза относится к группе глюкозидгидролаз (гидролазы). Инвертаза катализирует реакцию гидролиза сахарозы до глюкозы и фруктозы. Инвертаза присутствует во всех почвах и является одним из важных ферментов, характеризующих биологическую активность почв. Уровень инвертазной активности отражает содержание в почве легкогидролизуемых углеводов, которые служат энергетическим материалом для всех почвенных гетеротрофов (Титова и др., 2011).

Цель работы заключалась в выявлении закономерностей изменения инвертазной активности подзолистых суглинистых почв в результате проведения сплошнолесосечных рубок среднетаежных еловых лесов.

Объектами исследования послужили подзолистые суглинистые почвы стационарных участков (Усть-Куломский р-н, Республика Коми), представляющих собой коренной ельник (участок ПП-1) и мелколиственный молодняк, сформировавшийся после рубки, проведенной в зимний период 2001–2002 гг. (участок ПП-2). Детальная характеристика участков и их почвенно-растительного покрова представлена в работах (Путеводитель..., 2007; Дымов и др., 2012). Для изучения инвертазной активности использовали органогенные горизонты почв с разделением их на подгоризонты A0(L), A0(F), A0(H) и располагающийся под лесной подстилкой минеральный подзолистый горизонт A2(g). Пробы почв отбирали на каждом выделенном участке в 8–10 кратной повторности в течение летне-осеннего периода 2009 г. Для определения инвертазной активности готовили смешанные образцы для каждого подгоризонта и горизонта. Активность инвертазы определяли в воздушно-сухих образцах по методу В. Ф. Купревича и Т. А. Щербаковой (Титова и др., 2011). Метод основан на способности глюкозы и фруктозы, образующихся при гидролизе сахарозы, восстанавливать медь, содержащуюся в растворе Феллинга. По количеству образовавшейся закиси меди определяли их содержание в растворе. Активность инвертазы выражали в мг глюкозы, выделившейся за 24 ч, на 1 г почвы.

Как видно из полученных нами данных (табл.), верхние горизонты исследованных почв имеют определенные различия в параметрах ферментативной активности. Во всех почвах максимальной ферментативной активностью отличаются органогенные горизонты (A0), в которых в почвах таежных лесов концентрируется основная масса микроорганизмов (Фомичева и др., 2006). В минеральном подзолистом горизонте всех почв ферментативная активность значительно ниже во все сроки отбора по сравнению с органогенным горизонтом (лесной подстилкой).

Таблица

Активность фермента инвертазы в среднетаежных подзолистых почвах коренного ельника и вырубке 2001-2002 гг., мг глюкозы / 1 г почвы за 24 ч. (по данным 2009 г.)

Горизонт почвы	Коренной еловый лес				Вырубка 2001–2002 гг.			
	июнь	июль	август	октябрь	июнь	июль	август	октябрь
A0(L)	20,6	22,9	13,78	18,1	–	–	18,4	17,4
A0(F)	24,0	24,4	13,3	23,1	20,8	18,1	37,6	17,9
A0(H)	25,2	21,3	20,4	21,1	22,3	23,1	24,8	24,9
A2(g)	2,4	2,8	3,7	2,1	1,7	2,4	3,0	2,5

Примечание: «–» данные отсутствуют.

Как и для любой биохимической реакции, для гидролиза сахарозы под воздействием инвертазы в почве необходим определенный оптимум температурных условий и условий увлажнения. Именно этими климатическими параметрами можно объяснить разницу в проявлении инвертазной активности в

подгоризонтах и горизонтах в течение летне-осеннего периода на обоих участках. Как видно из таблицы, наиболее благоприятные условия на рассмотренных нами участках складывались в разное время: в почвах коренного ельника – в июне – июле, в почве вырубки – в августе. Снижение инвертазной активности в почве коренного ельника в августе месяце связано с особенностями погодных условий летнего периода 2009 г. Недобор осадков и высокие температуры воздуха обусловили дефицит влаги в верхних подгоризонтах лесной подстилки подзолистой почвы и, соответственно, снижение в ней микробиологической активности.

На вырубке отмечена прямо противоположная картина. Инвертазная активность в августе повышается по сравнению с июнем и июлем в 1,1–2,1 раза. Следует отметить, что на первых этапах послерубочных сукцессий в биоклиматических условиях средней тайги происходит временное переувлажнение почв и развитие глеевых процессов (Путеводитель..., 2007), определяющих снижение численности и функциональной активности почвенной микробиоты (Виноградова и др., 2014). Это подтверждается более низкой ферментативной активностью почвы вырубки в июне месяце по сравнению с аналогичными горизонтами и подгоризонтами подзолистой почвы коренного ельника (табл.). Однако в августе происходит всплеск биохимической активности в лесной подстилке почвы участка ПП-2. В подгоризонте ферментации инвертазная активность достигает 37,6 мг глюкозы/1 г почвы за 24 ч, в минеральном подзолистом горизонте она также повышается почти в 1,8 раза по сравнению с июнем. По всей видимости, аномально жаркие погодные условия летнего периода 2009 г. способствовали активному иссушению почв и испарению избытка влаги из почвы вырубки. Это обусловило создание благоприятных условий для функционирования почвенной биоты и активизации микробиологических процессов, что нашло свое отражение в существенном возрастании инвертазной активности.

Работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований УрО РАН, проект №12-П-4-1065 «Взаимосвязь структурно-функциональной и пространственно-временной организации почвенной биоты с динамическими аспектами изменения подзолистых почв и почвенного органического вещества в процессе естественного восстановления таежных экосистем Европейского Северо-Востока после рубок главного пользования».

Литература

Виноградова Ю. А., Лаптева Е. М., Перминова Е. М., Анисимов С. С., Новаковский А. Б. Микробные сообщества подзолистых почв на вырубках среднетаежных еловых лесов // Известия Самарского НЦ, 2014. № 5. С. 74–80.

Дымов А. А., Бобкова К. С., Тужилкина В. В., Ракина Д. А. Растительный опад в коренном ельнике и лиственно-хвойных насаждениях // Лесной журнал, 2012. № 3. С. 7–18.

Путеводитель научной почвенной экскурсии. Подзолистые суглинистые почвы разновозрастных вырубок (подзона средней тайги). Сыктывкар, 2007. 84 с.

Титова В. И., Дабахова Е. В., Дабахов М. В. Агро- и биохимические методы исследования состояния экосистем: учеб. пособие для вузов. Нижегородская гос. с.-х. академия. Н. Новгород: Изд.-во ВВАГС, 2011. 170 с.

Фомичева О. А., Полянская Л. М., Никонов В. В., Лукина Н. В., Орлова М. А., Исаева Л. Г., Звягинцев Д. Г. Численность и биомасса почвенных микроорганизмов в коренных старовозрастных северо-таежных еловых лесах // Почвоведение, 2006. № 12. С. 1469–1478.

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕМ НА ТЕРРИТОРИЯХ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ: ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

З. Ф. Раджабова, И. Б. Генгут, С. И. Носов
РЭУ им. Г. В. Плеханова,
zaira_r@bk.ru, igengut@gmail.com, nsi1960@mail.ru

Районы Севера в настоящее время подвержены интенсивному воздействию процессов их промышленного освоения. Интенсивно развивается добыча нефтегазового сырья. Зона добычи расширилась за счет арктического шельфа. Территории техногенного воздействия на природные экологические системы существенно расширяются в районах промышленного освоения земель Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации.

Техногенное влияние на природную среду неоднородно. Факторы воздействия подразделяются на прямые и косвенные.

Прямые факторы включают: механические повреждения растительного и почвенного покровов земельных угодий, вплоть до полного их уничтожения или отчуждение под промышленные объекты; пожары и вырубки в зоне промышленного освоения и на других территориях; промышленные выбросы ядовитых и вредных химических веществ в атмосферу, водную среду, на почвенный и растительный покров; браконьерство и сверхнормативный охотничий промысел.

Косвенные факторы охватывают: изменение условий среды обитания растений, животных (например, микроклимата в зоне водохранилищ ГЭС); изменение гидрологического режима почв и грунтов в районах строительства линейных промышленных объектов (дорог, насыпей и др.); возникновение стрессовой ситуации (беспокойства), связанной с постоянным присутствием людей, движущейся техники, нарушающих ритм жизни животных в экосистемах.

Процессы нарушения растительного покрова и почв характеризуются разной интенсивностью. Динамика изменения качества земель в результате их механических нарушения, пожаров и вырубок, различна.

Основной фактор, вызывающий механическую нарушенность растительного покрова и почв – гусеничный транспорт, используемый при строительстве и обслуживании промышленных объектов, при заготовке леса. Поэтому для изучения механической нарушенности земель используются участки вездеходных дорог, буровых, вырубок леса, карьеров и т. п., где отмечается наибольшая степень изрезанности колеями почвенного покрова гусеничным транспортом и полного нарушения растительного покрова, почв и грунтов.

Освоение новых земель зачастую сопряжено с возникновением пожаров. Пожары – это один из основных факторов, существенно меняющих естественную динамику развития растительного покрова и почв на обширных территориях, особенно в зоне промышленного освоения.

Для выявления видов нарушенности земель и степени воздействия на растительность и почвы проводятся полевые обследования. Аэровизуальное обследование осуществляется совместно с геоботаническим обследованием заданной территории по заранее определенным маршрутам с использованием авиационной техники.

Данные о нарушенности растительности вносятся в геоботаническую карту по ландшафтно-экологическим контурам. Отмечаются следующие характеристики: вид нарушенности (гарь, вырубка, прочее); удельный вес площади нарушения растительности и почв в контуре, %; ландшафтно-геоботаническая разность, подвергшаяся нарушению; категория (степень) нарушенности.

Участки нарушенного растительного покрова и почв выделяются микроконтурами в масштабе 1:100 000. Достоверность определения категорий нарушенности проверяется при посадках на эталонные участки обследования.

Для выполнения детальных работ по выявлению нарушений растительного и почвенного покрова закладываются ключевые участки или линейные маршруты. На участках устанавливаются: сроки строительства и эксплуатации промышленных объектов и дорог, вырубок, давность прошедшего пожара, виды и категории нарушенности растительного покрова и почв, определение вероятности и сроков восстановления растительного покрова в зависимости от степени нарушенности по видам нарушений.

Итоговым материалом по изучению нарушенных земель выступает карта нарушенности. Для ее составления используются материалы полевых обследований, геоботаническая карта, картосхемы дорог и промышленных объектов, аэрофотоснимки, прочие данные. Карта составляется на ландшафтно-экологической контурной основе геоботанической карты территории.

Выделяется три класса антропогенной нарушенности земель – гарь, вырубки и прочие механические нарушения растительного покрова и почв (населенные пункты, буровые, дороги, насосные станции, нефтегазопроводы, ЛЭП и т. д.).

Характеристика нарушенности земель показывается на карте в виде формулы. Формула оценки нарушенности земельных угодий в контуре показывает: класс антропогенных нарушений (гарь, вырубки). Дороги, буровые, нефтегазопроводы и прочие объекты механических нарушений земель выделены в самостоятельный класс и на карте обозначены условным знаком – н/з, т.е. нарушенные земли; процент нарушенных земель в геоботаническом контуре; возрастную категорию нарушений растительного покрова и почв; характер возобновления растительности на местах вырубок и гарей.

Окраска карты производится в зависимости от класса антропогенных нарушений и площади нарушенных земельных угодий ландшафтно-экологического контура.

В зависимости от величины нарушения контура, в каждом классе выделяется три градации нарушенности:

1. Слабая – менее 15% площади земельных угодий контура.
2. Умеренная – от 15 до 40% площади земельных угодий контура.
3. Сильная – более 40% площади земельных угодий контура.

Последовательность выполнения работ следующая:

- составление схемы промышленно-строительных объектов и дорог, гарей, вырубок, М 1:50 000–1:100 000;

- выявление сроков строительства и эксплуатации промышленных объектов и дорог, проведения вырубок, возникновения пожаров;

- систематизация сведений об участках с нарушенным растительным покровом и почвами по степени обнаженности грунта. Выделяются категории нарушенности: более чем на 70% площади объекта, 50-70%, 30-50%, менее 30%;

- определение и выделение категорий нарушенности растительного покрова и почв. Составление таблицы по динамике качества оленьих пастбищ;

- определение вероятности и сроков восстановления растительного покрова в зависимости от степени нарушенности. Составление таблицы по категориям нарушенности;

- составление карты нарушенности земель, М 1:100 000.

Зона косвенного воздействия техногенных факторов на ритм жизни животных значительно обширнее зоны их прямого воздействия. Ритм жизни домашнего северного оленя, численность и воспроизводство промысловых животных зависят от вида промышленного объекта и удаленности его от оленьих пастбищ и места обитания животных.

Оленьи пастбища, охотничьи угодья, попадающие в зону действия стрессового фактора, ухудшают условия содержания оленей и обитания диких животных или выбывают из хозяйственного и промыслового оборота.

Для определения интенсивности стрессового воздействия промышленных объектов на пастбищные и охотничьи условия земельных угодий составляется картосхема, которая накладывается на карту оленьих пастбищ или карту типов охотничье-промысловых угодий.

Удаленность полос интенсивности стрессового воздействия от источника беспокойства зависит от вида антропогенного воздействия (буровые, дороги, нефте-газопроводы и пр.).

Выделяется пять зон интенсивности воздействия стрессового фактора на земельные угодья, которые на картосхеме наносятся в виде замкнутых линий (горизонталей).

Каждой зоне интенсивности стрессового воздействия соответствуют индексы ухудшения условий содержания оленей и других диких животных.

Последовательность выполнения работ по определению зоны стрессового воздействия:

- выявление местоположения всех действующих промышленных объектов, дорог и прочих коммуникаций, и составление карты нарушенности земель, масштаба 1:100 000;

– составление схемы стрессового воздействия на оленьи пастбища и промысловые угодья действующих промышленных объектов.

Литература

Волков С. Н., Емельянова Т. А. Землеустройство. М.: ГУЗ, 2013. С. 268–287.

Волков С. Н., Носов С. И. Землеустройство. Т. 9. Региональное землеустройство. М.: КолосС, 2009. С. 496–584.

Методические рекомендации по оценке качества земель, являющихся исконной средой обитания коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации / Е. А. Титов, Б. Е. Бондарев и др. Общ. ред. С. И. Носова. М.: ООО «Связьоценка», 2004. 198 с.

Временные методические рекомендации по проведению ресурсной оценки территорий традиционного природопользования районов Крайнего Севера / Е. А. Титов, Б. Е. Бондарев и др. Общ. ред. С. И. Носова. ЕСДЗем. 16-11-001-02. М.: Институт оценки природных ресурсов, 2002. 160 с.

Технические указания по обследованию оленьих пастбищ. 1985.

ОПАСНОСТЬ ПОЛИЭЛЕМЕНТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

Г. Я. Елькина

*Институт биологии Коми научного центра УрО РАН,
elkina@ib.komisc.ru*

Одним из основных критериев оценки уровня загрязнения почв тяжелыми металлами (ТМ) в результате техногенной трансформации биосферы являются условия жизнедеятельности растений. Наиболее часто встречается полиэлементное загрязнение, в связи с этим актуально оценить его последствия на сельскохозяйственные культуры. Целью наших исследований было сравнительное изучение влияния моно- и полиэлементного загрязнения на рост кормовых культур и транслокацию ТМ в растения.

Исследования проведены на легкосуглинистой пахотной подзолистой почве в двух последовательных экспериментах. В мелкоделяночном эксперименте было создано три контрастных уровня загрязнения. Минимальный уровень меди, цинка и кобальта соответствовал оптимальной концентрации микроэлементов для подзолистых почв; свинца и кадмия – расчетному поступлению с туками и мелиорантами в течение десяти-пятнадцати лет. Для его формирования цинк и медь вносили в количестве 500 (1,7 мг/кг), кобальт и свинец – 100 (0,33 мг/кг), кадмий – 10 мг/м² (0,03 мг/кг). При полиэлементном загрязнении эти элементы вносили в комплексе. Средний уровень превышал низкий в 10, высокий – в 100 раз.

В мелкоделяночном эксперименте изучали влияние среднего и высокого уровня загрязнения. Образцы почв готовили путем смешивания максимально загрязненной почвы микрополевого опыта с почвой фона. При применении ранее загрязненной почвы в естественных условиях произошли трансформация вносимых солей и уравнивание форм ТМ. В почвах, наряду с валовым содержанием, анализировали подвижные формы, переходящие в 1М HCl, ацетат-

но-аммонийный буфер (а.а.б.), методом атомной абсорбции на приборе фирмы «Hitachi» (модель 180-80 Z). Определение ТМ в растениях осуществляли после разложения смесью азотной кислоты и перекиси водорода на СВЧ - минерализаторе «Минотавр-1» методом спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой.

Низкий уровень загрязнения в мелкоделяночном эксперименте не вызвал снижения продуктивности. Отдельные элементы (кобальт, цинк, медь) стимулировали развитие растений. При среднем загрязнении медью и цинком происходило снижение всхожести семян и ингибирование роста, а максимальное загрязнение медью привело к гибели растений (табл. 1). При избытке кобальта произошла гибель гороха. Наибольшей токсичностью обладал кадмий. Загрязнение комплексом металлов вызвало более значительное снижение продуктивности гороха, чем моноэлементное: при низком уровне биомасса бобовой культуры была меньше на 52, при среднем – на 64%, тогда как снижение продуктивности от отдельных элементов не превышало 28%. При максимальном суммарном загрязнении, как и при предельном поступлении в почву меди, произошла гибель растений.

Таблица 1

**Продуктивность при загрязнении почв ТМ, г сухого веса/м²
(мелкоделяночный опыт)**

Доза, мг/кг	Горохо-овес			Клевер I г. п.		Клевер II г. п.		Овес	
	био-масса	в т. ч. горох	% от фона	био-масса	% от фона	био-масса	% от фона	био-масса	% от фона
Фон	263	25		620		1048		62	
Cu1,7	325	30	24	681	10	1198	14	65	4
Cu17	221	20	-16	558	-10	936	-11	73	18
Cu170	0	0	-100	0	-100	0	-100	21	-66
Zn1,7	390	25	48	718	16	1137	8	61	2
Zn17	331	18	26	448	-28	842	-20	69	11
Zn170	154	10	-41	180	-71	639	-39	42	-32
Co0,33	402	62	52	705	14	1205	15	63	1
Co3,3	274	24	4	456	-26	870	-17	64	3
Co33	66	0	-75	0	-100	0	-100	20	-68
Pb0,33	293	31	11	536	-14	992	-5	64	3
Pb3,3	206	23	-22	476	-23	929	-11	62	0
Pb33	188	16	-29	364	-41	868	-17	44	-29
Cd0,03	287	30	2	560	-10	941	-10	64	3
Cd0,3	245	24	-7	428	-31	863	-18	48	-23
Cd3,3	26	0	-90	0	-100	0	-100	14	-78
Cu1,7Zn1,7Co0,3Pb0,3Cd0,03	280	12	6	546	-12	905	-14	63	2
Cu17Zn17Co3,3Pb3,3Cd0,3	222	9	-19	354	-43	810	-22	42	-32
Cu170Zn170Co33Pb33Cd3,3	0	0	-100	0	-100	0	-100	6	-90
HCP _{0,05}	28			55		107		7	

Клевер, как и горох, был менее толерантен к загрязнению почв ТМ. Высокие дозы меди, кобальта и кадмия, а также комплекса металлов, вызвали гибель растений. При среднем суммарном загрязнении биомасса клевера 1 года

пользования была ниже на 43%, тогда как по отдельным металлам разница с фоном составила 10–31%. На клевере 2 года пользования токсическое действие ТМ, как при моно-, так и при полиэлементном загрязнении было ниже. Снижение биомассы овса на четвертый год было менее существенно, чем непосредственно после внесения ТМ. Однако ингибирующее действие полиметаллического загрязнения оставалось высоким.

В микрополевым опыте валовое содержание меди изменялось с 9,8 до 182,8, цинка – с 33,8 до 219,2, кобальта – с 6,2 до 65,5, свинца – с 9,7 до 62,4, кадмия – с 0,1 до 5,6 мг/кг. Количество свинца, меди и кадмия при максимальном загрязнении превышало ПДК, свинца и кобальта – ОДК. По суммарному показателю Zс (1) почвы с полиэлементным загрязнением среднего уровня относились к первой, а высокого – к III категории загрязнения.

Вследствие слабой буферности подзолистых почв с повышением уровня загрязнения происходило увеличение относительного количества экстрагируемых соединений (табл. 2). Показатели подвижности кобальта, цинка и меди были в 2–3,5, по свинцу и кадмию в 4–5 раза выше, чем в контроле. Доля форм, вытесняемых а.а.б., в загрязненных почвах увеличилась в 10–20 раз.

Подвижность меди, цинка, свинца и кобальта при одновременном поступлении в почву комплекса ТМ, особенно на высоком уровне загрязнения, была выше, чем при моноэлементном загрязнении. Кадмий отличается высокой подвижностью как при моно-, так и при полиэлементном загрязнении.

Таблица 2

Содержание и подвижность тяжелых металлов в подзолистой почве

Варианты	Cu		Zn		Co		Pb		Cd	
	1*	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Контроль	2,13 21,8	0,21 2,1	5,7 16,9	0,55 1,6	1,6 25,8	0,18 2,9	1,5 15,5	0,3 3,3	0,022 0,0	0,005 5,6
Моноэлементное, средний уровень	73,3 77,7	39,6 42,0	37,8 34,5	25,5 23,3	22,5 60,0	11,6 30,9	21,3 58,4	8,6 23,6	1,92 73,8	1,44 55,4
Моноэлементное, высокий уровень	141,9 77,1	84,2 46,1	108 49,5	78,2 35,7	32,6 49,8	19,1 29,2	41,3 66,2	21,3 34,1	5,36 96,4	4,54 81,7
Полиэлементное, средний уровень	77,6 84,3	41,7 45,4	40,5 38,8	27,3 26,1	24,9 60,9	13,4 32,8	27,6 70,2	10,8 27,5	2,08 74,3	1,71 61,1
Полиэлементное, высокий уровень	151,4 86,1	88,0 50,3	107 52,2	86,8 42,4	37,2 58,9	22,4 35,4	45,3 71,3	24,8 39,3	5,48 97,9	4,91 87,7

Примечания: *1 – 1М HCl; 2 – а.а.б. (рН 4,8); над чертой содержание (мг/кг), под чертой – подвижность (% от валового содержания)

Медь и цинк при среднем содержании в почве оказали положительное действие на рост и развитие гороха (табл. 3). В какой-то мере позитивное их действие продолжалось и при максимальном содержании, но биомасса была ниже, чем при среднем количестве. Свинец при содержании до 62,4 мг/кг также стимулировал рост гороха. При высоком содержании кобальта происходило не-

значительное снижение биомассы. Токсичность кадмия, как и в мелкоделяночном эксперименте, была максимальной: при среднем уровне биомасса трав была меньше на 50%, при максимальном – на 72%. Несмотря на стимулирующий эффект отдельных микроэлементов, биомасса бобового растения при среднем полиметаллическом загрязнении была ниже на 64%, при максимальном – на 80%.

Медь и кадмий, особенно при максимальном содержании, негативно влияли на рост овса, биомасса его в первый год была в 2–4 раза ниже, чем в контроле. Ингибирующее действие меди при максимальном загрязнении ощущалось и в последствии. Как и бобовое растение, овес в большей мере пострадал от действия комплекса металлов. Кумулятивный эффект проявился и в развитии репродуктивных органов (цветки и метелки не сформировались).

При высоком загрязнении цинком, среднем и высоким – кадмием и кобальтом количество токсичных элементов в бобовом растении превысило максимально-допустимый уровень (МДУ). Повышение мобильности элементов, изменения во взаимодействии ионов в процессе поглощения, транспорта и обмена веществ при полиметаллическом загрязнении вызвали более значительную транслокацию ТМ в растения. Показатели МДУ были превышены по всем изучаемым элементам, за исключением меди – на среднем и свинца на обоих уровнях загрязнения комплексом ТМ.

Таблица 3

**Продуктивность однолетних трав при загрязнении почв ТМ
(микрополевой опыт)**

Вариант	Вес одного растения (воздушно сухой, в г)			
	Действие		Последствие	
	горох	овес	горох	овес
Контроль	0,36±0,05	0,40±0,04	0,15±0,07	0,19±0,04
Cu I*	2,33±0,14	0,17±0,02	0,83±0,10	0,34±0,02
Cu II	1,32±0,09	0,11±0,02	0,69±0,08	0,06±0,02
Zn I	2,34±0,14	0,53±0,04	1,22±0,08	0,61±0,03
Zn II	1,71±0,13	0,39±0,04	0,56±0,08	0,15±0,03
Co I	0,38±0,03	0,55±0,07	0,19±0,02	0,32±0,04
Co II	0,30±0,02	0,50±0,06	0,15±0,02	0,35±0,04
Pb I	1,18±0,13	0,60±0,04	0,88±0,09	0,47±0,04
Pb II	2,80±0,13	0,45±0,04	1,51±0,09	0,60±0,04
Cd I	0,18±0,03	0,26±0,03	0,16±0,02	0,22±0,02
Cd II	0,10±0,02	0,18±0,03	0,10±0,02	0,19±0,02
(CuZnCoPbCd) I	0,13±0,03	0,07±0,02	0,11±0,03	0,04±0,02
(CuZnCoPbCd) II	0,07±0,02	0,03±0,02	0,05±0,02	0,03±0,02

Примечание: I – среднее загрязнение, II – высокое загрязнение

Таким образом, полиэлементное загрязнение вызывало значительные нарушения в метаболизме растений, и, соответственно, оказывало более сильное ингибирующее действие на растения, чем воздействие отдельных элементов.

Литература

Сает Ю. Е., Ревич Б. А., Янин Е. П. и др. Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1990. 353 с.

СОДЕРЖАНИЕ СВИНЦА В ОСВОЕННЫХ ТОРФЯНИКАХ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ (НА ПРИМЕРЕ ТОРФОМАССИВА «ЗЕНГИНСКИЙ»)

Е. С. Гонина

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия,
gonina-elena@mail.ru*

Болотные комплексы выполняют важную роль в функционировании биосферы Земли. Они регулируют климат и водообмен территории. Образующееся органическое вещество запасается на длительные периоды, снижая при этом выделение углекислого газа обратно в атмосферу. В процессе формирования болота происходит накопление и консервация в торфе различных химических элементов, в том числе и тяжелых металлов.

При освоении болот человеком происходит нарушение целостности этих сложных природных систем. В частности, высвобождаются и вовлекаются в биогеохимические циклы законсервированные химические элементы. Среди группы тяжелых металлов находятся как элементы с хорошо известными биологическими функциями, жизненно необходимые организмам, но переходящие в разряд токсичных при превышении некоторых пределов их содержания в биологических объектах, так и элементы, физиологическая роль которых выяснена недостаточно или неизвестна, и проявляющие токсический эффект уже при относительно низких концентрациях. Одним из приоритетных загрязнителей среди тяжелых металлов является свинец. Так, избыток свинца в растениях, связанный с высокой его концентрацией в почве, угнетает дыхание и подавляет процесс фотосинтеза, иногда способствует накоплению кадмия и снижению поступления в растения цинка, кальция, фосфора и серы.

Цель данной работы – выявить закономерности накопления соединений свинца в болотных почвах после осушения и дальнейшего хозяйственного использования.

Кировская область занимает восточную часть Русской равнины и относится к поясу интенсивного торфонакопления. Площадь торфяных месторождений области – почти 500 тыс. га, что составляет около 4% территории области (Уланов, 2005). В 2011–2013 гг. было обследовано одно из болот центральной части Кировской области – торфомассив «Зенгинский». Болото расположено в Оричевском районе Кировской области в 20 км к западу от п. Стрижи, на первой надпойменной террасе реки Вятка. Подстилающими породами являются аллювиальные и древнеаллювиальные отложения легкого гранулометрического состава, которые, в свою очередь, на разной глубине подстилаются карбонатными суглинками и известняками (Зверков, 1982; Атлас Кировской области, 1997). Район приурочен к низменности – древнему руслу ледниковых потоков.

Преобладающим типом торфообразования является низинный, но в центральных, наиболее глубоко залегающих частях месторождения встречаются смешанные и верховые участки (Зверков, 1982).

В ходе проведенных работ были обследованы: контрольный – целинный участок слабо осушенной неосвоенной части болота, а также участки с разной мощностью остаточного торфа (от 1,3–1,5 м до 0,5 м и меньше). Для работы было выбрано 14 ключевых участков, на каждом из которых заложены почвенные разрезы (ГОСТ 17.4.3.01-83) и проведено геоботаническое описание (Методы изучения ..., 2002).

В ходе исследований в почвах выбранных ключевых участков торфомассива «Зенгинский» было определено и проанализировано содержание соединений свинца, как одного из важных токсикантов (ГОСТ 12.1.007-76). Свинец относят к группе высокоопасных веществ (II класс опасности). Поэтому его содержание необходимо учитывать и контролировать при дальнейшем возможном использовании выработанных торфяников в сельском и лесном хозяйстве. Однако, в данном случае не рассматривается как таковое техногенное загрязнение болотных массивов. Считается, что данные территории подвержены минимальному воздействию со стороны хозяйственной деятельности человека.

Предельно-допустимая концентрация валовых форм свинца в почве установлена на уровне 32 мг/кг, однако фоновое содержание обычно превышает значение ПДК (Предельно-допустимые концентрации ..., 1990). Содержание валового свинца в почвах Кировской области колеблется от 5,0 до 43,0 мг/кг, содержание подвижных соединений элемента – от 1,28 до 2,50–3,00 мг/кг (Шихова, Егошина, 2004). Содержание валовых форм свинца в болотных почвах Кировской области практически не отличается от такового в типичных почвах данного региона. По некоторым данным концентрация свинца составляет 0,5–6,5 мг/кг (Уланов, 2005).

В результате проведенных исследований получены следующие результаты. Содержание свинца в пробах торфа и почв целинного и освоенных участков в пределах торфомассива «Зенгинский» не превышает значений ПДК и среднего содержания элемента в зональных типах почв Кировской области.

В пробах почв с контрольного участка выявлены небольшие концентрации элемента (рис. 1).

Несколько выше содержание свинца на участках, где в настоящее время идет искусственное лесовосстановление – 2,92–4,59 мг/кг. Кроме того, в верхних горизонтах почв данных участков выявлено резкое увеличение концентрации элемента – до 17,00–19,00 мг/кг. Однако, в отличие от меди и цинка свинец не является биофильным элементом среди тяжелых металлов, поэтому его повышенное содержание в данном случае можно связать с поступлением из окружающей среды.

На осушенных выработанных участках наблюдается накопление соединений свинца при появлении илистых и глинистых частиц в составе торфа (рис. 2).

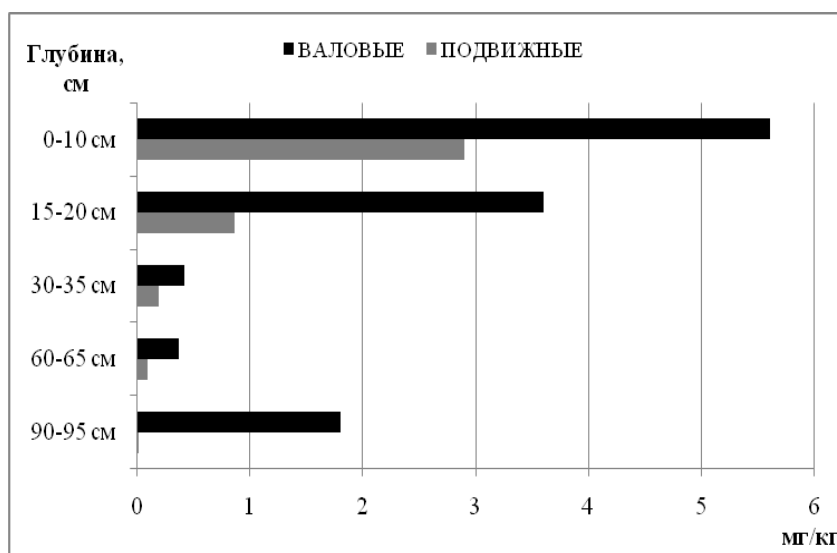


Рис. 1. Содержание свинца в пробах почв слабо осушенного неосвоенного участка торфомассива «Зенгинский»

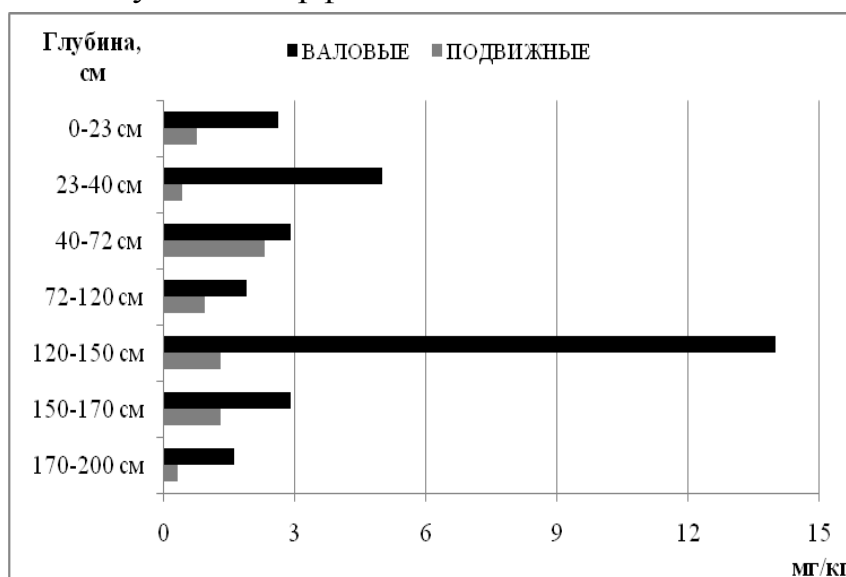


Рис. 2. Содержание свинца в пробах почв выработанного участка торфомассива «Зенгинский»

По-видимому, появление переходного контактно-глеевого горизонта служит препятствием для водообмена между торфяным слоем и нижележащими горизонтами, что может сопровождаться накоплением химических элементов на границе этих горизонтов. Кроме того, смена почвенных горизонтов сопровождается изменением pH_{KCl} почвенной среды. Данный показатель является одним из факторов, который влияет на накопление и миграцию тяжелых металлов в почве. Интенсивное накопление и повышенную степень подвижности тяжелых металлов отмечают в кислых почвах, в почвах со значениями pH_{KCl} близким к щелочным степень подвижности элементов снижается. Изменение величины pH_{KCl} в результате осушения болот может быть вызвано подтягиванием к поверхности грунтовых вод из карбонатных подстилающих пород.

Болота центральной части Кировской области являются территориями активных торфоразработок. К настоящему времени практически отсутствуют

данные о первоначальной мощности торфяной залежи. Однако, исходя из полученных данных, следует, что мощность снятого слоя торфа была значительной. pH_{KCl} торфа, отобранного на контрольном (слабо осушенном неосвоенном) участке, составила 2,53–3,30. Последующее освоение торфяного месторождения и вовлечение в хозяйственное использование приводит к смене почвенных условий. Поднятие нижележащих горизонтов способствует изменению реакции среды по всему профилю. Осушенные выработанные участки, которые в дальнейшем планируется использовать под посадки *Pinus sylvestris* (сосна обыкновенная) и *Picea abies* (ель европейская), имеют реакцию среды 4,66–7,04. Участки, занятые посадками *P. sylvestris* и *P. abies* разного возраста, имеют pH_{KCl} почвенного профиля 3,81–7,40. Кроме того, длительное хозяйственное использование выработанных торфяных почв ведет к нарушению процессов накопления органического вещества и активной минерализации оставшегося слоя торфа после осушения территории. Постепенно идет формирование нового почвенного профиля, и выработанные торфяные почвы по своим характеристикам приближаются к автоморфным почвам данной территории.

Однако в ходе проведенных исследований не было выявлено четких закономерностей в распределении элемента в зависимости от изменения величины pH_{KCl} по профилю. Резкие колебания содержания элемента в некоторых случаях свидетельствуют о происходящей перестройке почвенных процессов после осушения и сработки торфа. Кроме того, это природный объект, который характеризуется взаимодействием многих экологических факторов окружающей среды, таких, например, как гидрологический режим территории, ботанический состав торфа, степень выработанности торфа.

Таким образом, в ходе исследований выявлено, что вовлечение осушенных болотных почв в хозяйственную деятельность ведет к их трансформации. В почвах выработанных торфяников происходит повышение pH_{KCl} в результате поднятия нижележащих карбонатных почвообразующих и подстилающих пород. Хозяйственное использование ведет к активной минерализации остаточного слоя торфа. В результате этих процессов нарушается стабильность биогеохимических циклов отдельных элементов.

Литература

- Атлас Кировской области / Федеральная служба геодезии и картографии России. М., 1997. 32 с.
- ГОСТ 12.1.007-76. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
- ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб.
- Зверков Ю. В. Вторая жизнь торфяников. Киров: Волго-Вятское кн. изд-во, Кировское отд., 1982. 80 с.
- Методы изучения лесных сообществ / Е. Н. Андреева, И. Ю. Баккал., В. В. Горшков, Ш. В. Лянгузова. и др. СПб.: НИИ Химии СПб ГУ, 2002. 240 с.
- Предельно-допустимые концентрации химических веществ в почвах и предельные уровни их содержания по показателям вредности (по состоянию на 01.01.91.). Госкомприрода СССР, № 02-2333 от 10.12.90.

Уланов А. Н. Почвенные режимы низинных торфяных почв и выработанных торфяников Северо-Востока Европейской части России. Автореф. дис. ... д. с.-х. н. СПб.-Пушкин, 2005. 42 с.

Шихова Л. Н., Егошина Т. Л. Тяжелые металлы в почвах и растениях таежной зоны Северо-Востока Европейской России. Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2004. 264 с.

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В СТРУКТУРНЫХ КОМПОНЕНТАХ АВТОМОРФНЫХ ПОЧВ ЛЕСНЫХ ЛАНДШАФТОВ ЛЕСОТУНДРЫ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

О. В. Шахтарова, Г. В. Русанова, С. В. Денева
*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,
olga.shakhtarova@mail.ru*

Почвы Субарктики являются наиболее чувствительными к антропогенным воздействиям, особенно почвы, развивающиеся в переходной полосе лесотундра-тундра. На данный момент детально исследовано содержание и профильное распределение тяжелых металлов (ТМ) в основных типах целинных почв Большеземельской тундры, установлен региональный уровень их фоновое содержания (Дымов и др., 2010). Однако, особенности перераспределения ТМ между структурными компонентами почв (скелетаны, внутриведная масса) до настоящего времени не были изучены, что и является целью данного исследования. Объектом исследования послужили светлосымы иллювиально-железистые, формирующиеся в автоморфных позициях лесных участков лесотундры. Растительный покров представлен березово-еловым редколесьем с преобладанием лишайниково-мохового покрова, высота деревьев до 4–6 м. Профиль почвы характеризуется сочетанием подзолистого, иллювиально-железистого и криометаморфических горизонтов и имеет следующее строение: $O \frac{0-2.5}{2.5} E \frac{2.5-10}{7.5} BF \frac{10-17}{7} CRM1 \frac{17-34}{17} CRM2 \frac{34-67}{33} CRM3 \frac{67-93}{26} \perp$. Почвы развиваются на хорошо дренированных поверхностях, сильнокислые (рНвод. 3,0–4,5), не насыщены основаниями (степень насыщенности основаниями в верхней части профиля 2–5%, в нижней – 14–42%), малогумусны (содержание Сорг. в минеральной части профиля 3,4–1,3%), характеризуются недифференцированностью профиля по илу и валовому содержанию оксида Al. Подзолистый горизонт обеднен силикатными и несиликатными формами Fe, образующими иллювиальный максимум в гор. BF (Тонконогов, 2010).

Содержание ТМ (Cu, Pb, Cd, Zn, Co) в почвах и их структурных компонентах определяли в соответствии с аттестованными методиками (Количественный..., 1998) в аккредитованной лаборатории «Экоаналит» Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Исследования показали, что светлосымы иллювиально-железистые по степени загрязнения тяжелыми металлами (ГН 2.1.7.2041(42)-06, 2006; Предельно допустимые..., 2006), характеризуются средним и высоким уровнем содержания меди (4,5–14,7 мг/кг) и цинка (18–45 мг/кг), средним – свинца (4,9–10,9 мг/кг) и кобальта (3,8–10 мг/кг), не превы-

шающим регламентированные значения ПДК(ОДК) по содержанию ТМ в кислых суглинистых почвах. Содержание кадмия в почвах находится в пределах 0,12–0,22 мг/кг. Необходимо отметить, что распределение элементов во внутрипедной массе и скелетанах светлосезмов иллювиально-железистых характеризуется элювиально-иллювиальным типом. К общей закономерности распределения ТМ между структурными компонентами почв следует отнести их преимущественное накопление во внутрипедной массе, где концентрация ТМ в 1,2–2,6 раза выше по сравнению со скелетанами, за исключением кадмия в гор. CRM1, где его содержание в скелетанах (0,12 мг/кг) выше в 1,16 раз по сравнению с внутрипедной массой (0,14 мг/кг). Близким характером внутрипрофильного распределения отличаются такие элементы, как Cu, Zn, Pb и Co. Для них отмечено элювиально-иллювиальное, с тенденцией увеличения вниз по профилю распределение во внутрипедной массе, с минимальным накоплением в иллювиальном BF и криометаморфическом CRM3 горизонтах. Для кадмия можно отметить относительно равномерное распределение его во внутрипедной массе за исключением гор. CRM1, где прослеживается резкий минимум накопления этого элемента (0,12 мг/кг). Анализ скелетан показал сходный тип распределения всех рассматриваемых элементов в профиле. Прослеживается накопление Pb, Zn и Co в скелетанах иллювиального горизонта BF и относительное накопление Cu и Zn в нижележащем криометаморфическом горизонте CRM3. Заметно равномерное распределение содержания Cd в скелетанах почвы, за исключением горизонта CRM1, для которого выявлено обеднение этим элементом. Таким образом, для светлосезмов иллювиально-железистых, формирующихся в подзоне северной лесотундры в березово-еловом редколесье с преобладанием лишайниково-мохового покрова, характерна преимущественная концентрация микроэлементов во внутрипедной массе, элювиально-иллювиальный тип дифференциации профиля по содержанию ТМ во внутрипедной массе и относительно равномерное распределение в скелетанах. Специфика формирования почвы: сочетание подзолистого, иллювиально-железистого в верхней части и криометаморфических горизонтов в нижней, а также однородность почвообразующих пород, автоморфность условий почвообразования, обусловили профильную дифференциацию ТМ.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта №12-Т-4-1004 «Формирование и функционирование почв криолитозоны европейского Северо-Востока в условиях изменения климата и антропогенных воздействий» Программы ОНЗ РАН №14 «Состояние окружающей среды и прогноз ее динамики под влиянием быстрых глобальных и региональных природных и социально-экономических изменений».

Литература

ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве: Гигиенические нормы. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. 27 с.

Дымов А. А., Лаптева Е. М., Калашников А. В., Денева С. В. Фоновое содержание тяжелых металлов, мышьяка и углеводородов в почвах Большеземельской тундры // Теоретическая и прикладная экология, 2010. № 4. С. 43–48.

ПНД Ф 16.1:2.3:3.11-98. Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений содержания металлов в твердых объектах методом спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. М., 1998.

Тонконогов В. Д. Автоморфное почвообразование в тундровой и таежной зонах Восточно-Европейской и Западно-Сибирской равнины. М.: Почвенный институт им. В. В. Докучаева, 2010. 304 с.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СИСТЕМЕ ВОДА – ДОННЫЕ ОТОЖЕНИЯ – ПОЧВА НА ТЕХНОГЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ

Е. В. Дабах

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия,
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,
Вятский государственный гуманитарный университет,
ecolab2@gmail.com*

В долине р. Вятки в Кировской области расположены химические предприятия по производству минеральных удобрений (ЗМУ) и фторполимеров (Завод «ГалоПолимер»). В районе промышленного комплекса сформировалась техногенная территория, представленная многочисленными хвостохранилищами, шламонакопителями, отвалами. Поскольку территория предприятий прижимается к пойме р. Вятки, в зоне их влияния оказались пойменные озера, луга, болота. Основным источником загрязнения тяжелыми металлами являются сточные воды и фильтрующиеся из хвостохранилищ растворы, распространение загрязняющих веществ по пойме происходит с паводковыми водами. Состояние природного комплекса в этом районе изучалось ранее (Дружинин и др., 2006, Ашихмина и др., 2010, Дабах и др., 2010). Было отмечено, что в поверхностных водах в превышающих ПДК количествах содержатся тяжелые металлы свинец, ртуть, в некоторых пробах – сурьма. По содержанию тяжелых металлов в донных отложениях половина проб характеризовалась опасной степенью загрязнения.

По результатам анализа валового химического состава почв мы отметили близкие концентрации макроэлементов во всех образцах ненарушенных почв, отобранных на обширной территории поймы р. Вятки в районе г. Кирово-Чепецка. Учитывая сложное морфологическое строение поймы, изрезанность ее многочисленными пойменными водоемами и водотоками, характерную для аллювиальных почв неоднородность в пространстве и по глубине, подобное сходство валового состава почв позволяет сделать вывод о ведущей роли пойменных и аллювиальных процессов в формировании макроэлементного состава почв и второстепенной роли местных особенностей (наличие мелких водоемов, неоднородность рельефа и растительности). При этом содержание микроэлементов в почвах значительно различалось.

Цель настоящей работы – сравнительная характеристика микроэлементного состава аллювиальных почв, расположенных на разном удалении от источника распространения загрязнения – р. Елховки, и донных отложений. Сток реки Елховки, расположенной в долине р. Вятки и являющейся ее притоком

второго порядка, более чем на 70% формируется за счет сточных вод предприятий. Микроэлементный состав донных отложений характеризуют результаты анализа пробы ДО-4. Образцы почв отбирались с двух площадок (904 и 940) на берегу реки на разном удалении от русла (20 и 100м, соответственно) одновременно с пробами воды и донных отложений. Во время весеннего половодья оба участка пробоотбора затапливаются, но длительность стояния воды различная. Концентрация тяжелых металлов в воде в межень показана в таблице. Донные отложения, в отличие от подвижной среды – воды, аккумулируют загрязняющие вещества, поступающие в воду в течение всего времени существования водотока. По сравнению с фоновой пробой, отобранной из русла реки Елховки выше по течению промышленной зоны химических предприятий, в донных отложениях в нижнем течении реки накопились цинк, кадмий, свинец, ртуть, мышьяк. Коэффициент техногенного загрязнения, рекомендуемый для оценки степени загрязнения почв, был рассчитан и для донных отложений. Уровень загрязнения ($Z = 75$) оценивался как опасный.

Высокое содержание ртути и свинца в воде свидетельствует о поступлении этих элементов в поверхностные воды и в настоящее время, высокие концентрации цинка, кадмия и мышьяка в донных отложениях (ДО-4) характеризуют состав воды в прошлом. Микроэлементный состав аллювиальных почв (образцы 904 и 940) довольно близкий, концентрации тяжелых металлов, содержащихся в воде в количествах, превышающих ПДК, в почвах незначительно снижаются по мере удаления от русла. По сравнению с донными отложениями степень загрязнения почв – умеренно опасная ($Z = 22$ и 16).

Таблица

**Содержание микроэлементов в воде, почвах и донных отложениях
техногенной территории**

Объект	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb	Hg	As	Sb	Zc
	Вода, мкг/л								
р. Елховка 904	<ПО	16,1	51,1	0,14	26,4	0,57	1,8	2,3	–
оз. Сосновое1009	<ПО	1,9	4,6	<ПО	0,3	<ПО	2,5	6,2	–
ПДК	20	1000	1000	1	10	0,5	10	5	–
Донные отложения, мг/кг									
ДО-4	34	54	280	2,8	210	15,0	16	н.о.	75
ДО-6	73,7	62,9	108	0,59	17,8	0,36	5,0	1,5	4,3
ДО-фон	36,5	115	90,5	0,23	18,8	0,30	5,2	0,79	
Почвы, мг/кг									
Почва 053	98,9	39,9	94,7	0,27	19,6	0,16	9,9	1,06	
Почва 904	71	42	160	1,3	64	2,6	7	н.о.	22
Почва 940	64,7	45,1	198	0,97	52,7	1,3	8,9	4,7	16
ПДК (ОДК)	80	132	220	2	130	2,1	10	4,5	

Примечание: Н.о. – не определено.

Вторая серия проб вода (1009) – донные отложения (ДО-6) – почва (053) отбиралась на юго-восточной окраине того же луга, в зоне влияния пойменного озера Соснового. В паводок вся эта территория представляет собой единое водное пространство. В межень в засушливые годы связь между водными объекта-

ми р. Елховкой и оз. Сосновым прерывается. Концентрация тяжелых металлов в воде озера значительно ниже. В превышающих ПДК количествах присутствует только сурьма. Донные отложения двух водных объектов, ограничивающих луг с разных сторон, различаются по составу. Концентрации таких опасных элементов как ртуть, свинец, мышьяк, цинк в оз. Сосновом соответствуют фоновым значениям, однако в 2 раза выше содержание никеля, кадмия и сурьмы. По некоторым показателям почвы и донные отложения заболоченной части оз. Соснового сходны, но почвы богаче мышьяком, беднее – кадмием и ртутью. Ни в почвах, ни в донных отложениях существенных превышений ПДК (ОДК) не отмечено. Различный состав воды и донных отложений в связанных в половодье между собой водных объектах свидетельствует о незначительном перемешивании воды. Почвы, находящиеся под влиянием затопления относительно чистыми водами оз. Соснового, по нашему мнению, можно было бы принять за фон по отношению к загрязненным почвам этого луга, находящимся в зоне влияния источника загрязнения – р. Елховки. Подобный выбор фона представляется более корректным, чем сравнение с почвами других пойменных лугов, расположенных около водных объектов с иным характером загрязнения. Коэффициенты техногенного загрязнения почв на берегах Елховки рассчитаны по отношению к незагрязненной почве этого луга (табл.).

Таким образом, на техногенно нагруженной территории в пойме реки Вятки, несмотря на различия мезо- и микрорельефа, растительности, на аллювиальных отложениях формируется довольно однообразный макроэлементный состав почв. При этом микроэлементный состав (содержание тяжелых металлов и мышьяка) как почв, так и донных отложений в значительной степени определяется влиянием мелких загрязненных водотоков и варьирует в широких пределах в зависимости от удаленности от источника загрязнения.

Литература

Ашихмина Т. Я., Дабах Е. В., Кантор Г. Я., Лемешко А. П., Скугорева С. Г., Адамович Т. А. Изучение состояния природного комплекса в зоне влияния Кирово-Чепецкого химического комбината // Теоретическая и прикладная экология, 2010. № 3. С. 18–26.

Дабах Е. В., Кантор Г. Я., Лемешко А. П. Состояние почв в зоне влияния Кирово-Чепецкого химического комбината / Современные проблемы загрязнения почв. III Междунар. конф. М.: МГУ, 2010. С. 80–84.

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. (Материалы 9-й науч.-практ. конф. г. Киров, 1–3 сентября 2006. г. Кирово-Чепецк). 2006. С. 125–127.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОРЕМЕДИАЦИИ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ПОЧВЫ ДИЗЕЛЬНЫМ ТОПЛИВОМ

*Е. М. Лаптева, В. А. Ковалева, Ю. А. Виноградова,
Ф. М. Хабибуллина, Ю. В. Холопов*

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,
lapteva@ib.komisc.ru*

Нефть и нефтепродукты – наиболее распространенные загрязнители окружающей среды. Поступление нефтепродуктов в наземные экосистемы сопровождается их аккумуляцией в почве, миграцией в ландшафтах, поступлением в сопредельные среды (грунтовые воды, водотоки и водоемы, донные отложения). Под влиянием нефтеуглеводородов происходит существенное преобразование физико-химических свойств почв, нарушение процессов их функционирования, в первую очередь, связанных с жизнедеятельностью почвенной биоты (Гузов и др., 2001; Евдокимова, 2007). Очистка почв от нефтепродуктов требует проведения комплекса различных приемов рекультивации – от механического удаления нефти и нефтепродуктов с поверхности почвы до внесения биопрепаратов на основе комплекса углеводородокисляющих микроорганизмов (Маркарова, 2009). Почвы северных экосистем, ввиду отсутствия гумусоаккумулятивных горизонтов, высокой кислотности и низкой биологической активности, наиболее уязвимы по отношению к различного рода техногенным воздействиям, в том числе и к загрязнению нефтепродуктами, включая дизельное топливо. При разработке приемов биорекультивации почв северных регионов наиболее оптимальным является использование биопрепаратов, включающих аборигенные штаммы углеводородокисляющих микроорганизмов (Хабибуллина и др., 2011).

Цель данной работы заключалась в оценке эффективности применения биопрепарата на основе консорциума углеводородокисляющих микроорганизмов с участием аборигенных штаммов для очистки почвы, загрязненной дизельным топливом.

Исследования проводили в 2013–2014 гг. в Воркутинском районе Республики Коми, на границе крайнесеверной тайги и лесотундры. Площадь территории загрязнения около 300 м² с уклоном в сторону долины ручья. Оценка эффективности действия биопрепарата проводили на основе изучения состава микробного сообщества до и после его внесения в почву и уровня снижения концентрации в ней нефтеуглеводородов. Исследование микробного сообщества почв проводили с использованием классических методов почвенной микробиологии – метода посева почвенных суспензий на плотные питательные среды (Методы..., 1992; Теппер и др., 2004). Численность аммонифицирующих микроорганизмов учитывали на мясо-пептонном агаре (МПА), углеводородокисляющих микроорганизмов (УОМ) – на минеральной среде Ворошиловой-Диановой с добавлением в качестве источника углерода 1% дизельного топлива. Содержание нефтепродуктов определяли в Экоаналитической лаборатории Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Фитотоксичность почвы загрязненно-

го участка определяли методом проростков (Биологический контроль..., 2007). Образцы почвы для проведения физико-химических и микробиологических исследований отбирали из верхних 0–5 см (июль 2013 г.) и 0–20 см (третья декада сентября 2013 г., июль 2014 г.) слоев почвы соответственно до и после внесения биопрепарата.

Выбранный для исследования участок характеризуется длительным периодом загрязнения нефтепродуктами. Аварийный сброс дизельного топлива на этот участок произошел в начале 2000-х гг. в количестве не менее 200 т. Участок загрязнения неоднократно рекультивировали. В настоящее время на территории, подвергшейся загрязнению, сохраняется отсутствие растительного покрова, на поверхности почвы визуально отмечается наличие нефтепродуктов. По данным количественного химического анализа содержание нефтеуглеводородов в почве составляет 34–110 г/кг в.с.п. (воздушно сухой почвы) на глубине 0–5 см и 18–61 г/кг в.с.п. – на глубине 5–20 см. Согласно критериям оценки эффективности рекультивационных работ при нефтезагрязнениях (Требования к технологиям рекультивации..., 2014), полученные показатели превышают допустимое для рекультивированных территорий значение остаточного содержания нефти (10 г/кг) в 1,8–5,4 раза в зависимости от элемента рельефа (верхняя, средняя, нижняя часть склона) и глубины опробования. Наиболее высоким уровнем загрязнения и максимальной (до 40 см) глубиной проникновения в толщу почвы отличается нижняя часть склона. В верхней части склона мощность пропитки загрязняющими компонентами составляет 5–10 см. Высокое содержание нефтеуглеводородов в почве загрязненного участка обусловило ее значительную фитотоксичность: всхожесть семян кресс-салата варьировала от 0 до 30% по сравнению с контролем. Относительно высокое (12–27 млн КОЕ/г почвы) содержание микроорганизмов-гетеротрофов, по-видимому, обусловлено давним сроком поступления нефтепродуктов в почву (с момента разлива прошло около 14 лет) и частичной деструкцией за этот период компонентов дизельного топлива (табл.). Отмеченное более низкое содержание углеводородокисляющих микроорганизмов (1–2 млн КОЕ / г почвы) может быть связано с сохранением и присутствием в почве преимущественно тех компонентов дизельного топлива, которые слабо поддаются микробной утилизации.

Таблица

Содержание различных групп микроорганизмов в загрязненной дизельным топливом почве до (I) и после (II) внесения биопрепарата, КОЕ·10⁶/г почвы

Место отбора	Глубина отбора, см	Аммонификаторы		Углеводород-окисляющие микроорганизмы	
		I	II	I	II
Верхняя часть склона	0–20	12,5*	101,5	1,9*	11,2
Средняя часть склона	0–20	11,9*	37,8	1,4*	3,7
Нижняя часть склона	0–20	27,4*	82,1	0,8*	2,9

Примечание: * – содержание микроорганизмов в 0–5-сантиметровой толще почвы.

Максимальной численностью УОМ отличалась почва верхней части участка (табл.), характеризующаяся супесчаным гранулометрическим составом, и, в силу особенностей рельефа территории, хорошей дренированностью. Почва нижней части участка имеет более тяжелый гранулометрический состав. Она переувлажнена практически в течение всего вегетационного периода, что определяет неблагоприятные условия функционирования здесь аэробной микрофлоры.

Для очистки почвы от загрязнения дизельным топливом нами был использован консорциум нефтеокисляющих культур грибов *Trichoderma harzianum*, *Cladosporium resinae*(=*Amorphotheca resinae*) и *Gliocladium deliquescens* (Патент на изобретение № 2299181; Патент на изобретение №2313498). В качестве аборигенного штамма в этот комплекс включен выделенный из нефтезагрязненной почвы данной территории *Geomyces pannorum*. Биопрепарат на основе полученного комплекса микроорганизмов вносили в почву загрязненного участка в первой декаде августа 2013 г. после глубокого рыхления почвы и внесения минеральных удобрений в дозе N90P90K90. Отбор проб почв для оценки остаточного содержания нефти и состояния почвенной микробиоты провели в третьей декаде сентября 2013 г., спустя 40 дней после внесения биопрепарата.

Как показали проведенные исследования, внесение биопрепарата с аборигенными штаммами углеводородокисляющих микроорганизмов позволило снизить содержание нефтеуглеводородов на участке старого разлива дизельного топлива. Максимальный экологический эффект от внесения биопрепарата (83,3%) выявлен на участке верхней части склона, где складываются наиболее оптимальные условия для жизнедеятельности аэробной микрофлоры, к которым относятся микроскопические грибы, входящие в состав использованного консорциума микроорганизмов. В средней и нижней частях склона эффект от внесения препаратов ниже (40–70%), что связано, с одной стороны, с более высоким уровнем загрязнения почвы на этих участках, а, с другой – с более высоким уровнем их увлажнения, обуславливающим более низкую численность микроорганизмов. Об этом свидетельствуют данные определения численности аммонифицирующих и углеводородокисляющих микроорганизмов. Как видно из таблицы, в верхней части склона после обработки почвы, несмотря на достаточно короткий срок действия биопрепарата, сопровождавшегося последовательным снижением температуры воздуха и почвы, содержание микроорганизмов на порядок выше по сравнению с их концентрацией до внесения биопрепарата. В средней и нижней части склона возрастание численности микроорганизмов оказалось не столь существенным. Спустя год после проведенных биоремедиационных мероприятий, численность аммонифицирующих и углеводородокисляющих микроорганизмов в почве верхней части склона составила соответственно $145,4 \cdot 10^6$ и $115,5 \cdot 10^6$ КОЕ / г почвы. На этом участке началось внедрение местных видов травянистых растений, свидетельствующее о снижении токсичности загрязненной дизельным топливом почвы.

Таким образом, проведенные нами исследования свидетельствуют о возможности ликвидации старого загрязнения почвы нефтепродуктами (дизель-

ным топливом) при использовании для этих целей биопрепарата, включающего консорциум углеводородокисляющих микроорганизмов в сочетании с аборигенными штаммами микроскопических грибов-нефтедеструкторов, адаптированными к жестким климатическим условиям крайнесеверной тайги и лесотундры. Экологический эффект определяется гранулометрическим составом почвы, глубиной проникновения дизельного топлива в толщу почвы, особенностями рельефа местности и уровнем увлажнения почвенного покрова.

Литература

Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирования / Под ред. О. П. Мелеховой и Е. И. Егоровой. М.: Издательский центр «Академия», 2007. 288 с.

Гузев В. С., Левин С. В. Техногенные изменения сообщества почвенных микроорганизмов // Перспективы развития почвенной биологии: труды всероссийской конференции. М.: Макс-Пресс, 2001. С. 178–219.

Евдокимова Г. А. Биоэкология: почвенная биота в техногенных зонах (биомасса, предельные техногенные нагрузки, критерии самовосстановления и устойчивости почв к загрязнению) // Инженерная экология. 2007. №4. С. 35–44.

Маркарова М. Ю. Нефтезагрязненные биогеоценозы. Пермь, 2009. 511 с.

Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. Д. Г. Звягинцева. М.: Изд-во МГУ, 1991. 304 с.

Патент № 2299181. Российская Федерация, МПК C12N 1/26. Биосорбент для очистки водной поверхности от нефти и нефтепродуктов / Хабибуллина Ф. М., Арчегова И. Б., Ибатуллина И. З., Таскаев А. И., Жучихин Г. М., Кузьминых А. Н.; Учреждение Российской академии наук Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, № 2005124814/13. Заяв. 03.08.2005, опубл. 20.05.2007, бюл. №14.

Патент № 2313498, Российская Федерация, МПК C12N 1/26. Микосорбент для очистки водной поверхности от нефтяных загрязнений / Хабибуллина Ф. М., Терехова В. А., Яковлев А. С., Арчегова И. Б., Ибатуллина И. З., Трофимов С. Я., Таскаев А. И., Тулянкин Г. М., Жучихин Ю. С., Кузьминых А. Н.; Учреждение Российской академии наук Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, № 2005125503/13. Заяв. 10.08.2005, опубл. 27.12.2007, бюл. № 36.

Теппер Е. З., Переверзева В. К., Шильникова Г. И. Практикум по микробиологии. М.: Дрофа, 2004. 256 с.

Требования к технологиям рекультивации загрязненных нефтью земель в условиях Севера. Сыктывкар, 2004. 134 с.

Хабибуллина Ф. М., Ибатуллина И. З. Трансформация сообщества микромицетов в торфяно-глеевых почвах Крайнего Севера при нефтяном загрязнении // Теоретическая и прикладная экология, 2011. № 3. С. 76–86.

ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ ЗАКАЗНИКА «БУШКОВСКИЙ ЛЕС»

Е. С. Соболева, С. Л. Мокрушин, Р. Р. Чепурнов, А. М. Прокашев
Вятский государственный гуманитарный университет,
kaf_geo@vshu.kirov.ru

Заказник «Бушковский лес» – одна из немногих ООПТ на юго-востоке Вятского края, где сохранились в близком к целинному состоянию подтаёжные – широколиственно-хвойные – леса. В их составе, наряду с хвойными и мелколиственными породами, широко представлены неморальные древесные и ку-

старниковые виды: липа мелколистная, вяз шершавый, клён остролистный, бересклет бородавчатый и др. Летом 2012 г. в юго-западной части заказника авторами была заложена катена с серией ключевых участков (КУ) по направлению от котловины вблизи оз. Шайтан к западной окраине Бушковой дачи. Высоты по линии маршрута изменяются примерно от 160 до 180 м над у. м. Ниже отражены предварительные результаты изучения почвенно-растительного покрова этого раритетного природного объекта на 3-х КУ.

Разрез У-9 (Бл 1) дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы на покровном бескарбонатном суглинке, подстилаемом на глубине более 1 м элювием песчаника, заложен в смешанном лесу с преобладанием осины и вяза на выположенном склоне ($1-2^0$) водораздела южной экспозиции близ дороги от д. Индыгойка до оз. Шайтан

Растительность. Осина обыкновенная, вяз шершавый и в особенности липа мелколистная являются доминирующими древесными видами и образуют первый ярус леса (высота около 30 м, диаметр ствола от 25 до 35 см). Подрост образуют осина обыкновенная, обилие которой по шкале Друде соответствует сор₃, липа мелколистная и клён остролистный с обилием сор₂, а также ель европейская. Подлесок выражен нечётко, в нём наблюдается черёмуха обыкновенная и рябина обыкновенная. Травостой образован щитовником мужским, из других видов присутствуют хвощ лесной, седмичник европейский, крапива двудомная, вороний глаз обыкновенный, сныть обыкновенная. Высота травостоя, в среднем, составляет 25 см, проективное покрытие – 60%. Фитоценоз исследуемой фации представляет собой смешанный липово-вязовый лес со щитовником.

Строение почвенного профиля.

Гор. А₀ (0-5 см): свежий, буровато-сероватый, слаборазложившийся опад из листьев древесной растительности, рыхлый, корней много, переход ясный, ровный.

Гор. А₁ (5-12 см): влажный, коричневатого-серый, с отдельными, более светлыми пятнами; среднесуглинистый, зернисто-мелкокомковатый, рыхлый, корней много, переход ясный, ровный, местами волнисто-языковатый (языки до глубины около 20 см).

Гор. А₂В (12-28, до 37 см): влажный, белесоватый, с отдельными буроватыми пятнами в нижней части горизонта; среднесуглинистый, плитовидный, плотный, наблюдаются частые черновато-бурые рыхлые стяжения гидроксидов железа и марганца величиной 1-2 мм, корней мало, переход ясный, волнистый.

Гор. Вt₁ (28-56 см): сырой, коричневатого-буроватый, с отдельными рыжеватыми пятнами и усилением буро-тёмной окраски к нижней части горизонта, тяжелосуглинистый, призмовидно-ореховатый, плотный, вдоль языков оподзоливания наблюдается белесоватая мучнистая скелетана, на поверхности агрегатов заметны отдельные глинистые кутаны; встречаются частые рыхлые стяжения гидроксидов железа и марганца величиной около 1-2 мм, корней мало, представлены в виде отдельных крупных древесных корней, переход постепенный.

Гор. Вt₂ (56-96 см): сырой, бурый, тяжелосуглинистый, неявно ореховато-призмовидный, плотный, с большим количеством тёмных пятен гидроксида железа и марганца, корни единичные, переход постепенный, заметный по изменению структуры.

Гор. В₃С (96-107 см): сырой, буровато-рыжий, среднесуглинистый, бесструктурный, на поверхности агрегатов слабо выражена гумусовая лакировка, отмечаются рыхлые буровато-черноватые примазки гидроксидов железа и марганца размером около 1 мм в поперечнике, корней нет, переход постепенный, заметный по смене гранулометрического состава.

Гор. D (107-150 см): сырой, бурый, песчаный, бесструктурный, рыхлый, редко встречаются пятна гидроксидов железа и марганца величиной примерно 1 мм, корней нет.

Разрез У-10 (Бл 2) дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы на покровном бескарбонатном суглинке заложен в 400-450 м севернее разреза У-9.

Растительность. Главные лесообразующие породы – ель европейская, липа мелколистная и берёза повислая. Отмечается активное возобновление клёна остролистного – сор₂, осины обыкновенной, липы мелколистной (сор₁), в меньшей степени – ели европейской. В подлеске встречается рябина обыкновенная, черёмуха обыкновенная, бересклет бородавчатый. Среди травянистых растений доминирует седмичник европейский, также представлены щитовник мужской, копытень европейский, крапива двудомная, зимолюбка зонтичная, сныть обыкновенная, хвощ лесной. Средняя высота травостоя 20 см, проективное покрытие – 65%. Фитоценоз – смешанный елово-липово-берёзовый седмичниковый лес.

Строение почвенного профиля.

Гор. А₀ (0-3 см): свежий, буровато-чёрный, слаборазложившийся опад из листьев и стеблей древесной растительности, рыхлый, корней много, переход ясный, ровный.

Гор. А₀» (3-5 см): свежий, буровато-чёрный, сильноразложившийся опад из листьев и стеблей древесной растительности, рыхлый, корней много, переход ясный, ровный.

Гор. А₁ (5-11 см): влажный, коричнево-серый, более тёмный в верхних частях горизонта, легкосуглинистый, зернисто-мелкокомковатый, рыхлый, часто встречаются черновато-буроватые примазки гидроксидов железа и марганца величиной около 1-3 мм, корней много, переход ясный, местами волнистый.

Гор. А₂ (11-27, до 39 см): влажный, белесо-бурый, на отдельных участках с углисто серым оттенком, среднесуглинистый, зернисто-пластинчатый с переходом в зернистый в нисходящем направлении, плотный, обильная белесая скелетана, часто встречаются черновато-буроватые примазки гидроксидов железа и марганца размером до 4 мм в поперечнике, переход ясный, волнистый, местами языковатый.

Гор. Вt₁ (27-58 см): сырой, коричневатобуроватый, с усилением насыщенности окраски в нижней части горизонта, тяжелосуглинистый, зернисто-ореховатый, мелкопористый, плотный, примазок гидроксидов железа и марганца меньше по сравнению с гор. А₂, встречаются светло-бурые кутаны, корней

мало, по языкам оподзоливания проникает белесая скелетана, корней мало, переход постепенный.

Гор. Bt₂ (58-78 см): сырой, красно-коричневый на поверхности агрегатов с буроватым оттенком, в нижней части с зеленовато-оливковыми пятнами, глинистый, зернисто-ореховато-призмовидный, плотный, тонкопористый, незначительное количество черновато-бурых примазок гидроксидов железа и марганца, красноватые слабовыраженные кутаны на гранях педов, корни редкие, переход ясный, волнистый.

Гор. BD₁ (78-101 см): сырой, черновато-сизоватый, с отдельными бурыми пятнами, легкосуглинистый, бесструктурный, уплотнённый, значительное количество пятен гидроксидов марганца и железа величиной до 5 мм, корни единичные, переход постепенный, заметный по смене окраски.

Гор. D_{2ca} (101-160 см): сырой, рыжевато-бурый, песчаный, бесструктурный, в верхней части горизонта следы гидроксидов железа и марганца, в нижней части – углистые гумусовые пятна, плотные песчаниковые образования со значительными мелкими чешуйками слюды, вскипание от HCl с глубины 150 см.

Разрез У-11 (Бл 3) дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы на покровном бескарбонатном суглинке, подстилаемом на глубине более 0,5 м элювием песчаника, заложен в 450-500 м севернее разреза У-10.

Растительность. Первый ярус леса представлен елью европейской и липой мелколистной, имеющих высоту 25-28 м при среднем диаметре ствола 30 см (у ели – до 60 см). Берёза повислая, вяз шершавый и пихта белая, имеющие высоту 18-20 м, занимают второй ярус. В подросте наблюдается активное возобновление липы мелколистной – сор₂, а также ели европейской – сор₁, пихты белой и вяза шершавого; средняя высота подроста – 1 м. Подлесок образуют рябина обыкновенная, жимолость настоящая, малина обыкновенная, бересклет бородавчатый, черёмуха обыкновенная. Травостой представлен следующими видами: щитовник мужской, крапива двудомная, хвощ лесной, вороний глаз обыкновенный, чистотел большой, копытень европейский, сныть обыкновенная, вейник наземный. Средняя высота травостоя – 45 см, проективное покрытие – 40%. Фитоценоз – щитовниково-хвощовый елово-липовый лес с участием вяза.

Строение почвенного профиля.

Гор. A₀ (0-3 см): свежий, серовато-буроватый, надземный опад из листьев, хвой, сучков древесно-кустарниковой и травянистой растительности, корней много, переход ясный, ровный.

Гор. A₁ (3-11 см): свежий, коричневатого-серый, легкосуглинистый, зернисто-мелкокомковатый, рыхлый, обильно пронизан корнями, переход ясный, волнистый.

Гор. A₂ (11-27 см): свежий, белёсый, с желтоватым оттенком и сероватыми пятнами, легкосуглинистый, зернисто-пластинчатый, плотный, обильная мучнистая скелетана по всему горизонту, очень много черновато-бурых мелких орштейнов диаметром 1-3 мм в поперечнике, корней меньше чем в горизонте A₁, переход постепенный, заметный по усилению бурой окраски.

Гор. А₂В (27-37, до 49 см): свежий, буровато-белесоватый, с сероватыми пятнами, супесчаный, зернисто-пластинчатый, плотный, много белесоватой скелетаны и черновато-буроватых и черноватых ортштейнов и примазок диаметром 1-3 мм, корней мало, переход ясный, волнисто языковатый.

Гор. В(t)₁ (37-54, до 62 см): влажный, коричневато-буроватый, с белесоватыми пятнами, неоднородный по окраске, среднесуглинистый местами легкосуглинистый, зернисто-ореховатый, плотный, вдоль языков оподзоливания заметна белесая мучнистая скелетана, на поверхности агрегатов отмечаются небольшие белесоватые с поверхности буровато-коричневатые кутаны, много черновато-бурых пятнистых примазок гидроксидов железа и марганца, корней мало, переход волнистый, кармановидный.

Гор. D₁ (54-92 см): сырой, буровато-коричневатый, с сероватыми пятнами, песчаный бесструктурный, рыхлый, много обширных сиреневато-коричневатых примазок гидроксидов марганца и железа, корней мало переход ясный, местами волнистый, заметный по изменению окраски.

Гор. D₂ (92-160 см): сырой, коричневатый, песчаный, бесструктурный, уплотненный, обильно пропитан гидроксидом марганца, корни редкие.

Данные о гранулометрическом составе и содержании гумуса свидетельствуют о следующем (табл.)

Во-первых, рассматриваемые объекты сформированы на двучленных отложениях. Их верхняя часть представлена суглинистым наносом элювиально-делювиального облика, условно обозначенного как покровный суглинок, а нижняя – элювием песчаника коренных пермских пород. При этом в направлении от наиболее опущенной части (КУ 1), удалённой на небольшом расстоянии от оз. Шайтан к северной границе заказника (КУ 3) мощность суглинистой толщи сокращается примерно с 1 до 0,5 м. По существу, вдоль катены наблюдается переход от глубоких к мелким «обратным» двучленным отложениям. Материнские породы такого стратиграфического облика сравнительно мало распространены на территории Вятского Прикамья. Среди двучленных наносов здесь более типичны «прямые» двучленные отложения. Почвы на подобных седиментах практически не исследованы с научных позиций и придают специфический облик педосфере заказника. Это позволяет рассматривать их как особые почвенно-литогенные эталоны (разряды) такого рода, удачно представляющие данную ООПТ.

Таблица

Гранулометрический состав и содержание гумуса в почвах

Разрез, №	Горизонт, глубина, см	Содержание фракций в мм, %							Содержание орг. вещ-ва, %*
		1- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
У-9	A ₁ (1-15)	3,09	5,61	58,50	14,21	11,95	6,64	32,8	4,76
	A ₂ B (15-25)	6,55	4,25	59,08	9,84	11,08	9,20	30,12	1,34
	Bt ₁ (37-47)	0,76	5,76	40,28	8,80	12,10	32,30	53,20	0,66
	Bt ₂ (72-82)	0,53	7,88	40,33	7,91	8,90	34,45	51,26	0,60
	B ₃ C (96-107)	22,24	24,17	18,62	5,07	7,14	22,76	34,97	0,51
	C (110-120)	1,74	80,04	8,52	0,41	2,35	6,94	9,70	0,31
	D (150-160)	5,94	74,91	9,09	0,85	2,33	6,88	10,06	0,27

Разрез, №	Горизонт, глубина, см	Содержание фракций в мм, %							Содержание орг. вещ-ва, %*
		1- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01	
У-10	A ₁ (2-10)	5,10	7,78	60,17	10,81	10,94	5,20	26,95	8,89
	A ₂ B (11-25)	3,56	6,67	50,86	11,51	17,82	9,58	38,91	2,01
	Bt ₁ (37-47)	9,37	11,13	34,20	7,83	15,07	22,40	45,30	0,88
	Bt ₂ (63-73)	1,82	4,20	38,52	13,03	18,97	23,46	55,46	0,31
	BD ₁ (83-93)	0,43	51,55	19,43	6,51	8,31	13,77	28,59	0,23
	D ₂ (105-115)	1,33	73,47	15,52	3,07	2,98	3,63	9,68	0,12
	D ₃ (150-160)	0,27	57,71	28,58	3,64	6,08	3,72	13,44	0,12
У-11	A ₁ (3-11)	20,08	13,12	39,75	13,73	4,88	8,44	27,05	6,60
	A ₂ (11-27)	24,92	15,40	37,71	9,21	10,75	2,01	21,97	0,31
	A ₂ B (27-37)	39,31	13,05	28,69	6,03	10,06	2,86	18,95	0,29
	B(t) ₁ (41-51)	21,71	8,47	37,89	4,21	4,23	23,49	31,93	0,43
	D ₁ (67-77)	62,43	26,33	7,63	0,77	0,20	2,64	3,61	0,30
	D ₂ (106-116)	60,05	21,34	5,79	0,37	3,72	8,73	12,82	0,25
	D ₃ (160-170)	84,16	7,13	2,49	0,08	1,80	4,34	6,22	0,14

Примечание.* – определения сделаны без отбора корешков

Во-вторых, гранулометрический состав исследуемых почв наследует литогенно обусловленную вертикальную неоднородность минеральной фазы, с одной стороны, а с другой – свидетельствует о достаточно чёткой дифференциации в пределах верхней – суглинисто-глинистой – толщи профиля. Наиболее явно это наблюдается в разрезах У-9 и У-10, у которых мощность верхнего суглинисто-глинистого почвообразующего субстрата достигает 1 м. Верхние гумусовые горизонты таких почв, образующие систему аккумулятивно-элювиальных горизонтов А и А₂В, характеризуются преимущественно легко- и среднесуглинистым составом. В срединных горизонтах В гранулометрический состав утяжеляется до тяжелосуглинистого и легкоглинистого, что в сочетании с наличием глинистых кутан позволяет считать их текстурными по природе (Вt), образованными за счёт вымывания сюда илистых частиц из верхней части профиля в процессе лессиважа. На глубине около 40–50 см во всех разрезах процентное соотношение физической глины увеличивается, как это характерно для большинства зональных типов почв юга Вятского края, формирующихся на покровных суглинках и других лессовидных породах. Коэффициент текстурной дифференциации профилей – ТД, определённый по отношению содержания ила в горизонтах Вt к таковому в горизонтах А (Розанов, 1983), составляет величины 1,5 (У-11), 1,77 (У-9) и 2,0 (У-10), констатируя среднюю степень неоднородности минеральной матрицы почв, обусловленную, по-видимому, педогенными механизмами.

В-третьих, содержание органического вещества в исследуемых дерново-подзолистых почвах в целом типично для целинных условий широколиственно-хвойных подтаёжных лесов Вятского Прикамья. Оно закономерно уменьшается в направлении от гумусово-аккумулятивных горизонтов, где достигает 5-9%, к нижележащим горизонтам – до долей процента, согласуясь с вертикальным распределением зоны ризосферы.

В-четвертых, судя по флористическому составу, растительный покров катены представлен группой ассоциаций, соответствующих формации хвойно-широколиственных лесов. Однако отсутствие дубового компонента в древесном пологе на рассматриваемом маршруте не позволяет считать их типичными для данной категории растительных сообществ (Прокашев, 1995). В большинстве случаев отмечается активное возобновление мелколиственных пород, что свидетельствует о происходящей смене флористического состава на более бореальный вариант.

Таким образом, в целом, локальные геосистемы рассматриваемой катены заказника «Бушковский лес» имеют черты, типичные для условий подтаёжных лесов. Природные комплексы на территории заказника почти не затронуты деятельностью человека, чьё влияние проявляется лишь вдоль грунтовой дороги, проходящей через лес от д. Индыгойка к оз. Шайтан. Специфическая особенность почв – формирование на литогенно неоднородных, двучленных отложениях («обратные двучлены») со сменой в пределах профиля суглинисто-глинистых седиментов песчаными, – позволяет рассматривать их в качестве редких литогенных эталонов почв, рекомендуемых для включения в качестве особой категории охраняемых объектов в составе природного наследия заказника. Они формируются при участии аккумулятивных (органогенный процесс, гумусообразование) и элювиальных (лессиваж, экзооглеение) процессов, характерных для местных подтаёжных зональных условий.

Литература

- Прокашев А. М. О проблеме северной границы смешанных лесов в Кировской области // Вятская земля в прошлом и настоящем: Мат. III науч. конф. Т. III. Киров, 1995. С. 82–85.
Розанов Б. Г. Морфология почв. М.: Изд-во МГУ, 1983. 320 с.

ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО ПОЧВ В РАЗЛИЧНЫХ ДРЕВЕСНЫХ ПАРЦЕЛЛАХ

Н. А. Низовцев¹, А. А. Дымов²

¹ Сыктывкарский государственный университет,

² Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,

aadymov@gmail.com

Почвенное органическое вещество (ПОВ) является наиболее реакционно-способным компонентом почв, влияющим на большое число природных процессов. Реакционная способность гумусовых веществ (ГВ), определяет многообразие функций, выполняемых ГВ в экосистемах (Орлов, 1990). Для Республики Коми (РК) первостепенное значение имеют лесные почвы, поскольку более 75% площади региона относится к землям лесного фонда (Государственный доклад..., 2013). Сложность исследования лесных почв состоит в высокой пространственной неоднородности и существенном варьировании морфологических и физико-химических свойств, которые в значительной степени определяются основными представителями древесного яруса. ПОВ – это система раз-

нообразных органических соединений, отличающихся по строению, морфологическим и физико-химическим свойствам. Расширение инструментальных методов исследования привело к формулированию новых представлений о составе и пространственной организации ПОВ (Семенов и др., 2013; Piccolo, 2002; Sutton, Sposito, 2005). Одной из существенных характеристик почвенного органического вещества является способность проявлять гидрофобные и гидрофильные свойства. От сродства к воде различных органических соединений зависят миграционные характеристики отдельных групп соединений, это является важнейшим признаком, поскольку основной транспорт органических соединений в почвах осуществляется под действием водных растворов. В связи с этим, цель данной работы заключалась в выявлении особенностей почв и почвенного органического вещества парцелл различных хвойных древостоев и межкронового пространства. В задачи исследования входило изучение морфологических и физико-химических свойств почв, формирующихся в парцеллах хвойных деревьев на участках, не подвергавшихся антропогенному воздействию, а также оценка относительного и абсолютного содержания гидрофильных и гидрофобных фракций органического вещества почв, располагающихся в парцеллах хвойных древостоев (ели, пихты, кедра) и в межкроновом пространстве.

В качестве объектов исследования были подобраны парцеллы различных деревьев, расположенных в коренных ельниках чернично-зеленомошных (Усть-Куломский и Троицко-Печорский районы РК). Приведены результаты исследования по четырем разрезам, заложенным в межкроновом пространстве, в парцеллах пихты, ели и кедра. Классификационную диагностику почв и почвенных горизонтов проводили согласно Полевому определителю почв России (2004). Химический анализ почв выполнен классическими методами анализа (Теория и практика..., 2006). Разделение гумусовых веществ на гидрофильные и гидрофобные фракции проводили с помощью метода хроматографии гидрофобного взаимодействия (ХГВ) по методике Милановского (2009).

Исследуемые почвы близки между собой по морфологическому строению, которое характерно для автоморфных, текстурно-дифференцированных почв. При рассмотрении морфологических и физико-химических свойств данных разрезов, а именно кислотности, степени насыщенности основаниями и содержания амфифильных фракций различия выявлены до глубины 40-50 см. Наибольшей кислотностью характеризуются подстилки и верхние минеральные горизонты в парцелле кедра и в межкроновом пространстве, наименьшей кислотностью характеризуются образцы, отобранные из парцеллы пихты. Выявлено, что наибольшей степенью насыщенности основаниями характеризуются горизонты в парцелле пихты, а наименьшими значениями генетические горизонты почв парцеллы кедра и межкронового пространства. Исходя из значений относительного содержания амфифильных фракций в составе ПОВ отчетливо видно, что в подстилках всех разрезов преобладают гидрофильные фракции при минимальном содержании гидрофобных фракций. В верхних минеральных горизонтах наоборот, преобладают гидрофобные соединения 5 фракции, вероятно связанные с железом и алюминием. Увеличение доли гидрофобных фрак-

ций в верхних минеральных горизонтах выявлено для разрезов в парцеллах пихты, ели и межкроновом пространстве. В верхних минеральных горизонтах парцеллы кедра отмечено возрастание содержания гидрофильных и уменьшение содержания гидрофобных фракций по сравнению с другими сравниваемыми почвами. Профильное распределение фракций показало, что наибольшие концентрации наиболее гидрофильных 1 и 2 фракции наблюдаются в парцелле ели и в парцелле кедра, а наименьшие – в межкроновом пространстве. Доля 3 и 4 фракции (продукты разложения растительных остатков) максимальна в парцелле ели, а минимальна в парцелле кедра, для самой гидрофобной 5 фракции наибольшая концентрация выявлена в межкроновом пространстве. Для почв в парцелле ели, межкроновом пространстве и парцелле кедра наблюдается элювиально-иллювиальное распределение амфифильных фракций, а для почвы в парцелле пихты равномерно убывающее распределение.

Полученные данные показали, что, несмотря на близкое морфологическое строение почв, состав и относительное содержание молекулярно – гомогенных фракций органических соединений в существенной степени определяется основным эдификатором. Основные различия исследуемых почв проявляются в относительном содержании гидрофильных и гидрофобных фракций ПОВ. Выявлено, что для парцелл ели, пихты и межкронового пространства с увеличением глубины существенно возрастает доля гидрофобных фракций. Отличия парцеллы кедра проявляются в большей доле гидрофильных соединений в составе органического вещества верхних минеральных горизонтов.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ для молодых кандидатов наук (МК-1027.2013.4) и проекта РФФИ (проект №13-04-00570а).

Литература

- Государственный доклад о состоянии окружающей среды в Республике Коми в 2012 г. Сыктывкар, 2013. 199 с.
- Милановский Е. Ю. Гумусовые вещества почв как природные гидрофильно-гидрофобные соединения. М.:ГЕОС, 2009. 186 с.
- Орлов Д. С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. М.: Издательство МГУ, 1990. 325 с.
- Полевой определитель почв России. М., 2004. 282 с.
- Семенов В. М., Тулина А. С., Семенова Н. А., Иванникова Л. А. Гумификационные и негумификационные пути стабилизации органического вещества в почве (обзор) // Почвоведение. 2013. № 4. С. 393–407.
- Теория и практика химического анализа почв // Под ред. Л. А. Воробьевой. М., 2006. 400 с.
- Piccolo A. The Supramolecular Structure of Humic Substances: a Novel Understanding of Humus Chemistry and Implications in Soil Science. *Advances in Agronomy*, 2002. V. 75. P. 57–134.
- Sutton R., Sposito G. Molecular structure in soil Humic Substances: The new view // *Environmental science and technology*, 2005. № 23. Vol. 39. P. 9009–9015.

ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ТОРФЯНОЙ ЗАЛЕЖИ

К. А. Зубкова, Л. Н. Шихова

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия,
ksenija.zubkova@yandex.ru*

Болота расположены во всех климатических зонах северного полушария Земли, кроме полярной области. Они занимают 12,5 млн км³ суши Земного шара. В России болотами занято более 20% территории (<http://wonderful-planet.ru/gidrosfera/27-bolota.html>).

Болото – избыточно увлажненный участок земной поверхности со специфической растительностью, покрытый слоем торфа мощностью не менее 30 см в неосушенном и не менее 20 см в осушенном виде (Куликова, 1974).

Толща торфа складывается сотнями лет (примерно по 1 мм в 100 лет) (Тюремнов, 1970). Каждый слой формируется в определенных экологических условиях из какой-либо растительной группировки. По растительным остаткам, слагающим торф, можно судить о том, какое растительное сообщество было в тот или иной период существования территории, а также о климатических условиях этого периода.

Целью работы является изучение стадий формирования болота по ботаническому составу слагающего его торфа.

Исследования проводились на торфомассиве «Зенгинский» в Оричевском районе. Было выбрано семь пробных площадей, на каждой из которых закладывали почвенные разрезы и делали геоботаническое описание. Анализ ботанического состава торфа проводился по методике Г. Г. Куликовой (Куликова, 1974).

Торфомассив «Зенгинский» относится к переходному типу болот. Он имеет площадь 6000 га и изначальную максимальную мощность торфяной залежи 5 м (Стеклов, Проворкин, Синадский, 1970). Вследствие того, что болото осушено, и верхние слои торфа сработаны, в ходе исследований была изучена только часть залежи – около 2,70 м.

По данным ботанического анализа оставшейся торфяной толщи составлена общая стратиграфическая схема её ботанического состава (рис. 1).

Болото является сложной природной системой, формирование которой идет при взаимодействии различных природных факторов. Одними из ведущих считают режим увлажнения, климат и растительность. В дальнейшем при изучении торфяной залежи по остаткам растений можно смоделировать растительные сообщества в определенные периоды формирования болота. По растительным сообществам, в свою очередь, можно восстановить климатические условия прошедших эпох.

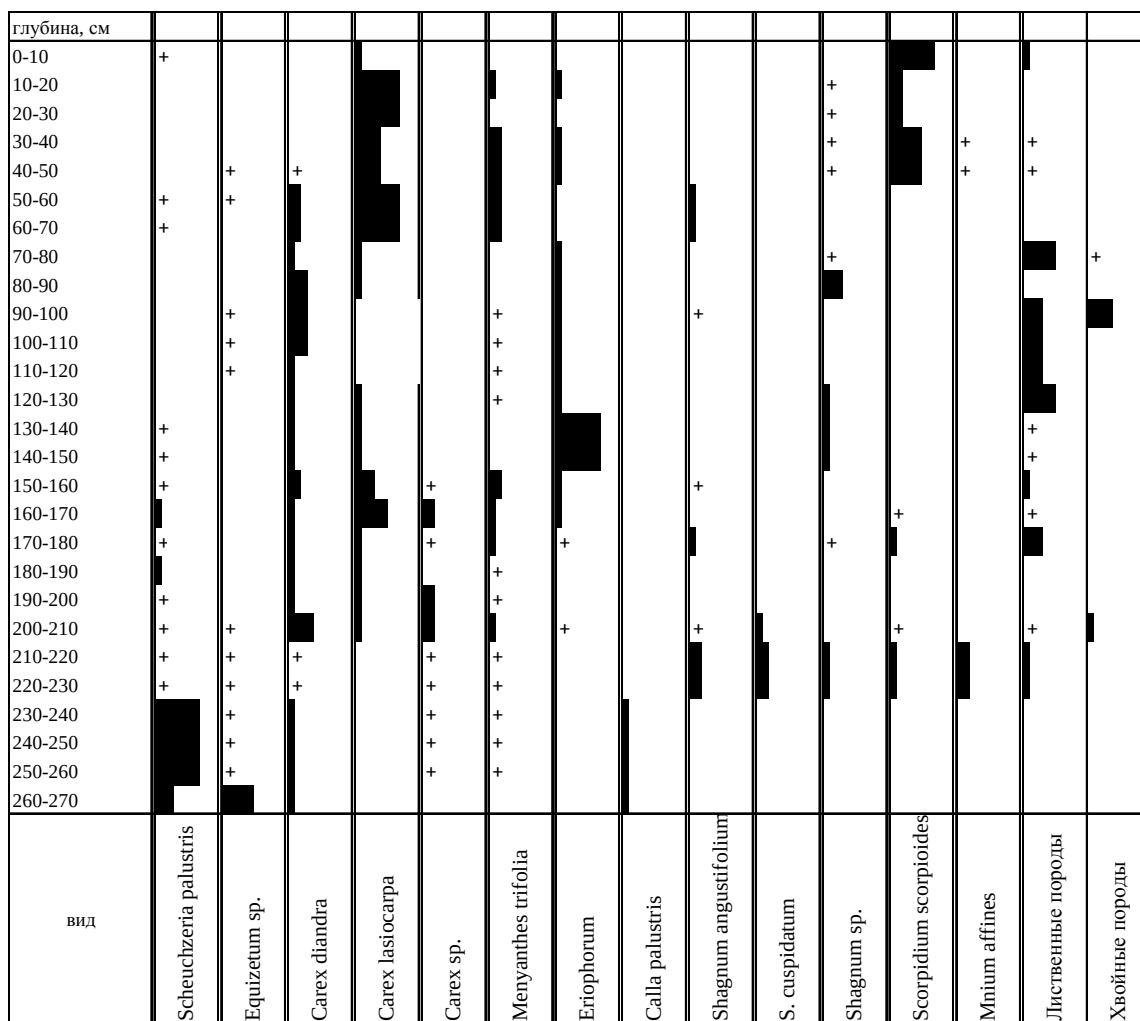


Рис. 1. Стратиграфическая схема ботанического состава торфяных отложений

Для каждой стадии формирования болота характерна своя растительная группировка. После затопления суши, на переувлажненной территории формируются гидрофильные сообщества, включающие такие виды растений, как шейхцерия болотная (*Scheuchzeria palustris*), вахта трехлистная (*Menyanthes trifoliata*), хвощ (*Equisetum*). После накопления залежи торфа, на небольших повышениях формируются группировки из сфагновых (*Shagnum*) и гипновых (*Hypnaceae*) мхов, пушицы (*Eriophorum*), осок (*Carex*). Появляются в небольшом количестве невысокие сосны. После отмирания растения формируют слой торфа, залежь становится выше. На повышенных участках появляются осоки (*Carex*), береза пушистая (*Betula pubescens*), сосна обыкновенная (*Pinus silvestris*). Мхи остаются в пониженных, более увлажненных местах. По мере накопления торфа поверхность выравнивается, болото из низинного становится переходным, подпитка верхних слоев залежи грунтовыми водами становится меньше. Меняется режим увлажнения с грунтового на смешанное. Вода становится доступнее для растений. Появляется ель обыкновенная (*Picea abies*). Осоки сменяются мхами. В дальнейшем возможно появление кустарничков (болотный мирт, багульник).

На основании полученных данных можно представить стадии формирования болота:

- 1) затопление суши;
- 2) развитие гидрофильной растительности;
- 3) формирование органического слоя (торфа) и поднятие рельефа;
- 4) формирование менее влаголюбивой растительности;
- 5) выравнивание рельефа, переход болота из низинного типа в переходный.

Каждой стадии соответствует свой фитоценоз.

Изучение ботанического состава торфа позволит восстановить этапы формирования болота, а также скорректировать данные по климату, который существовал на территории в период образования торфяной залежи. В настоящий момент подобных данных о болотах Кировской области недостаточно. Вопрос требует дальнейшего изучения.

Литература

Куликова Г. Г. Краткое пособие по ботаническому анализу торфа. М.: изд. МГУ им. М. В. Ломоносова, 1974. С. 93–94.

Куликова Г. Г. Атлас рисунков // Приложение к краткому пособию к ботаническому анализу торфа. М.: изд. МГУ им. М. В. Ломоносова, 1974. 45 с.

Стеклов Н. А., Проворкин А. С., Синадский А. А. Торфяной фонд РСФСР Кировской области. М., 1970. С. 499–500.

Тюремнов С. Н. Торфяные месторождения. Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: Недра, 1976. 488 с.

<http://wonderful-planet.ru/gidrosfera/27-bolota.html>

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КАЧЕСТВА МОЛОДЫХ ПОЧВ ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

В. С. Артамонова

*Институт почвоведения и агрохимии СО РАН,
artamonova@issa.nsc.ru*

Проблема оценки качества техногенных почв, как саморазвивающихся, так и рекультивированных, расположенных в пределах промышленных агломераций, чрезвычайно актуальна, но методически сложна. Подходы к ее решению дискуссионны и не безупречны. До сих пор существует много нерешенных методологических аспектов в изучении направлений техногенного почвообразования, в разработке классификации почвоподобных тел, в оценке экологогигиенического состояния полигонов природно-техногенных ландшафтов. Качество техногенных почв и соседствующих зрелых почв особенно значимо в перспективном использовании земель при расселении людей по типу «от района к центру», поскольку запас эволюционно сложившихся плодородных почв уже дефицитен. Интегральная оценка загрязнения почв, в том числе и молодых, расположенных в зонах влияния техногенных выбросов промышленных предприятий индустриального центра – г. Новокузнецка и его городов-спутников своевременна. Город уплотняется и многие почвы, входящие в границы сани-

тарно-защитных зон, уже испытывают влияние рекреации, что снижает их продуктивные и самоочищающие свойства.

Загрязнение окружающей среды населенной промышленной агломерации носит комплексный хронически многолетний характер. Регион уже находится в группе лидеров Федерального Сибирского округа по загрязнению и страны в целом. Предсказать конечный результат комбинированного эффекта токсических веществ на биологическую ценность жизнепригодных почвенных сред сложно. Поэтому определение токсичности почвоподобных сред, к коим относятся техногенные поверхностные образования, необходимо проводить комплексно, как химическими, так и биологическими методами. Однако возникает ряд трудностей при выборе нормативов контроля и биотестов, поскольку техногенные почвы в этом отношении разработаны недостаточно. С определенной долей условности можно использовать ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) валовых форм тяжелых металлов и мышьяка, установленные для зрелых почв населенных мест, (Методические указания..., 2003). Можно заимствовать показатели ОДК и ПДК химических веществ неорганической и органической природы, применяемые для отходов производства и потребления (Санитарные правила..., 1983). В качестве контроля можно выбрать фоновую почву, расположенную на значительном удалении от испытуемых почвоподобных тел, либо зональную, находящуюся поблизости от них, но обычно подверженную современной деградации. Вопреки этим подходам, не менее интересно рассмотрение в этом качестве подстилающих пород. Например, на юге Западной Сибири, в Кузнецкой котловине, эту функцию могут выполнять потенциально плодородные покровные лессовидные, большей частью карбонатные, суглинки. Они являются высокоценным в почвенно-экологическом отношении природным ресурсом. Их появление на дневной поверхности обязано открытой разработке каменноугольных месторождений и не селективному отвалообразованию. Вскрышные породы, в отложениях которых преобладают суглинки, занимают в лесостепной зоне Кузбасса не менее 80% территории. Их мощность составляет 4–10 м, иногда и более, балл бонитета достигает 65. В пользу не традиционного выбора контроля свидетельствует и то, что подавляющая часть вскрышных пород угольных месторождений Сибири не содержит фитотоксичных компонентов (Кандрашин, 1981). Кроме того, с участием лессовидных суглинков техногенные субстраты способны формировать экоклин, в котором образуются специфические почвы со своеобразным, присущим только им, набором свойств, режимов и функций (Андроханов и др., 2004). Этот набор экоклина, по мнению авторов, не обязательно будет хуже, чем зональной почвы. Это обусловлено тем, что комплексный природный потенциал того или иного техногенного ландшафта оказывается иногда даже выше, чем потенциал ранее существовавшей почвы.

В свою очередь, применение метода биотестирования для оценки качества техногенных почв тоже имеет ряд сложностей. На сегодняшний день объемной информации о приоритетности тех или иных тест-организмов, их показательных реакций на воздействие комплекса факторов, как и тест-критериев интегральной оценки биопригодности эмбриоземов и техноземов, в почвенной

практике нет. Поскольку основные агенты буферности (противостояния избытку токсикантов) – гумус и почвенные коллоиды, только образуются, их запасы невелики и чрезвычайно вариабельны в пространстве и времени (Фаткулин, 1988; Ильин, 2012), следует признать, что токсичных загрязнителей в таких почвах немало. Санитарная функция почв ослаблена, из чего можно заключить, что приток в почву отходов аэрогенных загрязнителей (воздушных поллютантов) с атмосферными осадками (снегом, дождем), туманом, смогом не менее значим в пополнении существующего запаса токсикантов, обязанного поступлению с техногенными отходами. Кроме того, молодые техногенные почвы podatливы эрозионным процессам, «пылят», поэтому трафик токсикантов с ветром и метелями также не следует исключать. Дифференцировать все эти потоки непросто. Ранее отмечалось, что при биотестировании зрелых почв в разных сферах их контроля существует немало проблем (Маячкина, Чугунова, 2009; Терехова, 2011). Для надежности и объективности экогигиенической оценки в литературе предлагается набор биотестов из высших растений, гидробионтов и микроорганизмов. Микроорганизмы эукариотической формы организации считаются более устойчивыми к воздействию неблагоприятных факторов среды обитания, нежели прокариотические. Микробиологические критерии используются для гигиенического обоснования ПДК химических веществ в почве (Методические рекомендации..., 1982), гигиенической оценки почв при загрязнении бытовыми и промышленными отходами (Методические рекомендации..., 1996), гигиенической оценки почв населенных мест (Методические указания..., 1999), санитарно-эпидемиологической оценки качества почв (Санитарные правила..., 2003). Они включены в нормативные требования по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления (Санитарные правила..., 2011). Среди микробиологических критериев вредного влияния промышленных и хозяйственно-бытовых загрязнений на почвы, токсичных компонентов отходов производства и потребления, а также при проведении комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения (Методические указания..., 2003) присутствуют показатели азотфиксирующей активности почвы и показатель подавления роста азотобактера (*Azotobacter chroococcum*).

Наш опыт многолетних исследований азотфиксирующих микроорганизмов свидетельствует об их высокой чувствительности к загрязнению среды обитания. В молодых почвах, сформированных на вскрышных (безугольных) фитонетоксичных отвалах угледобычи, а также эмбриоземах, развивающиеся на промышленных фитотоксичных (золошлаковых и железорудных) отвалах, выживают азотобактерии с разной потребностью в азоте. Малотребовательные к азоту олигонитрофилы достигают экологической значимости жизнеспособных зачатков на рубеже полувекового почвообразования, но их колонии измельчены до карликовых размеров, что соответствует преданабиотическому состоянию бактерий. В свою очередь, азотобактер, способный к высокому поглощению азота атмосферы, достигает 100%-ного присутствия в эмбриоземах разного генезиса, но относительный рост его клеток, учитываемый по росту клеток за пределами комочков, угнетается под влиянием снеготалых вод, древесных и

каменных углей. В первом случае причиной подавления роста является негативное суммарное действие аэрогенных поллютантов, оседающих в снеге, во втором – токсикантов золы и коренных пород. Выявленная реакция азотобактера на воздействие углей при очень низких концентрациях (0,1–0,5%) и после короткого действия (1,5 суток) означает высокую чувствительность данной азотобактерии к воднорастворимым загрязнителям.

Помимо этого, в техногенных почвах обнаружена физиологическая гетерогенность популяции азотобактера, проявляющаяся в присутствии представителей 3-х групп: не устойчивых к микотоксинам, устойчивых к ним, и проявляющих антифунгальную способность. Наибольшая агрессивность присуща азотобактериям, выделенным из эмбриозема с железорудного полигона, что подтверждается формированием «зон угнетения», «зон лизиса», проявлением хемотаксиса.

Таким образом, азотобактер можно рассматривать как объективный сенсорный показатель на загрязнение снега и техногенных поверхностных образований. Его целесообразно использовать в ранней диагностике загрязнения. В качестве тестовых реакций применимы показатели: обрастания комочков (в %) и отношения площади ореола вокруг комочков к площади самого комочка. Скорости проявления реакций следует использовать в разработке тестовых критериев токсичности и обоснования биопригодности молодых почв техногенных ландшафтов. Поскольку химическое загрязнение провоцирует в техногенных почвах развитие вторичного загрязнения (микромикробного), углубление знаний о продуцировании азотобактериями физиологически активных веществ антагонистического действия по отношению к потенциально опасным грибам необходимо продолжить. Новые данные об антифунгальной активности азотобактера интересны с позиций разработки тест-критериев биологической ценности молодых почв и технологий ускорения техногенного почвообразования.

Литература

Андроханов В. А., Куляпина Е. Д., Курачев В. М. Почвы техногенных ландшафтов: генезис и эволюция. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. 151 с.

Ильин В. Б. Тяжелые металлы и неметаллы в системе почва – растение. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. 220 с.

Кандрашин Е. Р. Проведение сельскохозяйственной рекультивации земель, нарушенных при открытой добыче каменных углей в зонах степи, лесостепи, и подтайги Сибири // Биологическая рекультивация земель в Сибири и на Урале. Новосибирск: Наука, 1981. С. 5–28.

Маячкина Н. В., Чугунова М. В. Особенности биотестирования почв с целью их экотоксикологической оценки // Вестник Нижегородского университета, 2009. № 1. С. 84–93.

Методические рекомендации «Микробиологические критерии в гигиенической оценке почв при загрязнении бытовыми и промышленными отходами». М., 1996. № 01-19.15-17.

Методические рекомендации по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве. М., 1982. № 2609-82.

Методические указания «Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. М., 1999. № 2.1.7.730-99.

Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. М.: ФГЕУ «Росинформагротех», 2003. 240 с.

Методические указания по оценке городских почв при разработке градостроительной и архитектурно-строительной документации. М., 2003.

Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления. М., СП 2.1.7.1386-03 (с изменениями на 31 марта 2011 г.).

Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы». М., СанПиН 2.1.7.1287-03.

Терехова В. А. Биотестирование почв: подходы и проблемы // Почвоведение, 2011. № 2. С. 190–198.

Фаткулин Ф. А. Органическое вещество молодых почв техногенных экосистем Кузбасса: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 1988. С. 17.

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОЧВАХ г. БАЛАШОВА

Е. П. Андреева, Л. Ф. Щербакова, Н. А. Шилова
Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю. А., andreeva.zhenia2010@yandex.ru

Почвенный покров Земли представляет собой важнейший компонент биосферы. Именно он выполняет функции биологического поглотителя, разрушителя и нейтрализатора различных загрязнений. Чрезвычайно важно изучение почвенного покрова, т. к. эффективная защита окружающей среды невозможна без достоверной информации о степени загрязнения почв.

Город Балашов расположен в западной части Саратовской области. Площадь города – 7,0 тыс. га. Население города – 80 тыс. чел. Промышленность представлена разными предприятиями: металлообработка, легкая и пищевая промышленность, производство строительных материалов. Балашов – крупный железнодорожный узел (О состоянии ..., 2014).

Содержание тяжелых металлов (ТМ) в почвах зависит от состава исходных горных пород, значительное разнообразие которых связано со сложной геологической историей развития территорий. Основной фон почвенного покрова составляют обыкновенные черноземы. В последние десятилетия в процессы миграции ТМ в природной среде интенсивно включилась антропогенная деятельность. Городские почвы по своему составу значительно отличаются от естественных почв. Возникают урбаноземы в результате перемешивания и загрязнения естественной почвы несвойственными ей материалами, бытовым мусором и промышленными отходами. Основными типичными для Балашова загрязнителями являются цинк, медь и мышьяк.

Отбор проб почв осуществляли в соответствии с ГОСТ (ГОСТ 17.4.4.02-84) и методическими указаниями (МУ 2.1.7.730-99). Привязка мест пробоотбора осуществлялась с помощью прибора спутникового позиционирования GPS.

Для определения ТМ в почве были взяты образцы из разных районов г. Балашова: 1) центр города; 2) ТОО «Балашовский завод красок»; 3) ООО «Балашовский текстиль» (ул. Энтузиастов); 4) ООО «Балашовский слюдяной комбинат»; 5) городская свалка; 6) обочина дороги за городом; 7) дополнительная проба (20 метров) ТОО «Балашовский завод красок» (ул. Автомобилистов); 8) дополнительная проба (70 метров) ТОО «Балашовский завод красок» (ул. Автомобилистов); 9) дополнительная проба (150 метров) ТОО «Балашовский завод красок» (ул. Менделеева); 10) ремонтный завод (ул. 1-я Железнодоро-

рожная) 11) станция Балашов-1 (железная дорога); 12) овраг; 13) ручей (ул. 1-я Железнодорожная). Контрольный образец отбирался за чертой города, где антропогенная нагрузка минимальна (район с. Репное).

В почвах определялись валовые формы ТМ. Анализ проб осуществлялся на приборе со спектрометрической камерой, наполненной воздухом СПЕКТРОСКАН МАКС – G. Метод основан на измерении интенсивности рентгеновского флуоресцентного излучения определяемых элементов при экспонировании подготовленных для анализа образцов.

Пробы почв отбирались осенью 2013 г. и весной 2014 г. Результаты представлены в таблице.

Таблица

Содержание ТМ в почве, мг/кг

Элементы Образцы	Zn		Pb		Cu		V		As	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Конт-роль	96,2		18,1		37,5		91,6		9,5	
1	188,7	217,9	34,2	31,7	22,4	20,1	32,5	30,7	8,6	8,1
2	30139,6	25143,7	2412,9	1974,5	150,5	91,7	71,1	78,3	234,0	187,6
3	152,4	102,7	8,5	6,7	46,6	41,1	93,3	76,4	11,3	10,1
4	94,1	86,2	15,8	11,7	42,2	30,8	84,1	78,3	10,0	9,6
5	83,6	87,7	10,9	17,3	53,3	58,4	198,2	131,0	11,1	15,6
6	261,0	190,1	64,4	58,2	42,4	36,9	56,3	51,7	12,6	13,8
7	15970,3	10316,1	1938,9	1145,7	109,4	81,7	56,9	70,8	185,2	102,2
8	8625,7	6185,4	1073,3	640,9	98,2	82,9	31,6	74,6	94,7	73,2
9	8752,3	6512,1	322,6	264,8	53,3	52,1	57,8	44,6	30,7	24,3
10	132,6	93,7	48,5	32,5	44,8	40,2	91,5	99,6	11,2	11,5
11	232,0	284,3	177,5	135,4	76,5	69,9	103,5	93,7	33,2	26,7
12	94,8	76,6	257,5	173,7	50,9	43,8	96,4	87,1	31,8	21,7
13	311,1	139,4	84,0	56,9	49,7	41,4	78,7	65,3	13,8	11,6
ПДК, мг/кг	100,0		20,0		55,0		150,0		2,0	

Исследования в 2013 году показали, что наиболее загрязнённым является образец 2 (ТОО «Балашовский завод красок»), в котором валовое содержание цинка превышает ПДК более чем в 300, свинца – 120, мышьяка – более 100, меди – 2,7 раза. Были проанализированы почвы на удалении 20, 70 и 150 метров от основного источника загрязнения (образцы 7–9). Установлено, что превышение по цинку составляет сотни и десятки раз, по свинцу и мышьяку – десятки раз.

При сравнении результатов исследования почв в 2013 и 2014 гг. наблюдается небольшое уменьшение концентраций почти во всех образцах, что связано с сезонной динамикой ТМ.

В ходе исследования были проанализированы образцы почв, отобранные в разных районах г. Балашова. Один из них оказался наиболее загрязненным – это образец, взятый с территории, прилегающей к ТОО «Балашовский завод красок». ПДК цинка, свинца и мышьяка в нем превышены в сотни раз. Поскольку завод находится рядом с многоквартирными и частными домами (100–150 метров) и уровень грунтовых вод составляет от 0,3–0,5 метров, необходимо принять меры по очистке почв.

Литература

Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. Методические указания. МУ 2.1.7.730-99.

Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. ГОСТ 17.4.4.02-84.

О состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2013 году. Саратов, 2014. 224 с.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ В РАЙОНАХ РАЗЛИВА НЕФТЕПРОДУКТОВ НА ПРИМЕРЕ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю. С. Петряева, Е. Г. Климентова

*Ульяновский государственный университет,
ulia375@mail.ru*

В настоящее время отмечается повышенный интерес к исследованию экологического состояния объектов окружающей среды урбанизированных территорий (Добровольский, 2000; Савич, 2001). Важное место в таких исследованиях занимает изучение состояния почв и почвенного покрова. При оценке экологического состояния городских территорий вопросы изменения комплекса показателей биологической активности почв, загрязненных нефтепродуктами, их самовосстанавливающая способность и загрязненность подвижными формами тяжелых металлов (ТМ) могут служить ранними диагностическими признаками, позволяющими заметить негативные изменения на начальных стадиях (Бабкин, 2003; Волошин, 2007; Феоктистова, 2012).

Целью исследования явилось изучение экологического состояния городских почв отдельных территорий Ульяновской области, подвергшихся нефтяному загрязнению.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучить загрязненность почв нефтепродуктами;
2. Определить основные показатели накопления тяжелых металлов и некоторых других элементов в исследуемых почвах;
3. Дать комплексную оценку экологического состояния изучаемых почв.

Объектами исследования послужили почвы, расположенные в промышленных зонах и районах нефтяного загрязнения. Участки для отбора проб:

1. г. Барыш, ул. Гладышева, территория ООО «Калатея»;
2. г. Димитровград, район «Черного озера»;
3. г. Ульяновск, ул. Энтузиастов, территория ЗАО «Стройизыскания»;
4. с. Бахтеевка Старокулаткинского района, территория ОАО «Старокулаткинскагроснаб»;

Выбор данных участков исследования почв обоснован тем, что в силу различных причин на этих участках произошло загрязнение почв нефтепродуктами. Так, в г. Барыш произошел разлив жидкости из перевернувшихся цистерн на 1 участке протяженностью 80 м и загрязнение нефтепродуктами р. Сыр-Барыш, а также прилегающей территории. На 2 участке произошло опрокидывание автоцистерны с последующим разливом сырой нефти на протяжении 30 м. На 3 участке – на территории ОАО «Стройизыскания», в районе котельной общеобразовательной школы было обнаружено нефтяное пятно диаметром 35 м, источники загрязнения не установлены. На территории ОАО «Старокулаткинскагроснаб» (четвертая точка) произошла разгерметизация хранившихся цистерн с дизельным топливом. В результате произошел разлив жидкости.

Всего для исследования было отобрано 20 смешанных почвенных образцов с глубины от 0–0,20 м, объем каждого образца составлял – 1 кг, отбор проб проводился методом «конверта».

Пробы почв отбирались в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-83, ГОСТ 17.4.4.02-84, ГОСТ 17.4.2.01-81. Анализ почв проводился по утверждённым методикам: РД 52.18.191-89. Содержание нефтепродуктов в почве определяли по ГОСТ Р 51797-2001 на анализаторе нефтепродуктов АН-1 №341 и спектрофотометре КВАНТ-АФА № 218.

Особенностью нефтяного загрязнения является его стационарное состояние, которое предполагает определение того уровня поступления поллютантов, когда начинается их вредное воздействие на экосистемы. Содержание нефтепродуктов в исследованных почвах колебалось в пределах от 50 до 49 642 мг/кг (табл.).

Повышенные концентрации нефтепродуктов выявлены в образцах с 4 участка – 49643 мг/кг (табл.), содержание нефтепродуктов в отобранных пробах почвы превышало допустимую концентрацию в 527 раз. В образцах 1, 2 и 3 участков содержание нефтепродуктов колеблется от 50 до 61 мг/кг, концентрация загрязняющих веществ в отобранных пробах не превышала ПДК, установленных гигиеническими нормативами.

Таблица

Массовая доля нефтепродуктов в исследованных почвах

Наименование ингредиента	Номер участка			
Нефтепродукты	1	2	3	4
Результаты анализов, мг/кг	64,0±2,0	50,0±3,5	61,0±4,3	49642,0±56,7

Примечание: допустимое значение содержания нефтепродуктов – не более 1000 мг/кг почвы.

Образцы почв были исследованы на содержание подвижных форм тяжелых металлов всех трех классов опасности (Zn, Cu, Ni, Pb, Cr, Co, Mn, Cd), а также было определено содержание в почве Fe и Ca. В результате проведенного исследования было выявлено, что в данных образцах почв создан положительный баланс тяжелых металлов.

Марганец и железо не относятся к токсичным загрязнителям, их содержание не превышает фоновых показателей ни на одном из рассматриваемых участков, максимальная концентрация марганца составляет – 50,4 мг/кг, что в 1,5 раза меньше ПДК. Максимальная концентрация железа – 159,1 мг/кг. Концентрация меди незначительна, содержание ее в данных образцах колеблется от 0,4 до 1,3 мг/кг, что в 2,5 раза меньше ПДК (3,0 мг/кг). Максимальное содержание меди на 4 участке на территории с. Бахтеевка Старокулаткинского района, ОАО «Старокулаткинскагроснаб». Анализ данных по содержанию хрома в почвенных образцах позволяет сделать вывод: максимальная концентрация элемента 1,8 мг/кг обнаружена на 4 участке, она не превышает ПДК (6,0 мг/кг). Содержание свинца (1,5 мг/кг) также не превышает фоновое значение (в 8 раз < ПДК) на всех четырех исследуемых участках. Наибольший уровень аккумуляции (1,5 мг/кг) отмечен на 3 и 4 участках (г. Ульяновск, ул. Энтузиастов, территория ЗАО «Стройизыскания» и с. Бахтеевка Старокулаткинского района, территория ОАО «Старокулаткинскагроснаб» соответственно). Данные наших исследований не выявили повышенного содержания цинка по отношению к фоновому значению. Его максимальная концентрация (5,8 мг/кг) в данных почвенных образцах в 4 раза меньше ПДК (23 мг/кг). Превышений содержания никеля на данных территориях также не отмечено, его концентрация в почвенных образцах колеблется от 0,4 до 1,5 мг/кг, что в 1,5 раза меньше значения ПДК (4 мг/кг). В исследуемых почвах урбанизированных территорий кадмий (средняя концентрация – 0,1 мг/кг) и кобальт (средняя концентрация – 0,7 мг/кг) не являются приоритетными загрязнителями. Максимальное содержание этих элементов почти в 10 раз меньше их ПДК.

Таким образом, было выявлено, что концентрация загрязняющих веществ в отобранных пробах почв не превышает ПДК (ГН 2.1.7.2041-06).

Повышенная концентрация нефтепродуктов – 49643 мг/кг (в 527 раз превышающая фоновую) была выявлена в образцах почв, отобранных на 4 участке, на территории ОАО «Старокулаткинскагроснаб». В образцах почв, отобранных на 1–3 участках, содержание нефтепродуктов не превышало нормативных значений.

Содержание подвижных форм тяжелых металлов, железа и кальция в исследуемых образцах почв не превышало ПДК, установленных гигиеническими нормативами, а по некоторым показателям было даже значительно ниже (в 2–30 раз).

Таким образом, состояние городских почв по содержанию ТМ оценивается как удовлетворительное, по концентрации нефтепродуктов состояние почвы на 4 участке – неудовлетворительное.

Литература

- Бабкин В. В. Физиолого-биохимические особенности аспекта действия тяжёлых металлов на растения // Химия в сельском хозяйстве, 2003. 21 с.
- Волошин Е. И. Загрязнение почвы тяжёлыми металлами и продуктивность растений. М.: Земледелие, 2007. 22 с.
- Добровольский Г. В. Загрязнение тяжёлыми металлами и охрана почв. М.: МГУ, 2000. 120 с.
- Савич В. И., Оконская И. С. Определение уровня загрязнения почв и растений тяжёлыми металлами // Химизация сельского хозяйства. М.: Наука, 2001. 54 с.
- Феоктистова И. Д. Оценка экологического состояния почв урбанизированных территорий, загрязнённых нефтепродуктами и тяжёлыми металлами (на примере г. Владимира). Владимир, 2012. 22 с.

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БОЛЬШЕЗЕМЕЛЬСКОЙ ТУНДРЫ (БАССЕЙН ВЕРХОВЬЕВ р. КОРОТАЙХА)

*А. Е. Добрынин¹, А. В. Пастухов², Д. А. Каверин²,
А. Н. Панюков², Е. М. Лаптева²*

¹ Сыктывкарский государственный университет,

² Институт биологий Коми НЦ УрО РАН

В связи с активным освоением природных ресурсов в районах Крайнего Севера большое значение приобретают исследования почвенного покрова тундры. Территория верховьев р. Коротаиха (бассейны ее притоков Тарью и Сядейю) в настоящее время является слабоизученной. Обобщенные данные по характеристике почв на территории изыскания представлены в работах Ю. А. Ливеровского (1987), И. В. Игнатенко (1979), С. В. Горячкина (2010) и др. Цель данной работы: охарактеризовать современное состояние почвенного покрова района исследований в связи с активным освоением территории Ненецкого автономного округа для нефтегазодобычи (Восточно-Падимейский лицензионный участок).

Изучаемая территория, согласно физико-географическому районированию Архангельской области и НАО (Атлас Архангельской области..., 1976), приурочена к Печорской провинции зоны тундры и лесотундры. Район исследований относится к субарктическому восточному климатическому району. Ближайшие к территории изыскания действующие метеостанции – м/с Воркута и м/с Хоседа-Хард (Научно-прикладной ..., 1989). Среднегодовая температура по метеостанции Хоседа-Хард -4,9 °С, Воркута -5,9 °С. Годовая амплитуда по среднемесячным температурам достигает 35,7 °С, абсолютная амплитуда колебания температуры воздуха равна 83,5 °С. Зима продолжается 8 месяцев, среднегодовая температура самого холодного месяца, января, -19,6 °С (Хоседа-Хард). Температура самого теплого месяца, июля, +12 °С, в аномально жаркие годы может достигать в летний период +34 °С. Исследуемая территория расположена в области практически повсеместного распространения многолетнемерзлых пород (ММП): северная часть – в подзоне сплошного распространения

ММП, южная – в подзоне сплошного распространения ММП. Сплошная многолетняя мерзлота достигает 300–500 метров, глубина протаивания – 50–200 см, площадь таликов – до 10%.

При проведении полевых работ почвы изучались в соответствии с классическими методами почвоведения, с использованием почвенного определителя (Классификация и диагностика почв России, 2004).

По результатам исследования был составлен систематический список почв, встречающихся на изучаемой территории, включающий в себя 13 типов, 21 подтип в соответствии с современной классификацией (2004). Они приведены в таблице 1

Таблица 1

Почвы и почвенные комплексы, распространенные на территории бассейна верховьев р.Кортаиха, %

Сочетания глееземов типичных и глееземов потечно-гумусовых	22,20
Сочетания глееземов криометаморфических мерзлотных, глееземов потечно-гумусовых и ожелезненных	21,48
Сочетания глееземов типичных и торфяно-глееземов мерзлотных	15,22
Плоскобугристый болотный комплекс: торфяные олиготрофные (мочажин) и сухоторфяные мерзлотные (бугров)	10,86
Сочетания глееземов криометаморфических и торфяно-глееземов криометаморфических	9,32
Сочетания глееземов криометаморфических потечно-гумусовых и торфяно-глееземов криометаморфических	7,18
Сочетания глееземов криометаморфических ожелезненных и глееземов криометаморфических потечно-гумусовых	5,82
Сочетания глееземов ожелезненных и глееземов потечно-гумусовых	1,91
Мелкоконтурные сочетания аллювиальных слоистых, аллювиальных серогумусовых и аллювиальных серогумусовых глееватых почв	1,69
Криогенный комплекс сухоторфяно-подбуров и почв пятен	1,00
Сочетания торфяно-глееземов криометаморфических и глееземов криометаморфических потечно-гумусовых	0,88
Серогумусовые глеевые	0,64
Сочетания глееземов криометаморфических мерзлотных и глееземов ожелезненных	0,54
Криогенный комплекс глееземов криометаморфических ожелезненных и почв пятен	0,41
Мелкоконтурные сочетания аллювиальных серогумусовых глеевых, аллювиальных серогумусовых глееватых и аллювиальных слоистых почв	0,22
Криогенный бугорковатый комплекс торфяно-глееземов мерзлотных и глееземов потечно-гумусовых	0,15
Криогенный комплекс подбуров аллювиально-гумусовых и почв пятен	0,14
Криогенный комплекс подбуров оподзоленных ожелезненных, подбуров оподзоленных криотурбированных и почв пятен	0,13
Криогенный комплекс криометаморфических почв и почв пятен	0,08
Торфяно-подбуры	0,08
Глееземы иловато-торфяные	0,04
Криогенный комплекс криометаморфических почв и почв пятен	0,01
Подбуры глееватые	0,00

Для почв рассматриваемой территории характерно следующее:

- незначительная мощность продуктивного слоя;
- низкая скорость разложения растительного опада (преимущественно мохового) и низкая скорость высвобождения элементов питания растений;
- слабая устойчивость к антропогенному воздействию;
- высокая скорость нарушения целостности маломощного продуктивного слоя и, соответственно, быстрая деградация экосистемы в целом;
- самовосстановление разрушенных растительных сообществ происходит медленными темпами. На торфяных буграх нарушенного бугристо-мочажинного комплекса нередко начинается эрозия торфяного слоя, что также тормозит самовосстановление;
- восстановление плодородия почв нарушенных площадей требует проведения комплекса биологических приемов – биологической рекультивации, обеспечивающих возможность предотвращения развития эрозии за счет быстрого задерновывания техногенного субстрата и последующего восстановления в короткие сроки биосферных функций почвенного покрова на нарушенной площади.

Таким образом, почвенный покров исследуемого участка характеризуется широким распространением почв полугидроморфного и криогидроморфного ряда, доминирующих как на водоразделах, так и в приречных полосах. Суровый климат и значительная оторфованность почв способствуют относительно близкому (в пределах 1 метра) залеганию кровли многолетнемерзлых пород;

Немерзлотные почвы формируются на приречных разнотравных лугах и дренированных песчано-супесчаных массивах. Участок исследований находится на значительном удалении от населенных пунктов и разрабатываемых месторождений. Природные экосистемы имеют слабую степень нарушенности, обусловленную, в первую очередь, особенностями традиционного природопользования – снижением продуктивности наземных растительных сообществ в связи с перевыпасом оленей.

Литература

- Атлас Архангельской области. М.: ГУГК при Совете Министров СССР, 1976. 72 с.
- Горячкин С. В. Почвенный покров Севера (структура, генезис, экология, эволюция). М.: Издательство ГЕОС, 2010. 258 с.
- Игнатенко И. В. Почвы восточно-европейской тундры и лесотундры. М.: Наука. 1979.
- Классификация и диагностика почв России / Л. Л. Шишов, В. Д. Тонконогов, И. И. Лебедев, М. И. Герасимова. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ОЦЕНКЕ СОДЕРЖАНИЯ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ПОЧВ БОЛЬШЕЗЕМЕЛЬСКОЙ ТУНДРЫ

Е. В. Шамрикова, О. С. Кубик, В. В. Пунегов

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,

kubik-olesia@yandex.ru

Проблема изучения состава органического вещества почв всегда занимала одно из центральных мест в теоретическом и прикладном почвоведении. Низкомолекулярные водорастворимые органические соединения (НВОС) почвы включают вещества различных групп и классов, таких как углеводы, спирты, кислоты и др. Данные соединения, участвуя в глобальном круговороте веществ, характеризуют особенности современного почвообразования. Образование НВОС является особенностью целинных биогеоценозов Европейского севера.

Важнейшими факторами образования лабильных органических соединений почв являются состав и жизнедеятельность растений, почвенных микроорганизмов и представителей почвенной фауны. В структуре распределения почвенных животных выделяют три среды обитания: живые части растений, органогенные (опад, подстилка, торф) и минеральные горизонты почв (Состояние биотического комплекса..., 2011).

Изучение данной группы соединений в почвах остается достаточно сложной задачей. Главный метод определения водорастворимых органических соединений – высокоэффективная жидкостная хроматография, позволяющая идентифицировать алифатические и, как правило, незамещенные кислоты. Неисследованными остаются широко представленные в природе оксикислоты – более сильные соединения по сравнению с карбоновыми кислотами, соединения с высокой реакционной способностью. Провести количественный анализ этой группы соединений возможно методами газовой хроматографии и хромато-масс-спектрометрии (ГХ/МС).

Целью работы было – использовать метод ГХ/МС для оценки особенностей образования низкомолекулярных водорастворимых органических соединений в живых частях растений и в органогенных горизонтах (растительном материале разных стадий разложения) целинных и освоенных тундровых почв.

Объекты и методы. Исследования проводили в Большеземельской тундре в Воркутинском районе Республики Коми. Территория представляет собой полого-увалистую равнину, покрытую чехлом покровных пылеватых суглинков мощностью около 10 м. Объекты исследований: тундровая поверхностно-глеевая (Тпг) и тундровая дерновая поверхностно-глеевая освоенная почва сеяного мятликово-лисохвостного луга (ТДпг), относящиеся к немерзлотным автоморфным почвам, а также торфянисто-тундровая глеевая мерзлотная полугидроморфная почва (Ттг) (Забоева и др., 2003).

Целинные тундровая поверхностно-глеевая и торфянисто-тундровая глеевая почвы существенно различаются по гидротермическому режиму в связи с

отличием мощности органогенного горизонта, местоположения (вершина и склон увала соответственно) и наличия многолетнемерзлотной толщи в почвенном профиле. Таким образом, в полугидроморфной почве все факторы препятствуют ее прогреванию в летнее время и способствуют сильному выхолаживанию зимой (Кононенко, 1986). Так же различие гидротермических условий определяет и своеобразие почвенных микроорганизмов и животных при переходе от живых частей растений к подгорizontам О1 и О2. Количество разных групп организмов и их разнообразие в полугидроморфной мерзлотной торфянисто-тундровой глеевой почве от слоя живых растений к органопрофилю снижается резко, в автоморфной немерзлотной тундровой поверхностно-глеевой почве плотность населения организмов уменьшается постепенно (Добровольский и др., 2010; Хабибуллина и др., 2010). Разрез тундровой дерновой поверхностно-глеевой почвы заложен в 50 м от целинной на многолетнем сеянном мятликово-лисохвостном лугу, возраст которого 53 года. Состав травостоя относительно постоянен в последние 38–40 лет и включает около 40 видов высших растений. Если целинные поверхностно-глеевые почвы характеризуются почти постоянным избыточным увлажнением, то освоенные почвы сеяного луга в вегетационный период имеют довольно благоприятный водный и воздушный режимы. В значительной степени утратились зональные черты почвенной микобиоты (Хабибуллина и др., 2010).

Использование хромато-масс-спектрометрии для оценки качественного состава низкомолекулярных водорастворимых органических веществ почв. Водные суспензии готовили при массовом отношении субстрата к воде 1:25, встряхивали 15 минут на электромеханической мешалке, фильтровали через бумажный фильтр «синяя лента» (диаметр пор 2 мкм). Качественный анализ низкомолекулярных водорастворимых органических соединений выполняли методом хромато-масс-спектрометрии на спектрометре «TRACE DSQ» корпорации «Thermo Electron» по двум методикам – определяли НВОС, не меняя их химического состава, а также переводили их в триметилсилированные производные (Шамрикова, 2013). В основе технологии пробоподготовки принята схема Мюллера с соавт. (Müller et al., 2002) с небольшими изменениями. Отличительная особенность используемой нами пробоподготовки от указанной схемы состоит в том, что вместо метилирования кислоты подвергали силированию с получением термостабильных и пригодных для газохроматографического анализа триметилсилированных производных.

Качественный состав низкомолекулярных водорастворимых органических соединений, определенных по двум методикам, дал результаты, дополняющие друг друга, что связано с различной диэлектрической проницаемостью экстрагентов. Бутилацетат, используемый при непосредственном детектировании НВОС, имеет диэлектрическую проницаемость равную 6; этиловый спирт, применяемый при определении соединений в виде их триметилсилильных производных – 25. Эта разница и определяет перечень НВОС и степень их перехода (эффективность экстракции) из водной фазы в органическую, которая затем анализируется методами хромато-масс-спектроскопии и газовой хроматографии. Идентифицированные соединения относятся к трем классам – углеводы,

спирты и кислоты. Среди объединенного массива кислот, выделены два класса – алифатические и ароматические (в том числе – оксикислоты).

Использование газовой хроматографии для оценки количественного состава низкомолекулярных водорастворимых органических веществ почв. Общую массовую концентрацию углерода водорастворимых органических соединений объектов $\rho(C_{\text{общ}})$ определяли фотометрическим методом по методике дихроматной окисляемости проб различных вод с применением анализатора жидкости «Флюорат-02». Относительная погрешность метода δ составляет 15% ($P=0,95$) (Ванчикова и др., 2006). Значения pH водной вытяжки измеряли потенциометрически, погрешность методики 0.1 ед. pH ($P=0,95$) (ГОСТ 26423-85 – ГОСТ 26428-85, 1985).

Количественный анализ осуществляли на хроматографе «Кристалл 2000М» только в отношении соединений, переведенных в триметилсилированные производные. Повторяли ГХ-анализ одной и той же аналитической пробы два раза. Относительная погрешность измерения массовой концентрации НВОС (ρ) составляет $+\delta < 3\%$ (Шамрикова, 2013). Химический анализ объектов проводили в аккредитованной лаборатории «Экоаналит», отделах «Почвоведения» и «Ботанический сад» Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Аналитические данные обрабатывали методами математической статистики (Дмитриев Е.А., 1995) с использованием пакета программы EXCEL 5.0 и STATISTICA 6.0.

Обсуждение результатов. Водные вытяжки всех органогенных горизонтов характеризуются как слабокислые, слабоминерализованные, с низкой концентрацией углерода водорастворимых органических соединений (табл.), что согласуется с данными по лизиметрическим водам тундровых почв. Во всех биоценозах живые растения, отличающиеся наибольшим количеством и разнообразием почвенных организмов (Виноградова и др., 2012), характеризуются максимальной массовой концентрацией как общего углерода водорастворимых органических соединений, так и идентифицированных нами веществ каждого класса: углеводов, кислот и спиртов.

Таблица

Характеристика водных вытяжек исследуемых образцов почв

Горизонт, см	$\rho(C_{\text{общ}})$, г/дм ³	$pH_{\text{вод}}$	ρ , мг/дм ³			$\omega(C_{\text{НВОС}})$, %			
			кис- лоты	спир- ты	угле- воды	кис- лоты	спир- ты	угле- воды	сум- ма
Тундровая поверхностно-глеевая почва									
Жив.частирас т.	0,182	5,6	25,7	16,4	39,3	5,6	3,6	7,5	16,7
O1, 0–6	0,068	5,8	7,7	12,7	11,0	4,7	7,4	5,2	17,3
O2, 6–8	0,063	5,9	1,8	0,6	3,6	1,3	0,4	2,0	3,7
Тундровая дерновая поверхностно-глеевая почва									
Жив.частирас т.	0,256	5,9	42,5	33,8	89,7	6,7	5,2	13,9	25,8
At, 0–5	0,061	5,8	2,4	1,6	5,3	1,7	1,0	1,2	3,9
Торфянисто-тундровая глеевая почва									
Жив.частирас т.	0,397	5,9	39,0	10,3	72,1	3,8	1,0	7,2	12,0

Горизонт, см	$\rho(C_{\text{общ}})$, г/дм ³	рН _{вод}	ρ , мг/дм ³			$\omega(C_{\text{НВОС}})$, %			
			кис- лоты	спир- ты	угле- воды	кис- лоты	спир- ты	угле- воды	сум- ма
О1, 0–5(7)	0,063	6,6	0,5	0,2	1,2	0,3	0,1	0,8	1,2
О2, 5(7)–10(11)	0,039	6,7	0,2	0,1	0,8	0,2	0,1	0,9	1,2

Примечание: $\rho(C_{\text{общ}})$ – общая массовая концентрация углерода водорастворимых органических соединений объектов исследований, ρ – массовая концентрация компонентов вытяжек, $\omega(C_{\text{НВОС}})$ – массовая доля углерода низкомолекулярных водорастворимых органических соединений.

Методом ГХ проведен количественный анализ тех соединений, которые были определены в виде триметилсилильных производных. Массовая концентрация углерода водорастворимых органических соединений органогенных горизонтов составляет 0,04–0,07, живых частей растений – 0,20–0,40 г/дм³. Содержание низкомолекулярных органических соединений (спиртов, углеводов и кислот), идентифицированных методами газовой хроматографии и хромато-масс-спектрометрии, в органогенных горизонтах почв составляло 1–30, в живых частях растений – 80–180 мг/дм³, что не превышает 26% от содержания органического углерода в вытяжках.

Сопоставление закономерностей накопления тех или иных компонентов водных вытяжек изучаемых объектов позволило выявить следующие различия. Особенность немерзлотной тундровой поверхностно-глеевой целинной почвы заключается в том, что массовые концентрации индивидуальных соединений всех классов от очеса к подгоризанту О1 снижаются незначительно – в 1–3 раза. В мерзлотной же торфянисто-тундровой глеевой содержание кислот, спиртов и углеводов в живых растениях в 50–80, а общего углерода органических соединений в 6 раз меньше по сравнению с верхним органогенным подгоризантом. Далее – от подгоризонта О1 к О2 – эти показатели снижаются не более чем в 3–5 раз.

Полагаем, что все отмеченные закономерности обусловлены действием ряда факторов. Во-первых, различием химического состава субстратов типичной мохово-лишайниковой и кустарниковой тундры. Превышение содержания соединений всех классов и большее разнообразие ароматических оксикислот в живых растениях полугидроморфной почвы по сравнению с автоморфной почвой может быть вызвано наличием в напочвенном покрове первой лишайников и сфагновых мхов. Вторая причина – это особенности вертикального распределения почвенной биоты в изучаемых биогеоценозах. Максимальное содержание алифатических незамещенных кислот в освоенной почве, вероятно, также определяется спецификой гидротермического режима, растительного материала и почвенно-фаунистического комплекса.

Таким образом, органогенные подгоризонты всех почв, представляющие собой растительные и животные остатки различной степени разложенности и гумификации, исходно существенно различающиеся по химическому составу,

оказываются наиболее схожими между собой по содержанию индивидуальных водорастворимых органических соединений.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы УрО РАН «Биогеохимические основы кислотности почв криолитозоны: анализ научного наследия 1950-2010 гг., применение современных инструментальных методов», № 12-У-4-1013.

Литература

Атлас почв Республики Коми / Под ред. Г. В. Добровольского, А. И. Таскаева, И. В. Забоевой. Сыктывкар: Изд-во КРТ, 2010. 356 с.

Ванчикова В. А., Шамрикова Е. В., Сытарь Т. С., Казаков В. Г. О новой методике определения содержания углерода водорастворимых органических соединений в почвах // Почвоведение. 2006. № 10. С. 1200–1204.

Виноградова Ю. А., Лаптева Е. М., Хабибуллина Ф. М. Структура микробных сообществ почв южной части Большеземельской тундры // Тез. докл. XXIV Российской конференции по электронной микроскопии (РКЭМ-2012). Черноголовка, 2012. С. 397–398.

Государственная почвенная карта России (М 1:1000000). Лист Q-41 (Воркута) / Сост. И. В. Забоева, В. Г. Казаков, М. Д. Рубцов, Г. М. Втюрин, Е. Н. Руднева, Р. П. Михайлова, О. М. Терешкова. М.: ПКО «Картография», Москва, 2003.

ГОСТ 26423-85 – ГОСТ 26428-85. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки. М.: Изд-во стандартов, 1985. 40 с.

Дмитриев Е. А. Математическая статистика в почвоведении. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1995. 319 с.

Кононенко А. В. Гидротермический режим таежных и тундровых почв Европейского северо-востока. Л.: Наука, 1986. 144 с.

Состояние биотического комплекса тундровых почв окрестностей Воркуты // Полярная криосфера и воды суши / Под ред. В. М. Котлякова. М.-СПб., 2011. С. 205–214.

Хабибуллина Ф. М., Панюков А. Н. Трансформация микробиоты под влиянием сельскохозяйственного освоения почв в тундровой зоне // Теоретическая и прикладная экология. 2010. № 3. С. 52–58.

Шамрикова Е. В. Кислотность почв таежной и тундровой зон Европейского Северо-Востока России. СПб.: Наука, 2013. 157 с.

Müller A., Dücking P., Weiler E.W. A multiplex GC-MS/MS technique for the sensitive and quantitative single-run analysis of acidic phytohormones and related compounds, and its application to *Arabidopsis thaliana* // Planta. 2002. V. 216. P. 44–56.

ВЛИЯНИЕ СПЛОШНОЛЕСОСЕЧНЫХ РУБОК НА ДИНАМИКУ ВОДРАСТВОРИМЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ

*Н. Н. Бондаренко, Е. М. Лаптева, Е. В. Шамрикова, О. С. Кубик,
В. В. Пунегов, И. В. Груздев*

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,
BondNikropolNik@mail.ru*

В таежных биогеоценозах в результате функционирования зональной растительности и микробно-фаунистического комплекса образуется значительное количество низкомолекулярных органических веществ. Сплошнолесосечные рубки еловых лесов и последующее формирование на вырубках мелко-

лиственных насаждений обуславливают изменение качественного и количественного состава поступающего на поверхность почвы органического вещества (Дымов и др., 2012), а также состава почвенной микробиоты, участвующей в трансформации растительного опада (Богородская, Шишкин, 2014; Виноградова и др., 2014).

Цель данной работы заключалась в изучении состава и количества низкомолекулярных органических веществ, образующихся в подзолистых суглинистых почвах в процессе естественного лесовосстановления после сплошнолесосечных рубок еловых лесов.

Исследования проводили на территории Республики Коми (Усть-Куломский р-н), в подзоне средней тайги. Объектами исследования послужили почвы коренного ельника черничного (участок ПП1) и разновозрастных производных березняков, сформировавшихся после рубок главного пользования, проведенных в зимний период 2001/2002 (ПП2) и 1969/1970 гг. (ПП3). Подробное описание ключевых участков и их почвенно-растительного покрова дано в работах (Путеводитель..., 2007; Дымов и др., 2012). Почвенный покров участков представлен типичными подзолистыми текстурно-дифференцированными почвами, сформированными на крупнопылеватых покровных суглинках.

Водорастворимые органические соединения (ВОС) определяли в образцах лесных подстилок, содержащих максимальное количество органических веществ в подзолистых почвах (Атлас почв..., 2010). Общее содержание углерода органических соединений водных вытяжек из почв определяли методом высокотемпературного каталитического окисления на анализаторе общего углерода ТОС VCPH (ГОСТ ГОСТ Р 52991-2008; Шамрикова и др., 2011). Соотношение почва : вода 1 : 25, время экспозиции суспензии 15 мин. Массовую концентрацию низкомолекулярных органических веществ оценивали методом газовой хроматографии и хромато-масс-спектрометрии (ГХ/МС) (Шамрикова и др., 2011, 2013), относительная погрешность измерения составляет $+\delta < 3 \%$.

Как показали проведенные исследования, подзолистые почвы целинных, ненарушенных таежных экосистем и сформировавшихся на вырубках мелколиственных насаждений существенно отличаются по содержанию в них водорастворимых органических веществ (табл.). Максимальной концентрацией всех групп идентифицированных соединений отличаются горизонты лесной подстилки контрольного участка (ПП-1). В почвах рубок их содержание снижено в 1,4-4,5 раза. Минимальное содержание ВОС отмечено в почве мелколиственного молодняка, сформировавшегося на вырубке 2001/2002 гг. (ПП-2). По мере восстановления древесного яруса происходит возрастание содержания водорастворимых органических веществ в почвах (ПП-3), но их концентрация не достигает уровня, характерного для почв природных ненарушенных экосистем (табл.).

Содержание водорастворимых органических веществ в лесных подстилках почв коренного ельника чернично-зеленомошного (ПП-1) и разновозрастных производных березняков, сформировавшихся на вырубках 2001/2002 (ПП-2) и 1969/1970 (ПП-3) гг.

Группа соединений	Ключевой участок					
	ПП-1		ПП-2		ПП-3	
	I	II	I	II	I	II
Низкомолекулярные органические кислоты	178,6	65,5	54,4	19,8	96,0	35,0
Спирты	210,5	82,4	46,3	18,1	61,6	24,1
Сахара	371,5	150,4	193,7	78,0	270,3	109,1
Всего	760,6	298,3	294,4	116,0	427,9	168,3

Примечание. I – массовая концентрация вещества, мг/кг; II – содержание углерода органических веществ, мг/кг.

Наиболее чувствительными к изменению экологических условий компонентами водорастворимых органических веществ являются низкомолекулярные органические кислоты и спирты. Их содержание на первых этапах самовосстановительной сукцессии растительного покрова на вырубках (ПП-2) снижается в 3,3–4,5 раза по сравнению с контрольным участком (ПП-1). Для сравнения, концентрация сахаров в почвах вырубок снижается в меньшей степени – в 1,9 раза.

На вырубках меняется не только общее содержание водорастворимых компонентов, но и соотношение индивидуальных низкомолекулярных соединений в составе водных вытяжек. В почвах вырубок отмечено снижение доли оксипропановой (в 1,2–2,2 раза), оксиксусной (в 1,3 раза) и оксипутановой (в 2,0–2,2 раза) кислот, при относительном возрастании доли триоксипутановой (в 2,8–3,0 раза) и пентаоксигексановой (в 1,5 раз) кислот. Из 10 идентифицированных моно- и дисахаридов, в лесных подстилках почвы молодой вырубки выявлено только 5 сахаров. Содержание таких компонентов как манноза, D-ксилопираноза, D-фруктоза, галактопираноза, D-тураноза снижено до следовых количеств. По мере восстановления древостоя и функционирования почвенного биотического комплекса состав моно- и дисахаридов приближается к таковому в почве контрольного участка.

Таким образом, сплошнолесосечные рубки еловых лесов, формирующихся в подзоне средней тайги на типичных подзолистых почвах суглинистого гранулометрического состава, обуславливают изменение содержания и состава низкомолекулярных органических веществ в почвах. Наиболее чувствительными компонентами водорастворимых органических соединений являются низкомолекулярные органические кислоты и спирты – уменьшение их содержания и изменение состава наиболее ярко отражают изменение экологических условий разложения органического вещества на вырубках. Восстановление древостоя через смену пород приводит в целом к снижению запасов органического вещества в органогенных горизонтах почв, формирующихся в средневозрастных березово-сосновых лесах, изменению их

кислотно-основного состояния (снижению актуальной кислотности) и уменьшению, по сравнению с почвами коренных еловых лесов, продуцирования водорастворимых органических соединений.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта программы Президиума РАН №12-П-4-1065 «Взаимосвязь структурно-функциональной и пространственно-временной организации почвенной биоты с динамическими аспектами изменения подзолистых почв и почвенного органического вещества в процессе естественного восстановления таежных экосистем Европейского Северо-Востока после рубок главного пользования».

Литература

Дымов А. А., Бобкова К. С., Тужилкина В. В., Ракина Д. А. Растительный опад в коренном ельнике и лиственно-хвойных насаждениях // Лесной журнал, 2012. № 3. С. 7–18.

Виноградова Ю. А., Лаптева Е. М., Перминова Е. М., Анисимов С. С., Новаковский А. Б. Микробные сообщества подзолистых почв на вырубках среднетаежных еловых лесов // Известия Самарского НЦ, 2014. № 5. С. 74–80.

Богородская А. В., Шишкин А. С. Микробиологическая оценка состояния почв вырубок темнохвойных лесов на юге Енисейского края // Лесоведение, 2014. № 4. С. 67–75.

Путеводитель научной почвенной экскурсии. Подзолистые суглинистые почвы разновозрастных вырубок (подзона средней тайги). Сыктывкар, 2007. 84 с.

ГОСТ Р 52991-2008. Вода. Методы определения содержания общего и растворенного органического углерода. М.: Изд-во Стандартинформ, 2009. 12 с.

Шамрикова Е. В., Груздев И. В., Пунегов В. В., Ванчикова Е. В., Ветошкина А. А. Качественный анализ водных вытяжек из подзолистых почв Республики Коми на содержание органических соединений хромато-масс-спектрометрическим методом // Вода: химия и экология, 2011. № 11. С. 58–63.

Шамрикова Е. В., Груздев И. В., Пунегов В. В., Хабибуллина Ф. М., Кубик О. А. Водорастворимые низкомолекулярные органические кислоты в автоморфных суглинистых почвах тундры и тайги // Почвоведение, 2013. № 6. С. 691–697.

Атлас почв Республики Коми / Под ред. Г. В. Добровольского, А. И. Таскаева, И. В. Забоевой. Сыктывкар, 2010. 356 с.

ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АЛЮМИНИЯ, АММОНИЙНОГО И НИТРАТНОГО АЗОТА В ПОЧВЕ

Е. В. Чащина¹, Т. Я. Ашихмина^{1,2}

¹ Вятский государственный гуманитарный университет,

² Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,
ecolab@vshu.kirov.ru

Охрана окружающей среды от загрязнения стала насущной задачей общества. Избыточное содержание в среде обитания или в пищевых продуктах любого химического элемента – нежелательный факт, поэтому характеризуя среду обитания целесообразно говорить не о токсичных элементах, а о токсичных концентрациях того или иного элемента.

Растения способны поглощать из окружающей среды в больших или меньших количествах практически все элементы периодической системы, но они обладают способностью к избирательному поглощению металлов из почвы

и накоплению их в тканях. Эта избирательность индивидуальна, так как для нормального жизненного цикла растительного организма необходима лишь определенная группа основных питательных элементов. Растения усваивают из почвы не все металлы одинаково, металлы в почвах находятся в основном в виде трудноусвояемых неорганических соединений. Усвояемость токсичных металлов определяется химической формой, в которой они попадают в почву. Наибольшую опасность представляют непосредственно усвояемые ионы и легко растворимые соединения. При этом растения не способны полностью исключать при своём питании ненужные для них ионы.

Вхождение химических элементов в состав живых организмов не зависит от их распространенности в природе. Например, наиболее распространенный на земле элемент — кислород — является важнейшей составной частью соединений, слагающих растительные и животные организмы, а такие распространенные элементы, как кремний и алюминий, в их состав входят в незначительных количествах.

Содержание того или другого элемента в тканях растений непостоянно и может изменяться под влиянием факторов внешней среды. Например, при выпадении «кислотных дождей» токсичность алюминия повышается, поскольку он переходит в растворимое состояние и вымывается из глин. Вследствие этого, а также других природных процессов, соединения алюминия, никеля, фтора и других элементов, которые в растительных организмах обычно содержится в малых количествах, могут накапливаться в них до токсичного уровня (Полевой, 1989).

Из числа металлов загрязнителей окружающей среды алюминий относится к группе элементов со средним потенциалом загрязнения. Он относится к макроэлементам, считается, что алюминий имеет большое значение в обмене веществ у гидрофитов. Катион алюминия активно концентрируется в папоротниках и чае. Наиболее чувствительными культурами к наличию подвижного алюминия в почве (1–2 мг на 100 г почвы) являются сахарная свёкла, люцерна, клевер красный, озимая пшеница, ячмень, горчица, капуста, морковь. При высоких концентрациях ионы алюминия проходят через мембраны корневых волосков и могут аккумулироваться растениями. Растительные продукты содержат в 50–100 раз больше алюминия, чем продукты животного происхождения (Скальный, 2004).

Катион алюминия в растительных и животных организмах способен связываться с азотистыми основаниями и фосфатными группами различных биоактивных молекул. Это приводит к изменению проницаемости мембран, сильно затрудняет окислительное фосфорилирование, и синтез белков, вызывает фосфорное голодание растений. У растений это приводит к резкому снижению фотосинтеза и накоплению биомассы. Токсическая доза алюминия для человека — 5 г, его относят к токсичным (иммунотоксичным) элементам. Имеются данные о мутагенной эффективности алюминия.

Содержание обменного алюминия определялось в образцах почв, отобранных в садоводческих хозяйствах вблизи г. Нововятска и г. Кирово-Чепецка Кировской области, по методу ЦИНАО (ГОСТ 26485-85). Сущность метода за-

ключается в извлечении обменного алюминия из почвы раствором хлорида калия с последующим потенциометрическим титрованием. Так как обменный алюминий является источником почвенной кислотности, в образцах почв определяли рН по общепринятой методике. Аммонийный азот и нитраты в пробах почв определяли фотоколориметрическим методом.

Полученные данные представлены в таблице. Почвы характеризуются слабокислой реакцией среды. Максимальное содержание обменного алюминия отмечено в почвах СДТ «Энергетик», при этом кислотность в данном образце самая низкая. Известно, что подвижность ионов алюминия возрастает при увеличении кислотности природных сред. По-видимому, наблюдаемое несоответствие результатов определения рН и обменного алюминия обусловлено различным гранулометрическим составом почв

Таблица

**Содержание обменного алюминия, аммонийного и нитратного азота
в почвах**

Анализируемая почва	Содержание аммонийного азота в почве; мг/100г	Содержание нитратного азота в почве; мг/100г	Содержание обменного алюминия в почве; мг/100 г	рН
СДТ «Березки» Нововятск	2,91±0,01	0,80±0,02	$(9\pm1)\cdot10^{-6}$	5,0
СДТ «Энергетик»	4,85±0,03	1,60±0,04	$(9\pm1)\cdot10^{-5}$	6,2
6-е садоводство вблизи г. Кирово-Чепецк	0,97±0,01	1,28±0,04	$(9\pm1)\cdot10^{-6}$	6,0

Содержание азота в почвах невысокое, особенно в образце, отобранном вблизи г. Кирово-Чепецка.

Таким образом, садовые почвы, образцы которых отобраны в разных товариществах, несмотря на активное антропогенное воздействие характеризуются свойствами, присущими зональным дерново-подзолистым почвам: они слабо кислые, содержат в обменно-поглощенном состоянии алюминий и характеризуются небольшими концентрациями минеральных соединений азота.

Литература

- Полевой В. В. Физиология растений. М.: Высш.шк., 1989. 464 с.
- Скальный А. В. Микроэлементы для вашего здоровья. 2-е изд., испр. и доп. М.: Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2004а. 320 с.
- Скальный А. В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. М.: Издательский дом «ОНИКС 21 век»: Мир, 2004. 216 с.
- Широких И. Г. Механизмы адаптации микроорганизмов к повышенной почвенной кислотности и токсичности алюминия. / Биологический мониторинг природно-техногенных систем / Под ред Т. Я. Ашихминой, Н. М. Алалыкиной. Сыктывкар, 2011. 388 с. (Коми научный центр УрО РАН).
- Hooper R. P., Shoemaker C. A. Aluminum mobilization in an acidic headwater stream: temporal variation and mineral dissolution disequilibria // Science. 1985. P. 463–465.

СЕКЦИЯ 3

БИОТЕСТИРОВАНИЕ И ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ В ЭКОЛОГИИ

БИОСЕНСОР НА ОСНОВЕ ПЕЧАТНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ГЛЮКОЗООКСИДАЗОЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛЮКОЗЫ

С. Б. Чарыева, С. С. Каманин

*Тульский государственный университет,
ms.sulgun@mail.ru*

В настоящее время всё большее внимание придаётся оценке качества продуктов в пищевой промышленности. В этой области давно признано значение быстрых методов оценки срока хранения, порчи и загрязнения продуктов. Развитие биотехнологии стимулирует разработку методов мониторинга ферментационных процессов, что также расширяет возможности непрерывного контроля этих процессов (Тернер, 1992). Перспективным подходом в данной ситуации является использование биосенсоров.

Одной из самых актуальных конструкций преобразователя являются печатные электроды. Печатные электроды – это устройства, которые получают путем нанесения различных паст на пластиковые или керамические подложки. К достоинствам печатных электродов относятся возможность миниатюризации, универсальность и невысокая стоимость (Понаморева, Решетилов, Алферов, 2011).

Целью работы является разработка модифицированных печатных электродов на основе глюкозооксидазы (ГО), определение их основных характеристик и апробация на реальных образцах.

Сигнал регистрировали, используя графитовый печатный электрод, модифицированный берлинской лазурью, на поверхности которого располагался иммобилизованный фермент. В качестве преобразователя использовали потенциостат EmStat (PalmSens, Нидерланды). Измерения проводили в кювете в натрий-калиевом фосфатном буфере (рН=6,8) при рабочем потенциале 0 В относительно хлоридсеребряного электрода сравнения. За аналитический сигнал принимали амплитуду изменения силы тока, проходящего через рабочий электрод при введении глюкозы в измерительную кювету.

Для придания селективности проводилась модификация печатных электродов ферментом ГО путем иммобилизации ее в гель поперечно-сшитого бычьего сывороточного альбумина (БСА). Сшивающим агентом в данном случае является глутаровый альдегид (ГА).

Определены основные аналитические и метрологические характеристики полученных модифицированных печатных электродов. Результаты исследования приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики разработанного печатного электрода

Аналитические характеристики	
Стабильность при хранении, сут.	17
Длительность одиночного измерения, мин.	3-4
Метрологические характеристики	
Относительное стандартное отклонение (n=10), %	3
Коэффициент чувствительности, мкА · дм ³ /моль	400±20
Диапазон определяемых концентраций, ммоль/дм ³	0,08–3,0

Проведено сравнение характеристик полученных модифицированных электродов с литературными данными. Разработанные электроды сравнивали с кислородными биосенсорами на основе глюкозооксидазы, иммобилизированной адсорбцией. Показано, что разработанные электроды по своим характеристикам не уступают литературным аналогам.

Также проведен анализ образцов винной продукции и образца сока с использованием разработанных электродов. В качестве референтного метода применяли метод капиллярного электрофореза (табл. 2). Значения, полученные биосенсорным методом анализа, являются близкими к значениям, полученным референтным методом с учетом доверительных интервалов, что позволяет использовать печатные электроды для анализа продуктов и полупродуктов брожения.

Таблица 2

Определение глюкозы в винах и яблочном соке

Образец	Концентрация глюкозы, измеренная с использованием биосенсора, ммоль/дм ³	Концентрация глюкозы, измеренная методом капиллярного электрофореза, ммоль/дм ³
Вино красное сухое «Clar-iet»	12,8±2,8	12,2±0,2
Вино красное полусладкое «Лыхны»	138,9±11,1	133,3±11,1
Вино красное сухое «Val-lefiore»	9,05±0,1	8,3±0,6
Сок яблочный «Добрый»	144,4±5,6	138,9±22,2

Таким образом, полученные модифицированные печатные электроды могут служить основой для создания биосенсоров с высокими аналитическими и метрологическими характеристиками, которые могут применяться для определения содержания глюкозы в бродильных средах.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук, договор № 14.Z56.14.330-МК.

Литература

Тернер Э., Карубе И., Уилсон Дж. Биосенсоры: основа и приложения. М.: Мир, 1992. С. 2–3.

Понаморева О. Н., Решетилов А. Н., Алферов В. А. Основы функционирования биосенсора. Тула: Издательство Тульского государственного университета, 2011. С. 157–158.

ВЫБОР ШТАММА ДРОЖЖЕЙ *DEBARYAMYCES HANSENII* ДЛЯ СОЗДАНИЯ РЕЦЕПТОРНОГО ЭЛЕМЕНТА БПК-БИОСЕНСОРА

Н. Ю. Юдина, А. Е. Лукьянов, В. А. Арляпов

*Тульский государственный университет,
tysia21-05-90@mail.ru*

Во всем мире промышленные биотехнологические компании уделяют много внимания разработке новых биокатализаторов для внедрения в различные сферы производства. Для оценки степени загрязненности воды часто применяется такой параметр как биохимическое потребление кислорода (БПК). В настоящее время все службы экологического контроля и водоочистные сооружения РФ используют для повседневного анализа образцов воды стандартный метод (ПНДФ 14.1:2:3:4.123-97), продолжительность которого составляет 5 суток. Альтернативой являются экспрессные методы определения БПК с использованием биосенсорных анализаторов, основанных на применении микроорганизмов, способных окислять широкий спектр органических соединений. Принципиальным отличием данного метода от стандартного является сокращение времени анализа с 5 суток до 10–20 минут.

Одним из актуальных направлений в разработке биосенсоров для определения биохимического потребления кислорода (БПК) является поиск микроорганизмов, способных окислять широкий спектр органических соединений, которые могут быть обнаружены в сточных водах. Применение дрожжей в качестве биокатализаторов является более предпочтительным, чем применение бактериальных клеток, поскольку они более устойчивы к негативным факторам окружающей среды, могут функционировать длительное время, а также способны метаболизировать широкий спектр субстратов, что способствует повышению правильности определения БПК.

Биосенсорные измерения в работе проводились с помощью многофункционального анализатора рН-метр-иономер-БПК-термооксиметр ЭКСПЕРТ-001-4.0.1 (научно-производственная фирма «Эконикс-эксперт», Москва), используя кислородный электрод Кларка, на поверхности которого располагали рецепторный элемент. Принцип работы микробного сенсора на основе кислородного электрода основан на том, что при окислении субстрата иммобилизованными на поверхности кислородного электрода микроорганизмами возрастает их дыхательная активность, и в приэлектродном пространстве снижается концентрация кислорода, что регистрируется с помощью электрода.

Для определения индекса биохимического потребления кислорода, характеризующего суммарное содержание органических веществ в пробе воды,

необходимо подобрать микроорганизм, способный окислять широкий спектр органических соединений. С целью выявления штамма с наиболее широким спектром окисляемых субстратов проведено определение субстратной специфичности дрожжей *D. hansenii* Y-111, Y-1050, Y-1585 и Y-2482. Для оценки субстратной специфичности регистрировали отклик биосенсора на введение в измерительную кювету по 200 мкл растворов субстратов концентрацией 1 моль/дм³ (концентрация в кювете 76,92 мМ). Для трудно растворимых веществ применяли насыщенные растворы. Каждое измерение проводилось по 2 раза. В таблице представлены данные по субстратной специфичности дрожжей вида *D. hansenii* в сравнении с литературными.

Таблица

Сравнение субстратной специфичности

Окисляемые субстраты	<i>D. hansenii</i> (Kurtzman C.P., Fell J.W.,1998)	<i>D. hansenii</i> Y-1585	<i>D. hansenii</i> Y-1050	<i>D. hansenii</i> Y-111	<i>D. hansenii</i> Y-2482
Глюкоза	+	w	w	w	+
Галактоза	+	w	w	w	+
Сахароза	+	w	w	w	+
Лактоза	v	w	+	+	w
D-ксилоза	+	w	+	+	+
Метанол	–	w	w	w	+
Этанол	w / +	w	–	–	+
Глицерин	+	–	–	+	w
Сорбит	w / +	–	w	w	+

Примечание: + Позитивный; W слабый, – отрицательный.

Из таблицы видно, что наиболее широкой субстратной специфичностью обладают дрожжи *D. hansenii* Y-2482. Дрожжи *D. hansenii* Y-1585 и Y-111 обладают наибольшей чувствительностью к сахарозе, *D. hansenii* Y-2482 к глюкозе, *D. hansenii* Y-1050 к аминокислоте серин. Субстратная специфичность дрожжей *D. hansenii* Y-1050, Y-2482, Y-1585, Y-111, относящихся к одному виду, различается в пределах штамма. Все исследуемые микроорганизмы окисляют сахара, аминокислоты, спирты и другие органические вещества. Для оценки БПК в сточных водах с высоким содержанием спиртов наиболее эффективным является применение дрожжевого штамма *D. hansenii* Y-2482, а в водах с высокой концентрацией аминокислот – дрожжевого штамма *D. hansenii* Y-1050. Перспективным штаммом для дальнейшего применения для оценки индекса биохимического потребления является дрожжи *D. hansenii* Y-2482.

Для создания стабильного во времени рецепторного элемента БПК-биосенсора на основе дрожжей *D. hansenii* Y-2482 проведена иммобилизация микроорганизмов в гель поливинилового спирта модифицированного N-винилпирролидоном. Модификация обеспечивает высокую чувствительность и стабильность биорецептора (Арляпов и др., 2012).

Аналитические и метрологические характеристики биосенсора определяли с использованием глюкозо-глутаматной смеси (ГГС). Нижняя граница определяемых концентраций БПК составляет 0,7 мг/л, что позволяет анализировать

образцы природной воды. Рабочий диапазон сенсора составляет 0,7–30 мг/дм³. Время работы сенсора без замены рецепторного элемента составляет 42 суток. Частота проведения измерений – 10 проб в час. По своим характеристикам сенсор не уступает зарубежным аналогам, а по таким характеристикам, как экспрессность и долговременная стабильность, даже превосходит их.

Основным фактором, который может снижать отклик биосенсора и даже приводить к гибели биорецептора, является наличие ионов тяжелых металлов в сточных водах. На рисунке представлена диаграмма влияния концентрации ионов тяжелых металлов на окислительную активность сенсора (ПДК для рыбохозяйственных водоемов).

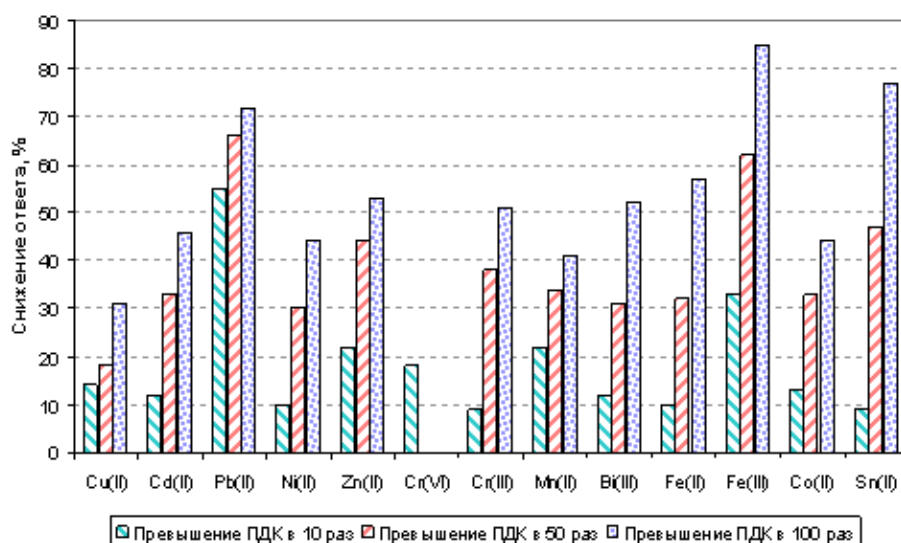


Рис. Влияние ионов тяжелых металлов на окислительную способность сенсора на основе дрожжей *Debaryomyces hansenii* Y-2482

При превышении ПДК в 10 раз для ионов Ni^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , Hg_2^{2+} и Cr^{3+} , снижение ответов составляло не более 20%, что может свидетельствовать о стресс-устойчивости дрожжей *D. hansenii* к токсикантам данного типа.

Статистическая обработка полученных данных показывает, что результаты анализа стандартным методом разбавления и методом с использованием биосенсора незначимо различаются между собой. Разработанный БПК – биосенсор на основе дрожжей *Debaryomyces hansenii* Y-2482 можно использовать для анализа образцов воды и полупродуктов брожения.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук, договор № 14.Z56.14.330-МК.

Литература

ПНД Ф 14. 1:2:3:4. 123-97. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений биохимической потребности в кислороде после n-дней инкубации (БПКполн) в поверхностных пресных, подземных (грунтовых), питьевых, сточных и очищенных сточных водах. М., 1997. 25 с.

Kurtzman C. P., Fell J. W. The Yeasts, A Taxonomic Study. Peoria, Illinois, USA, Elsevier., 1998. 1055 p.

Арляпов В. А., Юдина Н. Ю., Алферов С. В., Асулян Л. Д., Решетилов А. М., Алферов В. А. Биосенсорный электрод на основе композиции поливиниловый спирт - N-винилпирролидон для экспресс-определения биохимического потребления кислорода // Сенсорные системы. М.: 2012. Т. 26. № 3. С. 246–255.

ИММОБИЛИЗАЦИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ В ПОЛИВИНИЛОВЫЙ СПИРТ С ЦЕЛЬЮ СОЗДАНИЯ БПК-СЕНСОРОВ

О. А. Камаева, Л. Д. Асулян

Тульский государственный университет,
kamaieva.oksana@mail.ru, asuljan@rambler.ru

Биохимическое потребление кислорода (БПК) – один из часто используемых показателей загрязнения сточных, природных вод органическими веществами. Обычно определение БПК требует пятидневной инкубации, поэтому необходим экспрессный метод оценки БПК, дающий возможность оценить загрязненность воды в полевых условиях. Сегодня особое внимание уделяют созданию БПК-сенсоров на основе клеток микроорганизмов. Для создания БПК-сенсоров используют как чистые культуры микроорганизмов, так и ассоциации микроорганизмов (искусственные ассоциации, активный ил). Ключевым этапом в создании биосенсора является метод иммобилизации микроорганизмов в подходящий носитель.

Целью данной работы является определение характеристик биосенсора на основе бактерий *Gluconobacter oxydans* sbsp. *IndustriusB-1280* (Луста, Решетилов, 1998) иммобилизованных в плёнку из поливинилового спирта (ПВС).

Получение полимерной матрицы на основе ПВС с использованием в качестве катализатора сшивки ионов Ce^{4+} , осуществляли на установке, представленной на рисунке 1. К водному раствор ПВС прибавляли катализатор при постоянном перемешивании в атмосфере инертного газа. Перемешивание проводили при температуре 45 °С.

Полученный полимер был использован для формирования рецепторного элемента биосенсора.

Бактерии *Gluconobacter oxydans* были получены культивированием по известной методике (Алфёров и др., 2011).

Для приготовления рецепторных элементов раствор модифицированного полимера смешивали с бактериальными клетками, суспензию наносили на предметное стекло и высушивали в течение 24 часов при 20 °С (2).

Из полученной пленки вырезали рецепторные элементы размером 3х3 мм, которые хранили в сухом виде в холодильной камере (+4 °С).

Для создания биосенсора полученный рецепторный элемент закрепляли на кислородном электроде Кларка, который соединен с анализатором Эксперт-001, позволяющим регистрировать содержание растворенного кислорода в кювете (Демаков и др., 2008).

Были исследованы основные характеристики биосенсора на основе полученного рецепторного элемента – субстратная специфичность и долговременная стабильность (рис. 2).

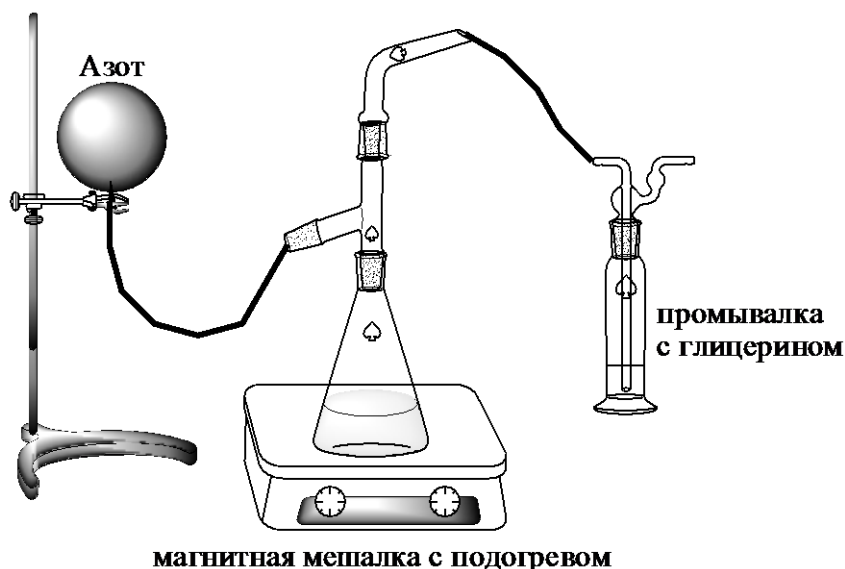


Рис. 1. Схема установки для получения поливинилового спирта, с использованием в качестве катализатора сшивки Ce^{4+}

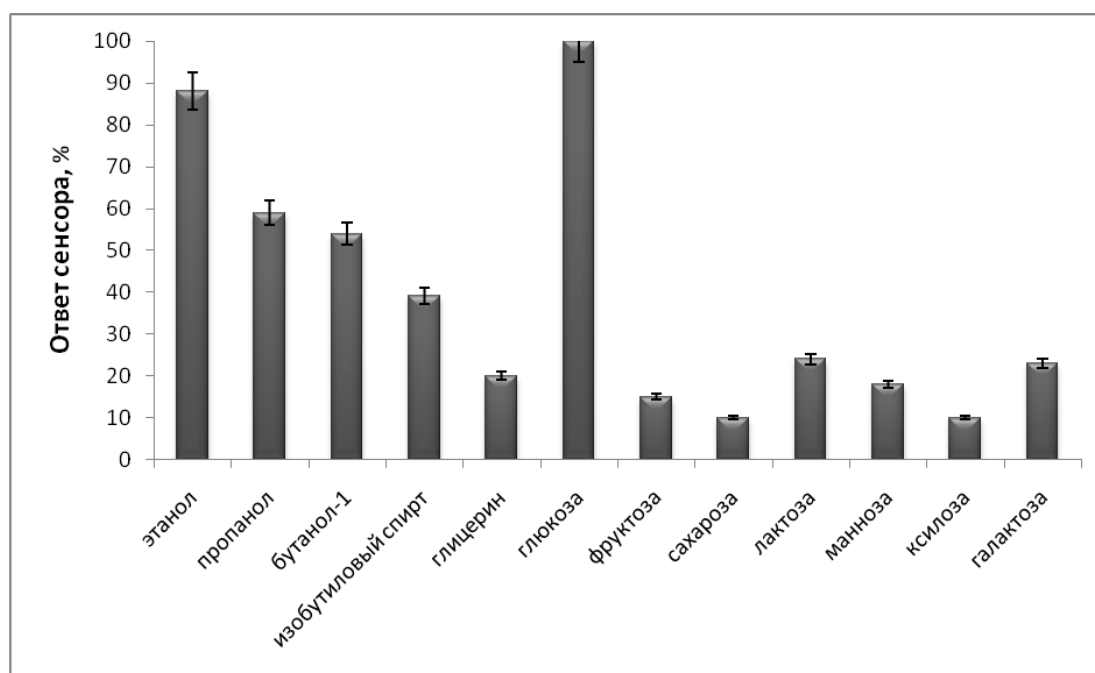


Рис. 2. Портрет субстратной специфичности *G. oxydans* sp. *industrialis* B-1280, иммобилизованных в пленку из полимера ПВС

Gluconobacter oxydans обладают широкой субстратной специфичностью, окисляя органические соединения, такие как углеводы и спирты. Это является перспективным с точки зрения возможности использованию данных клеток микроорганизмов для оценки БПК.

Одной из важных характеристик при создании БПК-сенсоров является долговременная стабильность рецепторного элемента (рис. 3). (Арляпов и др., 2006).

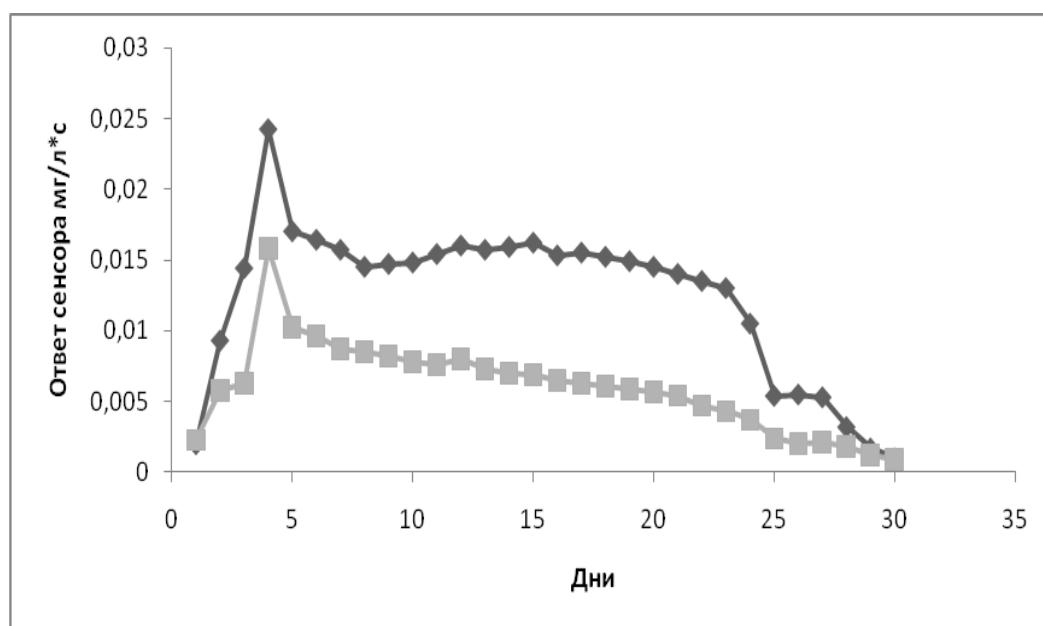


Рис. 3. Долговременная стабильность рецепторных элементов при определении глюкозы и этанола

Для рецепторных элементов, полученных на основе ПВС, наблюдалась типичная для иммобилизованных *G. oxydans* картина долговременной стабильности. В первый день после формирования биорецепторного элемента клетки микроорганизмов имеют низкую активность, которая резко возрастает на четвёртый день работы сенсора. Этот факт можно объяснить адаптацией микроорганизмов к изменившимся условиям внешней среды. На пятый-шестой день функционирования биорецептора на основе бактерий стабилизируется дыхательная активность иммобилизованных микроорганизмов, уровень которой сохраняется на протяжении 25 дней, постепенно снижаясь (Каттрал, 2000).

Таким образом, установлено, что рецепторный элемент на основе поливинилового спирта и бактерий *Gluconobacter oxydans* обладает широкой субстратной специфичностью и хорошей дыхательной активностью и может быть использован для создания БПК-сенсора, и определения биохимического потребления кислорода.

Работа выполнена при поддержке ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 - 2020 годы», соглашение № 14.574.21.0062

Литература

Алфёров В. А., Филатова Н. М., Асулян Л. Д., Блохин И. В., Горячева А. А. Тульский государственный университет Получение стабильного рецепторного элемента биосенсора, иммобилизацией бактериальных клеток *Gluconobacter oxydans* в плёнку из поливинилового спирта, модифицированного N-винилпирролидоном. // Изв. ТулГУ. Сер. Естественные науки. Вып. 1. Тула: Изд-во ТулГУ, 2011. С. 210–220.

Арляпов В. А., Асулян Л. Д., Блохин, И. В., Карташова Т. Д., Власова Ю. А., Ануфриев М. А. Иммобилизация клеток *Gluconobacter oxydans* для создания стабильных рецепторных элементов биосенсоров. Т.: Изд-во ТулГУ, 2006. 137 с.

Демаков В. А., Максимова Ю. Г., Максимов А. Ю. Иммобилизация клеток микроорганизмов // Прикл. биохим. микробиол. 2008. № 2. С. 30–31.

Каттрал В. Роберт. Химические сенсоры. М.: Научный мир, 2000. 123 с.

Луста К. А., Решетилов А. Н. Физико-биохимические особенности *Gluconobacter oxydans* и перспективы использования в биотехнологии и биосенсорных системах. Пущино, 1998.

Пономарева О. Н., Решетилов А. Н., Алферов В. А. Биосенсоры. Принцип функционирования и практическое применение. Тула: издательство ТулГУ, 2007. 255 с.

БИОСЕНСОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БИОХИМИЧЕСКОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ КИСЛОРОДА НА ОСНОВЕ АССОЦИИИ ДРОЖЖЕЙ *PICCHIA ANGUSTA* И *ARXULA ADENINOVORANS*

Т. Н. Козлова, Н. Ю. Юдина, В. А. Арлянов

Тульский государственный университет,

kozlovatatyana_1993@mail.ru

Биосенсоры на основе целых клеток микроорганизмов нашли широкое применение в экологических исследованиях и контроле биотехнологических процессов. Использование целых клеток в качестве биокатализатора в биосенсорах устраняет необходимость выделения индивидуальных ферментов и позволяет активному биоматериалу работать в условиях, близких к их естественной среде, а, следовательно, с более высокой эффективностью. Однако применение дрожжей в качестве биокатализаторов является предпочтительным, чем применение бактериальных клеток, поскольку они более устойчивы к негативным факторам окружающей среды и могут функционировать длительное время. В настоящее время важная роль отводится созданию микробных биосенсоров для определения биохимического потребления кислорода (БПК). Применение БПК-биосенсоров на основе ассоциаций микроорганизмов позволяет существенно повысить спектр окисляемых субстратов и соответственно правильность определения БПК.

Целью данной работы является определение характеристик биосенсора, на основе ассоциации дрожжей *Pichia angusta* ВКМ Y-1397 и *Arxula adeninovorans* ВКМ Y-2677, иммобилизованных на стекловолоконный фильтр GF/A.

Клеточное дыхание, возникающее при окислении субстрата, регистрировали с помощью преобразователя – многофункционального анализатора Эксперт-001, используя кислородный электрод Кларка, на поверхности которого расположен рецепторный элемент. Аналитические и метрологические характеристики определяли с использованием глюкозо-глутаматной смеси (ГГС).

Для получения количественной информации о содержании анализируемых веществ в образце необходимо знать калибровочные характеристики биосенсора, то есть зависимость аналитического сигнала от концентрации.

По экспериментальным данным была построена зависимость отклика биосенсора от БПК в измерительной кювете.

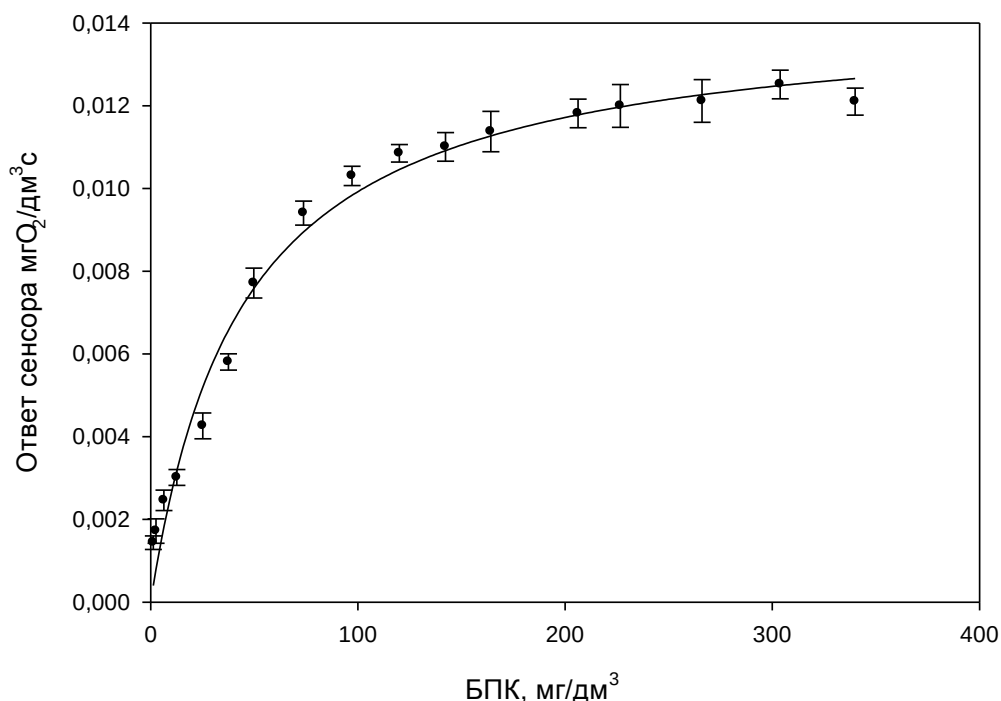


Рис. 1. Градуировочная зависимость ответа биосенсора от БПК (ассоциация, состоящая из штаммов *Pichia angusta* ВКМ Y-1397, *Arxula adeninovorans* ВКМ Y-2677)

Для снижения ошибок анализа использовали линейный участок градуировочной кривой, ограниченный сверху концентрацией, численно равной константе Михаэлиса, K_m , а снизу – нижней границей определяемых концентраций. Таким образом, диапазон определяемых значений БПК для ассоциации дрожжей *P. angusta* и *A. adeninovorans*, иммобилизованных на стекловолоконном фильтре, составил 5,80–44 мгО₂/дм³.

Для оценки эффективности биосенсоров используют такую количественную характеристику, как чувствительность. Она характеризует отклик аналитического сигнала на содержание компонента. Коэффициент чувствительности биосенсора на основе ассоциации дрожжей *P. angusta* и *A. adeninovorans* составил $1,0 \times 10^{-4} \pm 0,1 \times 10^{-4} \text{ с}^{-1}$.

Важной характеристикой любого анализа является его селективность, т. е. возможность определения каждого компонента независимо от других. В случае биосенсорного анализа селективность определяется субстратной специфичностью биоматериала, используемого для формирования рецепторного элемента сенсора. Для оценки субстратной специфичности регистрировали отклик биосенсора на введение в измерительную кювету по 200 мкл растворов различных субстратов концентрацией 1 моль/дм³ (концентрация в кювете 47,62 мМ). Для трудно растворимых веществ применяли насыщенные растворы.

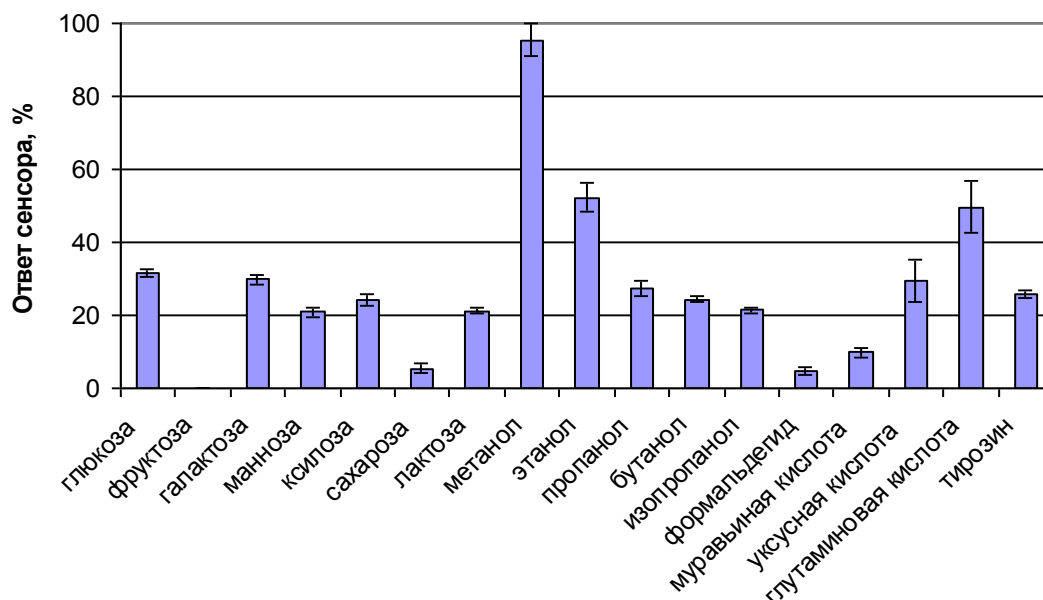


Рис. 2. Субстратная специфичность ассоциации *P. angusta* и *A. adeninovorans*

Ассоциация на основе штаммов *P. angusta* ВКМ Y-1397, *A. adeninovorans* ВКМ Y-2677 способна окислять широкий круг субстратов, которые могут быть обнаружены в сточных водах. Сенсор на основе этой ассоциации дает ответы на одноатомные спирты, моно- и дисахариды, карбоновые кислоты, некоторые аминокислоты (глутаминовая кислота, тирозин). Это является перспективным с точки зрения возможности использования данной ассоциации для оценки БПК.

Операционная стабильность является одной из важнейших характеристик биосенсора. Она показывает, устойчив ли ответ сенсора на одну и ту же концентрацию субстрата при проведении большого числа последовательных измерений. Операционная стабильность сенсоров характеризуется изменением активности биосенсора после нескольких последовательных измерений в течение определенного периода времени. Ответ биосенсора регистрировали на протяжении 15 измерений. Временной промежуток между измерениями составлял 5–7 минут. Ответ сенсора исследуемой ассоциации оставался стабильным на протяжении 15 измерений. Значение относительного стандартного отклонения не превышало 9%.

Долговременная стабильность характеризует устойчивость работы сенсора в течение длительного периода времени. За время стабильной работы рецепторного элемента принимается время, в течение которого величина сигнала составляла не менее 25% от первоначальной активности. Долговременную стабильность определяли путём ежедневного измерения величины ответа сенсора на одну и ту же концентрацию раствора глюкозо-глутаматной смеси. После пятнадцати суток активность клеток снизилась и к восемнадцатому дню составила 23% от первоначальной. Таким образом, долговременная стабильность сенсора на основе ассоциации *P. angusta* ВКМ Y-1397, *A. adeninovorans* ВКМ Y-2677 составила 18 суток.

Проведено определение БПК воды и полупродуктов брожения. Использование ассоциации *P. angusta* и *A. adeninovorans*, иммобилизованных на стекловолоконный фильтр, как основы рецепторного элемента биосенсора для опре-

деления БПК позволяет получать данные с высокой корреляцией к стандартному методу.

Таким образом, ассоциация дрожжей *P. angusta* и *A. adeninovorans*, иммобилизованных на GF/A, подходит для создания рецепторного элемента БПК-биосенсора.

Работа выполнена при поддержке ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы», соглашение № 14.574.21.0062.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ГРИБОВ И ПОЛУЧЕНИЯ БИОСОРБЕНТОВ

И. Э. Шарапова¹, Е. В. Удоратина², А. В. Гарабаджиу³

¹ Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,

² Институт химии Коми НЦ УрО РАН,

³ Санкт-Петербургский технологический институт,
scharapova@ib.komisc.ru, udoratina-ev@chemi.komisc.ru, gar-54@mail.ru

В настоящее время наиболее актуальными остаются биотехнологические исследования, проводимые для решения экологических проблем, а именно, направленные на утилизацию агропромышленных отходов и получение материалов, пригодных для защиты окружающей среды или применения в сельском хозяйстве. Особенно это актуально с точки зрения необходимости расширения ассортимента сорбционных материалов, таких как сорбенты для очистки водных растворов различной природы – сточных вод, пищевых сред, энтеросорбенты, нефтяные сорбенты и т.п.

Перспективным для этих целей может быть использование природного лигноцеллюлозного возобновляемого сырья растительного происхождения, часто являющимся отходом агропромышленного комплекса (деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной или пищевой промышленности, а также гидролизного производства), и, вследствие этого, характеризующегося доступностью и низкой стоимостью.

Цель данной работы – определить возможность использования отходов растительного происхождения, обладающих сорбционными свойствами, в качестве материалов для иммобилизации микроскопических и выращивания высших грибов.

Объектом исследований были коллекционные культуры мицелиальных грибов – *Trichoderma lignorum* (ВКПМ F119), *Trichoderma viride* (ВКПМ F13/10) и базидиальный гриб – *Pleurotus ostreatus*, а также древесные опилки хвойных пород (ДО) и гидролизный лигнин (ГЛ) с фракционным составом 0,1–5 мм. Исследования проведены по общепринятым методикам (Градова и др., 1999). В качестве питательных сред для накопительных культур грибов использовали среду минерального состава Чапека (ЧС), предварительно подготовленные растворы неохмеленного пивного сусла (ПС) и молочной сыворотки (МС). Лигноцеллюлозный материал и жидкие питательные среды соответствовали

экологической безопасности (гидролизный лигнин из отвалов СЛПК «Монди» г. Сыктывкар с нейтральным рН; свеженапиленные древесные опилки – отход деревообрабатывающего производства; пивное сусло и молочная сыворотка – стандартные продукты предприятий пивного и молочного производств г. Сыктывкар). Часть древесных опилок хвойных пород для улучшения сорбционных свойств была обработана химическими реагентами. Полученный лигноцеллюлозный материал из обессмоленных древесных опилок (ОДО) также использован в исследовании.

Различные древоразрушающие грибы, например, представители рода *Trichoderma* способны проявлять нефтедеструктивную активность (Патент № 2465217 РФ; Патент № 2422587 РФ), а также способны участвовать в очистке нефтезагрязненных почв или сточных вод в иммобилизованной на твердом носителе форме (в качестве биосорбента) (Шарапова, 2012; Удоратина и др., 2013). Другие грибы, например, высший гриб *P. ostreatus* (вешенка), способны расти и разлагать компоненты твердых отходов.

В результате проведенных исследований при культивировании грибов на трех различных питательных средах определена оптимальная среда по показателям количества биомассы и, следовательно, пригодности для выращивания грибов в динамических условиях.

Наблюдение опытных образцов необработанных и обессмоленных древесных опилок, а также гидролизного лигнина, инфицированных инокулятами монокультур грибов, показало, что лигноцеллюлозный материал можно расположить в следующем ряду:

1. Для гриба *Trichoderma lignorum*: ГЛ > ДО > ОДО
2. Для гриба *Trichoderma viride* : ГЛ > ОДО > ДО
3. Для гриба *Pleurotus ostreatus* : ДО = ОДО > ГЛ.

Представленные результаты исследований показали возможность выращивания гриба *Pleurotus ostreatus* (вешенка) на различных лигноцеллюлозных материалах. Данная культура, обладающая высокой пищевой ценностью, активно применяется в качестве продукта сельского хозяйства, а возможность получения зрелой вешенки (массы грибов) без длительных промежуточных этапов пересева при культивировании позволяет ускорить процесс выращивания грибов – отмечено формирование плодовых тел уже на 12 сутки после инфицирования инокулятом. Показана возможность оптимизации технологии культивирования вешенки, обеспечивающей получение значительной биомассы грибов за максимально короткий срок на отходах деревообрабатывающего и молочного производства.

Таким образом, полученные результаты позволяют прогнозировать перспективность использования необработанных и обессмоленных древесных опилок хвойных пород, а также гидролизного лигнина в качестве лигноцеллюлозного сырья для выращивания грибов и получения биосорбентов различной направленности.

Литература

Градова Н. Б., Бабусенко Е. С., Горнова И. Б., Гусарова Н. А. Лабораторный практикум по общей микробиологии. М., 1999. 130 с.

Патент № 2422587 РФ. МПК E02B 15/04; C02F 3/32; C02F 3/34; C12N 1/26. Комплексный биосорбент на основе штаммов бактерий и грибов для очистки водных сред от нефти и нефтепродуктов в присутствии микроводорослей / Шарапова И. Э., Маркарова М. Ю., Гарабаджиу А. В. / Заявл. 21.12.2009; опубл. 27.06.2011. Бюл. № 18.

Патент № 2465217 РФ. МПК C02F 3/34; C12N 1/26 (2006.01). Биопрепарат для очистки водных сред от нефти и нефтепродуктов / Шарапова И. Э., Маркарова М. Ю., Гарабаджиу А. В.; Институт биологии Коми НЦ УрО РАН; № 2011118088/10; заявл. 04.05.2011; опубл. 27.10.2012. Бюл. № 30.

Шарапова И. Э. Разработка комплексных форм биопрепарата для биоремедиации загрязненных нефтяными углеводородами почв и водных сред. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. СПб., 2012. 20 с.

Удуратина Е. В., Кучин А. В., Шарапова И. Э., Маркарова М. Ю. Сорбенты нефтепродуктов на основе целлюлозосодержащего сырья // Химия и технология растительных веществ: Тезисы VIII Всерос. науч. конф. с междунар. участием. (Калининград, 7–10 октября 2013г.) Калининград, 2013. С. 218.

ГЕТЕРОГЕННЫЙ БИОКАТАЛИЗАТОР КАК РАСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ БИОФИЛЬТРА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Д. Г. Федосеева, Т. В. Бурмистрова, Е. Л. Афонина
Тулский государственный университет,
d.g.fedoseeva@gmail.com

Биологическая очистка сточных вод промышленных предприятий применяется для удаления растворенных органических загрязнений. Биологическая очистка сточных вод основана на способности микроорганизмов использовать растворенные и коллоидные органические загрязнения в качестве источника питания в процессе своей жизнедеятельности (Кузнецов, 2006). Наиболее универсальным способом биологической очистки сточных вод считается их обработка активным илом. Однако недостатком данного способа является необходимость постоянно выводить из аэрационной системы излишки активного ила, а также губительное воздействие на микроорганизмы спиртов, содержащихся в сточных водах.

Многие инновационные достижения, в том числе в области биоматериалов, инициированы живой природой. Так, одним из важнейших составляющих клеточной стенки диатомовых водорослей является кремнезем, создающий как бы стеклянный защитный панцирь (рис. 1). Это послужило примером для получения «искусственных спор» путем иммобилизации живых клеток в кремниевые матрицы золь-гель методом (Yang Sung Ho, 2013).

Таким образом, получение гетерогенных биокатализаторов актуально в науке, а также является перспективным подходом для предотвращения загрязнения окружающей среды.

Практический интерес представляет исследование структуры золь-гель матриц с инкапсулированными клетками дрожжей *Pichia angusta* ВКМ У-2559

(*P. angusta*), используемых в гетерогенных биокатализаторах, поскольку характеризуются эффективной ферментативной системой окисления спиртов (Каманина, 2014).

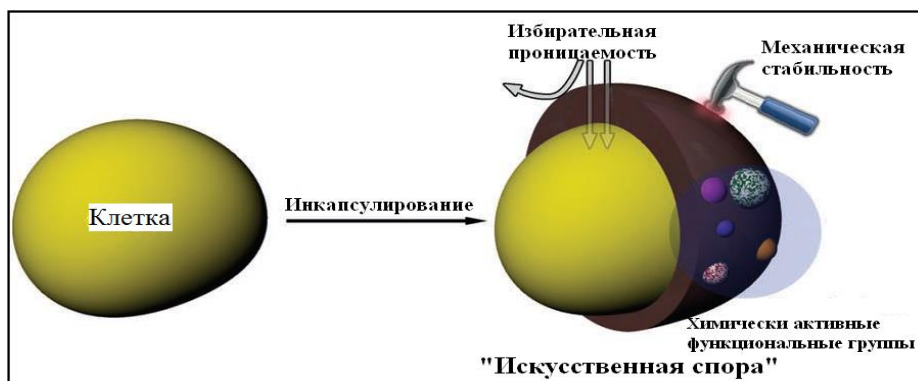


Рис. 1. Образование «искусственных спор»

Ранее было исследовано влияние соотношения силановых прекурсоров (0, 10, 33, 50, 67, 80, 83, 90 и 100 % об. МТЭС по отношению к общему объему силановых прекурсоров) с использованием в качестве порообразователя ПЭГ-3000 на аналитические и метрологические характеристики биосенсора (Ропатова, 2014). Было показано, что максимальной чувствительностью характеризуются биорецепторные элементы с содержанием МТЭС 85 об.%, что, по-видимому, связано с наиболее благоприятными условиями инкапсулирования выбранных микроорганизмов.

При инкапсулировании метилотрофных дрожжей *P. angusta* в кремнийорганическую золь-гель матрицу наблюдается 3D структура (рис. 2). Вокруг каждой клетки формируется кремнийорганическая капсула, при этом инкапсулированные клетки образуют единую структуру.

Известно, что силикатные материалы, в частности стекла, непроницаемы для коротковолнового и средневолнового диапазона УФ излучения. УФ излучение часто используют в микробиологии, биотехнологии, медицине для стерилизации оборудования, поэтому важно понимать насколько эффективно кремнийорганические капсулы защищают живые клетки при облучении. Для выяснения этого вопроса инкапсулированные клетки дрожжей облучали УФ в коротковолновой области ($\lambda = 254$ нм), после чего их использовали в биосенсоре (табл.).

Таблица

**Метрологические и аналитические характеристики
биорецепторных элементов**

	До воздействия УФ	После воздействия УФ
Коэффициент чувствительности, $\text{нА} \cdot \text{дм}^3 \cdot \text{мин}^{-1} \cdot \text{ммоль}^{-1}$	185 ± 6	174 ± 2
Нижняя граница, мкмоль/дм^3	5	7
Предел обнаружения, мкмоль/дм^3	1	2
Операционная стабильность, %	1	1
Долговременная стабильность, сутки	17	16

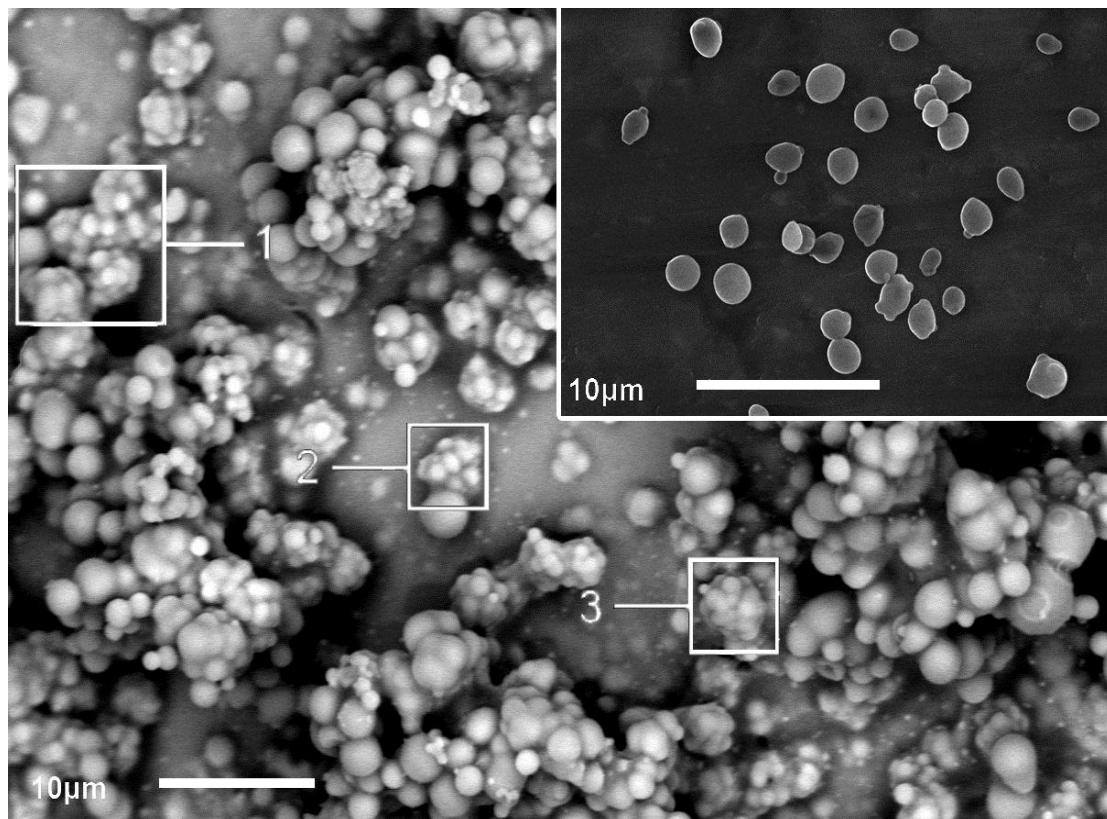


Рис. 2. Изображение золь-гель матрицы с инкапсулированными метилотрофными дрожжами *Pichia angusta* ВКМ Y-2559 (рамками 1,2,3 на рисунке выделены капсулы, содержащие дрожжи *P. angusta*) (СЭМ).

Вставка: изображение клеток метилотрофных дрожжей *Pichia angusta* ВКМ Y-2559 в чистой культуре (СЭМ)

Оказалось, что аналитические и метрологические характеристики биочувствительного элемента на основе дрожжей практически не изменились по сравнению с характеристиками необлученного биочувствительного элемента. Эти результаты указывают на беспрецедентные защитные функции кремнийорганического матрикса, который образуется вокруг метилотрофных дрожжей, что следует учитывать при разработке различных биотехнологий. Так, при использовании инкапсулированных дрожжей в биосенсорном анализе, УФ-облучение можно использовать для периодической стерилизации биосенсорной системы, что позволит избежать микробной контаминации и дополнительно увеличит воспроизводимость анализа, основанного на изменении дыхательной активности микроорганизмов.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 13-03-97514.

Литература

Каманина О. А., Федосеева Д. Г., Рогова Т. В., Понаморева О. Н., Блохин И. В., Мачулин А. В., Алферов В. А. Синтез кремнийорганических золь-гель матриц для разработки гетерогенных биокатализаторов // Журнал прикладной химии. 2014. Т. 87. № 6. С. 753–759.

Кузнецов А. Е., Градова Н. Б. Прикладная эколобиотехнология // Учебное пособие. М.: Мир, 2006. 504 с.

Ponamareva O. N., Kamanina O. A., Alferov V. A., Machulin A. V., Rogova T. V., Arlyapov V. A., Alferov S. V., Suzina N. E., Ivanova E. P. Yeast-based self-organized hybrid bio-silica

БИОДИАГНОСТИКА АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ ХЕМИЛЮМИНЕСЦЕНТНЫМ МЕТОДОМ

В. Э. Владыкина¹, В. И. Жаворонков¹, Е. Н. Резник¹, Т. В. Полежаева²

¹ Вятский государственный гуманитарный университет,

*² Лаборатория криофизиологии крови Института физиологии
Коми НЦ УрО РАН*

В настоящее время во всем мире большое внимание уделяется здоровому образу жизни и правильному питанию, поскольку доказано, что нездоровая диета является одним из факторов риска развития хронических заболеваний. По нормам питания 30% от общего количества потребляемых жиров должны составлять растительные жиры, физиологическая ценность которых выше, чем у животных жиров (Ипатова, 2009).

Главным источником растительных жиров являются растительные масла – продукты, извлекаемые из растительного сырья и состоящие в основном из триглицеридов высших жирных кислот. Также растительные масла являются источниками ненасыщенных незаменимых жирных кислот – линолевой, линоленовой и арахидоновой. В их составе содержатся витамины, фосфолипиды, стерины, насыщенные и ненасыщенные углеводороды с разветвленной цепью и т. д. Все эти составляющие играют важную роль в здоровом функционировании всего организма человека (Шиков, 2004).

Одним из положительных воздействий растительных масел на организм человека является их антиоксидантная активность (АОА) (Ипатова, 2009). Продолжается поиск новых природных антиоксидантов.

Свободные радикалы оказывают существенное влияние на развитие патологических процессов в живых организмах, находясь в ничтожно малых, практически неопределяемых обычными биохимическими методами количествах (Владимиров, 2009; Чеснокова, 2008).

Целью данной работы явилось определение влияния растительных масел на антиоксидантную активность ядродержащих клеток крови человека. Одним из перспективных методов, позволяющих это осуществить, является хемилюминесцентный метод (Фархутдинов, 1995).

В качестве объектов исследования были выбраны три вида растительных масел («Доктор Маслов», Москва), а именно масло расторопши, масло тыквы и масло «Золото инков», в состав которого входит масло ростков пшеницы и амарантовое масло.

Активность ферментативных систем, регулирующих уровень перекисей в клетках, т. е. антиоксидантная активность (АОА) были определены методом

индуцированной хемилюминесценции (ХЛ) на биохемилюминометре БХЛ – 07 (Радаева, 2008).

Метод индуцирования ХЛ перекисью водорода с сульфатом железа основан на том, что в представленной системе происходит каталитическое разложение перекиси ионами металла с переходной валентностью – двухвалентным железом по реакции Фентона. Образующиеся при этом свободные радикалы ($R\cdot$, $OH\cdot$, $RO\cdot$, $RO_2\cdot$) вступают в процесс свободнорадикального образования (СРО) в исследуемом биологическом объекте. На последней стадии СРО при рекомбинации радикалов $RO_2\cdot$ происходит образование неустойчивого тетраоксида ($R-O-O-O-R$), распадающегося с выделением кванта света.

Для анализа в измерительную кювету вносили 0,1 мл лейкоцитного концентрата, 0,05 мл исследуемого образца растительного масла, 0,4 мл фосфатного буфера, 0,4 мл раствора сульфата железа и ставили ее в измерительное гнездо. Набирали в дозатор 0,2 мл перекиси водорода и быстро вносили её в измерительную кювету. Протекающий процесс СРО регистрировали в течение 30 секунд – это наиболее информативный промежуток времени.

Оценка антиоксидантной активности производилась по показателю $tg(-2\alpha)$, т. е. тангенсу угла наклона кривой оси времени (характеризует максимальную крутизну спада кривой, со знаком «-»), чем выше данный показатель, тем выше АОО в исследуемой пробе.

Таблица

Величина показателя антиоксидантной активности лейкоцитов крови (ЛК) человека с растительными маслами (n=5, $M\pm\sigma$)

	Исх. ЛК	Исх. ЛК + масло расторопши	Исх. ЛК + масло «Золото инков»	Исх. ЛК + масло тыквы
$tg(-2\alpha)$	$26,4\pm2,6^*$	$36\pm3,1^*$	$37,2\pm1,4^*$	$37,8\pm3,2^*$

Примечание * – различие с величиной исходного показателя лейкоцитного концентрата (ЛК) статистически значимо ($p\leq0,05$)

В ходе анализа было выявлено, что все исследуемые образцы масел в равной степени увеличивают показатель $tg(-2\alpha)$, т. е. обладают высокой антиоксидантной активностью.

Литература

Ипатова Л. Г. Жировые продукты для здорового питания. Современный взгляд. М.: ДеЛи принт, 2009. 396 с.

Владимиров Ю. А. Свободные радикалы и клеточная хемилюминесценция // Успехи биологической химии, Т. 49. 2009. С. 341–388.

Радаева М. В. Активность антиоксидантных ферментов в норме и при окислительном стрессе на примере метаболического синдрома. Автореф. ... канд. дис. Н. Новгород, 2008. 27 с.

Фархутдинов Р. Р. Хемилюминесцентные методы исследования свободнорадикального окисления в биологии и медицине. Уфа: БГМИ, 1995. 110 с.

Чеснокова Н. П. О роли активации свободнорадикального окисления в структурной и функциональной дезорганизации биосистем в условиях патологии // Успехи современного естествознания. 2008. № 1. С. 71–78.

ОЦЕНКА ОСТРОЙ ЭКОТОКСИЧНОСТИ ХЛОПКОВЫХ ПОЛОТЕН ДЛЯ ДЕТСКОЙ ОДЕЖДЫ

*М. А. Трапезникова, М. А. Кузвалова, П. А. Овчинникова,
А. С. Ярмоленко, Л. В. Морилова*
Вятский государственный гуманитарный университет

Детская одежда не должна оказывать вредного воздействия на организм ребенка. Однако не всегда одежда, а точнее полотна для ее изготовления отвечают гигиеническим требованиям, которые особенно важны для ребенка. Поэтому проблема экотоксичности детской одежды актуальна и требует особого контроля.

Цель работы: оценка острой экотоксичности хлопковых полотен для детской одежды. В работе исследовано 7 образцов хлопковых полотен для детской одежды двух производителей-импортеров Болгарии и Турции.

Таблица

Характеристика исследованных тканей для детской одежды

№ полотна	Химический состав	Страна-производитель
1	100% хлопок	Болгария
2	100% хлопок	Болгария
3	100% хлопок	Турция
4	95% хлопок, 5% эластан	Турция
5	90% хлопок, 10% эластан	Турция
6	90% хлопок, 10% эластан	Турция
7	90% хлопок, 10% эластан	Турция

Определение токсичности водных вытяжек из тканей по смертности и изменению плодовитости дафний (*Daphnia magna* Straus) проводили по методике ФР.1.39.2007. 03222. Опыты проводились с соблюдением следующих требований: рН водной вытяжки для контроля и исследуемых образцов 7,0–8,5; содержание растворенного кислорода не ниже 6 мг/дм³. Критерием острой токсичности служит гибель 50% и более дафний за 96 часов в исследуемой водной вытяжке при условии, что в контрольном эксперименте гибель не превышает 10%.

Проведенными исследованиями установлено, что с увеличением воздействия водных вытяжек увеличивается смертность дафний. У образца под №7 динамика смертности интенсивнее, чем у других образцов. Однако у образца №5 динамического изменения не наблюдается. Установлено, что острой токсичностью обладают образцы № 1, № 2 и № 7, где исследуемые образцы № 1 и № 2 имеют в своем составе 100% хлопка, образец №7 имеет в своем составе 90% хлопка и 10% эластана.

Обнаружено, что наличие в хлопковых полотнах эластана (полиуретановое синтетическое волокно) не оказывает влияния на острую экотоксичность исследованных образцов.

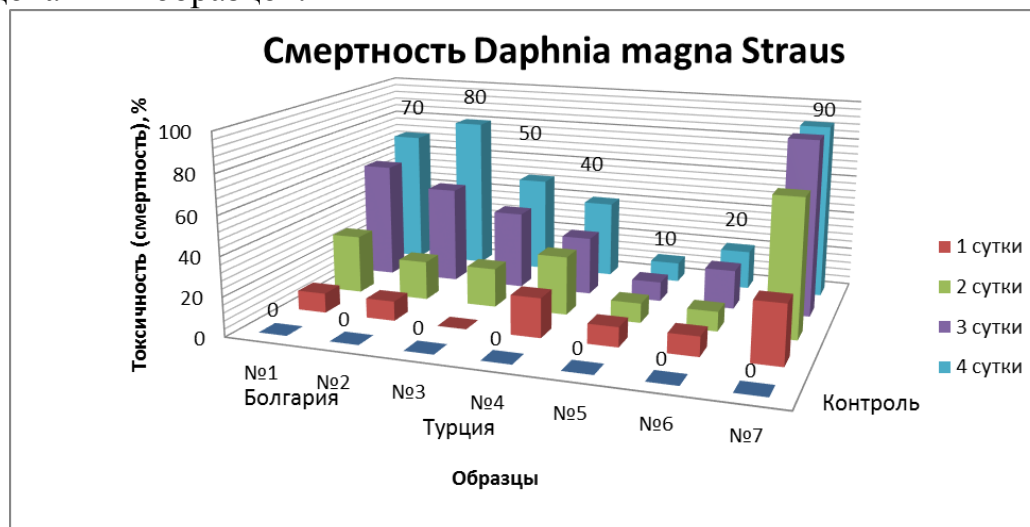


Рис. Смертность *D. magna* в водных вытяжках хлопковых полотен для детской одежды

По полученным результатам сделано предположение, что исследованные полотна содержат значительное количество синтетических волокон, которые производителем не заявлены. Это подтверждают ранее проведенные исследования структуры хлопковых полотен. Исследование структуры полотен проводилось на электронном микроскопе LEVENKUKD 320 LDigital (Трапезникова и др., 2014).

Литература

ФР.1.39.2007.03222. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний. Москва: «АКВАРОС».

Трапезникова М. А., Кугувалова М. А., Елсукова А. Е., Ярмоленко А. С., Морилова Л. В. Исследование технологических свойств и структуры полотен для детской одежды // Экология родного края: проблемы и пути их решения: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (22-24 апреля 2014г.). Киров, 2014. С. 280–282.

ИЗУЧЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ КУЛЬТУРЫ ШТАММА *ESCHERICHIA COLI* M-17 К РАЗЛИЧНЫМ КЛАССАМ ПЕСТИЦИДОВ В ОПЫТАХ НА УСТАНОВЛЕНИЕ ХРОНИЧЕСКОЙ ТОКСИЧНОСТИ

В. Ю. Охупкина, Ю. А. Злобина

Вятский государственный гуманитарный университет,
verona2205@mail.ru

Одним из перспективных направлений оптимизации методов биотестирования является обоснование возможности и условий использования культур различных видов бактерий в качестве биотестов. В ходе ранее проведенных исследований нами в качестве перспективного тест-объекта была выбрана хорошо

изученная и безопасная культура штамма *Escherichia coli* M-17, полученная из коммерческого препарата-пробиотика колибактерина, и обоснованы условия проведения экспериментов. В модельных опытах на хроническую токсичность была изучена чувствительность культуры к действию одной из групп приоритетных токсикантов - ионам тяжелых металлов (Охапкина, Злобина, 2014). При этом микробная культура характеризовалась практическим удобством в использовании, воспроизводимостью получаемых результатов и достаточно высокой и сопоставимой с другими тест-объектами чувствительностью.

Целью настоящего исследования является изучение чувствительности микробной культуры штамма *Escherichia coli* M-17 к различным классам пестицидов в опытах на хроническую токсичность.

На основании анализа рынка доступных для приобретения в сети специализированных магазинов препаратов для защиты растений от вредителей, были выбраны соединения, пользующиеся максимальным потребительским спросом среди покупателей – садоводов: фунгицид «Топаз» (действующее вещество пенконазол); гербицид «Торнадо» (действующее вещество глифосата кислота); инсектицид «Актара» (действующее вещество тиаметоксам); инсектицид «Фосбецид» (действующее вещество пиримифосметил); инсектицид «Фуфанон» (действующее вещество карбофос); инсектицид «Децис» (действующее вещество дельтаметрин).

В качестве инкубационной среды использовали 1% раствор пептона на забуференном физиологическом растворе хлористого натрия с рН в пределах 6,6–7,4 ед рН. В экспериментальные варианты сред по расчету добавляли необходимые количества соединений, входящих в состав пестицидов. Кратность шага разведения токсиканта составляла 4. При добавлении в среду токсикантов до необходимой концентрации рН корректировалась до исходной величины. Испытуемые среды с добавлением токсикантов расфасовывались в пробирки по 5 мл. Для засева сред использовалась суточная агаровая культура *E.coli* M-17, посевная доза составляла 20 млн. микробов в 1 мл по оптической концентрации.

Засеянные среды инкубировали в течение 24 ч при температуре 37 ± 1 °С в статических условиях под ватно-марлевыми пробками, не препятствующими доступу воздуха к растущей культуре. По окончании инкубации контролировали накопление микробной массы по показателю оптической концентрации, которую определяли с помощью стандарта мутности (ОСО мутности) на 5 и 10 единиц, эквивалентным 500 млн. и 1 млрд микробов кишечной группы в 1 мл соответственно.

При анализе результатов сравнивали накопление микробной массы в средах с добавлением различных концентраций токсикантов и в контроле и выражали это отношение в процентах. Полученные данные представлены в таблицах 1–5.

Таблица 1

Накопление микробов штамма *E. coli* М-17 в 1% пептонной среде, содержащей различные концентрации препарата «Топаз», $X \pm I95$, $n=3$

Концентрация препарата, мг·мл ⁻¹	Накопление микробов по оптической концентрации на 24 ч роста, млрд. микробов·мл ⁻¹		Содержание микробов по отношению к контролю, процент
	В отдельных опытах	Среднее	
50,0	-	-	-
10,0	-	-	-
2,0	0 - 0 - 0	0±0,11	0
0,4	2,8 – 2,7 – 2,8	2,77±0,25	86
0,08	3,2 – 3,2 – 3,2	3,2±0,11	99
0,016	3,1 – 3,3 – 3,2	3,2±0,43	99
0,0032	3,2 – 3,0 – 3,1	3,1±0,43	96
0,00064	3,2 – 3, 3- 3,2	3,24±0,25	100
Контроль	3,2 - 3,3 - 3,2	3,24±0,25	100

Примечание – «—» – в первых двух разведениях определить накопление микробов невозможно ввиду мутности препарата.

Данные таблицы 1 показывают, что в случае хронического воздействия при содержании в среде инкубации «Топаза» 0,4 мг/мл накопление микробов снижается на 14%. 2,0 мг/л препарата полностью подавляет рост микробов.

Таблица 2

Накопление микробов штамма *E. coli* М-17 в 1% пептонной среде, содержащей различные концентрации препарата «Торнадо», $X \pm I95$, $n=3$

Концентрация препарата, мг·мл ⁻¹	Накопление микробов по оптической концентрации на 24 ч роста, млрд. микробов·мл ⁻¹		Содержание микробов по отношению к контролю, процент
	В отдельных опытах	Среднее	
180,0	0 - 0 - 0	0±0,11	0
36,0	0 - 0 - 0	0±0,11	0
7,2	2,5 -2,6 - 2,5	2,54±0,25	78
1,44	2,9 – 2,9 – 2,9	2,9±0,11	90
0,288	3,0 – 3,0 – 2,9	2,97±0,25	92
0,0115	3,1 - 3,3 - 3,2	3,2±0,43	99
0,0023	3,2 - 3,2 - 3,2	3,2±0,11	99
0,0005	3,2 - 3,3 - 3,2	3,24±0,25	100
Контроль	3,2 - 3,3 - 3,2	3,24±0,25	100

Данные таблицы 2 показывают, что в случае хронического воздействия при содержании в среде инкубации «Торнадо» в концентрации 1,44 мг/мл накопление микробов снижается на 10%, в концентрации 7,2 мг/мл накопление микробов снижается на 22%.

Таблица 3

Накопление микробов штамма *E. coli* М-17 в 1% пептонной среде, содержащей различные концентрации препарата «Фосбецид», $\bar{X} \pm I95$, n=3

Концентрация препарата, мг·мл ⁻¹	Накопление микробов по оптической концентрации на 24 ч роста, млрд. микробов·мл ⁻¹		Содержание микробов по отношению к контролю, процент
	В отдельных опытах	Среднее	
285,0	0-0-0	0±0,11	0
57,0	0-0-0	0±0,11	0
11,4	0-0-0	0±0,11	0
2,28	2,0 - 2,0 - 2,0	2±0,11	66
0,456	2,4 - 2,4 - 2,3	2,37±0,25	78
0,0912	2,9 - 2,9 - 3,0	2,94±0,25	97
0,01824	3,0 - 3,1 - 3,2	3,1±0,43	102
0,003648	3,2 - 3,1 - 3,1	3,14±0,25	103
Контроль	3,0 - 3,1 - 3,0	3,04±0,25	100

Данные таблицы 3 показывают, что в случае хронического воздействия при содержании в среде инкубации «Фосбецид» в концентрации 0,456 мг/мл накопление микробов снижается на 22%, в концентрации 2,28 мг/мл накопление микробов снижается на 34%.

Таблица 4

Накопление микробов штамма *E. coli* М-17 в 1% пептонной среде, содержащей различные концентрации препарата «Фуфанон», $\bar{X} \pm I95$, n=3

Концентрация препарата, мг·мл ⁻¹	Накопление микробов по оптической концентрации на 24 ч роста, млрд. микробов·мл ⁻¹		Содержание микробов по отношению к контролю, процент
	В отдельных опытах	Среднее	
285,0	0-0-0	0±0,11	0
57,0	0-0-0	0±0,11	0
11,4	0-0-0	0±0,11	0
2,28	2.5-2.5-2.5	2,5±0,11	82
0,456	2.6-2.7-2.6	2,64±0,25	87
0,0912	2.9-2.9-3.0	2,94±0,25	97
0,01824	3.0-3.1-3.2	3,1±0,43	102
0,003648	3.2-3.1- 3.1	3,14±0,25	103
Контроль	3.0-3.1-3.0	3,04±0,25	100

Данные таблицы 4 показывают, что в случае хронического воздействия при содержании в среде инкубации «Фуфанон» в концентрации 0,456 мг/мл накопление микробов снижается на 13%, в концентрации 2,28 мг/мл накопление микробов снижается на 18%.

Данные таблицы 5 показывают, что в случае хронического воздействия при содержании в среде инкубации «Децис» в концентрации 0,02 мг/мл накопление микробов снижается на 13%, в концентрации 0,1 мг/мл накопление микробов снижается на 47%.

Накопление микробов штамма *E. coli* М-17 в 1% пептонной среде, содержащей различные концентрации препарата «Децис», $X \pm I95$, $n=3$

Концентрация препарата, мг·мл ⁻¹	Накопление микробов по оптической концентрации на 24 ч роста, млрд. микробов·мл ⁻¹		Содержание микробов по отношению к контролю, процент
	В отдельных опытах	Среднее	
12,5	0-0-0	0±0,11	0
2,5	0-0-0	0±0,11	0
0,5	0-0-0	0±0,11	0
0,1	1,5-1,5-1,8	1,6±0,75	53
0,02	2.6-2.7-2.6	2,64±0,25	87
0,004	3.0-3.0-3.0	3,0±0,11	97
0,0008	3.2-3.1-3.2	3,17±0,25	104
0,00016	3.2-3.1- 3.2	3,17±0,25	104
Контроль	3.0-3.1-3.0	3,04±0,25	100

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать заключение о том, что культура кишечной палочки штамма М-17 характеризуется практическим удобством в использовании, воспроизводимостью получаемых результатов, однако, она проявляет большую устойчивость к пестицидам по сравнению с соединениями тяжелых металлов. Более токсичными для культуры кишечной палочки оказались «Торнадо», «Децис», «Фосбецид». Отмечается очень малый интервал доз пестицидов между полным отсутствием влияния на микробную культуру и полным подавлением роста, что является токсикологическим признаком опасности данных соединений. Уровни чувствительности культуры к пестицидам сопоставимы с теми концентрациями препаратов, которые используются на практике при обработке растений.

Литература

Охапкина В. Ю., Злобина Ю. А. Изучение чувствительности культуры штамма *Escherichia coli* М-17 к различным классам пестицидов опытах на установление хронической токсичности // Закономерности функционирования природных и антропогенно трансформированных экосистем: материалы Всерос. науч. конф., Киров, 22-23 апреля 2014 года. Киров, 2014. С. 339–343.

ОТКЛИК ТЕСТ-ОРГАНИЗМОВ РАЗЛИЧНОЙ СИСТЕМАТИЧЕСКОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ НА ДЕЙСТВИЕ ИОНОВ МЕДИ (II) В ПРИСУТСТВИИ ГЛУТАТИОНА

**Е. И. Лялина, А. И. Фокина, А. С. Олькова, С. А. Сивкова, В. С. Катаргина,
К. О. Черезова, В. С. Зворыгина, Е. О. Кузнецова**
Вятский государственный гуманитарный университет,
annushka-fokina@mail.ru

Метод биотестирования позволяет установить токсичность среды с помощью тест-объектов, сигнализирующих об опасности независимо от того, какие вещества и в каком сочетании вызывают изменения жизненно важных

функций у тест-объектов. Результат биотестирования представляет интегральную характеристику и в случае тестирования многокомпонентных смесей не может отождествляться только с одним из ее компонентов. Замечено, что при использовании одного и того же тест-организма токсический эффект проб с одинаковым содержанием металлов может существенно варьировать (Sunda et. al., 1978). Большую роль в формировании токсичности играют процессы комплексообразования. Одним из таких процессов является реакция между ионами тяжёлых металлов (ТМ) и органическими веществами. В результате процессов комплексообразования, или связывания, органическое вещество значительно влияет на биодоступность тяжелых металлов для организмов (Линник и др., 1986). Медь один из тех металлов, которые могут оказывать токсическое действие даже в концентрациях значительно ниже ПДК (Тютюкова и др., 2014). За счёт высокой комплексообразующей способности этого металла, проявление токсического эффекта может сильно варьировать в зависимости от концентрации потенциальных лигандов, например гуминовых и фульвокислот (Стравинскене, 2012). Глутатион (GSH) – трипептид, встречается во всех живых организмах и является потенциальным биолигандом. Данных по влиянию глутатиона восстановленного на проявление токсического эффекта ионами меди двухвалентной крайне мало. Поэтому целью работы было – исследование влияния глутатиона восстановленного на отклик тест-организмов при биотестировании растворов, содержащих ионы меди (II). Полученные данные могут быть полезны не только для накопления фактологического материала в теории биотестирования, но и в исследованиях, связанных с изучением токсичности соединений меди для организмов с целью их применения.

Объекты исследования – растворы сульфата меди (II), с концентрацией ионов металла 1 мг/дм^3 (выбор обусловлен тем, что ПДК меди в питьевой воде 1 мг/дм^3), к которым добавляли глутатион восстановленный до соотношения Me:GSH равного 1:0 (без глутатиона), 1:1, 1:2, 1:4.

БиOLUMиНесцентным и тетразольно-топографическим методами (Биоиндикаторы ..., 2008; Огородникова и др., 2013) протестировали растворы на культуре цианобактерий (ЦБ) *Nostoc linckia* 273 (титр = $1,16 \cdot 10^8 \text{ кл/см}^3$) из коллекции кафедры биологии растений, селекции и семеноводства, микробиологии Вятской государственной сельскохозяйственной академии. Для определения хронической токсичности растворов использовали стандартную методику биотестирования, основанную на определении смертности и изменений в плодовитости дафний (Методика определения ..., 2007), группы токсичности определяли на приборах «Биотестер» и «Биотокс 10М» (ПНД Ф ..., 2004; Определение токсичности ..., 2010).

Содержание Cu в тест-организмах после экспозиции с токсикантами определяли методом инверсионной вольтамперометрии (ИВА) (Сборник методик ..., 2004; Васильева, 2012). Методами ИВА и потенциометрии с ионселективным электродом ЭЛИС-131 исследовали активность ионов Cu^{2+} в растворах для биотестирования.

Исследование отклика почвенных цианобактерий Nostoc linckia 273.

Экспозиция ЦБ с глутатионсодержащими растворами соли меди (II) в течение суток приводит к увеличению жизнеспособности ЦБ по сравнению с контролем (табл.), что может быть отражением активизации окислительно-восстановительных реакций в ответ на стрессовое воздействие токсиканта, мобилизацией биохимических систем в ответ на действие стресс-фактора.

Таблица

Влияние глутатиона на токсичность растворов CuSO_4

Вариант (по соотношению металл:GSH)	1-е сутки		7-е сутки	
	ИБХЛ, мВ	Жизнеспособность, %	ИБХЛ, мВ	Жизнеспособность, %
Контроль (вода)	523±17	9,8±0,5	427±18	9,8±0,5
1:0	390±40	60±3	631±1,4	50,2±2,5
1:1	94±6	40±2	934±5	17±2,5
1:4	251±11	50±2,5	940±70	7,5±0,38

Интенсивность биохемилюминесценции (ИБХЛ) по сравнению с контролем снижается, особенно сильно в варианте 1:1. Токсический эффект проявился в снижении показателя.

Экспозиция ЦБ с глутатионсодержащими растворами соли меди (II) в течение семи суток приводит к значительному снижению, по сравнению с суточными значениями, жизнеспособности культуры. Уменьшение жизнеспособности может быть вызвано спадом первоначальной активной мобилизующей ответной реакции (в виде интенсификации ОВР) биохимических систем микроорганизмов на действие токсиканта. В вариантах без глутатиона и с глутатионом в соотношении с металлом 1:1 стимуляция остается, а в варианте, где на одну мольную долю металла приходится 4 доли глутатиона жизнеспособность становится меньше, чем в контроле. Наблюдается сильная негативная взаимосвязь между степенью накопления меди внутри клеток и жизнеспособностью культуры организмов ($K=-0,76$), то есть увеличение доли глутатиона в растворе приводит к увеличению накопления меди внутри клеток и, соответственно, уменьшению жизнеспособности. Причиной такого действия может быть увеличение биодоступности меди в присутствии глутатиона. Жизнеспособность ЦБ и степень накопления в них меди на протяжении всего опыта имеет сильную обратную корреляцию (в среднем коэффициент составляет «-0,80»).

Экспозиция в течение семи суток приводит к увеличению ИБХЛ. Токсический эффект проявился в стимуляции. Стимуляцию ИБХЛ на фоне снижения жизнеспособности можно объяснить, выдвигая на первый план знания об окислительно-восстановительных процессах. Существенная роль принадлежит активным формам кислорода, возникшим, как ответная реакция на действие стресс-фактора (Воейков, 2003) и способным запускать цепные реакции, идущие довольно продолжительное время и после гибели организма. Гибель организма способствует протеканию реакций, так как практически полностью останавливается работа многих систем, ослабляющих вспышки таких реакций в состоянии функционирования, когда организм жив. АФК могут образовываться в процессах, не относящихся к жизнедеятельности организма (Скурлатов, 1994).

Например, растворённый молекулярный кислород может образовывать переходные комплексы с медьсодержащими соединениями глутатиона, при распаде которых выделяются в раствор АФК, способные вносить существенный вклад в окислительно-восстановительные процессы. Кроме того, образующиеся между глутатионом и медью комплексы, способны играть роль катализаторов в ОВР (Степанова, 2012). Наиболее распространенные реакции, сопровождающиеся хемилюминесценцией в клетках и тканях – это реакции пероксидного окисления липидов, углеводов, собственно реакции образования и трансформации АФК и т. д. (Владимиров, 1989). Таким образом, в тот момент, когда тетразольно-топографическим методом зафиксировано отсутствие жизнеспособности, биохемилюминесцентный метод может фиксировать вспышки люминесценции, возникающие в ходе протекания ОВР. Так как соединения меди с глутатионом являются инициаторами образования АФК, с увеличением концентрации глутатиона накопление меди в клетках возрастает и соответственно возрастает содержание АФК в клетке и как следствие увеличивается ИБХЛ.

Исследование отклика дафний и инфузорий. Установлено, что растворы с соотношением Cu:GSH 1:0, 1:1, 1:2 по отношению к дафниям обладают острой токсичностью, организмы погибли в течение первых суток экспозиции. Вариант 1:4 по показателям плодовитости и смертности приближается к контролю (рис.). Биотестирование на приборах «Биотестер» и «Биотокс 10М» показало, что раствор соли меди без глутатиона и 1:1 относятся к III группе токсичности (проба сильно токсична), раствор 1:2 – II группа (проба средне токсична), 1:4 – I группа (проба нетоксична).

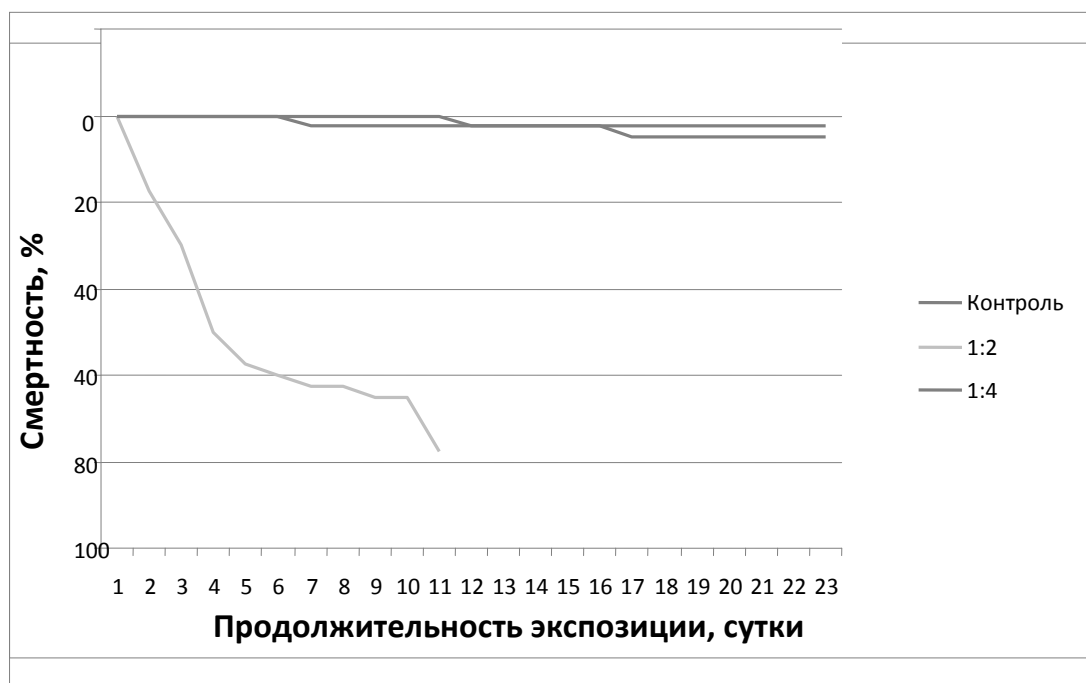


Рис. Влияние соотношения Cu:GSH в растворе на смертность *Daphnia magna* (данные по смертности дафний в растворах вариантов 1:0 и 1:1 отсутствуют, так как организмы погибли в течение первых суток экспозиции)

Все это указывает на снижение токсичности растворов с увеличением доли глутатиона в растворе. Глутатион связывает медь в менее токсичные соединения. Результаты, полученные методом потенциометрии и ИВА, показывают, что при мольном соотношении Cu:GSH 1:1 активность меди снижается в 1,1 раза, 1:2 – в два раза, 1:4 – в четыре раза. Снижение активности Cu^{2+} приводит к снижению биодоступности металла и, соответственно токсичности медьсодержащего раствора.

Токсичность растворов снижается не только за счёт уменьшения активности Cu^{2+} в растворе, но и за счёт ослабления поступления металла в организмы. Так в растворе с соотношением Cu:GSH 1:1 накопление металла организмами по сравнению с раствором без глутатиона меньше в 1,1 раза, 1:2 и 1:4 – значения близки и меньше, чем в варианте 1:0 в среднем в 1,4 раза.

Таким образом, токсичность медьсодержащих растворов зависит от количественного соотношения металла с глутатионом и систематической принадлежности тест-организма. При увеличении количества глутатиона в растворе токсичность растворов уменьшается для дафний и инфузорий, а для цианобактерий увеличивается. Такой различный эффект обусловлен разницей в способности накапливать медь организмами в присутствии глутатиона восстановленного.

Литература

- Биоиндикаторы и биосистемы в оценке окружающей среды техногенных территорий / Под ред. Т. Я. Ашихминой и Н. М. Алалыкиной. Киров: О-Краткое, 2008. 336 с.
- Васильева С. Г. Накопление V, Li и Co клетками цианобактерии рода *Spirulina*: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2012.
- Владимиров А. А. Физико-химические основы фотобиологических процессов. М.: Высшая школа, 1989. 200 с.
- Воейков В. Л. Регуляторные функции активных форм кислорода в модельных водных системах и в крови: Дис. ... докт. биол. наук. М., 2003. 269 с.
- Линник П. Н., Набиванец Б. И. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах. М.: Гидрометеиздат, 1986. 269 с.
- Огородникова С. Ю., Домрачева Л. И., Горностаева Е. А. и др. Методические подходы к количественному определению формазана в клетках цианобактерий // Актуальные проблемы региональной экологии и биодиагностика живых систем: Материалы XI Всеросс. науч.-практ. конф.-выставки инновационных экологических проектов с международным участием. Киров, 2013. С. 48–51.
- ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.11-04. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению интенсивности бактериальной биолюминесценции тест-системой «Эколюм».
- Сборник методик измерений массовой концентрации ионов меди, свинца, кадмия, цинка, висмута, марганца, никеля и кобальта методом вольтамперометрии на вольтамперометрическом анализаторе «Экотест-ВА». М.: ООО «Эконикс-Эксперт», 2004. 61 с.
- Скурлатов Ю. И., Дука Г. Г., Мизити А. Введение в экологическую химию. М.: Высшая школа, 1994. 400 с.
- Степанова М. А. Комплексы палладия и меди в реакциях окисления тиолов пероксидом водорода: Автореф. дис. ... хим. наук. СПб., 2012. 21 с.
- Стравинскене Е. С. Проблема биодоступности тяжелых металлов в экологическом мониторинге природных вод: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Красноярск, 2012. 18 с.

Тюткова Е. А., Григорьев Ю. С. Чувствительность биотестов на основе водорослей хлорелла и сценедесмус к тяжёлым металлам // Теоретическая и прикладная экология, 2014. № 2. С. 57–60.

ФР.1.39.2007.03222. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний. М.: «АКВАРОС», 2007. 41 с.

ФР.1.31.2005.01881. Определение токсичности проб природных и питьевых, хозяйственно-питьевых, хозяйственно-бытовых, бытовых очищенных, очищенных сточных, сточных вод экспресс-методом с применением прибора «Биотестер». СПб.: ООО «СПЕКТР- М», 2010. 15 с.

Sunda W. G., Engel D. W., Thuotte R. Effect of chemical speciation on toxicity of cadmium to grass shrimp, *Palaemonetes pugio*: importance of free cadmium ion // Environ. Sci. Technol. 12. P. 409–413.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ВБЛИЗИ ОБЪЕКТОВ ХРАНЕНИЯ ТБО

А. В. Аникина^{1,2}, А. С. Олькова¹, Е. В. Маханова²

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет,*

² *Вятская государственная сельскохозяйственная академия,*

morgan-abend@mail.ru

Введение. Рост численности населения в городах и развитие промышленности тесно связаны с увеличением количества образующихся бытовых и промышленных отходов, которые при неправильном сборе, несвоевременном удалении и неудовлетворительном обезвреживании ухудшают экологическую обстановку и наносят экологический ущерб окружающей среде, вызывая загрязнение атмосферного воздуха, почвы, поверхностных и подземных вод. Санитарная очистка городов от отходов производства и потребления служит важным элементом жизнеобеспечения. Известно более 20 методов обезвреживания и утилизации твёрдых бытовых отходов (ТБО). Самым используемым и широко практикуемым способом обезвреживания и утилизации ТБО является захоронение отходов производства и потребления на свалках и полигонах (Новоселов, 2013).

На сегодняшний день проблема ТБО не решена полностью ни в одной стране мира. Ежегодно в Российской Федерации образуется около 7 млрд т всех видов отходов, из которых используется лишь 2 млрд т, или 28,6%. Зачастую при уничтожении одного вида отходов порождается другой. Так, при сжигании мусора на специальных заводах в атмосферу поступают крайне вредные вещества, а при их улавливании образуются не менее вредные компоненты в виде шламов, золы и т. п. Под свалки и полигоны ТБО ежегодно отводятся огромные площади земель, которые в результате выбывают из сельскохозяйственного оборота и других видов землепользования. После окончания срока использования полигонов эти земли должны быть рекультивированы, что влечёт дополнительные материальные затраты (Попутникова, 2010).

Целью нашей работы была оценка состояния почвенного покрова в районах размещения ТБО методами химического и токсикологического анализа.

Исследовались пробы почв, отобранные на полигонах отходов и в их санитарно-защитных зонах (СЗЗ) в пос. Костино и Слободском районе Кировской области.

Костинский полигон – крупнейший полигон ТБО г. Кирова, расположен на территории бывшего Костинского сельского округа (ныне в составе Октябрьского района города) в 4,6 км на запад при выезде по Московскому тракту из города Кирова, ориентировочно в 1 км в юго-восточном направлении от южной границы п. Костино.

Данный полигон был открыт для приёма ТБО в 1972 г. с расчётным сроком эксплуатации в 20 лет. В 1999 г. после переполнения основных территорий полигон начали расширять. В 2004 г. эксплуатация полигона была официально завершена, но из-за отсутствия альтернативных площадок он продолжал использоваться для вывоза ТБО. В апреле 2010 г. администрацией г. Кирова была принята программа, предусматривающая окончательное закрытие полигона в течение семи лет. В настоящее время на полигоне хранится более 30 млн. кубометров ТБО (http://rampage-team.ru/sity19rupo/Костинский_полигон).

Полигон твердых бытовых и промышленных отходов г. Слободского расположен на юго-востоке Слободского района Кировской области в 9,5 км от д. Ерусалим. Строительство полигона было начато в 1995 г., затем было заморожено и вновь продолжено в 2004 г. На строительство объекта было выделено около 7 млн руб. Строительство первой очереди полигона ТБО г. Слободского было завершено в 2007 г.

Полигон отвечает всем природоохранным требованиям. Данный природоохранный объект рассчитан для приема отходов г. Слободского и близлежащих к городу населенных пунктов.

Площадь складирования отходов первой очереди – 1,8 га, объем складирования – 246,6 тыс. м куб. Расчетный срок эксплуатации первой очереди полигона ТБО составляет 5 лет (<http://news.unipack.ru/17264>).

Материалы и методы. С полигона ТБО пос. Костино было отобрано четыре пробы почвы: проба № 1 (условно фоновая) взята вне полигона, около пашни у реки Литвиновка; проба № 2 – в СЗЗ полигона; проба № 3 – около наблюдательной скважины № 4; проба № 4 – с территории полигона.

С полигона ТБО г. Слободского также было отобрано четыре пробы почвы: пробы № 1 и № 2 взяты в СЗЗ полигона, проба № 3 (условно фоновая) – вне полигона, за СЗЗ; проба № 4 – с территории полигона.

Расположение наблюдательных участков определено КОГБУ «Кировский областной центр охраны окружающей среды и природопользования».

Пробы анализировали на следующие показатели: рН, влажность, валовое содержание кадмия, мышьяка, ртути, содержание подвижных форм меди, цинка, свинца, никеля, марганца, железа, хрома, содержание ионов аммония и нитратов. Кроме того, определяли степень токсичности почв и активность почвенной каталазы.

Химический анализ был проведён на базе лаборатории КОГБУ «Кировский областной центр охраны окружающей среды и природопользования».

Определение производили по методикам, внесенным в перечень нормативных документов РФ, а также по государственным стандартам.

Токсикологический анализ проведен в аккредитованной Научно-исследовательской экоаналитической лаборатории ВятГГУ.

В основе методики биотестирования с использованием инфузорий *Paramecium caudatum* лежит хемотаксическая реакция (ФР. 1.31.2005.01882). Методика с использованием тест-системы «Эколюм» основана на определении изменений интенсивности биолюминесценции при воздействии токсичных веществ, присутствующих в анализируемой пробе, в сравнении с контрольной, не содержащей вредных веществ (ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.11-04). Время экспозиции для обоих биотестов составляет 30 мин. Количественная оценка параметра тест-реакции выражается в виде индекса токсичности и группы токсичности.

Методы определения каталазной активности почв основаны на измерении скорости распада перекиси водорода при взаимодействии её с почвой. Перекись водорода образуется в процессе дыхания растений и в результате биохимических реакций окисления органических веществ. Роль каталазы в почве заключается в разрушении перекиси водорода, негативно воздействующей как на микроорганизмы, так и корни растений (Хазиев, 1991).

По результатам химического анализа были рассчитаны суммарные индексы загрязнения почвы по формуле:

$$Z_C = \sum_i K_C - (n - 1), \text{ где}$$

где Z_C – суммарный индекс загрязнения почвы;

n – число суммируемых элементов;

K_C – коэффициент концентрации загрязнителя, рассчитываемый по формуле:

$$K_C = \frac{C_i}{C_i^{\phi}}, \text{ где}$$

C_i – реальное содержание элемента в почве;

C_i^{ϕ} – фоновое содержание элемента.

Фоновое содержание элемента брали в среднем по региону (<http://www.kirovskiy.kirv.ru/page23.html>).

Результаты. Содержание анализируемых металлов в исследуемых почвенных образцах, взятых в зоне расположения полигона ТБО пос. Костино, практически ни по одному показателю не превышает нормативов, но выше условных фоновых показателей, следовательно, происходит постепенное накопление их в почвах, прилегающих непосредственно к полигону. В образце почвы с территории полигона зафиксировано превышение ПДК по мышьяку и меди. Значительно большее содержание нитратов (35,4 мг/кг) в условно-фоновой пробе по сравнению с остальными пробами (от 2,5 до 9,6 мг/кг) объясняется, вероятно, внесением минеральных удобрений, поскольку фоновая площадка расположена рядом с пашней.

Все пробы почвы в зоне расположения Слободского полигона ТБО характеризуются более высоким (примерно в 2 раза) содержанием ртути по сравне-

нию с фоном, а содержание подвижных форм железа в них в несколько десятков раз превышает данный показатель по полигону пос. Костино. Содержание подвижных форм меди, цинка, свинца, хрома в пробе с территории полигона значительно превышает условно-фоновые показатели, а по хромю наблюдается превышение ПДК (более, чем в два раза). Значительно большее содержание подвижных форм данных металлов в сравнении с полигоном пос. Костино согласуется и с более низкими значениями pH почвенных вытяжек. Отмечено превышение ПДК по мышьяку.

Результаты расчета суммарных индексов загрязнения почвы представлены в таблице 1.

Таблица 1

Суммарные индексы загрязнения почвы полигонов отходов

Полигон	Участок отбора проб	Z _с
Полигон пос. Костино	Проба № 1 (условно-фоновая)	16,13
	Проба № 2 (в СЗЗ)	41,74
	Проба № 3 (около набл. скважины)	22,16
	Проба № 4 (с территории полигона)	175,2
Полигон г. Слободского	Проба № 3 (условно-фоновая)	79,81
	Проба № 1 (в СЗЗ)	81,19
	Проба № 2 (в СЗЗ)	81,85
	Проба № 4 (с территории полигона)	271,69

Суммарные индексы загрязнения почв, прилегающих к полигону г. Слободского, существенно выше, чем в почвах, расположенных возле полигона в пос. Костино. Следует отметить также, что по мере удаления от территории полигона в пос. Костино суммарный индекс загрязнения снижается не только по сравнению с территорией полигона, но и относительно санитарно-защитной зоны. В почвах, прилегающих к Слободскому полигону, наблюдается снижение рассчитанного индекса загрязнения только относительно территории полигона; для остальных проб этот показатель практически одинаков.

Выявленные тенденции согласуются с результатами биотестирования (табл. 2).

Условно фоновые пробы оказались не токсичными для используемых тест-объектов. Однако, индекс токсичности почвы с фонового участка вблизи полигона пос. Костино, определенный с помощью инфузорий, по своему значению близок ко второй группе токсичности (от 0,40 до 0,70 у.е.). Выше было отмечено, что данная проба отличалась высоким содержанием нитратов. В экспериментах, проведенных ранее, нами замечено, что инфузории *Paramecium caudatum* обладают высокой чувствительностью к азотному загрязнению.

В целом почвы полигона ТБО пос. Костино оказались безопасными. В биотесте с использованием *Paramecium caudatum* индексы токсичности оказались на уровне фоновых данных. Одновременно эти пробы оказывали стимулирующее воздействие на биOLUMИнесценцию тест-системы «Эколюм». Это характерно для водных вытяжек почв богатых биогенными элементами. В соответствии с используемой методикой такой эффект приравнивается к нулю.

Большинство почв полигона г. Слободского оказывали острое токсическое действие на тест-объекты, что выразилось в высоких индексах токсичности, соответствующих второй группе токсичности. По методике с *Paramecium caudatum* вторая группа соответствует «умеренной степени токсичности», а по тест-системе «Эколюм» – «образец токсичен». Наиболее неблагоприятной по результатам биотестирования оказалась проба № 1, отобранная в санитарно-защитной зоне, хотя суммарный индекс загрязнения для нее не самый большой. Вероятно, это связано с комплексным загрязнением, исходящим от полигона, тогда как в суммарном индексе учитывались только некоторые элементы.

Таблица 2

Степень токсичности и активность каталазы почв полигонов отходов

Полигон	Участок отбора пробы	Результаты биотестирования		Активность почвенной каталазы, O ₂ /мин.
		Тест-объект <i>Paramecium caudatum</i>	Тест-система «Эколюм»	
Полигон пос. Костино	№1 (условно-фоновая)	0,30 I группа	0 I группа	0,4
	№2 (СЗЗ)	0,22 I группа	0 I группа	0,7
	№ 3 (около набл. скважины)	0,30 I группа	0 I группа	0,45
Полигон г. Слободской	№3 (условно-фоновая)	0,11 I группа	0	0,1
	№1 (СЗЗ)	0,67 II группа	53,5 II группа	0,3
	№2 (СЗЗ)	0,53 II группа	53,5 II группа	0,3
	№ 4 (с территории полигона)	0,32 I группа	11,7 I группа	0,2

В соответствии с используемой шкалой активности (Звягинцев и др., 2005) все исследуемые почвы являются очень бедными по каталазе. Это свидетельствует о низкой активности почвенного биоценоза в результате действия на него неблагоприятных факторов. В целом активность ферментов выше в почвах территорий, прилегающих к полигону ТБО пос. Костино, которые характеризуются меньшим содержанием подвижных и валовых форм тяжёлых металлов, что согласуется с литературными данными о влиянии тяжёлых металлов на активность и конформацию ферментов. Любой из присутствующих металлов может оказывать индивидуальное воздействие на каждый из рассматриваемых ферментов, но выделить это воздействие при их совместном присутствии затруднительно. Тем не менее, по обоим полигонам прослеживаются зависимости активности ферментов от суммарного индекса загрязнения почвы.

Таким образом, можно говорить о том, что в почвах, прилегающих к полигону г. Слободской, эффект накопления токсических веществ выражен значительно сильнее, чем в пос. Костино, несмотря на более короткий период эксплуатации полигона. Этот факт закономерно выразился в степени токсичности и активности почвенной каталазы.

Литература

- ГОСТ 26483-85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО.
- Биология почв / В. Г. Звягинцев и др. М.: Изд-во МГУ, 2005. 236 с.
- Инстр. № 031-03-010-00. Методика выполнения измерений массовой доли мышьяка в почве и материалах строительных конструкций фотометрическим методом.
- Новоселов А. С. Управление отходами: методические указания для выполнения курсового проекта «Обустройство полигона твёрдых бытовых отходов». Вологда: ВоГТУ, 2013. 48 с.
- ПНД Ф Т 14.1:2.3:4.11-04 16.1:2.3:3.8-04 Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению интенсивности бактериальной биolumинесценции тест-системой «Эколюм». 2010.
- ПНДФ 16.1.8-98. Методика выполнения измерений массовой концентрации ионов нитрита, нитрата, хлорида, фторида, сульфата и фосфата в пробах почв (водорастворимая форма) методом ионной хроматографии.
- ПНДФ 16.1:2.2.36-02. Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в минеральных, органогенных, органоминеральных почвах.
- ПНДФ 16.1:2.23-2000. Методика выполнения измерений массовой доли общей ртути в пробах почв и грунтов на анализаторе ртути РА-915+ с приставкой РП-91С.
- ПНДФ 16.2.2:2.3:3.30-02. Методика выполнения измерений содержания азота аммонийного в твердых и жидких отходах производства и потребления, осадках, шламах, активном иле, донных отложениях фотометрическим методом с реактивом Несслера.
- Попутникова Т. О., Терехова В. А., Яковлев А. С. Оценка негативного воздействия полигона ТБО на почвы по биотическим показателям // Экология и промышленность России. 2010. № 3. С. 51–65.
- РД 52.18.289-90. Методика выполнения измерений массовой доли подвижных форм металлов (меди, свинца, цинка, никеля, кадмия, кобальта, хрома, марганца) в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом.
- ФР. 1.31.2005.01882 (ред. 2010) Методика определения токсичности проб почв, донных отложений и осадков сточных вод экспресс-методом с применением прибора «Биотестер»: ООО «СПЕКТР-М». 2010.
- Хазиев Ф. Х. Методы почвенной энзимологии. М.: Наука, 1991. 149 с.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ГОРОДСКИХ ПОЧВ МЕТОДОМ ФИТОТЕСТИРОВАНИЯ

Е. А. Броновицкая, В. В. Петраш, В. В. Степанов
ФГУП промышленной и морской медицины ФМБА РФ,
spbism@mail.ru

Действующая система контроля за загрязнением окружающей среды городов и химически опасных промышленных предприятий основана на количественном сравнении компонентного состава проб воздуха, воды и почвы с предельно допустимыми концентрациями загрязняющих веществ. Соответствующими органами надзора регулярно контролируется соблюдение установленных нормативов с помощью химико-аналитических методов. Особенно сильное антропогенное воздействие испытывает почва. Почва аккумулирует токсические вещества интенсивнее, чем атмосфера и природные воды (Иванова, 2009). Аккумуляция токсических веществ почвой происходит в течение всего года: весной – при таянии снега, накопившего промышленные токсиканты в зимний пе-

риод, летом – из атмосферы в виде газов, аэрозолей, дождей и туманов. Осенью основной поток поллютантов идет за счет опада травянистых растений, листья растений, кустарников, хвои, содержащих загрязняющие вещества. В первую очередь подвергаются воздействию верхние корнеобитаемые горизонты почвы, с которыми в городских условиях, во дворах, на детских площадках, скверах, контактирует население.

Проведены исследования методами биотестирования проб почвы, взятых на территории городских дворов и детских площадок. Отчеты соответствующих контролирующих учреждений содержат сведения о не превышении допустимых концентраций загрязняющих веществ в воздухе, почве и воде в районе забора проб. Пробы почвы отбирались между жилыми домами, во дворах, на территориях, не контактирующих с транспортными магистралями в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-83 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб», ГОСТ 17.4.4.02-84 «Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа», ГОСТ 28168-89 «Почвы. Отбор проб».

Для определения токсичности с помощью живых организмов используется большое количество тест-объектов, принадлежащих к различным систематическим и трофическим группам. В методических руководствах по биотестированию рекомендуется использовать не менее двух представителей разных видов, а при возможности – четыре (в идеальном варианте применять тест-систему, состоящую из набора тест-организмов). Для создания тест-системы, включающей представителей продуцентов, используются как одноклеточные организмы, так и высшие растения. Изучаемыми тест-реакциями могут быть выживаемость, скорость роста, наращивание зеленой массы, всхожесть, энергия прорастания, изменение окраски, биохимические показатели и т. д.

Предпринята попытка оценить качество условно нетоксичных (по санитарно-химическим показателям) проб почвы с помощью фитотестирования. Для проведения исследований были выбраны семена растения *Lepidium sativum* и растения *Lemna minor*. В первом случае измеряемой тест-реакцией были: энергия прорастания семян, всхожесть, вес. У растений *L. minor* замеряли индекс прироста листочков. Определение фитотоксичности проб почвы проводили в соответствии с общепринятыми методиками (Ашихмина, 2008; Федорова, Никольская, 2003; Гераськин, Сарапульцева, 2010). Так как растение *L. minor* водное, были приготовлены водные вытяжки из почв в соответствии с методикой ФР.1.39.2007.03222. Тестирование с применением *L. sativum* так же проводили в водной вытяжке. Семена в количестве 50 штук, предварительно отобранные и откалиброванные, помещали на смоченную (влажность – 100%) вытяжкой фильтровальную бумагу в чашку Петри. Чашки Петри помещали в термостат (24,0–25,0 °C) на одни сутки, затем переносили в климатостат (20,0–21,0 °C) до завершения испытаний (10-е сутки), и ежедневно осматривали. Регистрировали количество наклюнувшихся, проросших семян, в конце эксперимента – количество и сухой вес растений. Растения *L. minor* в количестве 5 штук, состоящие из одного родительского и маленького дочернего листочка, в стаканах на 50% наполненных вытяжкой почв, устанавливали в климатостат. Для проведе-

ния фитотестирования использовались растения *L. minor*, культивируемые в лаборатории. Каждые пятые сутки заменялась вытяжка в стаканах, проводился осмотр и подсчёт листецов. *L. minor* с плавающими листецами, размножается в условиях лаборатории только вегетативно и обладает чувствительностью ко многим токсикантам. Критерием токсичности вытяжки, в которой находились растения ряски, являлось уменьшение прироста листецов (Мерзляк, 1998; Цаценко, Перестенева, Гусев, 2010). Результаты исследований представлены на рисунках.

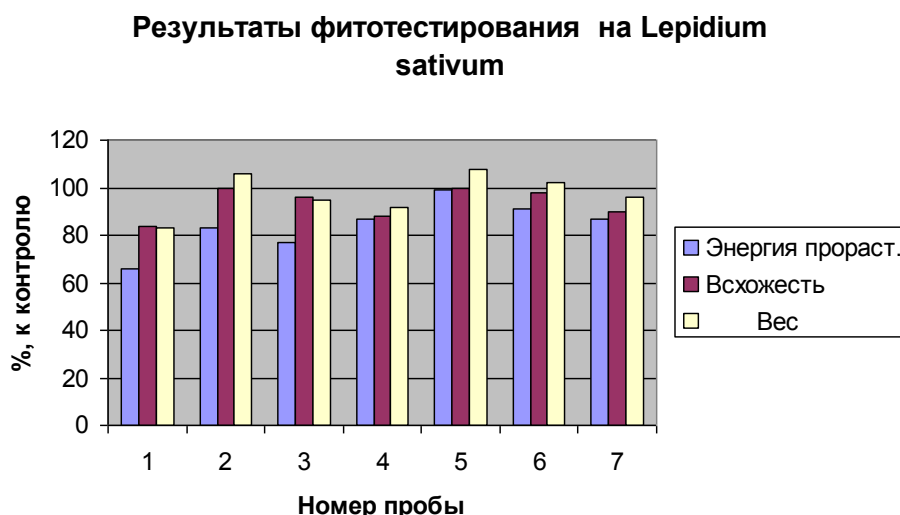


Рис. 1. Влияние водной вытяжки из проб почв на развитие кресс-салата

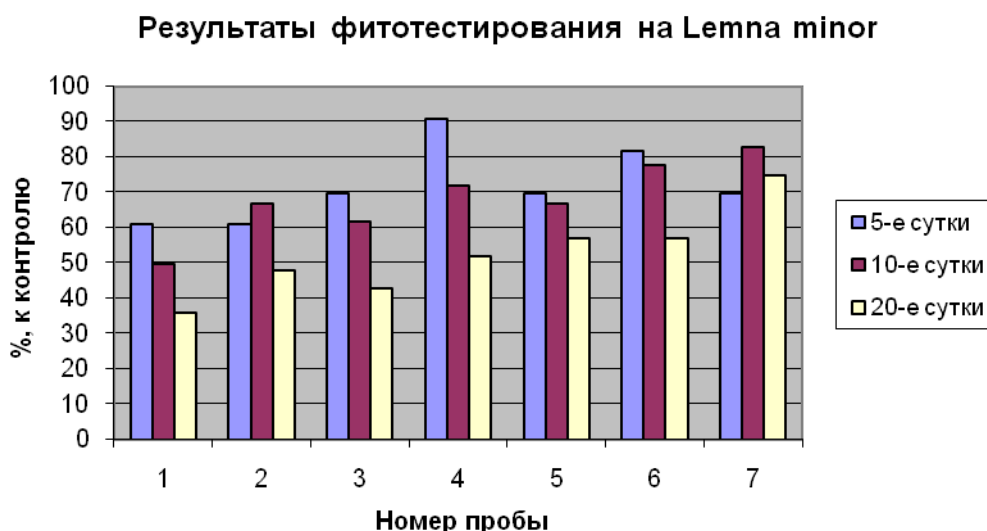


Рис. 2. Влияние водной вытяжки из проб почв на прирост ряски малой

Результаты биотестирования проб почвы с применением в качестве тест-организма *L. sativum* показали, что пробы 2–7 по всем параметрам отличались от контроля не более чем на 20%, что говорит о нетоксичности вытяжки. В пробе 1 самой низкой была энергия прорастания семян (66% от показателя контрольной пробы), при этом вес растений и всхожесть – 83% и 84% соответственно (Рис. 1).

Результаты биотестирования проб почвы с использованием *L. minor* констатировали, что только три пробы (4, 6, 7) отличались от контроля не более

чем на 20%, при этом на 20-е сутки экспозиции прирост у растений всех проб стал снижаться. Обращает на себя внимание динамика снижения прироста. Так, в пробе 1 прирост был ниже контроля на 40%, через 15 суток он уменьшился ещё на 25%. У самой благополучной пробы 4 прирост составлял 91% от контроля, через 15 суток он снизился на 39%. Проба 7 тормозила прирост листочков в начале эксперимента до 70% от контрольных значений, однако, на 10-е и 20-е сутки прирост увеличился, но не достиг контроля (рис. 2). Отрицательная динамика прироста, вероятно, свидетельствует о накоплении в организме тест-объектов веществ, влияющих на развитие растений.

По результатам фитодиагностики можно сделать вывод о том, что пробы условно безвредной почвы содержали вещества, влияющие на рост тест-объекта и в течение эксперимента происходило их аккумулялирование. Полученный результат требует дальнейших расширенных исследований, с привлечением методов химического и физического анализов. Кроме того, в данном случае тест-организм *L. minor* оказался более чувствительным, чем *L. sativum*, что подтверждает избирательность фитотестов и, следовательно, необходимость привлечения для исследований более одного вида представителей продуцентов.

Литература

Биологический контроль окружающей среды: генетический мониторинг: учеб. пособие для студ. высш. проф. образования / Под ред. С. А. Гераськина и Е. А. Сарапульцевой. М., Академия, 2010. 208 с.

Иванова Н. В. Особенности накопления тяжелых металлов в почвах пригородной зоны Новосибирска // Проблемы экологии агроэкосистем: пути и методы их решения: Материалы Всерос. науч. конф., Новосибирск, 2009. С. 40–42.

Мерзляк М. Н. Пигменты, оптика листа и состояние растений. СОЖ, 1998. № 4. С. 19–24.

Федорова А. И., Никольская А. Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. М.: Владос, 2003. 288 с.

Цаценко Л. В., Перестенева А. А., Гусев В. Г. Оценка фитотоксичности почвы на посевах подсолнечника с помощью биотеста ряски малой (*Lemna minor* L.) // Научный журнал КубГАУ, 2010. № 59 (05).

Экологический мониторинг: Учебно-методическое пособие / Под ред. Т. Я. Ашихминой. М.: Альма Матер, 2008. 416 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЯСКИ МАЛОЙ (*LEMNA MINOR* L.) ПРИ БИОТЕСТИРОВАНИИ РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ВОДОЕМОВ

И. С. Боднар^{1,2}, Е. А. Юшкова^{1,2}, В. Г. Зайнуллин¹

¹ Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,

² Сыктывкарский государственный университет

Внедрение в российские национальные нормы рекомендаций Международной комиссии по радиационной защите (МКРЗ) требует усиления позиций экоцентрического подхода к радиационной безопасности. МКРЗ предлагает выбрать условные организмы-индикаторы среди небольшого числа видов био-

ты, по реакции которых можно оценивать допустимые уровни радиоактивного загрязнения экосистем. При выборе индикаторов предполагается учитывать их радиочувствительность, значимость и распространенность в основных экосистемах мира, а также объем имеющейся радиобиологической и радиоэкологической информации (Цветнова и др., 2014).

Ряска малая (*Lemna minor*) широко используется в биотестировании при химическом загрязнении водных объектов. Есть опыт использования в качестве тест-объекта ряски для биотестирования качества вод и при радиационном загрязнении (Берестина и др., 2013). Ряска чувствительна к среде обитания, обладает высокой скоростью вегетативного размножения, вследствие гидрофильной эволюции эти растения крайней редукции всех органов, поэтому по простоте занимают первое место среди цветковых растений. Кроме того, ряска малая является космополитом, нетребовательна к условиям культивирования в лабораторных условиях. Представители семейства рясковых, размножающиеся исключительно бесполым путем, являются перспективным объектом для радиобиологических исследований.

Ряска малая (*Lemna minor*) – однодольное покрытосеменное растение семейства Рясковые (Lemnaceae). Вегетативное тело представлено специфическим листопадным органом фрондом (щитком, листецом) (рис. 1). Фронды собраны посредством гиалиновой нити, тонкого выроста мембраны, в колонии по 2–5 особей. Проводящая система не развита, корни одиночные. Во фронде находится генеративный орган вегетативного размножения – меристематическая ткань. С правой и левой сторон фронда имеются карманы, из которых появляются дочерние особи.

Целью работы является изучение влияния острого гамма-излучения на лабораторную культуру ряски малой.

Материалом для работы послужили растения *Lemna minor*, собранные в водоемах окрестностей города Сыктывкара. Протестировано несколько вариантов обеззараживания ряски от бактерий и водорослей. Растения обрабатывали гипохлоритом натрия в различных концентрациях и временем воздействия. Обрабатывали следующим образом: брали образец загрязненного растения, отрезали корни. Затем интенсивно промывали в дистиллированной воде, после чего опускали в раствор гипохлорита натрия. Затем растения промывали дистиллированной водой, после чего переносили в чашки Петри с питательной средой. Выжившие растения использовались для посева новых культур. Наиболее эффективной оказалась обработка 0,5% гипохлоритом натрия в течение 2 минут.

Растения культивировали в среде Штейнберга. Культивирование проводили в климатической камере с микропроцессорным управлением и цветным жидкокристаллическим дисплеем KBWF 240 (Binder, Германия) при стандартных условиях: температуре $26 \pm 0,1$ °C, фотопериодичности 16 ч свет/8 ч темнота, 70% влажности. При проведении эксперимента колонии, состоящие из 2–4 фрондов, отбирали из материнской культуры и переносили в тестовые ёмкости. Каждая экспериментальная ёмкость содержала 9–12 пластинок. Облучение проводили на базе Института биологии Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар) на установке «Исследователь» (^{137}Cs). Острое облучение проводилось в дозах 7 Гр,

18 Гр, 42 Гр, 63 Гр, 85 Гр, 108 Гр, 126 Гр. На 7, 14, 21, 28 день проведена оценка количественных и морфологических показателей. Вычислено изменение удельной скорости роста, уровень и характер повреждения фрондов. Средняя удельная скорость роста (темп роста) рассчитывается как логарифметическое увеличение темпа роста – количества фрондов для каждой параллели опытных и контрольных групп (Методы испытания., 2011). Достоверность различий между скоростью роста, характеру повреждения фрондов в опыте и контроле определяли по критерию Стьюдента. Производили подсчет доли повреждений фрондов на 21, 28 день после облучения.

Результаты и обсуждение. При семидневном тесте, рекомендованном при тестировании химической продукции, снижение скорости роста ряски до 18 Гр незначительно. С 18 до 85 Гр происходит статистически достоверное снижение скорости роста колоний ряски ($p \leq 0,01$). Сокращение числа дочерних фрондов у облученных особей можно считать непосредственным результатом радиационного повреждения самих дочерних щитков (Гродзинский и др., 1984). С 85 до 126 Гр величина рассматриваемого параметра практически одинакова, в 2,7 раза ниже, чем в контроле. В ткани каждого видимого фронда ряски имеются зачатки следующих поколений фрондов, находящиеся на разных стадиях развития; вся совокупность неразъединившихся фрондов и зачатков называется колонией. В процессе роста колонии более развитые зачатки раньше превращаются в видимые фронды, а более молодые – позже (Касинов, 1966). Зачатки более молодых фрондов обладают большей радиочувствительностью.

При высоких дозах γ -излучения число выживших клеток велико через 2–8 дней, а выживаемость популяции уже практически равна 0. Исходя из того, что у ряски имеются практически развитые зачатки, которые появляются даже при воздействии достаточно высоких доз гамма-излучения, более информативным является применение 14-дневного теста.

Обнаружена прямая зависимость между дозой и удельной скоростью (темпом) роста популяции ($r = -0,87$) при 14-дневном тесте. Удельная скорость роста популяции снижается линейно в зависимости от дозы γ -излучения. Удельная скорость роста при дозах с 18 Гр при 14-дневном тесте статистически достоверно выше, чем в контроле ($p \leq 0,01$) (Рис. 1). Средняя удельная скорость роста снижается при облучении в дозе 42 Гр в 1,46 раза, 63 Гр – 1,85 раза, 85 Гр – 2,76 раза, при дозах выше 108 Гр снижается в 3,3 раза по сравнению с контролем. Дозы в 108, 120 Гр вызывают немедленное и прогрессирующее снижение скорости. В период с 7 до 14 Гр новых фрондов у ряски, облученной в дозах 108–120 Гр не появилось.

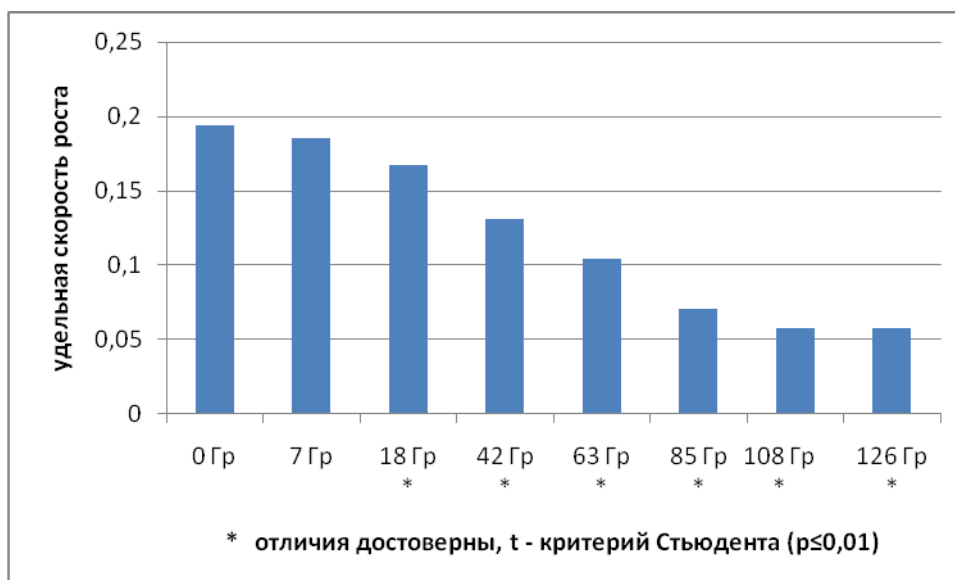


Рис. 1. Средняя удельная скорость роста (14-дневный тест)

Через месяц после облучения был произведен подсчет повреждений фрондов, хлорозов и некрозов (Рис. 2). Все фронды в колониях, облученных в дозе 108–120 Гр на 21 и 28 день, были некротически повреждены. Статистически значимое увеличение хлорозов и некрозов по сравнению с контролем наблюдается во всех дозах, кроме 18 Гр ($p \leq 0,01$). Отмечается уменьшение площади фрондов по сравнению контролем. С 63 Гр на 28 день доля изученных повреждений превышает 50%. Помимо хлорозов и некрозов встречаются такие изменения в колонии ряски как потеря плавучести, рассоединение колоний из-за повреждения гиалиновой нити, уменьшение площади фрондов, при облучении в высоких дозах появляется комплекс повреждений.

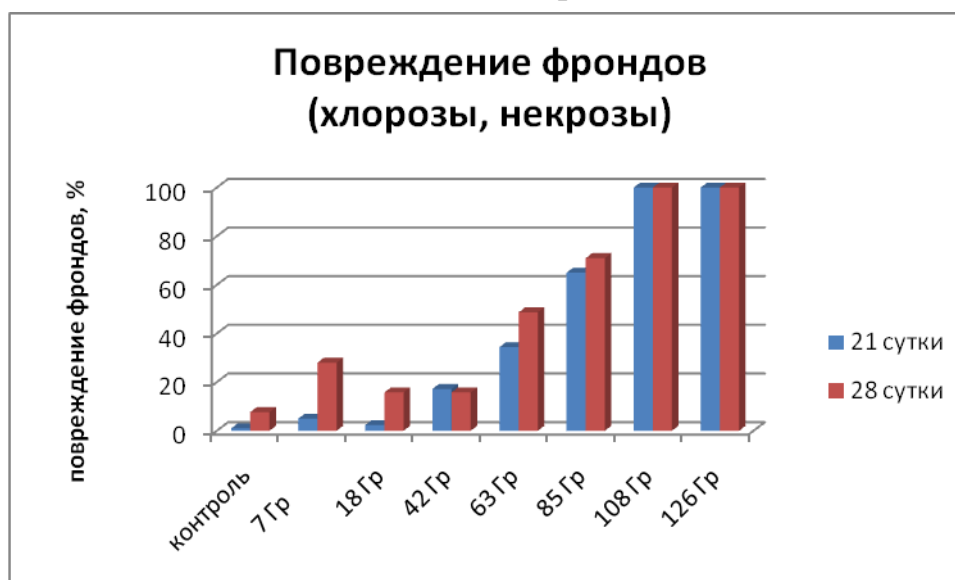


Рис. 2. Уровень повреждения фрондов (хлорозы и некрозы)

Таким образом, ряска малая является подходящим объектом для использования в биотестировании радиоактивно загрязненных водоемов. Наиболее приемлемым является использование четырнадцатидневного теста на угнетение роста.

Литература

Берестина А. В., Рассказова М. М., Чиж Т. В. Использование *Lemna minor* L. В качестве тест-объекта для оценки химического и радиационного загрязнения // Биодиагностика в экологической оценке почв и сопредельных сред: Материалы междунар. конф. (4–6 февраля 2013 г.). М., 2013. С. 22.

Гродзинский Д. М., Коломиец К. Д., Гудков И. Н., Кутлахмедов Ю. А., Булах А. А. Формирование радиобиологической реакции растений. Киев: Наука, 1984. 216 с.

Касинов В. Б. Скорость размножения и выживаемость ряски *Lemna minor* после γ -облучения // Радиобиология. 1968. Т. 4. Вып. 4. С. 605–612.

Методы испытания химической продукции, представляющей опасность для окружающей среды. Испытание ряски на угнетение роста. М., 2011.

Цветнова О. Б., Щеглов А. И., Столбова В. В. К вопросу о методах биодиагностики в условиях радиоактивного загрязнения // Радиоэкология. 2014. Т. 54. № 4. С. 423–431.

БИОТЕСТИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКОГО ПРУДА ТАЛЫМ СТОКОМ

Т. А. Герасимова¹, Ю. Л. Герасимов²

¹ Самарская государственная областная академия (Наяновой),

² Самарский государственный университет,
yuger55@list.ru

Сильное загрязнение атмосферы вызывает выпадение на территорию города загрязнённых атмосферных осадков. Особенно много загрязнений содержится в снеге, вследствие большой поверхности снежинок. Изучение химического состава снега позволяет выяснять качественный и количественный аспекты загрязнённости атмосферы (Василенко и др., 1975). Широко практикуется и биотестирование воды из растопленного снега (Султанов, Счастливая, 2002). Ранее нами была показана токсичность воды из растопленного снега для дафний (Герасимов и др., 1999).

Лежащий на земле снег продолжает загрязняться, а весной загрязнённая талая вода стекает в водоёмы. Нами было предпринято исследование влияние загрязнённого талого стока на качество воды городского пруда. Пруд расположен в Октябрьском районе г. Самара в 150 м вниз по склону от улицы с оживлённым автомобильным движением. Снег, поглотивший атмосферные загрязнения, на дороге и обочинах дополнительно загрязняется выхлопными газами и антиобледенителями.

Было проведено биотестирование воды из пруда, расположенного в Октябрьском районе г. Самары и снега с берега этого пруда.

Снег отбирали на всю толщину слоя 25 марта 2014 г. на расстоянии 1 м от края котловины пруда со стороны, обращённой к автомагистрали. В лаборатории снег растопили и талую воду выдержали 72 часа перед началом исследования.

Воду для тестирования отбирали 20 апреля 2014 г., когда снеговой покров почти полностью растаял, и 20 мая того же года. Отбор проводили батометром Руттнера на прибрежном мелководье (глубина 10 см), куда поступает талый сток, и в центральной части пруда (глубина 1,2 м) на расстоянии 20 м от берега

и глубине 0,5 м. Биотестирование проводили в лаборатории экологии и биоразнообразия Самарской государственной областной академии (Наяновой). В отборе проб и токсикологических экспериментах участвовали учащиеся 10–11 классов академии.

В экспериментах применяли стандартную методику Н.С.Строганова (Строганов, 1971). Изучали влияние неразбавленной воды из пруда на дафний, а также разбавляли её отстоянной не менее трех суток водопроводной водой до 75 и 50%. В качестве контроля использовали отстоянную водопроводную воду. В сосуд объемом 0,75 л сажали по 10 рачков в возрасте до 24 часов из одного поколения.

Использовали дафний (*Daphnia magna* Straus) из лабораторной культуры на кафедре зоологии Самарского государственного университета.

Эксперименты проводились в термостате со стеклянной дверкой при температуре 21–22 °С и естественном освещении. Дафний кормили суспензией пекарских дрожжей через 1 сутки. Через каждые 4 дня проводили замену среды на вновь приготовленную.

В ходе эксперимента учитывали следующие показатели: количество погибших и ставшихся в живых особей, время появления яиц в выводковых камерах, время выхода молоди из выводковых камер и ее количество. Все эксперименты проводились в трех повторностях. Достоверность различий оценивали по критерию Вилкоксона – Манна – Уитни (Гублер, 1978).

Вода из растопленного снега вызывала гибель дафний (табл. 1).

Таблица 1

Выживаемость (%) дафний в воде из растопленного снега

Концентрации талой воды	Сутки эксперимента									
	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21
Контроль	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
50%	100	97	97	97	97	93	93	93	93	93
75%	93	93	90	83	83	83	80	80	73	73
100%	70	57	50	50	50	46	46	46	46	46

Как видно из таблицы, незначительная гибель дафний происходила даже в талой воде разбавленной вдвое, а в неразбавленной превысила 50%.

Размножение дафний происходило во всех вариантах эксперимента.

В неразбавленной талой воде откладка яиц в выводковые камеры и выход молоди наблюдались на 5 суток позже, чем в контроле, в разбавленной до 75% – на 3 суток позже, в разбавленной вдвое – одновременно с контролем (табл. 2).

Таблица 2

Динамика величин плодовитости (яиц/самку) дафний в процентах от контроля в воде из растопленного снега

Концентрации талой воды	Выметы				
	1	2	3	4	5
50%	95	99	101	93	98
75%	93	87	89	91	–
100%	38	44	48	–	–

Различия между полученными данными контроля и эксперимента в концентрации 50% оказались недостоверны ($U_{оп.}=5$, $U_{ст.}=1$, $P=99\%$), разбавленная вдвое талая вода не оказала негативного влияния на воспроизводство дафний. Величины плодовитости в 100 и 75% концентрациях талой воды достоверны ($U_{оп.}=0$, $U_{ст.}=4$, $P=95\%$). Талая вода оказала достоверное негативное влияние на воспроизводство дафний.

В экспериментах с прудовой водой все дафний во всех вариантах остались живы на протяжении 21 суток.

Размножение дафний происходило во всех вариантах эксперимента. В воде с прибрежного мелководья откладка яиц в выводковые камеры и выход молоди в неразбавленной прудовой воде наблюдались на 1 сутки позже, чем в контроле, в обоих вариантах с разбавлением прудовой воды – одновременно с контролем (табл. 3).

Таблица 3

Динамика величин плодовитости (яиц/самку) дафний в процентах от контроля в воде с прибрежного мелководья

Концентрации прудовой воды	Выметы				
	1	2	3	4	5
50%	95	102	101	96	95
75%	93	101	89	103	91
100%	78	94	82	93	83

Различия между полученными данными контроля и эксперимента в концентрации 50 и 75% оказались недостоверны ($U_{оп.} 5$, $U_{ст.}=1$, $P=99\%$), таким образом, разбавленная прудовая вода не оказала негативного влияния на воспроизводство дафний. Различия между полученными данными контроля и эксперимента в концентрации 100% оказались достоверны ($U_{оп.}=0$, $U_{ст.}=1$, $P=99\%$). Таким образом, неразбавленная прудовая вода оказала достоверное негативное влияние на плодовитость дафний.

В воде из центральной части пруда откладка яиц в выводковые камеры и выход молоди во всех вариантах были одновременно с контролем (табл. 4).

Таблица 4

Динамика величин плодовитости (яиц/самку) дафний в процентах от контроля в воде из центральной части пруда

Концентрации прудовой воды	Выметы				
	1	2	3	4	5
50%	101	97	97	99	99
75%	94	103	95	104	92
100%	92	104	93	99	96

Различия между полученными данными контроля и эксперимента во всех вариантах с прудовой водой оказались недостоверны ($U_{оп.}$ от 13 до 17, $U_{ст.}=1$, $P=99\%$), таким образом, вода из центральной части пруда не оказала негативного влияния на воспроизводство дафний.

В третьей серии исследований гибели дафний в прудовой воде, отобранной 20 мая не наблюдалось. Откладка яиц в выводковые камеры и выход моло-

ди в неразбавленной прудовой воде из центра пруда и из прибрежной зоны происходили одновременно с контролем. Плодовитость дафний в неразбавленной прудовой воде из центра пруда и из прибрежной зоны была несколько ниже, чем в контроле, но различия оказались недостоверны при $P=99\%$.

Мы не проводили химический анализ талой воды, но загрязнение атмосферы г. Самара постоянно контролируется, в основном оно происходит за счёт выхлопных газов автотранспорта (Государственный доклад..., 2013).

Загрязнение городских водоёмов талым стоком с прилегающих территорий выявлено во многих промышленных центрах (Новороцкая, 2011). Наши эксперименты подтвердили негативное влияние тающего снега на качество воды прудов г. Самара. В то же время выяснилось, влияние талой воды сказывается в прибрежной мелководной полосе, а центральная часть пруда, за счёт разбавления поверхностного стока, загрязняется слабее. Через месяц после таяния снега токсичность воды на мелководьи значительно уменьшилась. Это произошло, вероятно, за счёт перемешивания воды, оседания части загрязнений на дно, их химической и биологической детоксикации в процессах естественного самоочищения.

Литература

Василенко В. Н., Назаров И. М., Фридман Ш. Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 181 с.

Герасимов Ю. Л., Масалина Н. В., Ройтер М. Я. Исследование воздействия воды из растопленного свежеснежавшего снега на дафний *Daphnia magna* Straus // Вопросы экологии и охраны природы в лесостепной и степной зонах. Самара, 1999. С. 173–178.

Государственный доклад о состоянии окружающей среды и природных ресурсов Самарской области за 2012 год. Вып. 23. Самара, 2013. 397 с.

Гублер Е. В. Вычислительные методы анализа и распознавания патологических процессов Л.: Медицина, 1978. 294с.

Новороцкая А.Г. Роль снежного покрова в загрязнении р. Амур (на примере г. Хабаровск) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. 2011. Вып. 5. С. 412–418.

Строганов Н. С. Методика определения токсичности водной среды // Методики биологических исследований по водной токсикологии. М.: Наука, 1971. С. 14–60.

Султанов И. М., Счастливая Н. В. Интегральная биотестовая оценка загрязнённости снежного покрова г. Стерлитамака и его окрестностей по хемотоксической реакции парameций // Проблемы и перспективы изучения естественных и антропогенных экосистем Урала и прилегающих регионов. Стерлитамак, 2002. С. 84–88.

СРАВНЕНИЕ ОТВЕТНЫХ РЕАКЦИЙ ДАФНИЙ И ЦЕРИОДАФНИЙ НА ЗАГРЯЗНЯЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

А. С. Олькова, И. Л. Галимова

*Вятский государственный гуманитарный университет,
morgan-abend@mail.ru*

В практике биотестирования дафнии и цериодафнии являются ценными тест-организмами, так как позволяют устанавливать токсические эффекты, свидетельствующие не только об острой, но и о хронической токсичности. Биоло-

гия дафний и цериодафний сходна, при этом многими исследователями отмечаются различия в видовой чувствительности этих организмов к загрязняющим веществам (Филенко и др., 1990). Однако, эти данные носят разрозненный характер, не позволяющий использовать их при интерпретации результатов биотестирования природных и сточных вод.

Нами была поставлена задача сравнить чувствительность дафний и цериодафний по их ответным реакциям на загрязняющие вещества, свойственные для природных и сточных вод, в модельных экспериментах.

В качестве действующих были выбраны вещества, содержащие элементы с регионально или локально повышенными концентрациями в подземных и поверхностных водных объектах Кировской области и других регионах России: фторид натрия, сульфат цинка, хлорид стронция, тетраборат натрия и дихромат калия в качестве классического модельного токсиканта для калибровки чувствительности низших ракообразных. Источниками загрязняющих веществ при этом являются как природные, так и техногенные объекты.

Например, концентрации фтора в поверхностных водах могут достигать экстремально высоких значений, что обуславливает формирование уникальных фторовых вод и загрязнение эксплуатируемых скважин (Крайнов, Рубейкин, 1967). Максимальные концентрации фтора, вследствие природного загрязнения, фиксируются в поверхностных водах на уровне 0,5–20 мг/л, в подземных – до 20 мг/л (Крайнов, Швеиц, 1980).

Загрязнение цинком чаще всего связано с антропогенной деятельностью: металлургией (сплавы и антикоррозийные покрытия), химической и электрохимической промышленностью (гальваника, аккумуляторы), целлюлозно-бумажным производством (флюс), теплоэнергетикой (в составе выбросов ТЭС). Вместе с медью и свинцом цинк занимает первое место среди рассеянных элементов по интенсивности поглощения живыми организмами (Ковальский, 1983).

Содержание стронция все чаще превышает установленные нормативы. Он легко выщелачивается из минерального сырья многих производств. В сыром осадке первичных отстойников станций биологической очистки крупного промышленного города содержание стронция достигает 226 мг/кг (Найштейн, 1975).

Растет содержание биологически доступного бора как вследствие особенностей литогенной основы, так и по причине широкого применения в промышленности. Содержание бора в сточных водах может достигать 15 мг/кг сухого осадка, тогда как вода для орошения сельскохозяйственных структур не должна содержать больше 0,75 мг/л (Найштейн, 1975).

Нами была проведена серия экспериментов определения интегральной токсичности в соответствии с аттестованными методиками (ФР.1.39.2007.03221, 2007; ФР.1.39.2007.03222, 2007). Устанавливалась хроническая токсичность растворов, содержащая 5 ПДК действующего элемента. Контролем служила вода без добавок. Кроме показателей смертности и плодовитости, обязательных для регистрации в методике, нами была сделана попытка выявить и оценить другие тест-функции низших ракообразных.

Полученные результаты отражены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Смертность и плодовитость *D. magna* и *C. affinis* при воздействии различных веществ (концентрации равные 5 ПДК в расчете на Cr, Zn, Sr, B, F)

Вариант	Плодовитость (кол-во особей на 1 самку)		Смертность в остром эксперименте, %		Смертность в хроническом эксперименте, %	
	<i>D.m.</i>	<i>C.aff.</i>	<i>D.m.</i>	<i>C.aff.</i>	<i>D.m.</i>	<i>C.aff.</i>
Контроль	6,4±0,72	29,2±2,51	0	0	0	0
SrCl ₂ ·6H ₂ O	6,8±2,00	11,9±0,49*	0	0	0	0
K ₂ Cr ₂ O ₇	4,29±1,95*	0*	0	60	93	100
Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O	5,4±0,7*	11,9±2,09*	0	0	0	10
NaF	3,83±0,32*	6±1,33*	0	0	0	0
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	7,1±1,22	2,2±0,61*	0	0	6	100

Примечание: * – отличия от контрольных значений достоверны.

Эксперимент показал, что все опытные растворы с добавками действующих веществ угнетали плодовитость *C. affinis*, тогда как способность к размножению *D. magna* под воздействием хлорида стронция и сульфата цинка осталась на уровне контрольных значений. В опыте с цериодафниями сульфат цинка оказал значительный токсический эффект: плодовитость особей угнетена в 13,3 раза, смертность достигла 100%. Максимальная чувствительность обоих видов ракообразных проявилась в опыте с дихроматом калия: для *C. affinis* установлена острая токсичность по критерию гибели особей (больше 50% за 96 ч.), для *D. magna* отмечена хроническая токсичность как по показателю гибели, так и по снижению плодовитости рачков.

Для сравнения чувствительности дафний и цериодафний плодовитость тест-организмов выразили в относительных величинах (в сравнении с контрольными значениями), что отражено на рисунке.

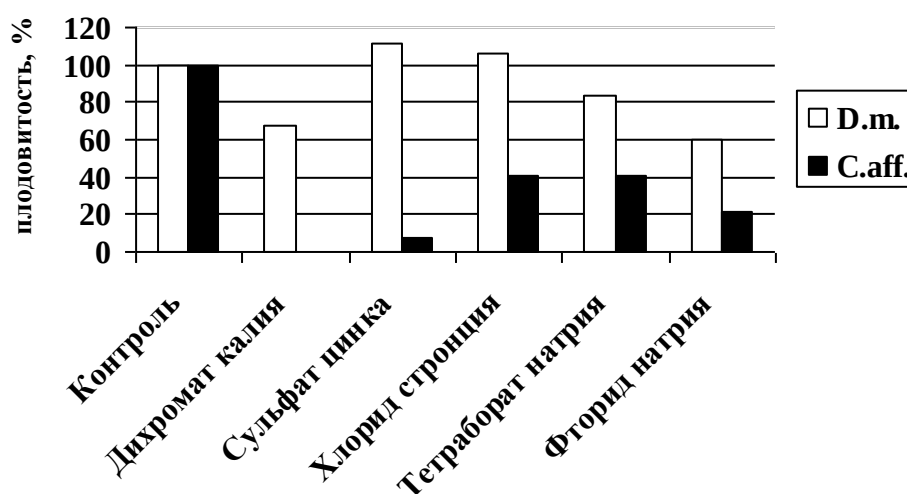


Рис. Плодовитость *Daphnia magna* и *Ceriodaphnia affinis* при воздействии различных веществ (концентрации, равные 5 ПДК, в расчете на Cr, Zn, Sr, B, F)

Анализируя плодовитость ракообразных, подтверждается факт повышенной чувствительности *C. affinis* (на примере выбранных соединений). Например, при тестировании соединения бора показатель плодовитости *D. magna* снизился на 20%, а *C. affinis* на 60%. Действие фторида натрия снизило плодовитость *D. magna* на 40%, а плодовитость *C. affinis* – на 80%. Резкие различия в показателе плодовитости рачков наблюдаются при тестировании раствора сульфата цинка: плодовитость цериодафний оказалась в 12,5 раз меньше плодовитости дафний.

Кроме показателей смертности и плодовитости, рекомендованных используемыми методиками, оценивали другие токсические эффекты:

- день появления (вымета) первой молоди, свидетельствующий о своевременном созревании особей;
- угнетение трофической функции оценивали качественно, то есть визуально: кормление особей во всех опытных вариантах равнялось контрольному (1 мл суспензии водорослей на 100 мл водной среды). В случае угнетения трофической активности, наблюдали зеленый осадок из водорослей, а также зеленый оттенок тестируемой среды;
- наличие абортивных яиц считается серьезным функциональным нарушением жизнедеятельности низших ракообразных, в таблице приводим наличие или отсутствие;
- к морфологическим изменениям, диагностируемым визуально, относили уменьшение размеров тела по сравнению с контрольными параметрами, а также окраску покровов тела (табл. 2).

Таблица 2

Сравнение токсических эффектов *D. magna* и *C. affinis* в ответ на действие токсикантов (концентрация в расчете на Cr, Zn, Sr, B, F равна 5 ПДК)

Вариант	День вымета первой молоди		Угнетение трофической функции		Наличие абортивных яиц		Морфологические изменения	
	<i>D.m.</i>	<i>C.aff.</i>	<i>D.m.</i>	<i>C.aff.</i>	<i>D.m.</i>	<i>C.aff.</i>	<i>D.m.</i>	<i>C.aff.</i>
Контроль	10	4	–	–		–	–	–
K ₂ Cr ₂ O ₇	12	–	+	+	+	–	бледные покровы	уменьшение размеров
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	13	4	+	–		–	бледные покровы	уменьшение размеров
SrCl ₂ ·6H ₂ O	13	4	–	–		–	уменьшение размеров; бледные покровы	уменьшение размеров; бледные покровы
Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O	10	4	–	–	+	–	бледные покровы	уменьшение размеров
NaF	13	4	–	+		–	–	уменьшение размеров

Дополнительные токсические эффекты оказались также довольно информативными. Угнетение трофической функции, наличие абортивных яиц, блед-

ность покровов, уменьшение размеров тела особей сигнализируют о стрессе организмов.

Различия во времени созревания особей ярче проявились в опытах с *D. magna*: первый приплод дафний в чистых водах произошел на 10 день, тогда как при внесении добавок наблюдали торможение созревания яиц (до 13 дня). *C. affinis* развиваются быстрее, поэтому время первого появления потомства фиксируется сложнее.

Трофическая активность может быть использована в качестве тест-функции для обоих организмов, однако требуется разработка методики количественного определения показателя.

Наличие абортивных яиц чаще оценивается у крупных ракообразных, которым свойственна такая реакция на загрязнение среды обитания. В проведенных опытах абортивные яйца отмечены у *D. magna* под воздействием соединений бора и хрома.

Морфологические изменения довольно хорошо диагностируются визуально. Уменьшение размеров *D. magna* было отмечено только в опытном растворе хлорида стронция. Фторид натрия, наоборот, не вызвал изменений в пигментации и размере тела. В опытных растворах остальных модельных токсикантов наблюдалась бледная окраска покровов рачков. У *C. affinis* морфологические изменения проявились в уменьшении размеров тела особей. Выцветание покровов наблюдалось в растворе хлорида стронция.

При анализе проделанной работы, выявили следующие закономерности:

1. Построены ряды опасности исследованных соединений:

– для *D. magna*: дихромат калия > фторид натрия > тетраборат натрия > сульфат цинка > хлорид стронция;

– для *C. affinis*: дихромат калия > сульфат цинка > фторид натрия > тетраборат натрия > хлорид стронция.

На основе этих рядов можно судить о вкладе различных элементов в интегральную токсичность при интерпретации совместных данных химического и токсикологического анализов.

2. Выявлена последовательность появления тест-реакций низших ракообразных: трофическая активность → гибель в остром эксперименте → время появления первой молодежи → морфологические изменения → наличие абортивных яиц → плодовитость → гибель в хроническом эксперименте.

Оценка спектра тест-реакций и учет предлетальных эффектов позволяет выявлять специфическое токсическое действие веществ.

3. *C. affinis* оказались чувствительнее к испытуемым веществам, особенно по показателю плодовитости. Однако, крупные размеры *D. magna* позволяют более точно оценивать дополнительные морфологические и функциональные реакции.

Литература

Ковальский В. В. Геохимическая экология. М.: Наука, 1983. 298 с.

Крайнов С. Р., Швец В. М. Основы геохимии подземных вод. М.: Недра, 1980. 285 с.

Крайнов С. Р., Рубейкин В. З. Основные черты гидрогеохимии фтора в районах фторосодержащих месторождений // Изв. Вузов. Геология и разведка, 1967. № 12. С. 30–40.

Найштейн С. Я. Актуальные вопросы гигиены почвы. Кишинев. 1975.

Филенко О. Ф., Дмитриева А. Г., Исакова Е. Ф., Путинцев А. И., Ларин В. Е. Оценка загрязненности вод р. Волги методами биотестирования // Анализ окружающей природной среды. Горький, 1990.

ФР.1.39.2007.03222. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодovitости дафний. М.: Акварос, 2007.

ФР.1.39.2007.03221. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодovitости цериодафний. М.: Акварос, 2007.

СРАВНЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ *DAPHNIA MAGNA* И *CERIODAPHNIA AFFINIS* К СОЕДИНЕНИЯМ АЛЮМИНИЯ

О. В. Скрыбина, А. С. Олькова

*Вятский государственный гуманитарный университет,
morgan-abend@mail.ru*

Вода – ценный природный ресурс, начало и основа всего живого на Земле. Она присутствует в каждой клетке нашего организма и от того, какую воду мы употребляем, зависит наше здоровье. Поэтому проблема обеспечения населения чистой водой становится в последнее время глобальной проблемой человечества.

Соединения алюминия попадают в природные воды естественным путем, при частичном растворении глин и алюмосиликатов, а также в результате вредных выбросов отдельных производств, с атмосферными осадками или сточными водами. Соли алюминия также широко используются в качестве коагулянтов в процессах водоподготовки для коммунальных нужд. Исследования показывают, что соединения алюминия в виде растворенных ионов могут оказывать влияние на живые организмы, в том числе и на человека.

Алюминий легко образует нерастворимые или биологически неактивные соединения, которые не могут проникнуть в клетки и ткани и практически безопасны для растений и животных. Кислотные дожди и содержащая кислоты пища высвобождают Al^{3+} и его соединения из почвы в воду и продукты питания, где он становится доступным для живых организмов. Многие исследования ясно демонстрируют токсичность алюминия для человека, животных и растений (Тянтова и др., 2005; Achilli, 1991). Известно, что некоторые соединения алюминия давно используются при вакцинациях в медицинской и ветеринарной практиках (Сынзыныс и др., 2004). Однако действие алюминия на иммунную систему достоверно не определено.

Для оценки качества природных вод биологическими методами необходимо ориентироваться в чувствительности применяемых тест-организмов к токсикантам. Ранее нами показано влияние соединений алюминия на наиболее распространенные группы тест-организмов (Вараксина и др., 2012). Целью

представленной работы стало определение чувствительности тест-организмов к соединениям алюминия в природных водах. В качестве тест-организмов выбрали низших ракообразных *Daphnia magna* и *Ceriodaphnia affinis*, так как они дают возможность проводить эксперименты на установление хронической токсичности. Показателем хронического токсического воздействия на рачков считается достоверное снижение плодовитости особей в опытных вариантах тестируемых вод по сравнению с контрольной средой, в которой длительное время обитает культура (ФР.1.39.2007.03222..., 2007; ФР.1.39.2007.03221..., 2007).

Для достижения поставленной цели проведены модельные эксперименты по установлению хронического токсического действия природных вод, в которые введены добавки сульфата алюминия и хлорида алюминия. Сульфат-анионы и хлорид-анионы являются естественными составляющими большинства природных вод, поэтому предполагаем, что токсическое действие будет проявляться за счет алюминия и его образующихся водорастворимых форм. В природных водах алюминий присутствует в ионной, коллоидной и взвешенной формах. Миграционная способность невысокая. Образует довольно устойчивые комплексы, в том числе органоминеральные, находящиеся в воде в растворенном или коллоидном состоянии (Тянтова и др., 2005).

Исследовали растворы с концентрациями ионов алюминия 5 ПДК и 10 ПДК. Предельно допустимая концентрация (ПДК) для вод хозяйственно-бытового назначения – 0,2 мг/л (ГН 2.1.5.1315-03..., 2003).

Опыт по установлению хронического токсического действия проб с использованием дафний разных видов служит для глубокого, подробного исследования свойств тестируемых сред, а также установления характера действия токсикантов на гидробионтов. В процессе эксперимента отслеживается выживаемость особей, их плодовитость (ФР.1.39.2007.03222, 2007; ФР.1.39.2007.03221, 2007). Также можно фиксировать изменение морфологических признаков (двигательной активности, окраски, размера).

Полученные результаты отражены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Сравнение чувствительности *D. magna* и *C. affinis* к сульфату алюминия

№	Вариант	Плодовитость (кол-во особей на 1 самку)		Смертность, %	
		<i>D. m.</i>	<i>C. aff.</i>	<i>D. m.</i>	<i>C. aff.</i>
1	Контроль	15±0,91	38,6±11,3	0	0
2	5 ПДК (Al ³⁺)	4,6±1,00	18,7±9,5*	66	51,6
3	10 ПДК (Al ³⁺)	5,1±2,32	16,0±9,7*	69,3	58,5

Примечание: * значения достоверно отличаются от контрольных по критерию Стьюдента.

По показателю гибели особей за период эксперимента все пробы оказались токсичными как для *D. magna*, так и для *C. affinis*: критерий токсичности в хронических экспериментах – гибель более 20% особей. При этом в кратковременных опытах на установление острой токсичности критерий токсичности превышен не был. Вероятно, это связано с длительным проявлением токсиче-

ских эффектов соединений алюминия за счет превалирования комплексных соединений над истинно растворенными формами.

В ходе исследования установлено, что отличия плодовитости рачков дафний и цериодафний в опытных вариантах по сравнению с контрольными достоверны, а не случайны, то есть пробы воды с концентрациями 5 ПДК (Al^{3+}) и 10 ПДК (Al^{3+}) оказывают хроническое токсическое действие на тест-организмы. При этом статистически достоверных отличий эффектов действия двух исследуемых доз на дафний и цериодафний не выявлено. Следовательно, низшие ракообразные чувствительны к присутствию соединений алюминия в водах, но эффекты на относительно невысокие превышения нормативов аналогичны.

Плодовитость *D. magna* была угнетена в 3 раза по сравнению с показателем в чистой воде, а для *C. affinis* – в среднем в 2 раза. Гибель *D. magna* была примерно на 10% выше, чем *C. affinis*, поэтому нельзя утверждать, что цериодафнии более чувствительны к алюминию.

Таблица 2

Сравнение чувствительности *D. magna* и *C. affinis* к хлориду алюминия

№	Вариант	Плодовитость (кол-во особей на 1 самку)		Смертность, %	
		<i>D. m.</i>	<i>C. aff.</i>	<i>D. m.</i>	<i>C. aff.</i>
1	Контроль	15±0,91	38,6±11,3	0	0
2	5 ПДК (Al^{3+})	8,9±1,00*	17,1±9,67*	40,7	55,7
3	10 ПДК (Al^{3+})	8,3±2,32*	5,3±4,07*	44,6	86

Примечание: значения достоверно отличаются от контрольных по критерию Стьюдента.

Как и в первом опыте, гибель дафний и цериодафний превысила 20% на момент окончания эксперимента. Эффект воздействия хлорида алюминия на рачков выражался в снижении выживаемости, торможении роста и развития, угнетении функции размножения. По данным других работ морфологические показатели возможно использовать в качестве тест-функций (Лебедева, Козлова, 1968).

В биотесте с цериодафниями данные, полученные для вариантов 5 и 10 ПДК, значительно отличаются друг от друга. Действие хлорида алюминия достоверно усиливается с увеличением дозы. Под влиянием добавки 10 ПДК многие особи не оставляли потомства, что говорит о гонадотоксическом действии.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. *D. magna* и *C. affinis* чувствительны к загрязнению вод соединениями алюминия, однако токсические эффекты проявляются в хронических экспериментах: угнетается плодовитость особей, увеличивается смертность взрослых особей, наблюдается уменьшение размеров тела.

2. Действие сульфата алюминия при 5 и 10 ПДК в расчете на металл проявляется аналогично, тогда как в экспериментах с хлоридом алюминия для *C. affinis* выявлены достоверные отличия влияния разных доз, поэтому цериодаф-

нии более перспективны для оценки качества вод, потенциально загрязняемых соединениями алюминия.

3. Более короткий жизненный цикл *C. affinis* позволяет более оперативно получать результаты хронических токсикологических экспериментов.

Литература

Вараксина Н. В., Ашихмина Т. Я., Олькова А. С. Изучение влияния соединений алюминия на тест-организмы в условиях модельного эксперимента // Теоретическая и прикладная экология, 2012. № 3. С. 65–70.

ГН 2.1.5.1315-03 Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (с изменениями на 28 сентября 2007 года).

Лебедева Л. И., Козлова Е. И. Размерно-весовая характеристика живых и фиксированных пресноводных кладоцер // Гидробиологический журнал, 1968. Т. 5. № 2. С. 73–79.

Сынзыныс Б. И., Шарецкий А. Н., Харламова О. В. Иммунотоксичность хлористого алюминия // Гигиена и санитария, № 4. 2004. С. 70–72.

Тянтова Е. Н., Бурухин С. Б., Сынзыныс Б. И., Козьмин Г. В. Химия алюминия в окружающей среде // Агрохимия, 2005. № 2. С. 87–93.

ФР.1.39.2007.03221. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, отходов по смертности и изменению плодovitости цериодафний. М.: АКВАРОС, 2007.

ФР.1.39.2007.03222. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, отходов по смертности и изменению плодovitости дафний. М.: АКВАРОС, 2007.

Achilli M., Ciceri G., Ferraroli R. Aluminium speciation in aqueous solutions /Water, Air, and Soil Poll, 1991. V. 57–58. P. 139–148.

МОДИФИКАЦИЯ ГРАФИТОВЫХ ЭЛЕКТРОДОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ БИОТОПЛИВНОГО ЭЛЕМЕНТА

С. В. Возчикова, А. О. Лякова, С. В. Алферов

Тульский государственный университет,

vosofya@gmail.com

Биотопливный элемент (БТЭ) – устройство, в котором энергия, полученная при биокаталитическом окислении органических субстратов, непосредственно преобразуется в электричество. Также как и топливный элемент микробный топливный элемент является теоретически весьма высокоэффективным устройством, но в отличие от топливных элементов, работающих на водороде или метаноле, могут использовать сточные воды производств, что делает их весьма эффективными средствами не только для производства электрической энергии, но и защиты окружающей среды от загрязняющих веществ содержащихся в данных субстратах. Основой биотопливного элемента является биокатализатор – ферменты или целые клетки микроорганизмов. Уксуснокислые бактерии *Glucanobacter oxydans* широко используются в биотехнологии при производстве пищевых продуктов и биологически активных соединений. Они эффективно окисляют углеводы, спирты и способны к росту в средах с высоким содержанием сахаров и полиолов и низкими значениями pH. Эти микроорганизмы обладают уникальной организацией метаболической системы, характе-

ризующейся мембранной локализацией основных ферментов клеточного метаболизма – дегидрогеназ. Для повышения эффективности работы БТЭ применяют модификацию графитовых электродов и в частности закрепление электропроводящих полимеров на поверхности анода. Это позволяет увеличить электропроводность и повысить энергетические показатели БТЭ.

Целью данной работы являлась модификация графитовых электродов для повышения эффективности работы модели БТЭ. В задачи работы входило: электрополимеризация анилина на поверхности графитового электрода методом циклической вольтамперометрии (ЦВА), проведение анализа редокс-активности модифицированного полианилином электрода.

Полианилин (ПАН) представитель класса органических высокомолекулярных полупроводников – электропроводящих полимеров. Благодаря сочетанию уникального комплекса свойств с высокой стабильностью, отсутствием токсичности и низкой себестоимостью, электропроводящий полимер находит применение в области экранирования электромагнитного излучения, защиты металлов от коррозии, а также медицине и катализе. В зависимости от типа устройства слой органического полупроводника должен находиться в контакте с различными материалами и иметь разную морфологию. Развитая поверхность дает возможность повысить чувствительность устройства, а небольшая толщина и высокая проницаемость слоя обеспечивает быстрое установление равновесия и высокую скорость измерений.

На первом этапе работы была проведена электрополимеризация анилина на графитовый электрод. Для полимеризации графитовый стержень помещают в электрохимическую ячейку, где осуществляют электрополимеризацию 0,1М анилина из раствора 0,2М серной кислоты в потенциодинамическом режиме. На рис.1 показана типичная кривая роста полианилина на графитовом электроде. Увеличение массы полимера на поверхности электрода наблюдалось по росту характерной пары пиков на циклической вольтамперограмме.

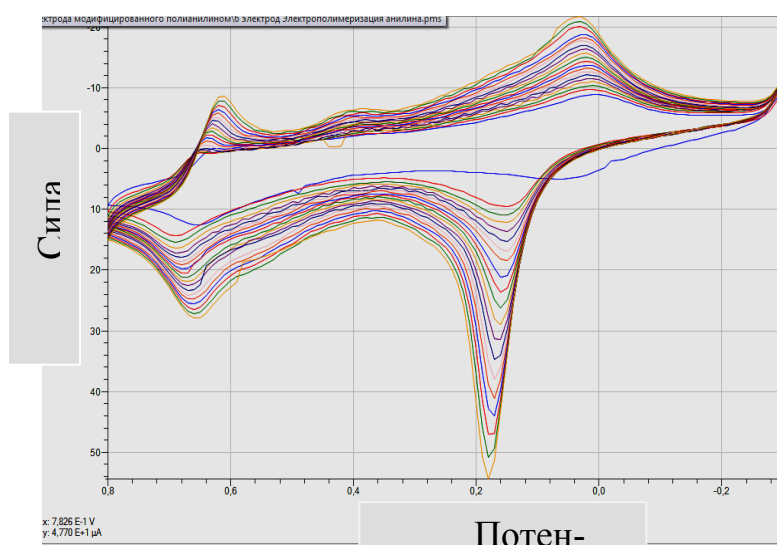


Рис. 1. Типичная ЦВА роста полианилина на графитовом электроде, записанная в 0,1М растворе анилина в 0,2М серной кислоте

За первые 5–10 циклов наблюдается индукционный период, когда прироста полимера практически не происходит, а идет формирование центров роста. Далее полимер разрастается, увеличивается площадь полимеризации и меняется ее морфология, в результате чего электрополимеризация приобретает автокаталитический характер.

Анализ редокс-активности модифицированного полианилином электрода проводили в два этапа. На первом этапе для анализа редокс-активности модифицированный полианилином графитовый электрод помещали в кювету с раствором 0,2М серной кислоты и проводили измерения. Полученные вольтамперные характеристики приведены на рис. 2.

На вольтамперограмме на фоне H_2SO_4 присутствуют характерные две пары пиков редокс-активности, и первая и вторая отвечают за превращение редокс-форм полианилина – лейкоэмеральдина (полностью восстановленная форма) в эмеральдин и эмеральдина в пернигранилин (полностью окисленная форма). Процессы протонирования-депротонирования и окисления-восстановления не изменяют строения основной цепи полианилина и являются обратимыми. Более того, среди представленных форм ПАН только соли эмеральдина характеризуются высокими значениями электропроводности и стабильностью на воздухе.

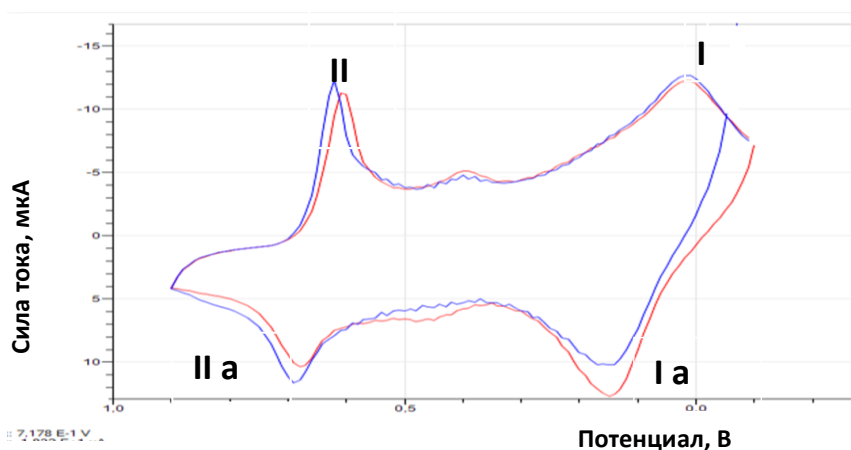


Рис. 2. ЦВА электрода, модифицированного полианилином, записанные в чистой 0,2М серной кислоте

На втором этапе для проведения анализа модифицированный электрод помещают в ячейку с натрий-фосфатным буфером pH 6,0 и добавляют 30 мкл клеток *Gluconobacter oxydans*. Полученные данные представлены на рисунке 3.

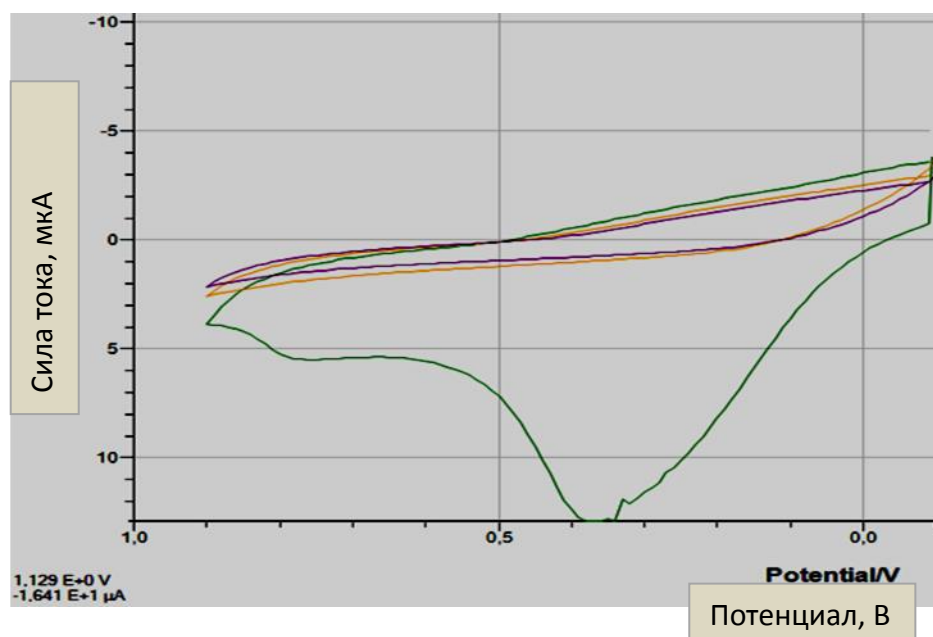


Рис. 3. ЦВА модифицированного электрода в буфере при добавлении 30 мкл клеток *Gluconobacter oxydans*

Для сравнения была проведена циклическая вольтамперометрия немодифицированного электрода с добавлением суспензии клеток бактерий *Gluconobacter oxydans* (рис. 4).

Как можно видеть, нанесение полианилина на графитовый стержень позволяет в шесть раз увеличить силу тока, по сравнению с обычными немодифицированными графитовыми анодами.

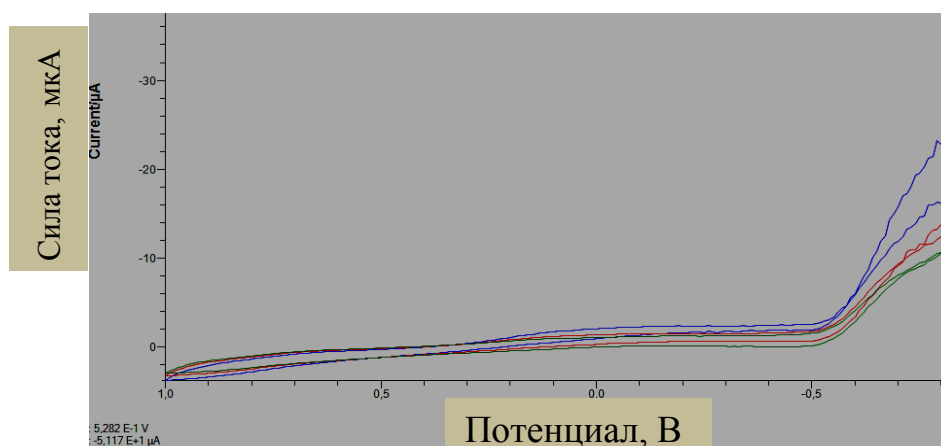


Рис. 4. ЦВА немодифицированного электрода в буфере при добавлении 30 мкл клеток *Gluconobacter oxydans*

Таким образом, модификация графитового электрода методом электрополимеризации анилина на поверхности графитового электрода увеличивает площадь поверхности полимерного композиционного материала и улучшает поверхностную проводимость, что в свою очередь обеспечивает лучший перенос заряда для модифицированных электродов и позволяет увеличить электропроводность и повысить энергетические показатели БТЭ.

IN VITRO ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ В УСЛОВИЯХ МОРСКОЙ СРЕДЫ

А. А. Поромов¹, А. В. Смуров²

¹ *Университет машиностроения,*

² *Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова,
aap1309@gmail.com*

Рост поступления веществ антропогенного происхождения в окружающую среду поставил проблему оценки уровня загрязнения, его изменения во времени, оптимизации природоохранных действий и мер контроля на важные позиции. Особенно актуальна эта проблема для морских экосистем в связи с тем, что токсические эффекты потенциальных поллютантов в морской среде для морских организмов значительно отличаются от эффектов наблюдаемых в пресных водоемах и изучены явно недостаточно (Canty et al., 2009). Необходимостью стала организация мониторинга морских сред, поиск и изучение целевых показателей, в том числе биоиндикаторов и репрезентативных биотестов (Burger, 2006; Niemi, McDonald, 2004). При анализе и оценке качественного состояния, экологического благополучия морских водных объектов возникает множество вопросов, связанных с их многокомпонентностью, сложностью взаимодействия отдельных элементов и разнообразием протекающих в массе морской воды процессов. Биодоступность и токсичность многих веществ для морских организмов зависят от их физической и химической формы, pH и солености морской воды и т. д. (Coteur, Corriere, Dubois, 2004).

В СССР, а теперь и в Российской Федерации нормативы ПДК загрязняющих веществ в воде определяются путем выполнения по определенной схеме лабораторных токсикологических экспериментов с гидробионтами – тест-организмами, представляющими систематические группы и трофические уровни экосистем (Булгаков, 2002). Экспериментально ПДК устанавливается по наиболее чувствительному звену трофической цепи водоема. Согласно гигиеническим нормативам (ГН 2.1.5.1315-03, 2003) приведенные значения качества водоемов рыбохозяйственного назначения могут использоваться также, как критерии для морского водопользования населения. Стоит отметить, что данные нормативы (МУ 2.1.5.720-98, 1998 г.) получены на основе токсикологических экспериментов с пресноводными организмами и лабораторными млекопитающими (крысы, мыши, кролики) и, соответственно, не могут полностью отражать реально существующие токсические эффекты для морских организмов. Оценка токсичности отходов, поступающих в окружающую среду, в том числе морскую и расчёт класса опасности отхода также осуществляется на лабораторных животных и пресноводных гидробионтах (СП 2.1.7.1386-03, 2003), или эвригалинных пресноводных тропических рыбах и морских водорослях, что так же можно считать недостаточным, для определения опасности токсиканта для морской экосистемы.

Использование показателей предельно допустимых концентраций (ПДК), ориентировочно допустимых уровней, ориентировочно безопасных уровней воздействия, ориентировочно допустимых количеств при оценки воздействия

на окружающую среду до сих пор не нашло широкого распространения для морской среды из-за слабой разработки методических основ такого подхода, что в свою очередь связано со сложностью поведения и токсического действия загрязняющих веществ в природных условиях. Это в полной мере относится и к оценке последствий загрязнения морской среды при разных видах деятельности в прибрежной зоне и на шельфе. Между тем, именно для морского природопользования эти методы могли бы быть особенно перспективными благодаря совместному использованию токсикологических данных, результатов моделирования и полевых наблюдений за поведением загрязняющих веществ, поступающих в мировой океан (Патин, 2003). Для разработки методологических основ оценки качества морских вод и безопасности отходов, поступающих в морскую среду, необходимо сопоставлять значения параметров состава и свойств исследуемой морской среды (ареалы распространения загрязняющих веществ, пространственно-временное распределения примесей и т.п.) с теми или иными токсическими эффектами наблюдаемыми у морских организмов в естественных местообитаниях. А так же моделировать специфические нормативные значения веществ с токсическими эффектами тест-объектов в токсикологических экспериментах.

Хотя содержание загрязняющих веществ в морских водах и донных отложениях российскими нормативными документами не регламентируются, существует возможность оценивать степень загрязнения в контролируемом районе на основе соответствия уровня содержания загрязняющих веществ различным критериям экологической оценки. Так в российской природоохранной практике используют сравнение с нормативами приведенными для водоемов рыбохозяйственного назначения. Возможно сравнение данных по загрязненности морских грунтов по, так называемым, «голландским листам» *Neue Niederlandische Liste. Altlasten Spectrum 3/95*, директивы Совета Европейского союза 1999/30/ЕС от 22.04.1999 г. (Warmer & van Dokkum, 2002).

Безусловно, эксперименты на животных крайне важны для изучения токсических эффектов, но эти исследования являются трудоемкими и дорогостоящими, характеризуются низкой воспроизводимостью. Поэтому сегодня вполне обоснованы усилия, направленные на максимальное сокращение количества животных и замену их альтернативными моделями и тест-системами в условиях *in vitro* (в пробирке). Это также согласуется с представлениями о гуманном использовании лабораторных животных, сокращении экспериментов с их участием, что отражено в международных соглашениях в рамках Директории по окружающей среде Организации экономического сотрудничества и развития (Дмитруха, 2013). Для морской токсикологии особенно актуальна возможность проведения токсикологических исследований дистанционно, а не на базе морских стационаров.

На сегодня в качестве моделей *in vitro* используются системы различной биологической организации: беспозвоночные животные, гидробионты, микроорганизмы, растения, культуры клеток, бесклеточные физико-химические тест-системы, разрабатываемые в рамках International Organization for Standardization (ISO) и The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD).

Для изучения токсического действия загрязняющих веществ в опытах *in vitro* уже более ста лет успешно используется культуры клеток разного происхождения. Тенденции развития данной области включают разработку нормативных показателей для лабораторных исследований *in vitro*, снижение числа тестов, проводимых на животных, разработку методов на молекулярном уровне и на клеточных культурах, воспроизводящих основные свойства и функции первичной ткани (Дмитруха, 2013; Gillis, 2012). Характерные свойства культуры клеток такие, как гомогенность, удлинённый срок жизни, повышенная способность к делению делает их наиболее приемлемым тест-объектом в токсикологии (Дмитруха, 2013). Однако среди методов *in vitro* оценки токсичности не разработаны методы с использованием культур клеток морских организмов.

Методы морской экотоксикологии, использующие мелких беспозвоночных животных (в основном представителей подтипа Crustacea) и одноклеточные водоросли в качестве тест-объектов, могут быть недостаточно адекватны для оценки воздействий загрязняющих веществ на морские экосистемы (Cantu и др., 2009). Для устранения этой проблемы в качестве альтернативного перспективного тест-объекта используют иглокожих (тип Echinodermata), в связи с их высокой экологической значимостью и эволюционной близостью к хордовым, за счёт единой эволюционной ветви вторичноротых животных. На разных уровнях биологической организации иглокожих (от субклеточного до организменного уровня) возможно изучение токсических эффектов загрязняющих веществ (Coteur и др., 2003; Poromov, 2013; Rønning, 2005). Перспективными объектами исследований, являются клетки целомического эпителия и целомической жидкости морских звезд *Asterias rubens* Linnaeus, 1758 в виде первичных или иммортализованных клеточных линий (Hussain, 2005). Высокая экологическая пластичность морских звезд *Asterias rubens* обеспечивает широкое распространение и устойчивость к антропогенному воздействию и обуславливает возможность их использования в качестве модельных организмов на большой территории и в условиях высоких уровней нагрузки. Это обеспечит возможность сравнения получаемых результатов, использование одного организма, упростит и уменьшит себестоимость получения экологической информации, а изучение разных уровней. В экосистемах морские звезды являются консументами второго и третьего порядков, а, значит, конечным звеном биоаккумуляции веществ по пищевым цепям (Matranga и др., 2012).

Иглокожие характеризуются повышенной способностью к восстановлению утраченных частей тела (Sharlaimova, 2014). При этом процесс регенерации предполагает существование в организме стволовых клеток того или иного уровня (плюрипотентных, мультипотентных или унипотентных), присутствующих в циркулирующих жидкостях или тканях в форме клеток-предшественниц, которые могут являться источниками для ведения клеточной культуры *in vitro*.

Целомоциты иглокожих выбраны как клеточная модель благодаря простоте выделения первичных клеточных линий, иммунные реакции этих клеток, при действии поллютантов, приводят к сопоставимым нарушениям на уровне всего организма. Морских звезд собирали в районе Беломорской биологической

станции им. Н. А. Перцова. Клетки выделяли и культивировали с использованием стандартных методов, модифицированных для морских организмов. Для оценки токсического действия использовали тесты на жизнеспособность методами флуоресцентного анализа (BlueTM and CFDA-AM cytotoxicity assay), оптимизированными для культур клеток морских организмов (Rønning, 2005).

Литература

Булгаков Н. Г. Индикация состояния природных экосистем и нормирование факторов окружающей среды. Обзор существующих подходов // Усп. соврем. биол. 2002. Т. 122. № 2. С. 115–135.

Дмитруха Н. Н. Культура клеток как *in vitro* модель в токсикологических исследованиях // Фундаментальні дослідження. Т. 33. № 3. 2013. С. 50–55.

Burger J. Environmental Bioindicators Bioindicators: A Review of Their Use in the Environmental Literature 1970–2005 Bioindicators: A Review of Their Use in the Environmental Literature 1970–2005 // Environ. Bioindic. 2006. Т. 1. № 2. С. 136–144.

Canty M. N. et al. Linking genotoxic responses with cytotoxic and behavioural or physiological consequences: differential sensitivity of echinoderms (*Asterias rubens*) and marine molluscs (*Mytilus edulis*) // Aquat. Toxicol. 2009. Т. 94. № 1. С. 68–76.

Coteur G. et al. Field contamination of the starfish *Asterias rubens* by metals . Part 2 : effects on cellular immunity // Environ. Toxicol. Chem. 2003. Т. 22. № 9. С. 2145–2151.

Coteur G., Corriere N., Dubois P. Environmental factors influencing the immune responses of the common European starfish (*Asterias rubens*) // Fish Shellfish Immunol. 2004. Т. 16. № 1. С. 51–63.

Matranga V. et al. Long-term environmental exposure to metals (Cu, Cd, Pb, Zn) activates the immune cell stress response in the common European sea star (*Asterias rubens*) // Mar. Environ. Res. 2012. Т. 76. С. 122–127.

Niemi G. J., McDonald M. E. Application of Ecological Indicators* // Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst. 2004. Т. 35. № 1. С. 89–111.

Poromov A., Smurov A. *Scottomyzon gibberum* (copepoda) associated with White Sea starfish *Asterias rubens* in spatial and temporal aspects // Water Research and Management, Vol. 4, № 1. 2014. P. 43–46.

Rønning B. I. Echinoderm coelomocytes as a cellular model in toxicity testing and biomonitoring. 2005. С. 151.

Sharlaimova, N., Shabelnikov, S., & Petukhova, O. Small coelomic epithelial cells of the starfish *Asterias rubens* L. that are able to proliferate *in vivo* and *in vitro* // Cell and Tissue Research. 2014. doi:10.1007/s00441-013-1766-8

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССОВ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Г. О. Родионова¹, Е. В. Мамонтова², В. Е. Зяблицев¹

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет,*

² *Вятская государственная сельскохозяйственная академия*

Россия – один из мировых лидеров по объему заготовки, экспорту и переработки древесины. При этом существующие способы добычи и переработки сырья позволяют использовать около половины биомассы вырубаемой древесины, в то время как остальная часть уходит в отходы, объем которых в целом по стране составляет до 60 миллионов м³ в год. Из этого числа древесных отходов

утилизируют только 52,5%, а остальные поступают на полигоны и санкционированные и несанкционированные свалки. Не лучше сложилась ситуация и на территории Кировской области, где среднегодовой объем образования твердых отходов оценивается в 1400 тысяч тонн, из которых более 360 тысяч тонн составляют отходы древесины. Свалки древесных отходов занимают значительную площадь земельных угодий и создают реальную угрозу пожара (самовозгорание), а также являются источником экологической опасности, поскольку лигниноцеллюлозные материалы устойчивы к микробной биodeградации и процесс саморазложения древесины продолжается десятилетия. Кроме твердых отходов древесины экологическую опасность представляют сточные воды, загрязненные нерастворимыми лигниноцеллюлозными примесями (целлюлозно-бумажные, биохимические и др. предприятия лесохимической промышленности). Сброс таких

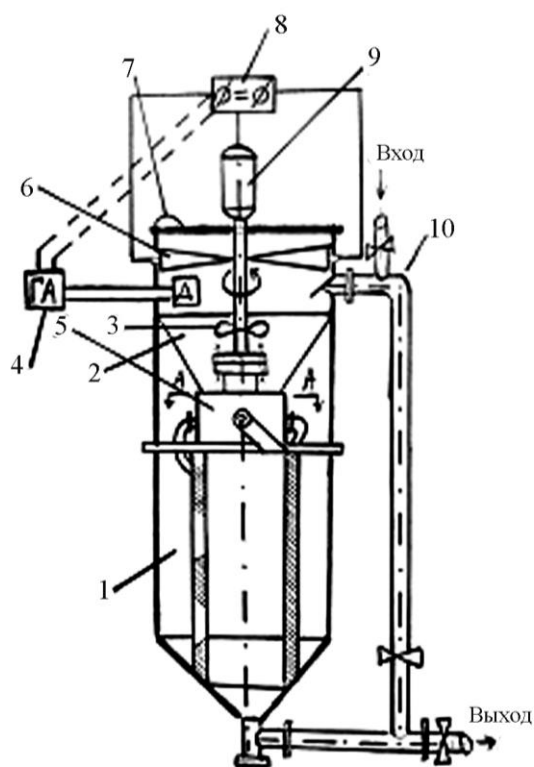


Рис. 1. Бездиафрагменный проточный электролизер. 1 – электролизер; 2 – фазоразделитель; 3 – мешалка; 4 – газоанализатор; 5 – роторно-пульсационный аппарат; 6 – воспламенитель газообразных продуктов

сточных вод без предварительной очистки от лигниноцеллюлозных компонентов снижает эффективность биологической очистки и осложняет использование активного ила в качестве органоминеральных удобрений.

Технические решения, позволяющие одновременно проводить обезвреживание и утилизацию древесных отходов предприятий деревообрабатываю-

щей и лесохимической промышленности, отсутствуют. Более того, ряд отечественных и зарубежных исследователей придерживается мнения, что такие технические решения в принципе не возможны. Однако, на наш взгляд, эта проблема решаема при использовании метода жидкофазного электрокаталитического окисления (ЭО) органических субстратов. Метод жидкофазного ЭО нашел применение при очистке сбросовых растворов предприятий органического синтеза, обезвреживании и утилизации органических отходов и ядохимикатов, водоподготовке и др. процессах (Зяблицев, Зяблицева, 2005; Электрохимия ..., 2008). Однако несовершенство конструкции и низкая производительность используемых аппаратов электродного типа ограничили широкое использование метода жидкофазного ЭО.

Выполненные исследования позволили разработать конструкции электролизеров, позволяющих в интенсивном режиме проводить обезвреживание сточных вод лесохимических предприятий и утилизацию твердых (опилки, стружка и др.) древесных отходов. Бездиафрагменный электролизер выполнен (рис. 1) в виде аппарата цилиндрической формы, разделенного перегородкой на нижнюю электролизную камеру (п.1) и верхнюю фазоразделительную (п.2), оснащенную устройством для обезвреживания компонентов газовой фазы (п.4) и роторно-пульсационным аппаратом (п.5). Сточная вода поступает в фазоразделительную камеру, где насыщается кислородом воздуха и при помощи роторно-пульсационного аппарата подается в камеру электролиза. Очищенный раствор отводится через нижний патрубок. Электролизер предназначен преимущественно для очистки сточных вод лесохимических предприятий.

Установка для электрохимической переработки преимущественно твердых древесных отходов выполнена (рис. 2) в виде электролизера, разделенного проточной саморегенерируемой диафрагмой (п.3) на анодную (п.1) и катодную (п.2) камеры, сборников жидкой (п.4₂) и твердой (п.4₁) фаз и циркуляционного контура.

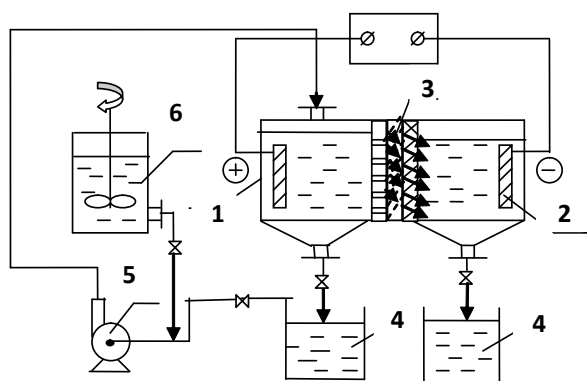


Рис. 2. Установка для электрохимической переработки отходов растительного сырья. 1 – анодная камера; 2 – катодная камера; 3 – фильтрующая перегородка; 4_{1,2} – сборники твердой и жидкой фаз; 5 – роторно-пульсационный аппарат; 6 – напорная емкость

Реакционная смесь (раствор электролита и древесные отходы) поступает в анодную камеру, подвергается действию окислителей и фильтруется через

диафрагму (образуется на проточной перегородке в результате осаждения древесных отходов) в катодную камеру. Продукты обработки отводятся в сборники раствора (катодная камера) и твердой (анодная камера) фаз.

Предлагаемые технические решения позволяют интенсифицировать процессы обезвреживания и утилизации отходов растительного сырья. Технические решения защищены патентами РФ (Патент РФ № 2493722, 2013; Патент РФ № 2532184, 2009).

Литература

Зяблицев В. Е., Зяблицева Е. В. Ресурсосберегающая электрохимическая очистка солевых отходов производств органического синтеза // Наука-производство-технология-экология. Сб. материалов Всерос. науч.-техн. конф. в 6 т. Киров: Изд-во ВятГГУ, 2005. Т. 2. С. 40–41.

Патент РФ № 2493722 МКИ 1/00 1/12. Способ обработки грубых кормов. / Зяблицева Е. В., Мамонтов А. И., Зяблицева М. П., Лобастова Е. В., Зяблицев В. Е. / Заявл. 22.089.2012; опубл. 27.09.2013, Бюл. № 27.

Патент РФ № 2532184 МКИ 17/00. Установка для обработки грубых кормов / Зяблицева М. П., Зяблицева Е. В. / Заявл. 29.09.2008; опубл. 20.04.2009, Бюл. № 11.

Электрохимия органических соединений в начале XXI века / Под ред. В. П. Гулятя, А. Г. Кривенко, А. П. Томилова. М.: Компания Спутник+, 2008. 578 с.

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ОСНОВЕ ЯНТАРНОЙ КИСЛОТЫ

Т. О. Несынова, Е. В. Мамонтова, В. Е. Зяблицев
*Вятский государственный гуманитарный университет,
Вятская государственная сельскохозяйственная академия*

Янтарная кислота относится к веществам с широким спектром биологического действия. Как полагают (Кондрашова, 1990), – это обусловлено участием янтарной кислоты в обменных процессах, протекающих в живых организмах, где янтарная кислота является источником электронов и стимулирует обменные процессы в клетках растений и животных. Широкий спектр биологической активности и экологическая безопасность позволили использовать янтарную кислоту, как регулятор роста растений в сельском хозяйстве и как биологически активное соединение в медицине, ветеринарии, в пищевой и парфюмерной промышленности. Однако, янтарная кислота и препараты на её основе не получили широкого применения, что, по-видимому, обусловлено малым объемом производства (в СССР годовой выпуск янтарной кислоты составлял 20 тонн) и высокой стоимостью товарного продукта. Практически отсутствуют сведения о свойствах и биологической активности соединений янтарной кислоты.

В сообщении приведены результаты обобщения и систематизации исследований процесса электрохимического синтеза янтарной кислоты и её соединений и апробации биологических свойств полученных продуктов (Зяблицева Зяблицев, 2004).

Синтез янтарной кислоты и её соединений проводили электрохимическим гидрированием малеинового ангидрида в растворах соляной кислоты (получение янтарной кислоты, моно- и дихлорянтарной кислот), хлорида аммония и хлорида калия (получение аммониевой и калиевой солей янтарной кислоты). Процесс осуществляли в аппарате электродного типа с титановыми катодами и оксидными рутениево-титановыми анодами при неразделенном (получение янтарной кислоты и моно- и дихлорянтарной кислот) и разделенном с помощью катионообменной мембраны МФ-4СК-100 (получение аммониевой и калиевой солей янтарной кислоты) межэлектродными пространствами. Параметры процесса синтеза (концентрация малеинового ангидрида 10–15%, плотность тока 200–500 А/м², температура 330–340 К, циркуляция рабочего раствора при R>10000, выход по току 80–90%) определяли в лабораторных условиях и апробировали на опытно-промышленной установке (нагрузка 3,5 кА). Процесс электрохимического гидрирования проводили до полной конверсии малеинового ангидрида.

Продукты электрохимического синтеза (янтарная кислота, аммониевые и калиевые соли янтарной кислоты, моно- и дихлорянтарная кислоты) выделяли из раствора, подвергали перекристаллизации (очистка от ионов хлора) и анализировали на содержание основного вещества. Качество янтарной кислоты определяли на соответствии требованиям ГОСТ 6341-75 (Кислота янтарная). Содержание основного вещества в продуктах синтеза составляло: янтарная кислота – 60-95%, аммониевая и калиевая соли янтарной кислоты более 99%, моно- и дихлорянтарная кислоты – 80–85%.

Рострегулирующие свойства янтарной кислоты и её соединений испытывали в оранжерейных и полевых условиях в районах с различными почвами (серые лесные, среднесуглинистые с содержанием гумуса до 3,7%) и с различными климатическими условиями (Краснодарский край, Башкирия, Кировская область).

Испытания проводили путем предпосевной обработки семян (250 г/т) сельскохозяйственных культур (подсолнечник, кукуруза, сахарная свекла, морковь и др.). В качестве эталона использовали гуммат натрия (750 г/т). Все испытываемые продукты показали ярко выраженные рострегулирующие свойства: увеличение (сравнение с эталонными опытами) прироста зеленой массы (кукуруза, подсолнечник) в среднем на 22% и повышение выхода продукции (сахарная свекла, морковь) – до 25%. Отмечена высокая биологическая активность калиевой соли янтарной кислоты и моно- и дихлорянтарной кислот.

Установлено положительное влияние янтарной и моно- и дихлорянтарной кислот на состояние организма (суточная доза 28 мг/100 г массы тела) и восстановление массы тела после голодания (суточная доза 15–20 мг/100 г массы тела) подопытных животных (крысы линии «Вистар»). Отмечены высокие бактерицидные свойства продуктов (доза до 0,5%).

Продукты электрохимического синтеза – янтарная кислота и её соединения рекомендованы для госиспытаний в сельском хозяйстве как регуляторы роста растений и апробации в ветеринарии и медицине при профилактике и лечении кожных заболеваний и гипертонии.

Литература

Зяблицева М. П., Зяблицев В. Е. Электрохимический синтез регуляторов роста растений на основе янтарной кислоты // 60 лет высшему аграрному образованию Северо-Востока Нечерноземья. Материалы 1 Всерос. науч.-практ. конф. Киров: Вятская ГСХА, 2004. С. 132–193.

Кондрашова М. И. Янтарная кислота – источник энергии в организме // «Норма – пресс». Ассоциации «Внедрение», 1990. № 1. С. 17–18.

АМПЕРОМЕТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ХЛОРАРОМАТИЧЕСКОГО СОЕДИНЕНИЯ 2,2- ДИ-(ПАРА-ХЛОРБЕНЗОЛ)АЦЕТАТА НАТРИЯ В ВОДНОЙ СРЕДЕ

Т. Н. Кувичкина¹, А. А. Макаренко², К. Ф. Ишкина², А. Н. Решетилов¹

¹ Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г. К. Скрыбина,

² ООО «Эмульсионные технологии»,

kuv@ibpm.pushchino.ru

Хлорсодержащие ароматические соединения являются одним из существенных факторов загрязнения окружающей среды. Такие соединения широко используются в химической, лакокрасочной промышленности, в производственных циклах нефтеперерабатывающих предприятий, входят в категорию поллютантов, широко производимых для нужд сельского хозяйства (гербициды, пестициды) и постоянно поступают в окружающую среду со стоками и отходами. Эффективным способом разложения хлорароматических соединений является микробиологический способ. Такие микроорганизмы-деструкторы были выделены из техногенных почв Прикамья. Часть из них была отнесена к роду *Rhodococcus* (Плотникова и др., 2006). При изучении микроорганизмов-деструкторов хлорароматических соединений можно применить молекулярно-биологический подход (Жарикова и др., 2009). Разработан биопрепарат на основе микроорганизмов-деструкторов для ремедиации среды от хлорароматических соединений, в состав которого входят микроорганизмы, относящиеся к роду *Rhodococcus* (Анисимова, 2009). Для названных соединений реакции дегалогенирования ферментами микроорганизмов-деструкторов являются важнейшей начальной ступенью процессов превращения ксенобиотиков (Головлёва и др., 2008). Если окислительное дегалогенирование микроорганизмами происходит с участием молекулярного кислорода, то этот процесс можно изучать биосенсорным методом, используя амперометрию. При таком подходе микроорганизм, имеющий ферментные системы, окисляющие хлорароматическое соединение с потреблением молекулярного кислорода, можно использовать в качестве биорецептора, а кислородный электрод в качестве преобразователя.

Целью работы являлось создание амперометрического биосенсора на основе клеток *Rhodococcus wratislaviensis* ВКМ Ас-2631 Д для определения хлорароматических соединений на примере 2,2- ди-(пара-хлорбензол)ацетата натрия.

В работе использовали штамм актинобактерий *Rhodococcus wratislaviensis* ВКМ Ас-2631 Д, хранящийся во Всероссийской коллекции мик-

роорганизмов (ВКМ). В качестве субстрата использовали натриевую соль 2,2-ди-(пара-хлорбензол)уксусной кислоты (Na 2,2-ДПХБУК).

Штамм *R. wratislaviensis* ВКМ Ac-2631 Д выращивали в жидкой среде 5/5 состава (г/л): аминокептид (гидролизат крови животных) – 60,0; триптон – 50,0; экстракт кормовых дрожжей – 10,0; экстракт сои – 30,0.

Штамм *R. wratislaviensis* ВКМ Ac-2631 Д культивировали в колбах Эрленмейера объёмом 750 мл со 100 мл среды на качалке (200 об/мин). Посевной материал для проведения экспериментов готовили следующим образом. Культуру выращивали на агаризованной среде 5/5 в течение 2 суток при температуре 28°C. Смыв культуры дистиллированной водой переносили в колбу Эрленмейера со 100 мл жидкой среды 5/5. Культивирование проводили на качалке (200 об/мин) при температуре 28°C в течение 2-х суток. Затем полученный инокулят (10%) вносили в опытные колбы со 100 мл жидкой среды 5/5. Культуральную жидкость, взятую в конце экспоненциальной фазы роста штамма, центрифугировали при 10 000 g в течение 3 мин, дважды промывали 30 мМ калий-фосфатным буфером (pH 7,5). Клетки ресуспендировали в том же буфере и иммобилизовали на носителе.

Для определения кривой роста использовали турбодиметрию. Пробы стерильно отбирали через определённые промежутки времени роста культуры, разбавляли в 4 раза дистиллированной водой и определяли поглощение (оптическую плотность D_{594}) на спектрофотометре (Specol 221) при 594 нм.

Иммобилизацию клеток штамма *R. wratislaviensis* ВКМ Ac-2631 Д осуществляли методом физической адсорбции. Для этого клеточную суспензию, содержащую 10 мкл 50 мМ калий-фосфатного буфера (pH 7.5) с 4 мг сырой биомассы, наносили на полоску носителя, формируя пятно диаметром 5 мм. Пятно подсушивали при комнатной температуре в течение 20 мин. Биорецептор с иммобилизованными клетками (ИМК) фиксировали на измерительной поверхности кислородного электрода типа Кларка («Кронас», Россия) с помощью нейлоновой сетки.

Измерения проводили в открытой кювете объёмом 2 мл в 50 мМ калий-фосфатном буфере (pH 7.5), насыщенном кислородом, при комнатной температуре. Для управления прибором и регистрации измерений использовался персональный компьютер. Потенциостат IPC-Micro («Кронас» Россия) управлялся программой, позволяющей регистрировать ответ биосенсора. Регистрируемым параметром при фиксированном потенциале (-700 мВ) являлась максимальная скорость изменения выходного сигнала dI/dt (нА/с), связанная пропорциональной зависимостью со скоростью изменения концентрации потреблённого кислорода (ответ сенсора). После установления постоянного уровня тока в открытую кювету микропипеткой вводили 100 мкл пробы субстрата. После каждого добавления субстрата производили промывку кюветы калий-фосфатным буфером. Для обработки полученных результатов использовали компьютерную программу Sigma Plot, версия 11.

Для подбора агаризованной среды проверяли рост культуры на 3-х вариантах сред. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Рост штамма *R. wratislaviensis* ВКМ Ас-2631 Д на агаризованных средах (скошенный агар)

Среда	1 сут роста	2 сут роста	3 сут роста
Среда 5/5 агаризованная	+	++	+++
Глюкозо-картофельный агар	+	+++	+++
Сусло-агар	—	+—	+

Из таблицы 1 видно, что на 3 суток рост на агаризованной среде 5/5 и глюкозо-картофельном агаре соизмерим. Для выращивания актинобактерий в жидкой среде выбрана среда 5/5. На рисунке 1 представлена кривая роста *R. wratislaviensis* ВКМ Ас-2631 Д в жидкой среде 5/5.

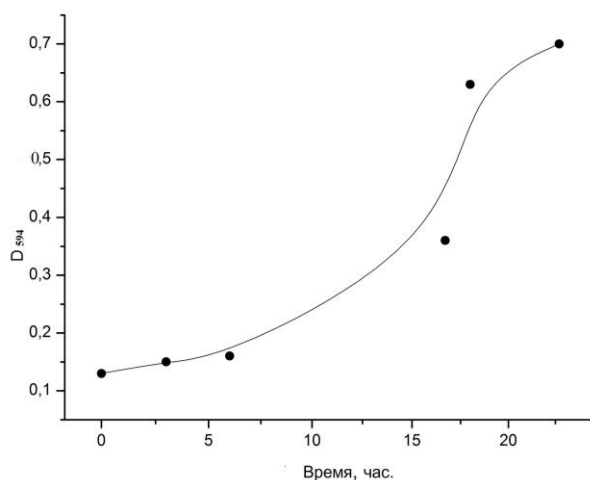


Рис. 1. Кривая роста культуры *R. wratislaviensis* ВКМ Ас-2631 Д в жидкой среде 5/5

Культура, взятая в конце экспоненциальной фазы роста штамма, использовалась для приготовления биорецептора.

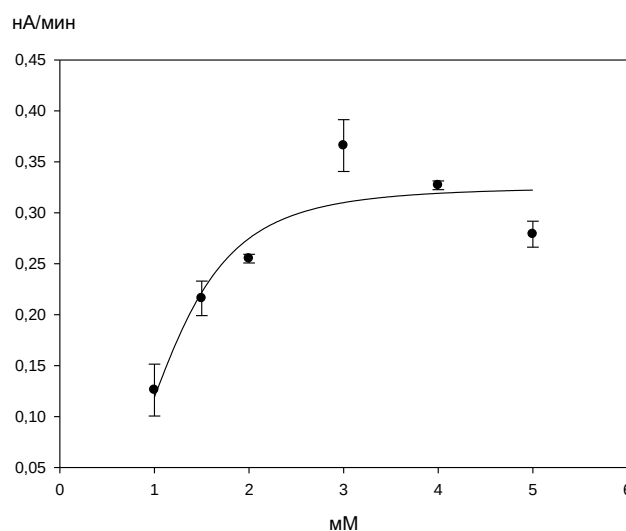


Рис. 2. Градуировочная кривая биосенсора на основе ИмК штамма *R. wratislaviensis* ВКМ Ас-2631 Д для определения натриевой соли 2,2-ди-(пара-хлорбензол)уксусной кислоты

Нижний предел определения Na 2,2-ДХБУК составлял 1,0 мМ; операционная стабильность наблюдалась в течение 2 суток, продолжительность анализа была 20 мин, ошибка измерения составляла 8%.

В заключении следует отметить, что амперометрический метод изучения хлорароматических соединений растворимых в воде можно использовать, если существуют микроорганизмы, способные окислять эти соединения с потреблением молекулярного кислорода. Так разработан амперометрический биосенсор на основе ИмК актинобактерий *Rhodococcus wratislaviensis* ВКМ Ас-2631 Д для определения хлорароматических соединений на примере натриевой соли 2,2-ди-(пара-хлорбензол)уксусной кислоты (Na 2,2-ДПХБУК) в водной среде.

Литература

Анисимова Л. Г. Биопрепарат для ремедиации среды от хлорароматических соединений и пестицидов // Инновации. 2009. № II. С. 131.

Головлёва Л. А., Коломыцева М. П., Бабошин М. А., Понаморева О. Н. Роль микроорганизмов в трансформации устойчивых органических поллютантов. Тула: Издательство ТулГУ. 2008. 100 с.

Плотникова Е. Г., Рыбкина Д. О., Ананьина Л. Н., Ястребова О. В., Демаков В. А. Характеристика микроорганизмов, выделенных из техногенных почв Прикамья // Экология. 2006. № 4. С. 261–268.

Жарикова Н. В., Коробов В. В., Анисимова Л. Г., Ясаков Т. Р., Журенко Е. Ю., Маркушева Т. В. Молекулярно-биологический подход при изучении бактерий-деструкторов хлорароматических соединений // Аграрная Россия. 2009. № 5. С. 119.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ЖИДКОФАЗНОГО ЭЛЕКТРОКАТАЛИТИЧЕСКОГО ОКИСЛЕНИЯ ОТХОДОВ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ И АПРОБАЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПОЛУЧЕННЫХ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ СУБСТРАТОВ

Г. О. Родионова¹, Е.В. Мамонтова², В. Е. Зяблицев¹

¹ Вятский государственный гуманитарный университет,

² Вятская государственная сельскохозяйственная академия

Повышение урожая овощных культур достигают мульчированием почвы путем внесения перепревших отходов растительного сырья (древесные опилки и солома) или компоста, полученного на их основе. Приготовление перепревших отходов растительного сырья и компоста достаточно продолжительно и трудозатратно. Поэтому рекомендуют (Гладкова, 2005) перед мульчированием почвы свежие растительные отходы подвергать термической, химической (растворы NaOH, Ca(OH)₂, Na₂SO₄ и др.) и физико-химической (электрический ток и окислители) обработке. Однако термическая обработка не обеспечивает полного разрушения лигноцеллюлозного комплекса, химическая – приводит к загрязнению продуктов, а сведения по реализации процесса электрохимической обработки носят рекомендательный характер (Авруцкая и др., 1979).

В данной работе обобщены и систематизированы результаты исследований оптимизации процесса жидкофазного электрокаталитического окисления (ЭО) отходов растительного сырья и апробации биологической активности полученных органоминеральных субстратов. В качестве объекта исследований выбраны отходы переработки древесины – древесные опилки. Исследования процесса жидкофазного ЭО проводили на лабораторной установке по авторской методике (Зяблицева и др., 2009). Для определения параметров процесса жидкофазного ЭО древесных опилок использовали 3-х уровневый ортогональный план. Параметром оптимизации задана массовая доля редуцирующих веществ (РВ) в продуктах реакции (содержание сахаров и других углеводов). Обработка результатов опытов позволила построить математическую модель процесса жидкофазного окисления древесных опилок (модель третьего порядка) и определить оптимальные условия процесса: температура 70 °С, pH 4–6, содержание NaCl 30 кг/м³, плотность тока 0,125 кА/м², количество электричества 0,9 кА/кг сырья, выход РВ 6,0–6,2 масс.% от сырья (Зяблицева и др., 2009; 2010).

Биологическую активность органоминерального субстрата (жидкая и твердая фазы), полученного при оптимальных условиях жидкофазного ЭО древесных опилок, оценивали (Зяблицева и др., 2009) по влиянию на всхожесть и скорость роста и выход зеленой массы (вегетативные опыты) овощных культур (кресс-салат, укроп, петрушка, редис, фасоль, баклажан, лук, томат, огурец). При постановке вегетативных опытов использовали 3-х уровневый ортогональный план, параметром оптимизации которого задавали выход зеленой массы, факторами – условия процесса обработки древесных опилок. Матрицу планирования эксперимента строили с использованием 4-х факторного плана.

На рисунке 1 показано влияние на скорость прорастания (а, семена кресс-салата) и всхожесть (б, семена огурца) семян овощных культур компонентов органоминерального субстрата – жидкой (а, кривая 2) и твердой (б, кривая 4) фаз, полученного при жидкофазном ЭО древесных отходов. Аналогичные зависимости наблюдались (таблица) при исследовании семян других овощных культур. Из результатов, очевидно, что использование для поливки семян жидкой и внесение в почву твердой составляющих органоминерального субстрата повышает скорость прорастания (рис. 1 а) и увеличивает всхожесть (рис. 1 б) семян овощных культур.

Таблица

Влияние питательной среды на прорастание семян овощных культур

Прорастание семян (%) при питании растворами					
Семена культур	Жидкая фаза субстрата	Дистиллированная вода	Семена культур	Жидкая фаза субстрата	Дистиллированная вода
Редис	98	91	Лук	96	88
Фасоль	96	95	Томат	90	84
Баклажан	93	90	Огурец	88	86

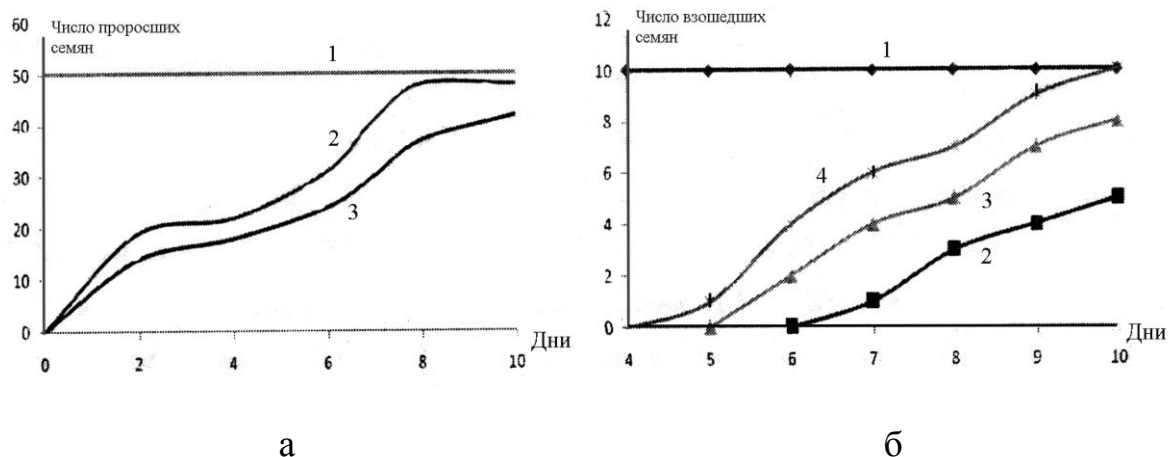


Рис. 1. Влияние на скорость прорастания (а, семена кресс-салата) и всхожесть (б, семена огурца) семян овощных культур компонентов органоминерального субстрата. 1 – число семян; 1 а: жидкая фаза органоминерального субстрата (2), дистиллированная вода (3); 1 б: опилки свежие (2) и обработанные $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (3), твердая фаза органоминерального субстрата (4)

Результаты вегетативных опытов показали (рис. 2), что при внесении в почву твердой фазы органоминерального субстрата наблюдается более полная и дружная всхожесть семян, быстрее происходит формирование стебля растений и первого листа рассеченной формы.

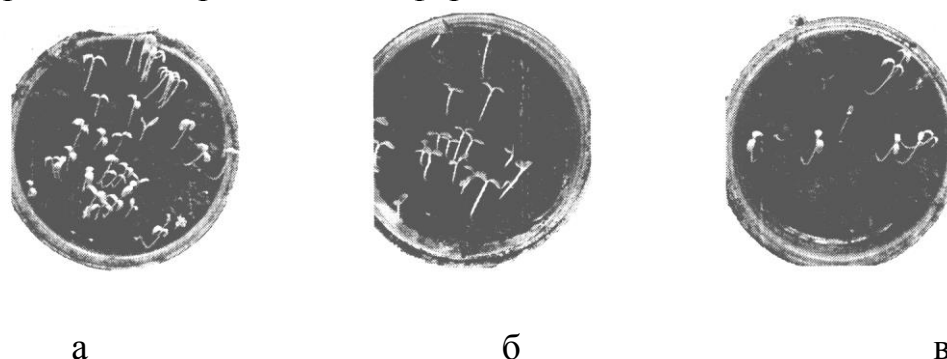


Рис. 2. Кресс-салат на 4 день после посадки в почву с добавкой древесных опилок, обработанных: электрохимически (а), раствором $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (б) и перепревших (в)

Результаты исследований позволили оптимизировать процесс жидкофазного электрокаталитического окисления отходов растительного сырья с получением биологически активного органоминерального субстрата, применение которого позволяет повысить плодородие почвы.

Разработка защищена патентами РФ (Патент № 2352184, 2009; Патент № 249372, 2010).

Литература

- Авруцкая И. А., Мухина И. Б., Архипова Т. А. Электрохимия. Т. 32. 1969. С. 75.
Гладкова Л. И. Использование древесных отходов в сельском хозяйстве. М.: Лесная промышленность, 1979. 728 с.

Гладкова Л. И. Использование древесных отходов в сельском хозяйстве. М.: Интеграл-Пресс, 2005. 361 с.

Зяблицева М. П., Толмачева Л. Н., Багаева Н. Б. и др. Переработка березовых опилок // Фундаментальные и прикладные исследования в АПК на современном этапе развития химии. Сб. матер. 11 Междунар. интернет-конф. Орел, 2009. С. 37–39.

Зяблицева М. П., Толмачева Л. Н., Багаева Н. Б. и др. Электрохимическое окисление грубого растительного сырья // Сб. матер. Всерос. совещ. Тамбов: ТГТУ, 2010. С. 15.

Патент № 2352184 РФ. МКИ 1/12, 17/00. Установка для обработки грубых кормов Зяблицева М. П., Зяблицева Е. В. 2009, Бюл. № 11.

Патент № 2493722 РФ. МКИ 1/12, 1/00. Способ обработки грубых кормов / Зяблицева Е. В., Мамонтов А. И., Зяблицева М.П. и др. 2012, Бюл. № 27.

ВЛИЯНИЕ ГЛУТАТИОНА НА БИОДОСТУПНОСТЬ МЕДИ ДЛЯ ОРГАНИЗМОВ РАЗЛИЧНОЙ СИСТЕМАТИЧЕСКОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

**К. О. Черезова¹, Е. И. Лялина¹, А. И. Фокина¹,
Е. О. Кузнецова¹, Е. А. Горностаева²**

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет,*

² *Вятская государственная сельскохозяйственная академия,
kseniya.cherezova@mail.ru*

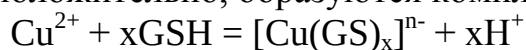
Отклик тест-организмов, таких как цианобактерии (ЦБ) и дафнии на токсичность среды, обусловленную присутствием солей меди, зависит от биодоступности металла. Суждение о биодоступности может носить как предположительный характер, так и буквальный. В буквальном смысле слова биодоступность (bioavailability) – накопление. Применяя термин «биодоступность», носящий предположительный характер, руководствуются теми или иными свойствами меди или ее соединений в окружающей среде, которые позволяют только предполагать величину попадания металла в организм (активная концентрация токсиканта в растворе, окружающем тест-культуру; растворимость соединения поллютанта и т. д.) (Линник и др., 1986; Стравинскене, 2012). Иногда предполагаемая величина биодоступности (накопления) не согласуется реальной. Такое явление может быть обусловлено образованием между ионами металла и компонентами окружающей среды соединений, с одной стороны уменьшающих подвижность поллютанта, с другой – облегчающих токсиканту путь к накоплению внутри организмов за счет приобретения соединений новых свойств. Одним из биолигандов является природный трипептид глутатион (GSH), считающийся превосходным комплексообразователем для тяжёлых металлов, в том числе и для меди. Знания о свойствах комплексов металла с биологически активными лигандами помогают объяснять результаты биотестирования.

Поэтому цель работы – оценить влияние глутатиона восстановленного на биодоступность (накопление) меди для некоторых тест-организмов.

Объектами исследования стали особи дафний *Daphnia magna* и культура цианобактерий *Nostoc linckia* 273.

Для определения накопления меди клетками ЦБ и особями дафний готовили три типа растворов, содержащих сульфат меди (II) в смеси с глутатионом в мольных соотношениях Cu:GSH равных 1:0, 1:1 и 1:4, в нейтральной среде (содержание меди во всех вариантах растворов составляло 1 мг/дм³). Содержание меди в тест-объектах ЦБ после экспозиции в течение семи суток с токсикантами определяли методом инверсионной вольтамперометрии (ИВА) (Сборник методик ..., 2004; Васильева, 2012).

Результаты эксперимента. В присутствии глутатиона восстановленного, предположительно, образуются комплексы следующего состава:



После экспозиции ЦБ с глутатионсодержащими растворами соли меди (II) выявлено, что глутатион увеличивает накопление меди и чем выше доля глутатиона, тем больше меди обнаружено в клетках (рис. 1).

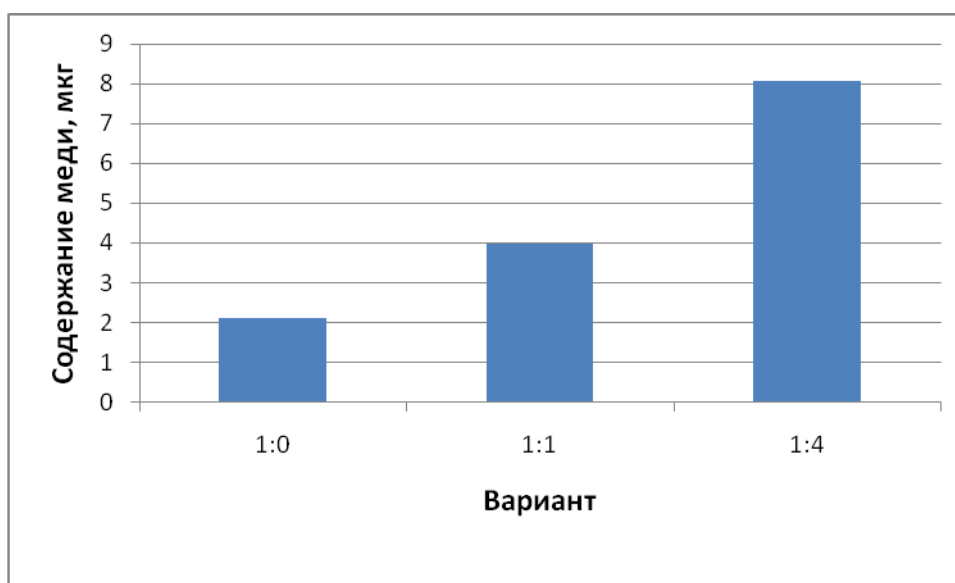


Рис. 1. Содержание меди в клетках ЦБ. Варианты обозначены согласно соотношению Cu:GSH

Клеточная мембрана ЦБ представляет собой бислой фосфолипидных молекул, ориентированных гидрофобными концами молекул внутрь бислоя, а гидрофильными наружу. Глутатион облегчает поступление в клетку меди за счет связывания меди в прочный комплекс, который в свою очередь обладает липофильными свойствами и поэтому может быстро пересечь клеточную мембрану. Появление липофильных свойств, и как следствие увеличение биодоступности, связанных с образованием новых соединений меди с органическими лигандами, отмечают многие авторы (Peter, 1999; Holly et. al., 2009; Tardito et. al., 2011). Сами ионы меди таким свойством не обладают, поэтому биодоступность несвязанной меди существенно ниже.

В результате эксперимента с дафниями установлено, что с увеличением доли глутатиона в растворе накопление меди организмами снижается (рис. 2).

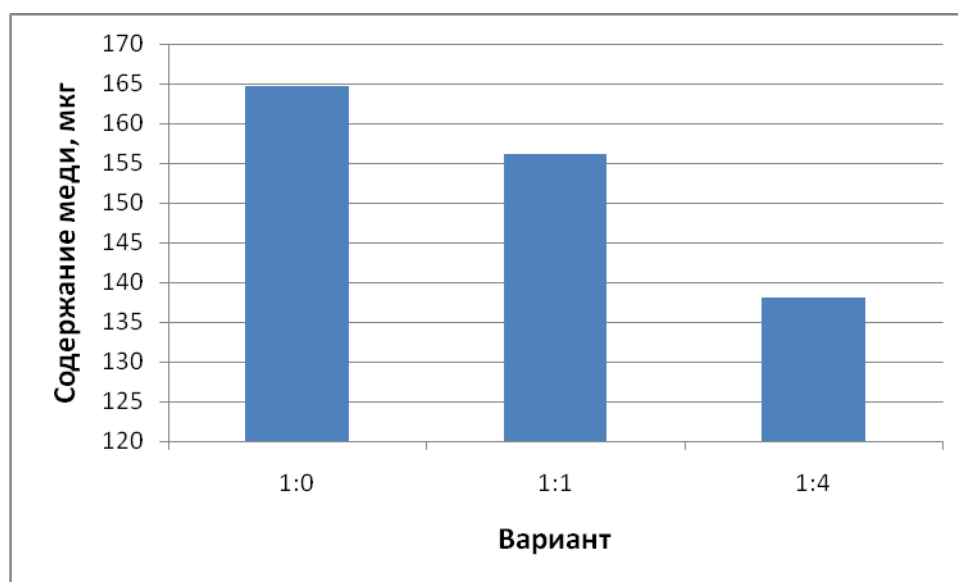


Рис. 2. Содержание меди в *Daphnia magna*. Варианты обозначены согласно соотношению Cu:GSH

Составляющей хитинового покрова *Daphnia magna* является полисахарид хитозан. Молекула хитозана содержит большое количество свободных аминогрупп, что позволяет ей связывать и удерживать ионы меди, тем самым предотвращая попадание токсиканта внутрь клеток. Хитозан играет роль барьера, как для ионов меди, так и соединений поллютанта. При определённых условиях хитозан образует менее прочные комплексы с ионами меди, чем глутатион. Поэтому глутатион не только снижает активную концентрацию меди в растворе, но и уменьшает ее количество на поверхности организмов, тем самым снижая накопление.

Таким образом, присутствие глутатиона в смеси с сульфатом меди (II) влияет на биодоступность (накопление) металла по-разному: в случае с цианобактериями биодоступность увеличивается, а в случае с дафниями уменьшается, что может сказаться на результатах биотестирования одного и того же медьсодержащего раствора.

Литература

- Ильичева Е. Ю. Механизмы влияния ионов серебра на метаболизм меди млекопитающих. Дис. ...канд. биол. наук. СПб., 2014. 10 с.
- Линник П. Н., Набиванец Б. И. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах. М.: Гидрометеиздат, 1986. 269 с.
- Сборник методик измерений массовой концентрации ионов меди, свинца, кадмия, цинка, висмута, марганца, никеля и кобальта методом вольтамперометрии на вольтамперометрическом анализаторе «Экотест-ВА». М.: ООО «Эконикс-Эксперт», 2004. 61 с.
- Стравинскене Е. С. Проблема биодоступности тяжелых металлов в экологическом мониторинге природных вод: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Красноярск, 2012. 18 с.
- Tardito S., Bassanetti I., Bignardi C., Elviri L., Tegoni M., Mucchino C., Bussolati O., Franchi-Gazzola R., Marchiò L. Copper binding agents acting as copper ionophores lead to caspase inhibition and paraptotic cell death in human cancer cells // *J. Am. Chem. Soc.*, 2011. 133 (16). P. 6235–6242.

Holly L. Valentine, Olga M. Viquez, Kalyani Amarnath, Venkataraman Amarnath, Justin Zyskowski, Endalkachew N. Kassa, William M. Valentine. Nitrogen Substituent Polarity Influences Dithiocarbamate-Mediated Lipid Oxidation, Nerve Copper Accumulation, and Myelin Injury // Chem. Res. Toxicol., 2009. P. 218–226.

Peter L. Croot, Bengt Karlson, J. T. van Elteren, J. J. Kroon. Uptake of Cu–Oxine by Marine Phytoplankton // Environ. Sci. Technol., 1999. P. 3615–3621.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ВОДНЫХ ВЫТЯЖЕК ИЗ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНЫХ ПЛАСТИКАТОВ

А. С. Олькова, Д. В. Будина, К. А. Жилин, М. Н. Черемухин
Вятский государственный гуманитарный университет,
morgan-abend@mail.ru

В настоящее время высокомолекулярные соединения (ВМС) используются практически во всех сферах жизни человека. При этом известно, что данные вещества чаще всего являются ксенобиотиками, то есть абсолютно чужды окружающей среде. Тем не менее, они остаются одними из самых востребованных синтетических материалов. Например, из пластифицированных ВМС во многих странах производят детские игрушки.

В процессе использования этих изделий они часто попадают в воду как комнатной, так и повышенной температуры. При этом из их состава могут выделяться компоненты рецептуры и продукты деструкции, способные оказать негативное влияние на здоровье человека.

Природные механизмы естественной утилизации в окружающей среде пластифицированных ВМС продолжительны во времени. После их эксплуатации, в том числе детских игрушек, изделия массово оказываются на свалках твердых бытовых отходов, где на них действуют факторы окружающей среды, среди которых дождевые и талые снеговые воды. Природные воды также, в свою очередь, могут загрязняться веществами, входящими в состав изделий, а также продуктами их медленной деструкции.

Целью нашей работы стало исследование токсикологических свойств пластифицированного поливинилхлорида разных рецептур в модельных опытах.

Для исследования были взяты образцы пластифицированного поливинилхлорида (ПВХ), приготовленного по разным технологическим рецептурам. Поиск лучших материалов и рецептур для изготовления качественных и безопасных детских игрушек является актуальным научно-практическим исследованием.

Образцы готовились путем поэтапного смешивания семи компонентов (табл. 1) в лабораторных условиях на диссольвере (смешивающее устройство). При этом контролировались следующие параметры: порядок ввода компонентов, влажность рабочей зоны, температура смеси, время смешивания, условная вязкость полученной пасты. Затем полученный пластизол выдерживался в металлических формах при температуре 175 °С в термошкафу в течение 5 минут. У полученных образцов ПВХ-пластиката измерялась твердость по шкале Шор А.

Таблица 1

Состав пластикаторов

Наименование компонента	Класс опасности	Доля компонента в образце, %		
		№37	№38	№40
ПВХ-полимер эмульсионный пастообразующий, $K=70^*$	3	62	–	55
ПВХ-полимер микросуспензионный пастообразующий, $K=70^*$	3	–	57	–
ПВХ-полимер суспензионный экстендер	3	–	10	–
Пластификатор ди(2-этилгексил)ортофтолат (ДОФ)	2	34	27	39
Регулятор вязкости (смесь непредельных углеводородов)	3	2,5	2,5	1,6
Эпоксидированное растительное масло	–	1,2	1,5	2,8
Комбинированная смазка (смесь сложноэфирных соединений)	–	0,5	1	0,7
Mg-Zn-термостабилизатор	–	0,5	0,8	0,6
Неорганические железистоокисные пигменты, двуокись титана, кромофталы	2	0,3	0,2	0,3

Примечание: * – K – константа Финкентчера, характеризующая молекулярную массу полимера

Для установления степени токсичности изготовленных образцов, их измельчали и готовили водные вытяжки. Соотношение твердой и жидкой фаз 1:10 в соответствии с рекомендациями аттестованной методики (ФР.1.39.2007.03222, 2007). Одновременно моделировали воздействие холодных (20 °С) и горячих вод (70 °С). В качестве контроля, а также воды для приготовления вытяжек использовали артезианскую воду питьевого качества.

Токсичность водных вытяжек определяли по смертности и изменению плодовитости дафний (*Daphnia magna* Straus). Эксперимент проводился с соблюдением следующих требований: pH водной вытяжки для контроля и исследуемых образцов 7,0–8,5; содержание растворенного кислорода не ниже 6 мг/дм³. Критерием острой токсичности служит гибель 50% и более дафний за 96 часов в исследуемой водной вытяжке при условии, что в контрольном эксперименте гибель не превышает 10%. Критерий хронической токсичности – достоверное угнетение плодовитости дафний в опытных вариантах по сравнению с контрольными значениями, либо гибель 20% и более дафний. Результаты представлены в таблице 2.

Самым безопасным следует признать образец № 40. Водная вытяжка из него, приготовленная как «холодным», так и «горячим» способом, не потребовала установления безвредной кратности разбавления, так как в кратковременном эксперименте (96 часов) не оказывала острого токсического действия на дафний. Однако, в долговременном эксперименте образец оказывал хроническое токсическое действие прежде всего по критерию гибели взрослых особей. При этом контакт ПВХ-пластиката с холодной водой не угнетал плодовитости ракообразных, а с горячей – достоверно снижал показатель почти в 3 раза.

Таблица 2

Токсикологические характеристики водных вытяжек из ПВХ-пластиков

Вариант		Наличие острой токсичности		Плодовитость за 24 дня		Смертность взрослых особей на 24 день, %		БКР**	
		22 °С	70 °С	22 °С	70 °С	22 °С	70 °С	22 °С	70 °С
Контроль		–		13,5±1,5		0		–	
37	100	+	+	0	0	–	–	2	4
	50	–	+	9,0±0,4*	0	20	–	–	–
	25	–	–	7,4±2,5*	5,6±2,2*	3,3	40	–	–
	10	–	–	6,8±1,1*	3,9±2,3*	0	16,7	–	–
38	100	+	+	0	0	–	–	4	2
	50	+	–	0	6,0±5,2	–	100	–	–
	25	–	–	3,5±1,1*	2,6±0,8*	100	36,7	–	–
	10	–	–	9,9±4,0	2,9±1,3*	23,3	10	–	–
40	100	–	–	16,6±3,0	4,8±1,1*	40	90	–	–

Примечание: * – отличия достоверны по сравнению с контролем; ** – безвредная кратность разбавления.

При тестировании образцов № 37 и 38 установлена их острая токсичность. Только при разбавлении исходных вытяжек (100%) в 2–4 раза дафнии выживали в течение четырех суток. Сохраняется тенденция увеличения токсичности при воздействии на ПВХ-пластик горячей воды. Для образца № 38 установлена БКР вытяжки при 22 °С, равная 4, а при 70°С – 2, но при анализе способности особей к размножению в данных вариантах наблюдаем большее снижение плодовитости в вытяжке, приготовленной при нагревании.

Анализируя динамику смертности дафний на протяжении 24 дней, приходим к выводу, что образец № 38 наиболее опасен, так как все рачки погибали в «холодной» вытяжке при её разбавлении в 4 раза, при разбавлении в 10 раз смертность также превышала допустимый критерий (рис.). В «горячей» вытяжке разбавление пробы в 10 раз позволило выжить большинству дафний на фоне снижения их плодовитости в 4,7 раза.

Контакт высокомолекулярных соединений с горячей водой в быту распространен. В то же время многие полимеры не рекомендуется использовать для горячих продуктов и жидкостей, что указывается производителем. В нашем эксперименте, направленном, в том числе, и на выбор наиболее оптимальных рецептур пластиков, показано, что высокая температура может являться фактором увеличения токсичности ВМС. Вероятно, это связано с возрастанием скорости физико-химических процессов (диссоциация, растворение) при повышении температуры и, как следствие, миграцией некоторых компонентов в раствор.

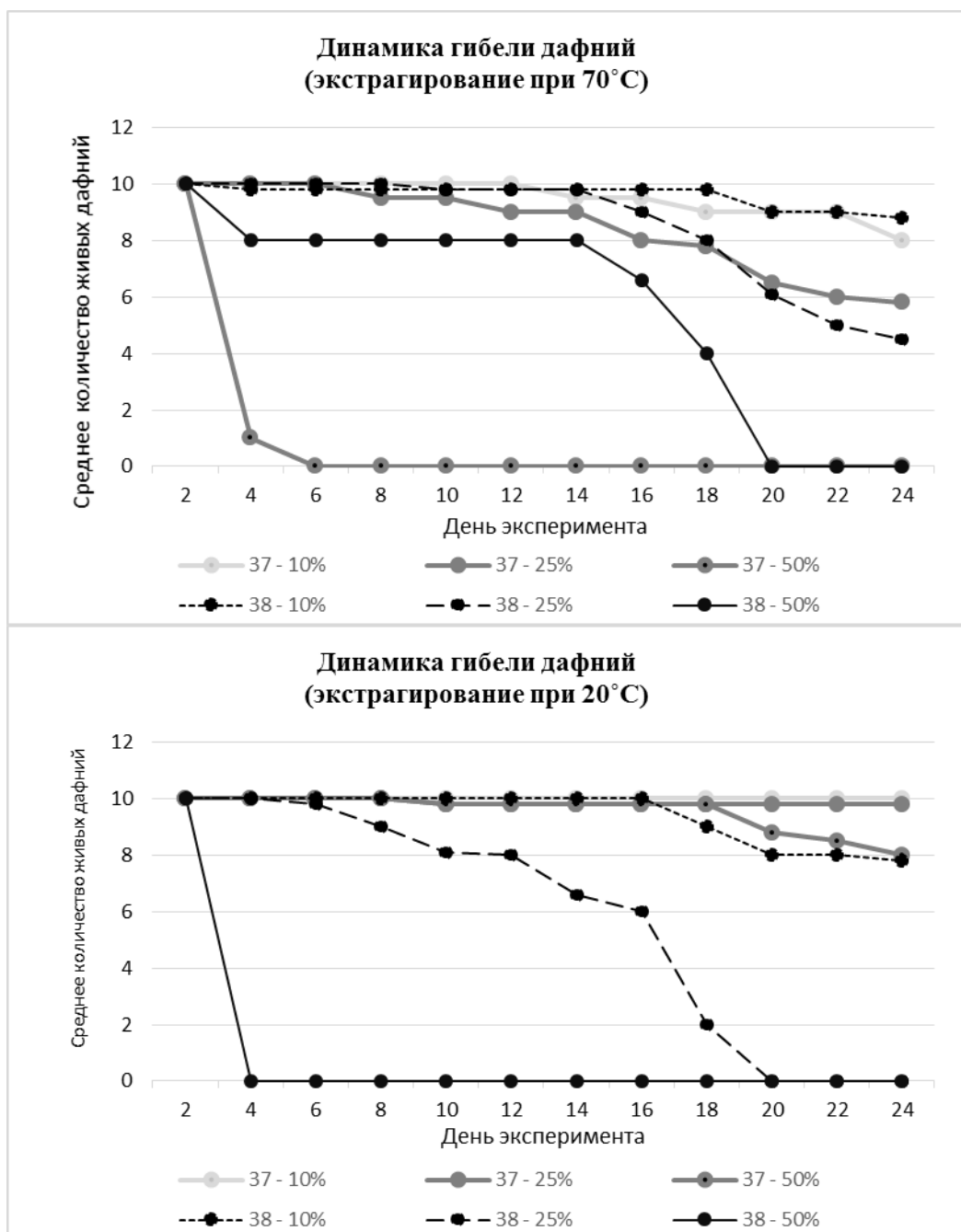


Рис. Динамика гибели *D. magna* в водных экстрактах пластикаторов
Примечание: «37–10%» и т. п. означает номер образца и степень разбавления водной вытяжки, %

Не все компоненты ПВХ-пластизолов после перевода их в ПВХ-пластики посредством проведения реакций полимеризации (желатинизации) подвержены миграции в водную среду. Имеет место экстракция пластификатора ДОФ (2 кл. оп.), так как данный компонент в процессе полимеризации не подвергается химическому связыванию с молекулами полимера, а удерживается внутри образовавшегося пластика вандерваальсовыми электростатическими силами. Однако, это может быть не единственной причиной токсичности экстрактов.

Опытным путем установлено, что рецептуры с большим содержанием пластификатора являются менее токсичными, несмотря на потенциальную

опасность ДОФ. Вероятно, это объясняется тем, что высокопластифицированные пластикаты (№ 40) являются более термостабильными по сравнению с их низкопластифицированными образцами (№ 37, 38). Образовавшиеся в результате термодеструкции продукты распада (соединения хлора, например, хлороводород) могут задерживаться в матрице низкопластифицированных пластикатов, мигрировать в водную среду, оказывая токсическое действие.

Повышение температуры создает условия для экстракции из пластикатов токсичных веществ, способных оказать токсическое действие. Поиск безопасных рецептур необходимо вести в направлении оптимального соотношения ПВХ-полимера, пластификатора и термостабилизатора.

Литература

ФР.1.39.2007.03222 Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний. М.: Акварос, 2007. 48 с.

ОЧИСТКА И УТИЛИЗАЦИЯ СОЛЕВЫХ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ЭТИЛЕНДИАМИНА И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ

Е. Е. Царегородцева, Е. В. Мамонтова, В. Е. Зяблицев
Вятский государственный гуманитарный университет,
Вятская государственная сельскохозяйственная академия

Важной экологической задачей XXI века является разработка и использование безотходных и малоотходных ресурсосберегающих процессов с замкнутыми технологическими циклами (Зяблицев и др., 2003). Эта задача особенно актуальна при получении ядовитых и токсичных органических соединений, производство которых сопряжено с образованием трудно утилизируемых минеральных и органических отходов. К таким производствам относятся получение этилендиамин (ЭДА) и его производных, поскольку на одну тонну готового продукта образуется более 30 тонн (в расчете на ЭДА) отходов NaCl, утилизация которых осложнена наличием азотосодержащих органических соединений.

В данной работе приведены результаты обобщения и систематизации исследований по разработке процесса жидкофазного электрокаталитического окисления (ЭО) органических соединений в солевом отходе производства ЭДА и его производных с получением раствора NaCl, пригодного для использования в ртутном методе получения хлора и щелочи. Для снижения экспериментов и расширения информации при проведении исследований использован 3-х уровневый ортогональный план (матрица планирования эксперимента). В качестве параметра оптимизации выбрана степень полного (до CO₂ и H₂O) деструктивного окисления ЭДА. Обработка результатов эксперимента позволила построить математическую модель (3-х членный полином 1-ой степени) процесса окисления ЭДА и определить оптимальные параметры процесса жидкофазного ЭО: плотность тока 1,0–3,0 кА/м², температура 363 К, pH 4,0–6,0, содержание ЭДА 2,5–3,0 кг/м, расход электроэнергии 324 МДж/м³ раствора. При оптималь-

ных условиях процесса степень полного деструктивного окисления ЭДА составила более 90%, остаточное содержание в очищенном растворе органического углерода не превышало $0,4 \text{ кг/м}^3$, кислородсодержащих соединений хлора – $0,05 \text{ кг/м}^3$, азотсодержащие органические соединения отсутствовали (Зяблицева и др., 2004).

Результаты лабораторных исследований апробированы (Зяблицев и др., 1986) на опытно-промышленной установке при очистке натурального солевого отхода производства ЭДА и его производных. Подтверждена достоверность параметров процесса жидкофазного электрокаталитического окисления органических соединений в солевом отходе производства ЭДА и его производных.

Для снижения затрат электроэнергии и утилизации органических продуктов (ЭДА и его производные) предложены варианты реализации процесса жидкофазного ЭО: адсорбция активного хлора из очищенного раствора NaCl с регенерацией адсорбента исходным (неочищенным) раствором (Авторское свидетельство № 947072, ... , 1982) и извлечения органических примесей (до 80% в расчете на ЭДА) в электродиализаторе с последующим жидкофазным ЭО остаточного органического углерода (Авторское свидетельство № 975583, 1982).

Очищенный от азотсодержащих органических соединений раствор NaCl проверен на пригодность для ртутного метода получения хлора и щелочи (метод амальгамной пробы) и апробирован на лабораторном ртутном электролизере (Уразаев и др., 1985). Показано, что использование очищенного от органических субстратов сбросового раствора NaCl производства ЭДА и его производных не приводит к нарушению технологических параметров процесса электролиза.

Результаты разработки использованы (Информационный листок № 390-86, ... , 1986) при утилизации солевого отхода производства ЭДА и его соединений в производстве хлора и щелочи ртутным методом. Получен экономический эффект.

Литература

Авторское свидетельство № 947072. МКИ F 1/46. Способ очистки сточных вод / Зяблицев В. Е., Зяблицева М. П., Камалов О. К., Лаптев В. М. и др. Заявл. 04.08.80, опубл. 30.07.82. Бюл. № 28.

Авторское свидетельство № 975583, МКИ F1/46. Способ очистки сточных вод, содержащих аммиак и этилендиамин / Зяблицев В. Е., Зяблицева М. П., Камалов О. К., Лаптев В. М. и др. Заявл. 30.06.80, опубл. 23.11.82. Бюл. № 43.

Зяблицев В. Е., Уразаев К. Ф., Кубасов В. Л., Камалов О. К. Электрохимическая очистка отходов хлорида натрия производства этилендиамина // Экспресс информация. Охрана окружающей среды и очистка промышленных выбросов. НИИТЭХИМ, М., В.4.1986. С. 5–6.

Зяблицев В. Е., Зяблицева М. П. Безотходные и малоотходные производственные процессы // Актуальные проблемы регионального экологического мониторинга: теория методика, практика. Сб. материалов Всерос. науч. школы. Киров, 2003. Вып. 1. С. 176–179.

Зяблицева М. П., Зяблицев В. Е. Математическая модель деструктивного электрохимического окисления этилендиамина // Актуальные проблемы регионального экологического мониторинга: теория, методика, практика: Сб. материалов Всерос. науч. школы Киров, 2004. С. 200–201.

Информационный листок № 390-86. УДК 66. 087. Электрохимический процесс очистки отходов производства этилендиамина. Внедрено в 1986 г. / Башкирский межотраслевой территориальный центр научно-технической информации и пропаганды (Составители Зяблицев В. Е., Чекашкина Л. В.), 1986.

Уразаев К. Ф., Камалов О. К., Зяблицев В. Е., Кубасов В. Л. Использование солевого отхода производства этилендиамина при получении хлора и щелочи ртутным методом // Экологические проблемы Башкирии и пути их решения: Тезисы докладов и краткие сообщения науч.-практ. конф. Уфа, 1985. С. 53–55.

К ВОПРОСУ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ЖИДКОФАЗНОГО ЭЛЕКТРОКАТАЛИТИЧЕСКОГО ОКИСЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СУБСТРАТОВ ПРИ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Н. Е. Захарищева¹, Е. В. Мамонтова², В. Е. Зяблицев¹

¹ Вятский государственный гуманитарный университет,

² Вятская государственная сельскохозяйственная академия

К середине XX века заметно возрос объем химических производств в промышленном потенциале страны. Одновременно наметилась тенденция создания крупных химических производственных объединений, расположенных в районах с развитой инфраструктурой и высокой плотностью населения. Несовершенство используемых технологических процессов и физическое старение оборудования (эта тенденция особенно обострилась к концу 80-х годов) и, как следствие, увеличение количества сбрасываемых промышленных отходов, резко повысили влияние антропогенных факторов на природные экосистемы (Сokolov, 2000). В результате этого в стране образовались зоны экологической опасности, в первую очередь, охватывающие районы с высоким потенциалом химических предприятий (города Уфа, Усолье Сибирское, Ивано-Франковск, Сумгаит, Джерджинск, Красноярск, Братск, Кирово-Чепецк и др.). Особенно неблагоприятная экологическая ситуация (близкая к критической) сложилась в районах с высокой концентрацией химических производств органического синтеза (получение синтетического глицерина, полиэлектролитов, ядохимикатов, хлорорганических и др. продуктов), использующих «хлорный метод» производства (хлорирование сырья газообразным хлором с последующей обработкой хлорорганических полупродуктов диафрагменной каустической содой или электрощелоками) в следствии образования сбросовых растворов NaCl (до 60 м³/т продукта, содержание NaCl до 300 кг/м³). Наличие в сбросовых растворах органических примесей (до 5 кг/м³ по органическому углероду) не позволяло проводить утилизацию соли в процессе получения хлора и щелочи и создать малоотходные ресурсосберегающие промышленные комплексы (производство органического синтеза – производство хлора и щелочи) с замкнутыми технологическими циклами. Для обеспечения возможности утилизации сбросовых растворов NaCl производств органического синтеза специалистами ГОСНИИХЛОПРОЕКТа (г. Москва) в середине 70 годов был разработан метод жидкофазного электрокаталитического окисления (ЭО) органических суб-

стратов анодно генерируемыми окислителями – растворенный хлор и продукты его гидролиза. Метод жидкофазного ЭО нашел применение при очистке сбросовых растворов NaCl производств органического синтеза (синтетический глицерин, этилендиамин и его производные, окись пропилен, хлорорганические и др. соединения), сточных вод предприятий текстильной и целлюлознобумажной промышленности, при активации и обеззараживания воды, получении дезинфицирующих растворов, утилизации отходов растительного сырья, обезвреживании ядохимикатов и в др. процессах (Соколов, 2000; Краснобородько, 1968; Зяблицев и др., 2004; Богомоллова и др., 2012; Патент № 2421261 РФ, 2011; Патент № 2493722 РФ, 2013).

В последнее время в научной литературе и СМИ дискутируется вопрос об опасности использования активных форм хлора для обработки воды и растворов электролита из-за опасности образования ядовитых и токсичных продуктов (диоксины, хлорорганические и др. соединения) при взаимодействии с органическими субстратами. Высказано мнение о полном запрещении применения хлора и его производных в качестве окислителей при очистке растворов и водоподготовке. Одновременно научно обоснована и экспериментально подтверждена возможность использования в качестве окислителей электрохимически генерируемых активных форм кислорода (HO^* – радикал, HO_2^* – радикал, HO^{2-} – ион, H_2O_2 , O_3) при использовании каталитически активных электродных (анодных и катодных) материалов (стеклоуглерод, газодиффузионные материалы, платина, допированные бором алмазные электроды и электроды на основе диоксидов свинца, олова, марганца и т.п.) (Электрохимия ..., 2008). Показана эффективность использования при ЭО импульсного разряда на поверхности катода как эффективного инициатора термодеструкции органических субстратов и молекул растворителя и образования в результате распыления и электроэрозии материала катода активизированного комплекса ЭО органических субстратов (Зяблицев и др., 2006; Захарищева и др., 2013).

Активные формы электрокаталитически генерируемого кислорода нашли ограниченное применение в процессах очистки растворов от органических субстратов и преимущественно использованы при электрохимическом синтезе органических соединений (Электрохимия ..., 2008). В некоторой степени это можно объяснить новизной научного решения (большинство работ относятся к концу XX и началу XXI века) и сложностью технических решений при реализации процесса в промышленных условиях.

Литература

Богомоллова Е. А., Зяблицев В. Е. Обезвреживание и утилизация некондиционных пестицидов // Знания молодых – новому веку. Материалы межвузовской студенческой науч. конф. Сб. науч. трудов. В 2 ч. Ч. 1. Агрохимические, биологические, ветеринарные, технические науки. Киров: Вятская ГСХА, 2012. С. 37–39.

Захарищева Н. Е., Зяблицев В. Е. Минерализация органических субстратов при прямой электрокаталитической очистке растворов хлоридов // Бизнес. Наука. Экология родного края: проблемы и пути их решения: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. – выставки экологических проектов с междунар. участием. Киров: Из-во ООО «Веси», 2013. С. 314–316.

Зяблицев В. Е., Зяблицева Е. В. Интенсификация электрохимических процессов // Наука – производство – технология – экология. Сб. материалов Всерос. науч.-техн. конф. в 5 т. Киров: Изд-во ВятГУ, 2006. Т. 3. С. 64–65.

Краснобородько И. Г. Деструктивная очистка сточных вод от красителей. Л., Химия, 1968. 192 с.

Патент № 2421261 РФ МПК А62Д 3/115, 3/38, 3/37, 101/04, 101/26. Способ окислительного жидкофазного обезвреживания пестицидов фосфорсодержащего ряда / Зяблицев В. Е., Зяблицева Е. В., Сысолятина Е. И. и др. / Заявл. 15.12.2009; опубл. 20.06.2011. Бюл. № 17.

Патент № 2493722 РФ МПК А23К 1/00, 1/12. Способ обработки грубых кормов / Зяблицева Е. В., Мамонтов А. И., Зяблицева М. П. и др. / Заявл. 22.03.2011; опубл. 27.09.2013. Бюл. № 27.

Соколов Р. С. Химическая технология: Учеб. Пособие для студ. Высш. учеб. заведений: в 2 т. М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2000. Т.1: Химическое производство в антропогенной деятельности. Основные вопросы химической технологии. Производство неорганических веществ. 368 с.

Электрохимия органических соединений в начале XXI века / Под ред. В. П. Гулья, А. Г. Кривенко, А. П. Томилова. М.: Компания Спутник+, 2008. 578 с.

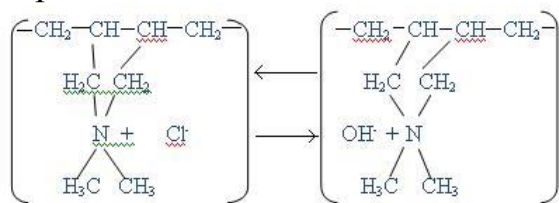
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И КАЧЕСТВО ПРОДУКТОВ ПРИ ДИАФРАГМЕННОМ МЕТОДЕ ПОЛУЧЕНИЯ ХЛОРА И ЩЕЛОЧИ

*Д. С. Махина, Е. В. Мамонтова, В. Е. Зяблицев
Вятский государственный гуманитарный университет,
Вятская государственная сельскохозяйственная академия*

Более половины каустической соды и хлора в России получают диафрагменным методом электролиза раствора хлорида натрия. Для повышения технико-экономических показателей процесса в конце 80-х годов XX века создана (ГОСНИИХЛОПРОЕКТ, г. Москва) конструкция отечественного серийного электролизера ДМ-62 (диафрагменный металокисный, нагрузка 62 кА), оснащенного малоизнашиваемыми оксидными рутениево-титановыми анодами с высоким гарантийным сроком пробега. Однако, использование в конструкции электролизера асбестовой диафрагмы (разделяет электролизер на анодную и катодную камеры), протекаемость которой при работе изменяется (осаждение примесей раствора NaCl), ограничило фактический период межремонтного пробега до одного года. Одновременно, отмечено снижение выхода по току продуктов электролиза и повышенное содержания в электрощелоках ионов ClO^- и ионов ClO_3^- . Кроме того, технологическая операция замены асбестовой диафрагмы сопровождается образованием агрессивных растворов (растворы HCl с асбестовой суспензией), которые перед сбросом в канализационный коллектор необходимо подвергать очистке.

Рекомендации по восстановлению протекаемости фильтрующих диафрагм (асбестовая, полимерная, асбополимерная) без снятия токовой нагрузки и демонтажа диафрагменного электролизера ограничены и малоэффективны. Поэтому актуальны технические решения, направленные на стабилизацию работы серийного электролизера ДМ-62 и повышение качества каустической соды.

В ходе исследования выполнены обобщение и анализ результатов поиска технических решений по стабилизации работы диафрагменных электролизеров и повышения качества каустической соды без снятия токовой нагрузки и демонтажа оборудования. Для этого исследовано влияние водорастворимого полиэлектролита катионного ВПК-402 (полидиметилдиаллиламмонийхлорид), введенного в состав асбестовой диафрагмы в процессе ее изготовления и в питающий раствор NaCl, на рабочие параметры (выход по току продуктов, содержание в электрощелоках примеси кислородсодержащих соединений хлора, протекание асбестовой диафрагмы) электролизера. ВПК-402 является хорошим флокулянт и в зависимости от pH среды способен изменять агрегатное состояние: растворимая форма – в кислых и нерастворимая – в щелочных растворах.



Поэтому следует ожидать, что введение в состав асбестовой диафрагмы или рабочий раствор NaCl добавки ВПК-402 позволит получить диафрагму с анизотропными (одинаковая структура поверхности) свойствами и, следовательно, с равномерной протеканием электролита по всей поверхности.

Результаты лабораторных опытов показали (рис.), что независимо от способа дозировки ВП (внесение в диафрагму в процессе изготовления или подача с питающим раствором NaCl) в работающем электролизере снижается продолжительность формирования диафрагмы (снижение скорости протока до установления постоянного значения), увеличивается выход по току продуктов электролиза и снижается содержание в растворе щелочи ионов ClO^- и ионов ClO_3^- . Установлено, что количество вносимой добавки ВПК-402 должно составлять 0,01-0,10 г/г асбестовой диафрагмы, причем 10-60 % следует дозировать в диафрагму при ее изготовлении, а оставшуюся часть подавать в электролизер с питающим раствором хлорида натрия.

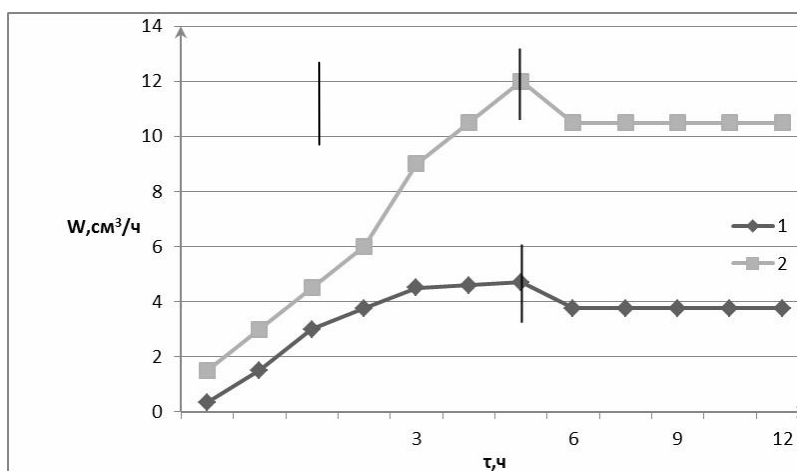


Рис. Зависимость скорости протока раствора NaCl через асбестовую диафрагму от времени процесса электролиза. Содержание в электролите ВПК-402: 1–3 г/л, 2–10 г/л. Плотность тока 1500 А/м^2 , температура 343 К, pH 10. Вертикальная черта – начало подачи добавки ВПК-402 в работающий электролизер

Результаты разработки защищены авторским свидетельством (Авторское свидетельство № 1627595, 1991) и рекомендованы для проведения опытно-промышленных испытаний.

Для повышения качества раствора щелочи изучено влияние на содержание ионов ClO^- и ионов ClO_3^- в электрощелоках (продукт диафрагменного электролиза) добавок органических (ВПК-402, глицерин, глицерат натрия, сахар, глюкоза и др.) и неорганических (аммиак, гидразин, соль – отход производства глицерина и др.) соединений. Высокая эффективность достигнута (степень очистки 80–90%, температура 100–110 °С) при использовании соли – отхода производства глицерина (содержание полиглицеринов до 5%). С учетом экономических и экологических факторов рекомендовано использовать для очистки каустической соды отходы NaCl производства синтетического глицерина, вводя их в раствор электрощелоков перед стадией выпаривания. Использование рекомендации позволяет повысить качество диафрагменной каустической соды и проводить утилизацию солевого отхода производства синтетического глицерина.

Разработка защищена авторским свидетельством (Авторское свидетельство № 1570231, 1990). Результаты использованы при очистке каустической соды цеха диафрагменного метода электролиза. Получен экономический эффект.

Литература

Авторское свидетельство № 1627595 МКИ 1/46, 13/06. Способ получения хлора и щелочи / Зяблицев В. Е., Чапайкин П. И., Расулев З. Г., Абдрашитов Я. М., Кубасов В. Л. и др. Заявл. 26.05.86., опубл. 15.02.91, Бюл. № 6.

Авторское свидетельство № 1570231 МКИ D 1/28. Способ очистки раствора гидроксида натрия от хлората натрия. Абдрашитов Я. М., Зяблицев В. Е., Кубасов В. Л. и др. Заявл. 18.07.88 .ДСП.

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОЦЕССА ЖИДКОФАЗНОГО ЭЛЕКТРОКАТАЛИТИЧЕСКОГО ОКИСЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В УСЛОВИЯХ СТАЦИОНАРНОГО И НЕСТАЦИОНАРНОГО ЭЛЕКТРОЛИЗА

Н. Е. Захарищева¹, Е. В. Мамонтова², В. Е. Зяблицев¹

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет,*

² *Вятская государственная сельскохозяйственная академия*

Метод жидкофазного электрокаталитического окисления (ЭО) органических соединений нашел применение при электрохимической очистке сточных вод от органических загрязнителей и при подготовке и активации воды (Соколов, 2000; Краснобородько, 1968; Зяблицев и др., 2006). В зависимости от состава обрабатываемых растворов и требований к качеству получаемых продуктов процесс проводят в условиях стационарного или не стационарного (реверс тока, импульсный электрический разряд на поверхности катода) электролиза (Зяблицев и др., 2006). Стационарный процесс рекомендован (Зяблицев и др., 2004) для очистки минерализованных сбросовых растворов NaCl , производств органического и хлорорганического синтеза (синтетический глицерин, герби-

циды, полиэлектролиты, многоатомные спирты, хлорорганические соединения и др.), где на стадии омыления раствором NaOH хлорорганических полупродуктов образуется (до 60 м³/т продукта), растворы NaCl (до 300 кг/м³), загрязненные органическими примесями (до 5 кг/м³ по органическому углероду). Процесс жидкофазного ЭО с реверсией тока эффективен (Зяблицев и др., 1979] при очистке растворов щелочно-земельных металлов, поскольку позволяет удалить с поверхности катода неэлектропроводные осадки (защелачивание прикатодного слоя в результате восстановления воды) и обеспечивает небольшие энергозатраты. Жидкофазное ЭО с реализацией на поверхности катода импульсного разряда позволяет (Зяблицев и др., 1990) повысить степень очистки и глубину полной деструкции органических соединений.

В таблице приведены показатели процесса жидкофазного ЭО в растворе NaCl окиси пропилен в условиях стационарного и нестационарного электролиза.

Таблица

Показатели процесса жидкофазного электрокаталитического окисления окиси пропилен в растворе NaCl при стационарном и нестационарном процессе электролиза (лабораторные условия)

Условия процесса	Стационарный режим	Реверс тока	Импульсный разряд
Плотность тока, А/см ²	0,1–0,3	0,1–0,3	10–100
Напряжение, В	5	8	100 и выше
Плотность тепловой мощности тока, кДж·с/см	до 12	до 11	30000 и выше
Расход электроэнергии, Вт*ч/г ОУ*	20	40	100 и выше
Режим циркуляции раствора	Ламинарный (Re≤4000)	Ламинарный (Re≤4000)	Турбулентный (Re>10000)
Степень очистки, %	85–90	85–90	до 95
Степень полной деструкции, %	85–90	85–90	до 99

Примечание: ОУ* – органический углерод

Из таблицы, очевидно, что показатели процесса жидкофазного ЭО в стационарных условиях и при использовании реверсии тока практически идентичны. Процесс с использованием импульсного электрического разряда на поверхности катода характеризуется значительными энергозатратами и более высокой (примерно на 10%) степенью полной деструкции органических соединений. Повышение степени полного деструктивного окисления органических субстратов при использовании импульсного разряда, по-видимому, частично обусловлено термодеструкцией органических соединений в зоне разряда (вклад незначителен!) и образованием в прикатодной зоне сильных окислителей в результате термодеструкции ($2\text{H}_2\text{O}=2\text{H}_2+\text{O}_2$, $\text{O}+\text{O}_2=\text{O}_3$) и активации (образование HO^* – радикала, HO_2^* – радикала, HO_2^- – иона) молекул растворителя (Электрохимия ..., 2000), а так же возникновения активизированного комплекса (результат распыления и электроэрозии материала катода), близкого по эффективности к наночастицам (Захарищева и др., 2013). Проведение процесса жидкофазного ЭО в условиях турбулентного режима циркуляции раствора (Re>10000) обеспе-

чивает перенос окислителей и активизированного комплекса в объем раствора, что повышает эффективность окисления органических соединений.

Процесс жидкофазного ЭО органических соединений с наложением импульсного разряда на поверхности катода оправдан (Зяблицев и др., 2004) при необходимости глубокой очистки от органических соединений небольших объемов жидкости с получением активизированных продуктов.

Литература

Захарищева Н. Е., Зяблицев В. Е. Минерализация органических субстратов при прямой электрокаталитической очистке растворов хлоридов // Бизнес. Наука. Экология родного края: проблемы и пути их решения: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. – выставки экологических проектов с междунар. участием. Киров: Изд-во ООО «Веси», 2013. С. 314–316.

Зяблицев В. Е., Зяблицева Е. В. Интенсификация электрохимических процессов // Наука – производство – технология – экология. Сб. материалов Всерос. науч.-техн. конф. в 5 т. Киров: Изд-во ВятГУ, 2004. Т. 3. С. 64–65.

Зяблицев В. Е., Зяблицева М. П., Камалов О. К. Химия и технология воды. 1990. 12, № 6. С. 557–561.

Зяблицев В. Е., Мартынов В. Е. Очистка и утилизация солевых отходов // Материалы первой областной науч.-практ. конф. Киров: Старая Вятка, 2006. С. 132.

Зяблицев В. Е., Тюрин Б. К., Зяблицева М. П. Электрохимическая очистка сточных вод производства окиси пропилена в режиме реверсии тока // Экспресс информация. Охрана окружающей среды и очистка промышленных выбросов в химической промышленности. НИИТХМИМ, М.: 1979. С. 4–6.

Краснобородько И. Г. Деструктивная очистка сточных вод от красителей. Л., Химия, 1968. 192 с.

Соколов Р. С. Химическая технология: Учеб. Пособие для студ. Высш. учеб. заведений: в 2 т. М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2000. Т. 1: Химическое производство в антропогенной деятельности. Основные вопросы химической технологии. Производство неорганических веществ. 368 с.

Электрохимия органических соединений в начале XXI века / Под ред. В. П. Гулятя, А. Г. Кривенко, А. П. Томилова. М.: Компания Спутник+, 2008. 578 с.

СЕКЦИЯ 4 СОЦИАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ

ИЗ ИСТОРИИ ИЗМЕНЕНИЯ ТРАКТОВКИ ПОНЯТИЯ «ПАМЯТНИК ПРИРОДЫ»

А. А. Хохлов

*Вятский государственный гуманитарный университет,
kaf_eco@vshu.kirov.ru*

Памятники природы – самая распространенная категория особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Только в Кировской области на охране состоит 176 памятников природы регионального значения. Просматривая список этих объектов, порою возникают сомнения о правильности взятия под государственную охрану тех или иных природных объектов. Эти сомнения усиливаются, когда узнаешь, что за последние годы 12 памятников природы были сняты с государственной охраны. Для того, чтобы решить данные сомнения необходимо выяснить, как менялась трактовка понятия «памятник природы» во времени.

Впервые это словосочетание употребляется в рассказе «Рене» знаменитого французского писателя Франсуа-Рене де Шатобриана, который был опубликован в 1802 г. Согласно второй, более известной версии, практически общепринятой, понятие «памятник природы» (в оригиналах везде по-французски: *monument de la nature*) ввел Александр фон Гумбольдт, употреблявший данный термин в путевых заметках и частной переписке. Вероятнее всего, он выводил его из термина «памятник истории и культуры». Причем, употребив термин «памятник природы» в 4 местах, он везде в него вкладывал несколько различный смысл. При этом можно сделать вывод о том, что семантическая нагрузка, в основном, сводилась к тому, что это «необычный природный объект, производящий особенное впечатление». До 1880 г. в немецком языке, теории и практике по охране природы понятие «памятник природы» закрепилось за уникальными деревьями, а также горами и скальными формациями (Мукало, 2013).

Лишь благодаря работам прусского геолога Альфреда Йенцша, словосочетание «памятник природы» в конце XIX в. получило второе рождение и стало полноправным научным термином. В 1896 г. он предложил считать памятниками природы природные объекты, которые выделяются за счет своих аномалий (отклонений от нормы) или имеющих историческую ценность. Уже в 1900 г. он вновь предлагает расширить понятие и включить в состав памятников природы не только отдельные природные объекты, но и небольшие участки (природные комплексы) и даже редкие виды животных, представляющие интерес для науки (Мукало, 2013).

Значительный вклад в развитие понятия «памятник природы» внес ботаник Гуго Конвенц, представивший в 1903 г. свою Программу по охране памятников природы и возглавивший в 1906 г. Прусскую государственную комиссию по охране памятников природы. Первоначально, в книге «Угроза памятникам природы и предложения по их сохранению» Конвенц высказал мнение, что «...собственно, только девственная местность, а также растения и животные без содействия людей попавшие на свои места обитания, должны рассматриваться как памятник». При этом он допускал, что к памятникам природы можно отнести и объекты, где есть некоторая степень антропогенности. «Это понятие тут и там должно понемногу расширяться, поскольку полностью нетронутые ландшафты у нас, как и в других культурных странах, вряд ли еще существуют – писал Г. Конвенц – так, например, какой-нибудь замечательный ландшафт, имеющий покинутые терриконы или населенные пункты, не должен из-за этого вычеркиваться из списков памятников природы; точно так же достойный внимания лес, искусственно прореженный и восстановившийся исключительно благодаря поросли и самосеву, также причисляется к памятникам природы. Напротив, посаженные деревья как множество сельских лип, аллей и целые парковые насаждения, хоть и могут быть интереснейшими сами по себе – они не вписываются в тесные рамки понятия «памятники природы» (Борейко).

Позже в своих работах Конвенц расширил понятие памятника природы. В статье «Попечение о памятниках природы» он писал: «Памятниками природы называются характерные для природы данной местности образования, преимущественно такие, которые находятся на своем первоначальном месте, оставаясь почти не тронутыми влиянием культуры» (Конвенц, 1914).

В России понятие «памятник природы» было впервые введено в научный оборот российским ученым ботаником И. П. Бородиным во время выступления на ботанической секции XII Всероссийского съезда естествоиспытателей и врачей 29 декабря 1909 г. К памятникам природы он относил «кусочки первобытной природы, отдельные, чем-либо выдающиеся ее предметы, по возможности, в естественной обстановке» (Бородин, 1914).

В апреле 1913 г. на заседании Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии был заслушан доклад Д. Н. Анучина «Об охране памятников природы». В данном выступлении докладчик уделил внимание уточнению понятия «памятник природы». По его мнению, «само определение того, что следует считать памятником природы, представляет значительное затруднение: тут могут столкнуться не только разнообразные, но и противоречивые интересы, например, экономические и гигиенические, научные и эстетические» (Анучин, 1914).

В декрете совета народных комиссаров РСФСР от 16 сентября 1921 г. «Об охране памятников природы, садов и парков» законодательно была закреплена следующая трактовка понятия «памятник природы»: «Участки природы и отдельные произведения (животные, растения, горные породы и т.д.), представляющие особую научную и культурно-историческую ценность, нуждающиеся в охране». То есть, с позиций сегодняшнего дня, данное понятие было объединя-

ющим, на подобие современного понятия «ООПТ» и включало в себя заповедники и заказники и даже Красную книгу

В июле 1926 г. отдел Охраны природы Главнауки при народном комиссариате просвещения высылает на места циркулярное письмо «Об охране памятников природы», где дает развернутую формулировку понятия: «Памятником природы могут быть и отдельные деревья, и замечательные скалы и камни, и целые участки леса или степи, нетронутые рукой человека с населяющими их редкими животными и растениями».

А. В. Яблоков, исследуя вопросы охраны природы в зарубежных странах, говорит о том, что «памятники природы или национальные памятники – небольшие заповедники, создаваемые для охраны отдельных объектов геологического, ботанического, исторического характера» (Яблоков, 1960).

В принятом в 1960 г. Законе РСФСР «Об охране природы» понятие «памятник природы» отсутствует, хотя в ст. 8 сказано, что «подлежат охране типичные ландшафты, редкие и достопримечательные объекты живой и неживой природы как характерные или как уникальные примеры природных условий отдельных зон и физико-географических областей, ценные в научном, культурно-познавательном и оздоровительном отношениях. Именно поэтому в эти годы в ряде случаев в понятие «памятник природы» включались различные заказники и даже действующие заповедники (Реймерс, Штильмарк. 1978). Так 28 сентября 1962 г. решением Кировского облисполкома № 571 были утверждены областные мероприятия по охране природы. В рамках этих мероприятий были взяты под охрану 23 природных объекта. Но, в данном решении путаются понятия «заказник» и «памятник природы». Именно поэтому целый ряд природных объектов был взят под охрану не как памятник природы, а как заказник.

В конце 60-х – начале 70-х гг. XX в. в Большой Советской энциклопедии была опубликована следующая трактовка понятия: «памятник природы – отдельные природные объекты, а так же отдельные ландшафты (урочища), охраняемые или заслуживающие охраны по своему научному, учебно-просветительному, историко-мемориальному или культурно-эстетическому.

Заведующий отделом природы Кировского музея А. Н. Соловьев предложил такую формулировку понятия: «памятник природы – взятые под охрану типичные или уникальные отдельные объекты и целые природные комплексы (биогеоценозы и их части), участки ландшафта, отдельные популяции и целые виды реликтовых, эндемичных или исчезающих организмов – как следы прошлых этапов или примеры современных процессов естественного развития природ, представляющие научную, познавательную или эстетическую ценность и не имеющие штаты охраны и научных работников» (Соловьев, 1983).

В начале 80-х гг. в научной среде появляется следующая трактовка понятия: «Памятник природы – объекты природы небольшого размера, в том числе нередко связанные с какими-то историческими событиями или лицами» (Реймерс, Яблоков, 1982).

Статьей 64 Закона РСФСР «Об охране окружающей природной среды» от 19 декабря 1991 г. сказано, что «памятниками природы объявляются отдельные уникальные природные объекты и природные комплексы, имеющие реликто-

вое, научное, историческое, эколого-просветительское значение и нуждающиеся в особой охране государства».

В 1996 г. при утверждении Минприроды РФ «Примерного положения о заказниках и памятниках природы» было дано такое толкование понятия: «Памятники природы – уникальные, невозполнимые, ценные в экологическом, научном, культурном и эстетическом отношении природные комплексы, а также объекты естественного и искусственного происхождения».

Таким образом, изменение трактовки понятия «памятник природы» влияло на включение конкретных природных объектов в охраняемые территории и расширяло виды памятников природы.

Сегодня памятниками природы мы можем считать природные комплексы (урочища, биогеоценозы), отдельные природные объекты, уникальные или обычные для данной местности, невозполнимые и ценные в научном (экологическом, историческом), культурно-эстетическом отношении.

Литература

Борейко В. Е. Философы дикой природы и природоохраны. [Эл. ресурс] / В. Е. Борейко – dck/irdir].

Бородин И. П. Охрана памятников природы. СПб/, 1914. 31 с.

Конвенц Г. Попечение о памятниках природы // Естествознание и география, 1914. (август) С. 70–81.

Мукало А. С. История формирования термина «памятник природы» в Германии в XIX – начале XX века // Известия Саратовского университета. Новая серия. Науки о Земле. Т. 13, Вып. 1. Саратов, 2013. С. 50–56.

Реймерс Н. Ф., Штильмарк Ф. Р. Особо охраняемые природные территории. М., 1978. 295 с.

Реймерс Н. Ф., Яблоков А. В. Словарь терминов и понятий, связанных с охраной живой природы. М., 1982. 144 с.

Соловьев А. Н. О трактовке термина «памятник природы» // Проблемы выявления, исследования и сохранения памятников природы: Тезисы докл., сообщ. науч.-практ. конф. Воронеж, 1983. С. 7–9.

Хроника // Естествознание и география, 1913. № 4. С. 93.

Яблоков А. В. Охрана природы в зарубежных странах. М., 1960. 32 с.

СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА БИОТУ

М. О. Френкель

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия,
kcgms@kirov.mesom.ru*

1. Изменение климата и климатических ресурсов Кировской области в связи с глобальным потеплением. Проблемы глобального потепления уже почти три десятка лет тревожат умы ученых-метеорологов всего мира. При этом особую ценность представляют региональные исследования изменений климатического режима, так как они могут иметь свои особенные тенденции, иногда отличающиеся от глобальных.

Для изучения подобных тенденций нами использовался ряд метеорологических наблюдений с 1890 по 2010 гг. по ст. Киров. Гидрологические параметры изучались за 135 лет (с 1875 по 2010 гг.) на водпосту Киров. Тенденции изменения метеорологического и гидрологического режима определялись на основе метода скользящих по десятилетиям. Исследовался тренд среднемесячных значений метеорологических и гидрологических параметров, определялись средние по десятилетиям отклонения их от нормы.

При выявлении глобального потепления, как и других изменений климата, следует учесть, что метеоростанции (МС) за вековой период застраивались, росли в город. Поэтому на их показания влияет не только глобальное повышение температуры, но и местный антропогенный фактор. Предлагаю ввести термин *местный антропогенный фактор* – как степень влияния деятельности человека на метеорологические параметры, определяемые на метеостанциях. Нам удалось оценить его величину по сравнительным данным МС Киров и расположенной в 50 км строго к югу в однотипном рельефе МС Кумены, условия которой за 80 лет мало изменились. Оказалось, что местное антропогенное влияние в среднем за год равно $0,9^{\circ}$. Однако для разных регионов оно может иметь другое значение. Поэтому прежде чем оценивать глобальное потепление надо эти величины обязательно исключать. С учетом данного фактора можно с уверенностью сделать вывод, что глобальное потепление, описываемое многими исследователями, имеет гораздо меньшую величину и может отличаться в разные сезоны.

Колебания температуры воздуха. На основании анализа выявлено: что за последние 110 лет было два холодных периода. Один очень холодный с 1890 по 1922 гг. со среднегодовой температурой по десятилетиям менее $1,5^{\circ}$, и второй менее продолжительный с 1936 по 1950 гг. На этом фоне отмечались два периода потепления. Один был кратковременный (с 1930 по 1938 гг.). Второе же потепление началось с 1943 г. С этого времени по 2010 г. температура воздуха по десятилетиям была выше нормы, хотя и отмечалось несколько сравнительно недлительных похолоданий. Особенно заметные потепления начались 30 лет назад, с семидесятых годов прошлого столетия. В итоге можно сделать вывод, что с начала сороковых годов прошлого столетия начался период общего потепления. В это время на наш взгляд, влияние антропогенных факторов только существенно начинало сказываться, так что повышение температуры скорее носило естественный характер. Но с 70-х гг. на естественное потепление наложилось влияние деятельности человека и оно стало более значимым. В итоге суровость вятского климата уменьшается за счет факторов: антропогенной деятельности и естественного цикла изменения и колебания климата, смягчения земного периода, становится более теплой и ранней весна и отмечается умеренно-теплое лето. Так, в последние 35 лет апрель был теплее обычного. За последние 40 лет осень стала в основном теплее нормы, особенно это, заметно с 1980 г. за счет общего повышения температуры октября.

Осадки. Вековой ход осадков во многом сходен с многолетними колебаниями температуры. Отмечен минимум их в конце XIX века и в 20–50-х гг. нашего столетия. Начиная же с 70-х гг., сумма осадков в основном превышает

норму. Причем их увеличение происходит в теплое и холодное время года. На этом фоне в течение весеннее-летнего периода и в холодное время года, с вероятностью 40–50%, возникают засушливые периоды, продолжительностью около 3 недель.

Гидрометеорологические ресурсы. Наложение моделей изменений и колебаний температуры воздуха, осадков и годового стока р. Вятки позволили сделать вывод: увеличение годового стока происходит на фоне повышения температуры воздуха и осадков. При этом увеличился сток и в период зимней межени. Маловодный же период отмечается, как при повышенном, так и пониженном температурном режиме, но в те десятилетия, когда осадков выпадало мало. С высокой степенью точности можно предположить, что многолетние колебания стока происходят примерно через 50 лет. Таким образом, многоводный период по нашим расчетам может длиться еще примерно до 2030 г. Полученные данные имеют большое значение для населения, гидроэнергетиков, специалистов сельского хозяйства, других водопользователей и для принятия управленческих решений.

В силу климатических изменений продолжительность вегетационного периода за последние 2 десятилетия в 65% лет выросла (максимум в 1991 г. на 21 день). В это же время суммы эффективных температур на 40-80° превышали норму. Вместе с тем, суммы активных температур от года к году значительно отличаются. С вероятностью в 50% отклонения от нормы бывают с разными знаками. Это связано с тем, что увеличение продолжительности периода активных температур на фоне увеличения продолжительности вегетационного периода в основном не происходит, т.е. теплый период становится длиннее, но не теплее. Данный вывод имеет серьезное значение для районирования сортов сельхозкультур и в целом для развития сельскохозяйственного производства. Потепление климата позволит на неделю позже начать и на неделю раньше закончить отопительный период.

И в целом, изменение гидрометеорологических ресурсов оказывает, и будет оказывать серьезное влияние на здоровье населения и качество природной среды.

2. Влияние гидрометеорологических факторов на биоту в условиях глобального потепления. Как известно, биоклиматический потенциал территории определяется во многом в зависимости от комплекса метеорологических параметров, оказывающих существенное влияние на биоту.

Кировская область богата рекреационными ресурсами. Они имеются практически во всех ее трех природно-климатических зонах (северной, центральной и южной).

Однако, наиболее богата ими санаторно-курортная зона Нижне-Ивкино, имеющая всероссийское значение по бальнеологическим ресурсам (уникальные по составу и эффекту лечения минеральные воды, грязи, ионизированный воздух и другие). Поэтому для ее анализа нами были использованы наблюдения метеостанций Киров за 120 лет и МС Кумены (80 лет).

В результате расчетов получено, что годовая величина суммарной солнечной радиации в этой зоне (89,7 ккал/см²) чуть больше чем в Москве и Санкт-

Петербурге. Максимум ее приходится на июнь ($14,9 \text{ ккал/см}^2$), минимум – на декабрь. И в целом, радиационный баланс с апреля по октябрь положительный с максимумом в июне и минимумом в декабре. Продолжительность солнечного сияния за год равна 1809 ч., что также больше, чем на Северо-западе Европейской части России и близко к Московской области. В целом на основании данных наблюдений и расчетов можно с уверенностью отметить, что инсоляционный режим Нижнее-Ивкинской курортной зоны хотя и имеет пониженную обеспеченность солнечной радиацией, но он примерно таков, как в Московской области, с тренирующим влиянием на организм человека. Одновременно поступления ультрафиолетовой радиации с апреля по октябрь достаточны для отдыхающих, в остальное время года наблюдается ультрафиолетовая недостаточность.

Циркуляционная особенность Кировской области проявляется в более высокой повторяемости циклонической циркуляции (66%), которая обуславливает значительную изменчивость погоды, большую междусуточную изменчивость давления воздуха, температуры, режима ветра и других. В итоге возможны метеопатические реакции у больных (обострение заболеваний, ухудшение состояния). Особенно это проявляется в осенне-зимний период. В целом же за год интегральная оценка комплекса параметров, связанных с циркуляцией атмосферы, соответствует тренирующему воздействию на организм человека, но в разные сезоны года это влияние проявляется по-разному. На территории преобладают ветры южной четверти со средними скоростями 3–4 м/сек. Абсолютный максимум температуры воздуха равен 37° , абсолютный минимум – 47° . Расчеты условной температуры, с учетом влияния ветров, по Арнольди и суровости погоды по шкале Бодмана показали, что с учетом глобального потепления температурный режим исследуемой зоны по медико-климатическим оценкам соответствует тренирующему воздействию на организм человека. Влагосодержание воздуха и осадков для отдыхающих лишь относительно благоприятны с раздражающе тренирующим влиянием.

При изучении биоклимата к комфортным условиям принято относить эквивалентно-эффективные температуры воздуха $10\text{--}18^\circ\text{C}$. Для летних месяцев в Кирове эквивалентно-эффективные температуры отвечают этим требованиям.

Перегрев в условиях Кирова отмечается сравнительно редко. Дневной максимум эквивалентно-эффективной температуры бывает в 15 час (табл. 1). В это время чаще создаются условия для перегрева в ясные солнечные дни в центральной части города, промышленном и других районах. Близость реки, наличие парков смягчают перегрев. При средней суточной температуре $13\text{--}15^\circ\text{C}$ (комфортные дни) в теплый период человек может находиться на открытом воздухе в легкой одежде. Такие дни бывают обычно в Кирове с 3 июня до 26 августа (84 дня). Это на две недели меньше, чем в Москве, и больше, чем в Санкт-Петербурге (табл. 2).

В итоге можно сделать вывод, что по большинству биоклиматических параметров в последние 30–40 лет условия для лечения в Кировской области не хуже, чем в Подмосковье и лучше, чем в Ленинградской области, а по бальнеологическим ресурсам условия самые благоприятные, так как дают 97–100% из-

лечения целого комплекса самых разных заболеваний: от органов движения, пищеварения до нервных болезней, диабета и других. И особенно приемлемы они для населения, проживающего в умеренных и северных широтах России.

Таблица 1

**Средние месячные эквивалентно-эффективные температуры
в летние месяцы**

Месяц	Время, ч				
	9	12	15	18	21
Июнь	8,2	9,5	10,7	10,5	8,5
Июль	11,4	13,2	13,8	13,5	11,3
Август	9,4	11,8	12,6	12,0	9,7

Таблица 2

**Периоды комфортных климатических условий в Ленинграде,
Кирове, Москве**

Показатели	Москва	Киров	Разница, дни	Ленинград	Киров	Разница, дни
Средняя дата начала периода	27 V	3 VI	7	14 VI	3 VI	11
Средняя дата конца периода	2 IX	26 VIII	7	22 VIII	26 VIII	4
Продолжительность, дни	98	84	14	69	84	15

Кроме того, для того, чтобы определять изменения эквивалентно-эффективных температур, в связи с глобальным потеплением, учитывающих комплекс метеорологических параметров (температуру воздуха, ветер, влажность воздуха), необходимо организовать сеть специализированных метеорологических станций. Тогда можно будет оперативно использовать данные наблюдений и расчеты эквивалентно-эффективной температуры для отдыха и лечения больных.

При этом особое внимание ученых надо обратить на то, что в целом глобальное потепление неадекватно будет оказывать свое влияние на биоту. Во-первых, она не адаптирована на данные климатические изменения. В силу этого могут развиваться различного рода болезни человека, связанные с сердечно-сосудистыми, аллергическими явлениями, болезнями органов дыхательных путей и другими. Одновременно возможно развитие вирусных инфекций и даже появление новых болезней человека, животных и растительности, не свойственных как данному региону, так и в целом для нашей планеты. В то же время, для некоторых их категорий в отдельные периоды, глобальное потепление может оказать благотворное влияние. Вместе с тем остается вопрос о его влиянии на их генетику. Поэтому, на мой взгляд, следует создать целое научное направление, изучающее данные процессы. Если же учесть, что на биоту могут влиять еще и другие геофизические, космические причины, то предлагаю это направление назвать *биоглобальным*, а процессы *биоглобами*.

На исследование данных проблем должны быть переориентированы органы здравоохранения, науки, системы по гидрометеорологии и мониторингу

окружающей среды и других экологических служб, как на уровне Российской Федерации, так и в регионах. Особое внимание следует обратить внимание медиков, работающих в сфере санаторно-курортного лечения.

Литература

Френкель М. О. Межрегиональный экомониторинг Волжского бассейна. Киров, 1997. 180 с.

Френкель М. О. Климат «Энциклопедия земли Вятской». Т. 7. Киров, 1997. С. 142–165.

Френкель М. О., Переведенцев Ю. П., Шаймарданов М. З. Современные изменения климатических условий и ресурсов Кировской области. Казань: Изд-во Казанского университета, 2010. 242 с.

Френкель М. О., Переведенцев Ю. П., Соколов В. В. Климатический мониторинг Кировской области. Казань: Изд-во Казанского университета, 2012. 264 с.

СФОРМИРОВАННОСТЬ ИНОЯЗЫЧНОЙ ЭКОЛОГО-КОММУНИКАТИВНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТОВ В УЧРЕЖДЕНИИ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Е. А. Клековкина¹, Л. А. Морозова²

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет,*

² *Вятский электромашиностроительный техникум,
le7di@yandex.ru*

Согласно Федеральным государственным стандартам третьего поколения одной из приоритетных задач, стоящих сегодня перед учреждениями среднего профессионального образования, является формирование у студентов совокупности компетенций, необходимых для их дальнейшей успешной реализации в профессиональной деятельности как компетентных специалистов. На наш взгляд, одной из основных таких компетенций должна стать иноязычная эколого-коммуникативная, определяемая как готовность и способность на основе совокупности экологических и языковых знаний, умений, навыков, опыта работы и ценностно-смысловых ориентиров проектировать и организовывать экологически безопасную деятельность в профессиональных ситуациях общения на иностранном языке при обсуждении и принятии решений с учетом их экологических и социальных последствий, как в локальном, так и в глобальном масштабах в интересах устойчивого развития, здоровья человека и безопасности жизни (Новикова, 2014).

Базовыми компонентами, присущими эколого-коммуникативной компетенции являются ценностно-мотивационный, когнитивный и деятельностно-практический (Новикова, 2014):

– ценностно-мотивационный – определяет экологическую и коммуникативную направленность личности, ее готовность взаимодействовать с природой и людьми, наличие ценностно-ориентированных экологических установок в восприятии мира и реализации собственной жизнедеятельности посредством

коммуникации, ориентацию на удовлетворение общечеловеческих экологических потребностей и способность к обсуждению и решению экологических проблем средствами языка, побуждение к эколого-образовательному и коммуникативному профессиональному саморазвитию;

- когнитивный – определяет владение знаниями в сферах экологии и коммуникации, понятиями об окружающей среде как объекте познавательной деятельности (экосистема, ресурс, экологическая проблема, устойчивое развитие, оптимизация и др.), о коммуникативных методах и приемах, видах и закономерностях общения, а также способность к экологическому мышлению, включая аналитические, прогностические, диагностические, проективные, рефлексивные умения, способы выявления и решения проблем, и готовность выражать результаты когнитивной деятельности в ходе коммуникации;

- деятельностно-практический – включает освоение различных видов экологической деятельности в совокупности с вербальной речевой (говорение, письмо, аудирование, чтение) и невербальной коммуникативной деятельностью и способность к их реализации в стандартных и изменяющихся ситуациях профессионального взаимодействия.

Для определения исходного уровня сформированности иноязычной эколого-коммуникативной компетенции студентов в учреждении среднего профессионального образования нами в 2014 г. в рамках констатирующего эксперимента проведено анкетирование 56 человек первого и второго курсов обучения на базе КОГОАУ СПО «Вятский электромашиностроительный техникум». Разработана анкета, состоящая из 42 вопросов, условно входящих в три блока: ценностно-мотивационный (нравственно-ценностные ориентации студентов и их мотивация), когнитивный (понятия экологии и ряда экологических проблем, некоторые аспекты лексики и грамматики английского языка) и деятельностно-практический (готовность к природоохранной деятельности и предшествующий опыт работы в данном направлении). Вопросы анкеты дают возможность выбора ответа из нескольких вариантов (32 вопроса), закончить утверждение (2 вопроса) или дать развернутый ответ (8 вопросов). В конце анкеты студенты указывают, пригодятся ли навыки и умение общения на иностранном языке по проблемам экологии и охраны окружающей среды в их будущей деятельности и жизни в целом, а также – что могло бы им помочь свободно общаться на иностранном языке по экологической тематике.

На первоначальном этапе оцениваются уровни сформированности базовых компонентов иноязычной эколого-коммуникативной компетенции, на основании чего делается вывод о становлении иноязычной эколого-коммуникативной компетенции в целом:

- начальный уровень, если сформированность одних ее компонентов находится на низкой, а других – на средней ступени;

- промежуточный уровень – если уровень всех или ряда ее компонентов определяется как средний, а других – как высокий;

- продвинутый уровень – при всех высоких покомпонентных результатах.

По анализу полученных данных установлено, что у большинства респондентов ценностно-мотивационный компонент сформирован на среднем уровне

(58,9%), когнитивный и деятельностно-практический компоненты – на низком уровне (58,9 и 66,1% соответственно). Результаты представлены в таблице и на рисунке. При этом в ряде групп студентов отмечаются низкие знания основных понятий экологии (наладчики, 2 курс), нехватка знаний экологических проблем и экологической терминологии на иностранном языке (техники машиностроения, 1 курс), низкая готовность и способность применять иностранный язык на практике (электромонтеры-техники, 2 курс) либо совокупность изложенных проблем (характерно для студентов 1 курса).

Таблица

Уровень сформированности компонентов иноязычной эколого-коммуникативной компетенции у студентов КОГОАУ СПО «Вятский электромашиностроительный техникум» 1 и 2 курсов, 2014 г.

Компонент	Уровень		
	низкий	средний	высокий
ценностно-мотивационный	21,4%	58,9%	19,7%
когнитивный	58,9%	41,1%	0%
деятельностно-практический	66,1%	32,1%	1,8%

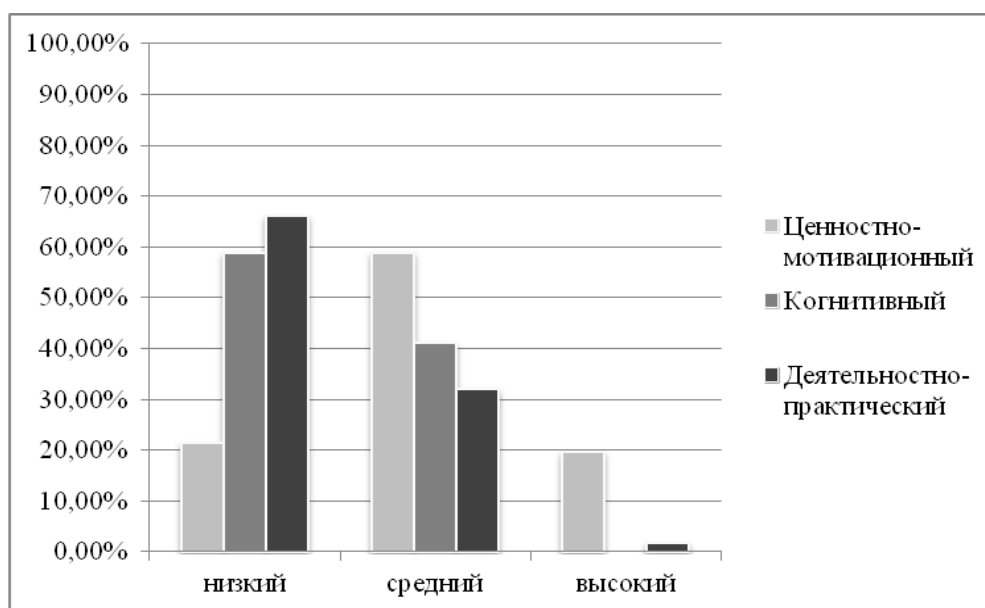


Рис. Динамика уровня сформированности компонентов иноязычной эколого-коммуникативной компетенции у студентов КОГОАУ СПО «Вятский электромашиностроительный техникум» 1 и 2 курсов, 2014 г.

При дальнейшей оценке полученных результатов выявлено, что уровень сформированности иноязычной эколого-коммуникативной компетенции: низкий – у 43 человек (76,8%), средний – у 13 человек (23,2%). Таким образом, представляется целесообразным проведение дальнейшей работы по формированию рассматриваемой компетенции с акцентом на развитие когнитивного и деятельностно-практического компонентов.

Литература

Новикова Е. А. Понятие и структура иноязычной эколого-коммуникативной компетенции // Язык, личность, деятельность: взгляд молодых исследователей : материалы V Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых (с междунар. участием), г. Киров, 3–4 апр. 2014 г. Киров: Изд-во ВятГГУ, 2014. С. 48–50.

О КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО УЧЕБНИКА ДЛЯ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ»

Д. В. Зейферт, Я. М. Абдрашитов

*Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета,
dseifert@mail.ru*

Состояние биосферы на всех уровнях ее организации непрерывно изменяется как в результате естественных процессов, так и в результате антропогенной деятельности. Чтобы обнаружить и понять эти изменения и факторы, которые влияют на них, необходимо иметь эффективные способы отслеживания их временных и пространственных изменений. Профессор Ян Спеллерберг (Spellerberg, 2005) сравнивает эту ситуацию с покупкой автомобиля и отмечает, что в настоящее время никто не купит автомобиль без спидометра, указателя расхода топлива и световой сигнализации. В то же время эти показатели должны быть состыкованы так, чтобы в случае экстремальной ситуации была бы возможность нажать на тормоза. За последние годы потребность в экологическом мониторинге осознана как властными структурами, так и широкими слоями населения. Но масштабы использования данных экологического мониторинга еще не определены, поскольку детальный мониторинг всех экосистем и видов попросту невозможен, а с другой стороны, ключевые индикаторы всех видов экологического мониторинга только определяются. Принципиальное значение для мониторинга имеет и непрекращающаяся изменчивость природных процессов, ее оценка – методически трудная задача. Особенную сложность представляет получение репрезентативных данных, свидетельствующих об отклонении исследуемых параметров от фоновых, т.е. нормальных для данной экосистемы. В то же время отмечается, что анализ экологических изменений непосредственно относится к деятельности по обеспечению выживания человека в будущем, поскольку со всеми нашими технологическими навыками мы остаемся компонентами природных экосистем Земли и полностью зависим от их экологического состояния. Отметим, что их состояние определяется разнонаправленным воздействием множества параметров, поэтому «хороший» экологический мониторинг может окупить затраты на его осуществление, если этими данными грамотно воспользоваться.

Экологический мониторинг в настоящее время является источником достоверной информации о состоянии окружающей среды, создания научной основы охраны окружающей среды, широкого спектра природоохранной деятельности, а в сфере государственного управления, для принятия научно-обосно-

ванных решений на основе информации, полученной в ходе экологического мониторинга. Постоянный мониторинг является информационной основой функционирования кадастровых и геоинформационных систем, а также различных экосистем. Данные экологического мониторинга используются при проведении экологической экспертизы (например, для оценки воздействия на окружающую среду, экологического аудита и в других смежных областях).

Все вышеизложенное обусловило значительный интерес к экологическому мониторингу и в образовательной сфере. Отметим, что число русскоязычных пособий и учебников, посвященных экологическому мониторингу, уже перевалило за сотню.

Стандартные требования к предмету экологического мониторинга – это его рассмотрение как учебной дисциплины, отрасли науки и системы правовых норм, регулирующих осуществление экологического мониторинга различных природных сред и объектов на территории РФ. Дополнительным разделом может выступать описание систем экологического мониторинга в экономически развитых странах, прежде всего в США и Канаде (странах сопоставимых с РФ по площади и разнообразию природных условий).

В отношении рассмотрения экологического мониторинга как науки проблема осложняется тем, что определенная часть российского научного сообщества не рассматривает экологический мониторинг как научную деятельность. Отметим, что зарубежные наработки по данному вопросу в русскоязычной литературе не используются. В настоящее время уровень отставания принял такие масштабы, что этим материалом не владеют даже специалисты, практически осуществляющие экологический мониторинг. Данная проблема может начать решаться максимально быстрым переводом на русский язык коллективной монографии «Мониторинг окружающей среды», под редакцией профессора Брюса Виерсмы, опубликованной в 2004 г. в издательстве CRC Press, и включением концептуальных положений экологического мониторинга, наработанных ведущими зарубежными специалистами, прежде всего в учебные пособия (*Environmental monitoring*, 2004). Отметим, что исследования по экологическому мониторингу наиболее схожи с долгосрочными экологическими исследованиями. В русскоязычной литературе отсутствует определение различных видов мониторинга, на основании которых формируется конкретная система мониторинга. В отношении прогнозной значимости мониторинга в зарубежной литературе констатируется, что программы стабилизации состояния различных природных объектов должны разрабатывать именно специалисты по экологическому мониторингу (разрабатывается, как правило, несколько программ, в зависимости от наличия ресурсов и средств для их осуществления), а лица, принимающие решения (так в зарубежной литературе обозначают представителей властных структур) выбирают наиболее приемлемую на текущий момент из разработанных программ. Другим аспектом мониторинговой деятельности является выпуск популярного журнала, в котором налогоплательщикам объясняется, на что расходуются их деньги. Существенным аспектом мониторинговой деятельности является определение эффективности расходования средств на ее осуществление. Причем подчеркивается, это делается не с целью наказания нару-

шителей, а во избежание подобных ошибок в будущем. В РФ подобные обсуждения носят несистемный характер, порой неоправданно политизируются и не связаны с обоснованием затрат на стабилизацию экологической ситуации в регионах. Например, в ходе круглого стола по теме «Предварительные итоги экологического мониторинга в ряде регионов Российской Федерации в мае 2008–апреле 2010 гг.», организованного «Комитетом за гражданские права», 27 апреля 2010 г. в Независимом пресс-центре г. Москвы были обсуждены проблемы и выработаны рекомендации по следующим вопросам:

1. Современные проблемы охраны окружающей среды в столичных мегаполисах (Москва, Санкт-Петербург) и их окрестностях.
2. Охота чиновников на редкие виды животных, занесенных в Красную книгу (на примере Камчатки, Алтая, Якутии, Костромы, Иркутской области).
3. Противостояние экологической общественности и местных властей в Краснодарском крае и Иркутской области: как прийти к согласию и разрядить социально накаленную обстановку в данных регионах.
4. Урановые рудники в Забайкальском крае: впереди – всплеск онкологических заболеваний?

В последние годы поднимается вопрос о совершенствовании системы экологического мониторинга, который считается одним из средств модернизации экологической деятельности РФ, ее возведения на еще более высокий уровень. В связи с такой ситуацией необходимо ознакомление будущих специалистов с планами научно-исследовательских и опытно-конструкторских, технологических и других работ РОСГИДРОМЕТа для государственных нужд в области мониторинга окружающей среды на 2014–2016 гг. по реализации научно-технической программы, утвержденной приказом РОСГИДРОМЕТа от 27.12.2013 г. Эти материалы дают возможность представления реальной схемы развития системы экологического мониторинга в РФ.

Особенностью ряда учебных пособий по экологическому мониторингу является отождествления понятий «мониторинг» и «контроль» (Шахова и др., 2009). О недопустимости такого отождествления предупреждал еще Ю.А. Израэль (1990).

Версия происхождения системы экологического мониторинга от организованной Николаем I Гидрометеорологической службы России вызывает очень большие сомнения (Шахова и др., 2009), поскольку «без спасительного слова мониторинг мы вольемся в бесконечные дебри любых серий измерений» (Израэль, 1990). Поэтому началом функционирования систем экологического мониторинга обоснованнее считать семидесятые годы двадцатого века (Израэль, 1979–2000).

Поскольку подготовку профессионалов для аналитической, консультационной и научно-исследовательской деятельности обеспечивает магистратура, то современный учебник «Экологический мониторинг» должен быть предназначен именно для магистрантов. В Приложении к учебнику желательно поместить информацию о ведущих специалистах по экологическому мониторингу, ссылки на ведущие отечественные и зарубежные периодические издания, публикующие материалы по экологическому мониторингу и основные русско-

язычные и англоязычные издания по данной тематике, а также аннотации диссертационных исследований в сфере экологического мониторинга.

Литература

Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды. Л.-СПб.: ГИДРО-МЕТЕОИЗДАТ, 1979–2000. 131 с.

Израэль Ю. А. Философия мониторинга // Метеорология и гидрология, 1990. № 9. С. 5–10.

Шахова Ф. А. и др. Основы экологического мониторинга. М.: Химия, 2009. 333 с.

Environmental monitoring / Edited by G. Bruce Wiersma. CRC Press: CRC PRESS: Boca Raton, London, New York, Washington, D.C., 2004. 767 p.

Spellerberg Ian. Monitoring Ecological Change. Cambridge University Press: Cambridge, New York, Melbourne, Madrid, Cape Town, Singapore, São Paulo, 2005. 391 p.

СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В КОГОАУ «ЛИЦЕЙ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК»

З. П. Макаренко

*Лицей естественных наук,
xbl-klen@mail.ru*

С января 1997 г. по январь 2002 г. на базе лицея на основании приказа Департамента образования №7-401 от 27.09.96 г. и приказа Управления образования № 11 от 13.01.97 г. работала региональная экспериментальная педагогическая площадка (ЭПП) по теме «Экологическое образование как региональный компонент школьного образования».

В соответствии с программой эксперимента на первом этапе работы ЭПП лицеем совместно с кафедрой экологии Кировского областного ИУУ и лабораторией биомониторинга ВятГГУ были разработаны: концепция регионального экологического образования; региональный образовательный стандарт (дошкольное и общее среднее образование).

Лицеем разработаны: экспериментальный учебный план; программа опытно-педагогической работы; программы по экологии и интегрированным предметам, спецкурсам, факультативам и практике экологического профиля для разных ступеней обучения; компьютерная программа «Электронный каталог школьной библиотеки»; компьютерная программа математической обработки результатов мониторинга окружающей природной среды г. Кирова; тесты по определению уровня экологической воспитанности учащихся; модели учебных занятий по предмету «Экология» и интегрированным предметам.

В лицее был разработан и внедрен экспериментальный учебный план лицея, по которому осуществлялась смешанная модель экологического образования: преподавался предмет «Экология» с 5-го по 11-й класс, интегрированные предметы («Химия-экология», «Биология-экология», «География-экология», «Физика-экология»), уроки с элементами экологии по математике, литературе, иностранным языкам, спецкурсы («Основы аналитической химии», «Основы микробиологии», «Технология исследования природных сред, техногенных

процессов и здоровья человека»), кружки («Мир вокруг нас», «Развитие творческих способностей»), факультативы («Восточнославянская культура и экология», «Основы научных исследований»). Всего по учебному плану лицея более 200 часов в неделю уделено было предметам и факультативам с экологической направленностью.

Учителями-экспериментаторами было разработано 11 усовершенствованных и скорректированных программ регионального компонента «Экология» для 5–11-х классов; 2 авторских и 3 скорректированных программы по интегрированным курсам, программа факультатива, апробированы системы уроков с экологическим содержанием (5 разработок по четырём предметам); разработано 5 сборников задач с экологическим содержанием по четырём предметам (химии, физике, математике, экологии); разработано три программы по экологическому воспитанию («Экологическое воспитание на уроках литературы в 7-х и 8-х классах», «Экологическое воспитание на уроках английского языка в 7-х классах», «Экологическое воспитание во время работы литературно-трудового лагеря в Пушкиногорье»).

Учебно-методическое обеспечение лицея по предмету «Экология» было достаточное: учебники выдавались на каждого учащегося, имелись рабочие тетради, пособия для учителя. Библиотека лицея насчитывала более 12 тысяч изданий, порядка 2-х тысяч (более 200 наименований) из них по экологическому направлению.

При преподавании предмета «Экология» в старших классах в тематическом планировании предусматривалось более 30% часов лабораторных и практических работ с решением экспериментальных задач и проведением исследований.

На уроках экологии часто использовался высший уровень деятельности – исследовательский.

Уровень экологической подготовки (уровень обученности) учащихся 1–11-х классов по предметам «Экология» и «Природоведение» соответствовал требованиям регионального экологического стандарта, т.е. базовому уровню; на повышенном уровне учились 83,3–100%; на углубленном – 25–100% учащихся.

Областную контрольную работу по предмету «Экология» в 2000–2001 учебном году на базовом уровне выполнили 100%, на повышенном уровне – 100%, на углубленном – 72,1% учащихся.

Внеклассная, внеурочная работа по экологическому воспитанию в начальных классах включала следующие формы деятельности: экскурсии, посещение музеев, походы, тематические утренники, декады природоведения, олимпиады, викторины, конкурсы, выставки рисунков, дни здоровья, оформление уголка природы. В старших классах внеклассная работа по экологическому образованию проводилась в форме ежегодных экологических лагерей, эколого-этнографических экспедиций, эколого-литературного лагеря «У лукоморья», исследовательской деятельности учащихся, членов лицейского научного общества «Ноосфера».

Ежегодно около 100 лицеистов занимались научно-исследовательской деятельностью, защищали свои работы на конференциях, выставках, конкурсах от

городского до международного уровня, получали более 20 дипломов и наград в год.

Уровень экологической воспитанности составлял 100%, а специалистами в области экологии хотели стать примерно 50% детей.

В октябре 2000 г. в Международной молодежной выставке «Дети мира – окружающей среде» приняла участие выпускница лицея Анастасия Трефилова. Орлов Сергей и Куликова Екатерина участвовали в 2005 г. в 16 Национальном соревновании молодых ученых Европейского Союза в г. Дублине Ирландии; Пушкарева Татьяна участвовала в 18 Национальном соревновании молодых ученых Евразийского Союза, Испания, Барселона (сентябрь 2007 г.). На международных форумах было представлено 4 проекта: «Разработка технологии очистки ливневого стока», «Разработка компактной блочной установки биохимической очистки сточных вод кожевенно-мехового производства», «Экспериментальное обоснование безопасных методов обеззараживания воды плавательных бассейнов», «Микробиологическое загрязнение компьютеров».

С 3 по 9 февраля 2001 г. выпускница лицея, дипломантка Всероссийской экологической конференции 2000 г Елена Кочурова приняла участие в фестивале стипендиатов федеральной целевой программы «Одаренные дети» президентской программы «Дети России» за 2000 г. в г. Москве, организованном Министерством образования Российской Федерации.

Ежегодно учащиеся лицея являются победителями городских и областных олимпиад по экологии, имеются победы лицеистов и во Всероссийских олимпиадах по экологии (в 2003 г. второе место заняла первый Президент малой экологической академии школьников Исупова Екатерина, в 2011 и 2012 гг. Баранова Александра заняла соответственно первое и второе место).

Экологические лагеря для 10-х классов, организуемые в лицее ежегодно в июне, работали по 10–22 направлениям в течение трех недель, по 6 часов каждый день. Для учащихся среднего звена проводился экологический лагерь «Зеленый мир». Ежегодно организовывается конференция младших школьников «Планета открытий». Экологическая игра школьников «За страницами учебника», которую проводила в течение двух лет педагог-организатор Двинина Галина Геннадьевна, охватывала все большее число школ г. Кирова. Игра проводилась в форме коллективно распределенной командной деятельности. Участники игры изучали актуальные проблемы родного края: охрану водоемов, охрану флоры и фауны лесов, охрану городской среды, охрану здоровья, охрану природных богатств области.

С 1997 по 2014 гг. организовано и проведено 26 экологических экспедиций. Традиционным стал литературно-экологический лагерь в Пушкиногорье «У лукоморья». В течение более 20-и лет, ежегодно, расчистку леса от подлеска и завалов на территории более 20 га проводят до 30 учащихся 7–10-х классов под руководством учителя истории А. М. Зыкина и учителя литературы Е. Ю. Зыкиной.

Ежегодно проводятся семинары для учителей г. Кирова и Кировской области. Только во время работы ЭПП с 1997 по 2001 гг. на базе лицея было проведено 8 семинаров и практических занятий; состоялись выездные семинары в

Подосиновском, Арбажском, Унинском, Даровском, Фаленском, Вятско-Полянском и Кирово-Чепецком районах; преподавателями лицея дано более 50 открытых уроков по экологии, биологии-экологии, географии-экологии, химии-экологии, истории-экологии, природоведению-экологии, литературе-экологии; проводились индивидуальные консультации; постоянно осуществляется руководство педагогической практикой студентов ВятГГУ. Преподаватели лицея принимают активное участие во всех городских, областных и межрегиональных конференциях по экологическому образованию.

За время работы экспериментальной площадки в лицее была создана система непрерывного экологического образования.

И еще в 2006–2007 учебном году мы считали, что экологическое образование в лицее имеет уже свои традиции: каждый первоклассник знает, что в 9-ом классе он будет изучать «Классическую экологию», в химической лаборатории лицея может получить полочку для своих реактивов и образцов с надписью «такой-то исследует то-то», в июне обязательно три недели отработает в экологическом лагере, во второй половине июня пойдет в экспедицию или поедет в литературно-экологический лагерь «У Лукоморья» в Пушкиногорье, а летом его ждут море, целебные пляжи и добрые, внимательные глаза научного руководителя.

С 2007 г. система непрерывного экологического образования в лицее стала разрушаться. Началось с высших органов власти: не стало Министерства экологии, убрали отдел экологического образования в Департаменте экологии и природопользования Кировской области, руководство Департамента образования Кировской области не подписало Закон об экологическом образовании Кировской области, в Министерстве образования и науки убрали из перечня специальностей квалификацию «учитель экологии» и изменили учебный план. В лицее из учебного плана ежегодно стал убираться предмет «Экология»: «Глобальная и прикладная экология» в 11-х классах, «Социальная экология» в 10-х классах, «Классическая экология» в 9-х классах, «Основы экологии» в 8-х классах, «Экология животных» в 7-х классах, «Экология растений» в 6-х классах и «Экологическая азбука» в 5-х классах. В библиотеке лицея списаны все учебные комплексы по экологии, так как они были изданы, в основном, в 1996 г.

Если сравнить ранее созданную систему экологического образования в лицее с храмом, то предмет экологии был фундаментом, интегрированные предметы (биология-экология, химия-экология и т.д.) – цементной связкой, а воспитательная работа (лагеря, экспедиции, игры и т.п.) – золотые купола храма. В настоящее время (2014–2015 учебный год) остались одни купола: знания по науке экологии переведены на эмоциональный уровень: «Ах, какая красивая природа» и не надо знать, есть ли в ней изменения, как на нее действует техногенная и антропогенная нагрузка; «Ужасно – сильно загрязнены вода, воздух и почвы» – и можно не отвечать на вопросы, чем эти среды загрязнены, можно ли что-нибудь исправить, какие должны быть очистные сооружения; «Плохая экология влияет на здоровье людей!» – во-первых, экология – это наука, во вторых, не знаем, какие отклонения в состоянии окружающей среды и как влияют они на здоровье людей. Исследовательская деятельность в области экологии обыч-

но затрагивает только решение какой-нибудь узкой проблемы и не дает полных знаний по предмету.

Проводятся олимпиады по экологии. Но как подготовить учащихся во время лишь консультаций? И как результат: очень плохо написали школьный этап олимпиады в 2014 г. 8-е классы.

Проект губернатора «Вятка – территория экологии» активизировал работу в области экологического образования лишь в 7 районах области в течение трех лет (время проведения проекта). А как дальше быть с экологическим образованием в области?

После техногенной катастрофы на Саяно-Шушенской ГЭС Президент Дмитрий Анатольевич Медведев дал поручение правительству до 1 ноября 2011 г. обеспечить включение экологического образования в виде обязательного предмета в программы общего и профессионального образования (Медведев, 2008; <http://ladoga-park.ru>, 2008). Однако, поручение Президента до сих пор не выполнено.

Руководитель группы разработчиков новых образовательных стандартов Александр Михайлович Кондаков считает, что введение отдельных предметов целесообразно на уровне курса по выбору или факультатива. Введение обязательного предмета не вполне оправданно с той точки зрения, что вопросы экологии включены в курсы биологии, географии, истории и другие, в основном в старшей школе (Кондаков, 2010). Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 декабря 2010 г. № 1897 утвержден федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (ФГОС). При изучении ФГОС по различным предметам (биологии, географии, природоведению, естествознанию, физике, химии, основам безопасной жизнедеятельности) были выделены темы, связанные с предметом экология. Но изучив эти программы надо сказать: во-первых, на изучение предмета экологии в других предметах тратится только треть времени (предмет экология в 9–11-х классах ведется 102 часа, а в предметах ФГОС примерно 34 часа). Во-вторых, не изучаются законы, правила, принципы, что является основой науки экологии. В-третьих, не проводится практических и лабораторных работ, кроме опытов в биологии по изучению влияния температуры, света и влажности на растения (на примере прорастания семян или др.) и обучению пользоваться приборами и инструментами (барометром, термометром, гигрометром, флюгером) для наблюдения за погодой, состоянием воздуха, воды и почвы в географии. В-четвертых, не решаются задачи. В основном все темы в предметах ФГОС носят ознакомительный характер и не дают теоретической основы для решения экологических проблем.

Предмет «Экология» пока преподается в высших учебных заведениях на факультетах с экологической направленностью. Приказом №1975 от 31.05.2011 министр образования и науки РФ А. Фурсенко утвердил ФГОС высшего профессионального образования по направлению подготовки 022000 «Экология и природопользование» (квалификация (степень) «бакалавр»). В данном случае остается вопрос: достаточно ли будет знаний лицейстов, полученных в предме-

тах ФГОС для продолжения высшего образования по специальностям, связанным с экологией?

Неужели в стране нужны экологические катастрофы, чтобы понять, что люди с малых лет должны знать основы науки экологии, потому что это наука об их жизни и ее продолжении на Земле.

Литература

Указ Президента Российской Федерации №889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики», Дата: 2008-06-04, [http:// Energo Sovet.ru](http://EnergoSovet.ru)

Александр Кондаков считает неоправданным введение обязательного школьного предмета «Экология» <http://www.prosv.ru>, 2010

Экологи считают правильным введение в школах предмета «экология» <http://ladogapark.ru>, 5.06.2008

Пункт 1 статьи 7 Закона Российской Федерации «Об образовании» (Ведомости Съезда народных депутатов Российской Федерации и Верховного Совета Российской Федерации, 1992, № 30, ст. 1797; Собрание законодательства Российской Федерации, 1996, № 3, ст. 150; 2007, № 49, ст. 6070).

Высшее профессиональное образование (бакалавриат) <http://www.edu.ru>, 2011.

ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГИДРОЛИЗНОГО ЛИГНИНА С ЦЕЛЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЕГО В КАЧЕСТВЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ

Н. Л. Зобнина, П. И. Цанок

*Кировская государственная медицинская академия,
telec205@mail.ru, biochem.kgma.ru*

Проблема охраны окружающей среды входит в число важнейших государственных задач Российской Федерации как основа высокого качества жизни населения. Перед исследователями ставится несколько задач. Во-первых, это создание и внедрение инновационных технологий в производство, создание новых композиционных материалов, обладающих абсолютно новыми, уникальными свойствами. Во-вторых, эти технологии и материалы должны быть экологически безопасны или их вред окружающей среде должен быть минимален. И, в-третьих, необходимость создания таких производств, которые бы решали проблему утилизации и переработки уже имеющихся отходов, а также поиск новых областей их использования.

К одной из таких проблем относят использование и утилизацию гидролизного лигнина – отхода гидролизной переработки древесины. Она появилась с момента образования гидролизного производства в промышленных масштабах в СССР в середине 30-х гг. прошлого века. Перед промышленностью на тот момент стояла задача разработки технологии получения из дешевого непищевого сырья этанола с целью дальнейшей переработки в каучук. Попутно решалась проблема производства растворителей и реагентов для химической промышленности. В качестве попутных жидких отходов образовывались фурфурол, фуриловый спирт, а вот лигнин, который составлял до 36% от общего ко-

личества исходного сырья долгое время не находил рынков сбыта, в качестве отхода складировался на территории предприятий. С точки зрения экономистов транспортировка лигнина на свалки считалась нерентабельной и экономически невыгодной.

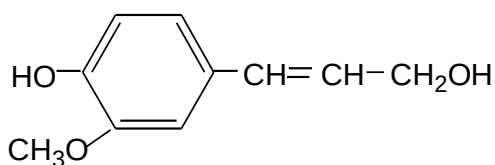
С течением времени это приводило не только к захламлению территории, но и повышению кислотности почв и выведению больших площадей из возможного сельскохозяйственного использования из-за закисления почвы. К тому же большие отвалы гидролизного лигнина несли и несут в себе угрозу возникновения самопроизвольного возгорания или взрыва на территории предприятия. Гидролизный лигнин на воздухе достаточно быстро высыхает, он достигает воздушно-сухого состояния с влажностью около 15% за 10 дней при постоянной положительной температуре. В летнюю жаркую погоду при температуре на поверхности почвы около 35 °С слой лигнина 30–40 мм при ворошении высыхал за 5 часов до остаточной влажности 10–11%. Т.к. размер частиц гидролизного лигнина составляет от 1 мкм до нескольких сантиметров, он способен легко переноситься воздушными массами на большие расстояния (Зобнина, Цапок, 2013).

В связи с вышеизложенным решение проблемы утилизации и переработки лигнина это не только решение экологической, но и экономической проблемы, а также проблемы безопасности граждан и рабочих предприятий.

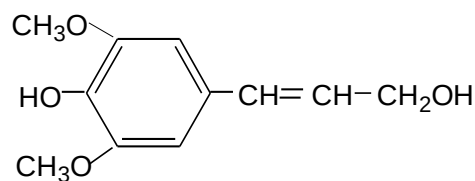
Цель нашего исследования – изучение сорбционных свойств для выявления новых возможностей использования гидролизного лигнина в качестве вторичного сырья.

Общепринято определять в гидролизном лигнине шесть составляющих: кислоты, трудногидролизуемые полисахариды, редуцируемые вещества, экстрагируемые вещества и золу.

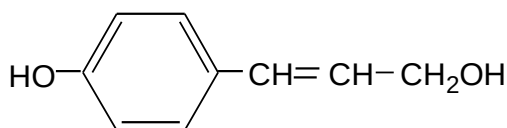
С химической точки зрения лигнин (70–80% от общей массы) – это природный полимер, образованный кониферилловым, синаповым и п-кумаровым спиртами.



Кониферилловый спирт



Синаповый спирт



П-кумаровый спирт

В составе древесины лигнин снижает проницаемость клеточных стенок в проводящих тканях ксилемы. Кроме того, лигнин придает древесине жесткость и устойчивость к ударам, сжатию, изгибу и к воздействию микроорганизмов.

В состав кислот гидролизного лигнина входят: серная (основная) и ряд органических кислот, в основном муравьиная и уксусная. Трудногидролизуемые полисахариды представляют собой не полностью подвергнутую процессам

гидролиза углеводную часть растительной ткани, т.е. измененную гидролитическим процессом целлюлозу. Редуцируемые вещества являются в основном комплексом гексоз и пентоз. Экстрагируемые смолистые вещества спиртобензольной смесью (1 : 1) представляют собой смесь из разнообразных химических соединений. К таковым относят воска, одно- и многоатомные фенолы, фурфурол, ацетон.

Гидролизный лигнин не растворяется в щелочах и полярных растворителях. Размеры частиц гидролизного лигнина колеблются в широком диапазоне – от нескольких сантиметров до 10^{-7} – 10^{-5} см. Это зависит в основном от фракционного и видового состава сырья, условий транспортировки и глубины протекания процесса гидролиза. Плотность лигнина 1,35–1,40 г/см³ (Зобнина, 2014).

С химической точки зрения гидролизный лигнин способен вступать в различные типы химических реакций: а) электрофильное замещение (хлорирование, нитрование) по бензольному кольцу; б) образование комплексных соединений с катионами тяжелых металлов за счет фенольных гидроксогрупп; в) реакции нуклеофильного присоединения за счет карбонильных групп; г) реакции окисления; д) пиролиза (Оболенская, 1993).

Перечень областей, где может быть использован гидролизный лигнин, достаточно широк. Модифицированный гидролизный лигнин может быть использован как стимулятор роста растений, компонент древесно-стружечных плит, дорожного покрытия, материал для металлургической и цементной промышленности (Хитрин и др., 2011). Вместе с тем предприятий, где бы осуществлялась масштабная переработка лигнина как вторичного сырья на территории нашей области нет (О состоянии ..., 2013).

Наибольший интерес представляет изучение адсорбционных свойств гидролизного лигнина. Исследования показывают, что лигнин обладает высокой сорбирующей способностью по отношению к катионам тяжелых металлов, радионуклидам, органическим соединениям (фенол, резорцин, амины). Лигнин относится к 5 классу опасности, этот факт вызывает живой интерес у медиков в качестве препарата, способствующего выведению токсичных продуктов обмена и патогенных микроорганизмов из организма. Имеются препараты на основе гидролизного лигнина «Полифепан» и «Сорбикум», которые рекомендуют в качестве энтеросорбентов при пищевых отравлениях как аналог активированного угля и в качестве профилактики атеросклероза и сахарного диабета (Зобнина, 2014).

В ходе эксперимента была исследована возможность адсорбции центрального метаболита аэробного гликолиза – пировиноградной кислоты как кетокислоты для возможного использования препаратов для лечения такого распространенного заболевания, как сахарный диабет.

Сахарный диабет обусловлен множеством причин и характеризуется повышением уровня глюкозы в крови, является одной из причин атеросклероза, почечной недостаточности и в более чем 50% случаев нетравматической ампутации конечностей (Бокарев и др., 2006).

Повышение концентрации глюкозы в крови приводит к повышению выведения жидкости из тканей и организма (вследствие повышения осмотическо-

го давления жидкостей) и накоплению «кетонных тел» (ацетоацетат, β -гидроксипируват, ацетон), связанным с усилением липолиза в печени, и молочной кислоты, которая образуется в «голодающих» тканях в условиях недостатка лактатдегидрогеназы (Клиническая биохимия ..., 2008).

Гидролизный лигнин подвергали модификации с целью снижения величины рН, затем проводили адсорбцию из серии растворов пирувата натрия, остаточное количество пирувата натрия определялось колориметрически при длине волны 430 нм.

Величина адсорбции рассчитывалась по уравнению:

$$\Gamma = \frac{(C_0 - C_p) \cdot V_{p-pa}}{m_{адс.}}$$

где C_0 – начальная концентрация пирувата натрия, моль/л;

C_p – концентрация пирувата натрия после адсорбции;

V_{p-pa} – объём исследуемого раствора, л;

$m_{адс.}$ – масса лигнина в качестве адсорбента, г;

Γ – адсорбция пирувата, ммоль/г.

Результаты исследований приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Адсорбция пирувата натрия на поверхность модифицированного лигнина (рН 4,5)

C_0 , ммоль/л	4,996	10,03	20,03	30,00	39,98
C_p , ммоль/л	1,254	0,78	0,33	0,15	0,09
Γ , ммоль/г	0,037	0,093	0,195	0,297	0,398

Таблица 2

Адсорбция пирувата натрия на поверхность модифицированного лигнина (рН=7)

C_0 , ммоль/л	4,996	10,03	20,03	30,00	39,98
C_p , ммоль/л	0,639	0,4027	0,811	0,400	0,319
Γ , ммоль/г	0,044	0,096	0,191	0,294	0,396

Установлено, что лигнин обладает сорбционной способностью по отношению к пирувату. Повышение концентрации пирувата в растворе с одновременным возрастанием величины адсорбции свидетельствует о снижении конкуренции растворенного вещества и растворителя за активный центр сорбента.

Таким образом, применение препарата гидролизного лигнина в качестве сорбента для пирувата как центрального метаболита и кетокислоты при сахарном диабете может быть весьма перспективно.

Литература

Бокарев И. Н., Великов Б. К., Шубина О. И. Сахарный диабет: руководство для врачей. М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2006. 400 с.

Зобнина Н. Л., Цапок П. И. Гидролизный лигнин. Проблемы и перспективы // Инновационные технологии в формировании научного мышления студентов медицинского ВУЗа: Сб. науч.-методических трудов. Киров: Кировская ГМА, 2013. 190 с.

Зобнина Н. Л. Пути использования гидролизного лигнина в качестве вторичного сырья // Молодежь и медицинская наука в XXI веке: Сб. трудов XV-ой науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых с междунар. участием. Киров: Кировская ГМА, 2014. 616 с.

Клиническая биохимия / Под ред. В.А. Ткачука. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. 264 с.

Оболенская А. В. Химия лигнина. СПб., 1993. 78 с.

О состоянии окружающей среды Кировской области в 2012 году: Региональный доклад / Под общей ред. А. В. Албеговой. Киров: ООО «Кировская областная типография», 2013. 192 с.

Хитрин К. С., Фукс С. Л., Хитрин С. В. Казиенков С. А., Метелева Д. С. Направления и методы утилизации лигнинов // Российский химический журнал, Т. LV. № 1. 2011. С. 38–44.

ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ТРОМБОПЛАСТИНА

Е. М. Репнякова, Е. В. Коледаева, В. И. Сошников, М. В. Сологубова

Кировская государственная медицинская академия,

erepn@mail.ru

По мере развития современного производства с его масштабностью и темпами роста все большую актуальность приобретают проблемы разработки и внедрения мало- и безотходных технологий. Такие технологии направлены на рациональное использование природных ресурсов и охрану окружающей среды. Разработка и внедрение технологических процессов и схем, которые исключают или доводят до минимума отходы и выбросы в окружающую среду вредных веществ, а также создание водооборотных циклов и бессточных систем должна стоять на первом месте при создании любой технологии производства.

Получение диагностического реагента тромбопластина необходимо для проведения лабораторных исследований свертывания крови. Основным методом этого контроля является определение активности факторов протромбинового комплекса по методу *Quick* с использованием реагента тромбопластина. В настоящее время в мире используют около 30 тромбопластинов, которые получают из разных источников сырья (кадаверный мозг человека, мозг быка, кролика или плацента человека), а также рекомбинантные тромбопластины (Берковский и др., 2003; Качалов и др., 2001; Требования ..., 1985).

Разработанный нами ранее способ производства диагностического реагента тромбопластина из плаценты человека не соответствовал современным требованиям по охране окружающей среды. Это был длительный по времени, трудоемкий и энергоемкий процесс. При производстве его для очистки плаценты от крови применялись многие химические вещества и большое количество воды. Использовались соединения хлора, некоторые неорганические кислоты, соли, формальдегид и органические растворители. На каждую единицу продукции также использовали органические кислоты в качестве ограждающих веществ, необходимых для сохранения реагента при проведении сублимационной сушки (Патент RU 2006127064, 2008).

При этом производстве плаценту подвергали многократному промыванию очищенной водой, далее 0,9% раствором хлорида натрия, в дальнейшем полученную массу подвергали гомогенизации с получением эмульсии. Части плаценты, затрудняющие эмульгирование биологического материала: пуповина, крупные кровеносные сосуды и амниотическую оболочку удаляли. Образующиеся биологические отходы требовали специальной утилизации.

Проблема утилизации медицинских отходов стоит перед всеми медицинскими учреждениями России. Существующая система утилизации обращения с отходами здравоохранения направлена на предотвращение распространения инфекционного начала. Поэтому выделяют два основных требования к системам переработки медицинских отходов: надежная дезинфекция отходов и невозможность их повторного использования (Мироевский, Смирнова, 2004; Щербо и др., 2004; Прюсс, Тоуненд, 1998).

Можно выделить три группы методов ликвидации отходов здравоохранения. Преимущества и недостатки этих методов обработки по данным ВОЗ приведены в таблице 1.

Таблица 1

Преимущества и недостатки технологий переработки и захоронения биологических отходов

Метод переработки	Преимущества	Недостатки
Захоронение (на специальном полигоне, без обеззараживания)	Сравнительно недорого. Относительно безопасно, если исключены доступ и природный дренаж.	Безопасно только в том случае, если исключены доступ и приняты меры предосторожности. Неприменимо для инфицированных отходов.
Сжигание с последующим захоронением остатков от сжигания.	Очень высокая степень дезинфекции. Значительное сокращение объема и веса отходов. Не требует высококвалифицированного обслуживания.	Значительные выбросы загрязняющих веществ. Необходимо периодически удалять золу и шлак. Неэффективно для разрушения устойчивых к температуре химических соединений и цитотоксинов.
Обеззараживание химическими или физическими методами и складирование на полигонах ТБО.	Высокая эффективность при качественной обработке. Некоторые дезинфектанты сравнительно недороги. Возможно сокращение объема отходов.	Требуется высококвалифицированное обслуживание. Используются токсичные вещества, которые требуют выполнения специальных требований техники безопасности. Неприменим для токсичных отходов, лекарственных препаратов и некоторых инфицированных отходов.

В России наибольшее распространение имеет химическое обеззараживание, или дезинфекция отходов по причинам сравнительной дешевизны метода. Химическое обеззараживание должно осуществляться в местах их образования с применением зарегистрированных Госсанэпиднадзором РФ дезинфицирующих средств, 1 % раствором сульфохлорантина Д из расчета 2 литра раствора на 1 кг отходов и экспозицию в течение 1,5 часов. В качестве обеззараживаю-

щего вещества также можно использовать гипохлорит А, для этого биоматериал необходимо обработать 1 частью гипохлорита А на 5 частей отходов (Мировский, Смирнова, 2004; Щербо и др., 2004).

Чтобы экологизировать производство реагента тромбопластина нами исследовались альтернативные источники сырья. Самым безотходным, доступным видом сырья, не требующим применения в производстве вредных химических веществ, был мозг кролика. Выбор данного вида сырья продиктован еще и тем обстоятельством, что для изготовления Международного эталона RPT/90 также использовался мозг кролика, поэтому в дальнейшем возможна калибровка полученного реагента по чувствительности согласно требованиям ВОЗ (Требования ..., 1985). Использование данного вида сырья для производства тромбопластина позволило полностью отказаться от применения вредных и опасных для здоровья химических веществ. Расход воды, по сравнению с производством реагента из плаценты, был минимален и не превышал трех литров на серию реагента в количестве более трех тысяч флаконов. Содержимое одного флакона позволяет провести двадцать определений протромбинового времени плазмы крови человека при контроле свертывания и применения антикоагулянтов непрямого действия (АНД).

Нами были приготовлены первые экспериментальные серии реагента тромбопластина из мозга кролика. При исследовании стабильности реагента этих серий изучали изменение величины протромбинового времени при хранении, используя тромбопластин десяти изготовленных экспериментальных серий. Все серии реагента были поделены на две группы в зависимости от примененных ограждающих веществ. В первой группе серий их не применяли, а для сохранения реагента экспериментально подбирали график сублимационной сушки. Во второй группе серий реагента использовали химические вещества, применение их считали необходимым для защиты реагента от разрушения при проведении сублимационной сушки. Исследовали активность полученного реагента, определив протромбиновое время 18 доноров и 55 больных, принимающих АНД. Данные исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Активность тромбопластина (реагент экспериментальных серий)
до, после сублимационной сушки и при хранении**

№ группы	Стат. показатель	Протромбиновое время, ПВ (с)					
		Исходные до сушки	после сушки	Спустя месяцы хранения			
				3	6	12	15
1	Xcp	14,7	15,8	15,5	15,0	15,5	15,8
	SD	0,68	0,82	1,17	1,04	1,07	0,83
	p*	—	0,003	—	—	—	—
	p**			0,461	0,079	0,463	0,852
2	Xcp	14,1	12,5	14,6	16,2	16,8	16,7
	SD	0,61	0,93	0,99	1,06	1,17	1,16
	p*	—	0,001	—	—	—	—
	p**			0,001	0,001	0,001	0,001

Примечание: сравнение результатов исследований 10 экспериментальных серий: р *— между активностью полуфабриката и реагента после сушки; р **— между активностью реагента после сушки и в процессе хранения

Согласно результатам, представленным в таблице 2, исходная активность реагента первой группы, равная в среднем 14,7 с, изменилась до 15,8 с после проведения сублимационной сушки. Активность реагента второй группы серий составила 14,1 с и 12,5 с соответственно. Изменение активности реагента обеих групп серий при проведении сублимационной сушки было достоверным ($p > 0,05$). Однако, во втором случае активность реагента серий второй группы незначительно повысилась после сушки; в дальнейшем при хранении происходило её быстрое снижение, достоверное уже после 3-х месяцев (14,6 с против 12,5 с). Активность реагента первой группы серий после сушки достоверно не снижалась в течение всего срока хранения; протромбиновое время после сублимационной сушки в среднем равнялось 15,5 с, а после 15 месяцев хранения - 15,8 с ($p > 0,05$). Учитывая все результаты, полученные при использовании экспериментального графика сублимационной сушки и ограждающих веществ, следует подчеркнуть, что наибольший эффект дает применение разработанного графика, что позволило получить и сохранить активность реагента от разрушения более установленного срока годности (более 1 года) без применения ограждающих веществ.

Таким образом, усовершенствование технологического процесса и использование нового вида сырья, позволило экологизировать способ производства реагента тромбопластина, где удалось полностью исключить биологические и химические отходы и, следовательно, исключить отрицательное влияние на окружающую среду.

Литература

Берковский А. Л., Ульянова И. С., Сергеева Е. В., Градова Ю. А., Баламедова И. А., Суворов А. В. Исследование стабильности промышленных серий препаратов тромбопластина при хранении // Клиническая лабораторная диагностика, 2003. № 3. С. 41–43.

Качалова Н. Д., Простакова Т. М., Козлов А. А. Исследование чувствительности тромбопластинов // Клиническая лабораторная диагностика, 2001. № 3. С. 38–40.

Требования к тромбопластинам и плазме, используемым для контроля за пероральным применением антикоагулянтов. 33-й доклад. М., 1985. С. 77–99.

Патент RU 2006127064. Репнякова Е. М., Машковцева Т. В., Данилова И. Н. Способ получения диагностического реагента тромбопластина полного из плаценты человека. Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 27 июля 2008 года.

Мироевский П. В., Смирнова Н. Ю. Новая отечественная технология утилизации медицинских отходов // Медицина и экология, 2004. № 2. С. 40.

Щербо А. П., Селезнев В. Г., Мироненко О. В. Эколого-гигиеническая оценка метода химической дезинфекции лечебно-профилактических учреждений // Медицина и экология, 2004. № 2. С. 35–37.

Прюсс А., Тоуненд В. К. Обращение с отходами здравоохранения // Практическое руководство для обучения, ВОЗ, Женева, 1998. С. 10–17.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ АГРАРНОГО СЕКТОРА ПЕРИФЕРИЙНЫХ СЕЛЬСКИХ РАЙОНОВ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

А. С. Пономарева

*Институт социально-экономических и энергетических проблем
Севера Коми НЦ УрО РАН,
anita-85_07@mail.ru*

Устойчивое развитие аграрного сектора определяется тесно взаимосвязанными составляющими – экономической, социальной и экологической (рис. 1). Основные критерии экологической составляющей это стабильное, равновесное природопользование связанное с обеспечением в настоящее время и в долгосрочной перспективе устойчивостью агросистем, улучшением качества окружающей среды и сохранением природных ресурсов.



Рис. 1. Составляющие устойчивого развития сельского хозяйства

Рассмотрена экологическая составляющая на примере периферийных сельских районов Республики Коми: Усть-Цилемский, Ижемский, Удорский, Троицко-Печорский, Усть-Куломский и Койгородский районы

Для периферийных районов характерна не только низкая сельскохозяйственная освоенность территории, но и неравномерность размещения по муниципальным образованиям. Основные площади сельхозугодий сосредоточены в Усть-Цилемском, Усть-Куломском, Ижемском и Удорском муниципальных районах. Большая часть пашни размещается в Усть-Куломском, Удорском и Ижемском районах.

Большинство почв отличается повышенной кислотностью. Кислые почвы составляют 87% обследованных сельскохозяйственных угодий. Дифференци-

ция почвенного покрова наблюдается не только по зонам и районам, но и в отдельных хозяйствах, а нередко и в полях севооборотов. Это требует индивидуального подхода к агротехнике выращивания сельскохозяйственных культур, а также внесению удобрений, соответствующих каждому конкретному типу почв.

Периферийные районы имеют 146,8 тыс. га сельскохозяйственных угодий, что составляет 35% от сельскохозяйственных угодий Республики Коми в целом, в т.ч. 21,0 тыс. га пашни (20,5%), 101 тыс. га сенокосов (42,2%), 24,4 тыс. га пастбищ (35%), 0,2 тыс. га многолетних насаждений (2,3%). В составе сельскохозяйственных угодий преобладают естественные сенокосы и пастбища, на гектар пахотных земель приходится 5,8 га лугов.

В периферийных районах значительные площади сельскохозяйственных угодий заболочены, залесены, закустарены и закоркаены. Кроме того, 20,6% сенокосов от их общего количества и 24,3% пастбищ заросли кустарником и мелколесьем, покрыты кочками. На долю улучшенных сенокосов приходилось лишь 3,6 тыс. га или 7,3%, улучшенных и культурных пастбищ – 1,0 тыс. га или 7%. С 2007 г. не только в удаленных районах и в пригородных зонах прекращено мелиоративное строительство. В то же время постоянно ухудшается состояние мелиорированных земель. Так, 6,1 тыс. га площадей осушенных земель требуют проведения работ по качественному улучшению и повышению уровня мелиоративных земель.

Таблица

Внесение удобрений на 1 га посева сельскохозяйственных культур
в сельскохозяйственных организациях за 1990–2012 гг.*

Район	Минеральные удобрения (в перерасчете на 100% питательных веществ), кг					Органические удобрения, т				
	1990г.	2000г.	2005г.	2010г.	2012г.	1990г.	2000г.	2005г.	2010г.	2012г.
Российская Федерация	88	19	25	25.2	24,5	3,5	0,9	0,9	0,7	0,7
Республика Коми	135	34	8	22	19	18,0	7,0	3,2	4,3	4,3
Периферийные районы	133,5	12,9	0,2	0,4	3,4	16,6	9,0	2,2	0,8	2,7
Ижемский	35	16	-	-	-	22,1	17,0	5,2	-	-
Койгородский	136	12	-	4	11	13,9	3,5	3,1	3,6	3,6
Троицко-Печорский	86	-	-	-	-	29,1	6,8	-	-	-
Удорский	92	1	-	-	-	7,9	3,2	2,4	3,1	4,6
Усть-Куломский	165	8	0,5	1	2	19,1	4,4	2,6	2,5	5,0
Усть-Цилемский	163	21	-	-	-	37,1	58,1	4,8	0,0	0,2

Примечание: * – данные 1. Сельское хозяйство в Республике Коми. 2001: Стат. сб. / Комистат. Сыктывкар, 2001. С. 64, 67. 2. Сельское хозяйство в Республике Коми. 2013: Стат. сб. / Комистат. Сыктывкар, 2013. С. 39, 41, 53. 3. Российский статистический ежегодник. 2011: Стат. Сб./ Росстат. М., 2011. С. 415–416.

За годы «реформ» произошло сокращение посевных площадей и поголовья скота. Посевные площади в рассматриваемых районах за 1992–2012 гг. сократились с 21,2 до 7,3 тыс. га, в том числе посевные площади картофеля с 2,7 до 1,7, кормовых культур – с 18,2 до 5,6 тыс. га.

В земледелии происходит ухудшение агрохимических и водно-физических свойств почвы, увеличение площадей заболоченных и закустаренных земель из-за разрушения осушительных систем и прекращения с конца 1990-х гг. мелиоративных работ. Вынос из почвы питательных веществ с урожаем превышает их внесение. В настоящее время внесение органических и минеральных удобрений обеспечивает менее 10 % потребности для получения запланированного урожая и не способствует поддержанию плодородия почвы (табл. и рис. 2).

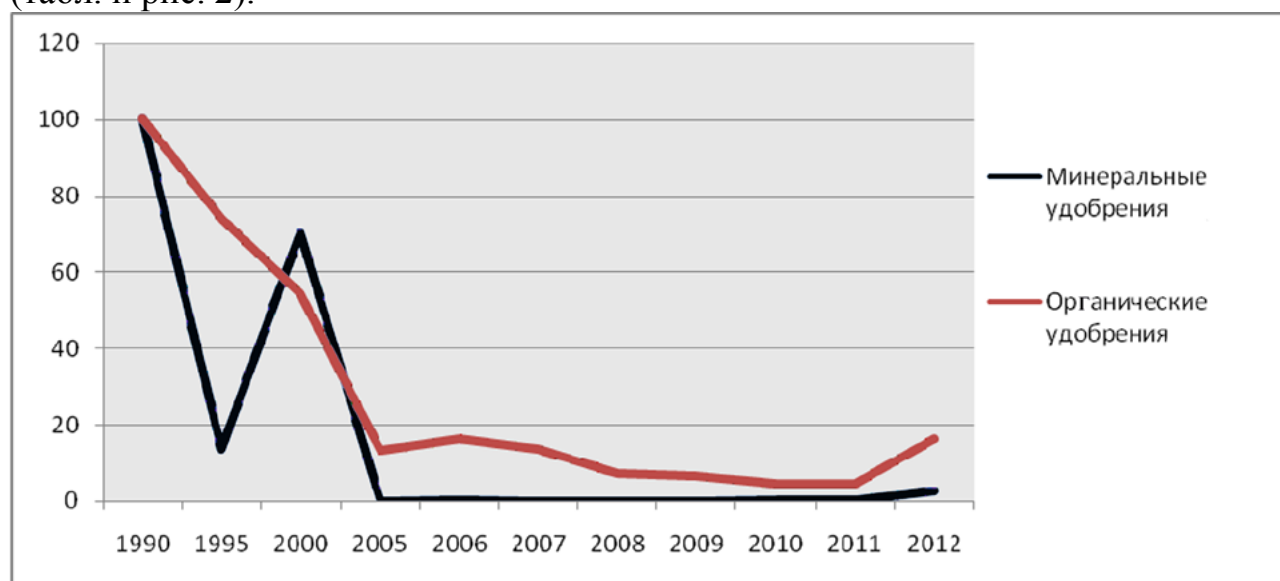


Рис. 2. Динамика внесения удобрений на 1 га посева в сельскохозяйственных организациях периферийных районов Республики Коми за 1990–2011 гг. (1990г. – 100%)

С целью изучения ограничений и возможностей устойчивого развития аграрного производства с экологической точки зрения периферийных районов Республики Коми в конце 2011 – начале 2012 гг. автором проведен опрос руководителей и специалистов сельхозорганизаций и хозяйств этих территорий (было охвачено 35 руководителей и специалистов, или 80% от их общего числа). На вопрос «Применяет ли ваше хозяйство удобрения?» – были получены следующие ответы. Применяют органические удобрения – 75%, минеральные – 25%, не используют никаких удобрений – 16%. Для борьбы с сорняками и вредителями химические средства защиты используют 25% хозяйств.

В анкете было предложено указать, какие из перечисленных мероприятий Вы проводили у себя в хозяйстве. На него респонденты дали, следующие ответы: известкование кислых почв – 27%; культуртехнические работы на сельскохозяйственных угодьях – 13%; орошение земель – 11%; реконструкция и восстановление земель – 9%; осушение земель – 2%.

Негативные последствия экологической несбалансированности и игнорирования законов взаимодействия общества и природы ощутимо проявляются в аграрном секторе. Они связаны, кроме всего прочего, с деградацией и истощением земельного фонда, сокращением площади лесных ресурсов, загрязнением ландшафта, снижением генетического разнообразия, ухудшением качества воды и воздуха, изменением климата (Процун, 2010).

Оценивая природные условия периферийных сельских территорий, следует отметить, что они в основном благоприятны для дальнейшего развития сельского хозяйства, особенно скотоводства (достаточное количество осадков, что обеспечивает сравнительно высокую эффективность удобрений, наличие значительных площадей природных кормовых угодий, в том числе пойменных лугов). Вместе с тем, чтобы уменьшить отрицательное влияние неблагоприятных почвенно-климатических условий, предстоит осуществить огромные вложения, направляемые на обогащение почв органическим веществом, снижение кислотности, увеличение мощности пахотного слоя, регулирование водного режима, уменьшение засоренности и устранение раздробленности полей.

Переход к новой стратегии развития, основанной на постепенном отказе от природоразрушающей (природоемкой) техногенной парадигмы и переходе к модели (стратегии) экологически устойчивого и экономически сбалансированного развития, является жизненно важным этапом социально-экономического прогресса (Пономарева, 2011).

Литература

Процун С. И. Концепция устойчивого развития и принципы регулирования сельскохозяйственного природопользования // Terra Economicus, 2010. № 4. Т. 8. С. 57–614.

Пономарева А. С. Рациональное природопользование как основа устойчивого развития аграрного сектора / Биологический мониторинг природно-техногенных систем: Сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием в 2 частях. Ч. 2. Киров: ООО «Лобань», 2011. С. 201–205.

АНАЛИЗ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ПРОДУКТОВ ЕЁ ПРОИЗВОДСТВА НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Н. В. Медведева

*Саратовский социально-экономический институт (филиал)
Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова,
medvedosik17@mail.ru*

В Саратовской области, как и в большинстве субъектов Российской Федерации, преобладание в секторе экономики экологически неблагополучных производств, использование на предприятиях устаревших технологий, увеличение площадей для размещения отходов, большие антропогенные нагрузки приводят к увеличению негативного воздействия на окружающую среду и, как следствие, на здоровье населения. При таких условиях вопросы состояния

окружающей среды приобретают особое значение. Рост накопления отходов и нагрузки на окружающую среду, истощение и деградация природных ресурсов являются основными деструктивными элементами, характеризующими неустойчивость развития цивилизации и окружающей среды на современном этапе.

Развитие научно-практического прогресса и совершенствование производства требует привлечения дополнительных энергоресурсов, то есть использование невозобновимых природных ресурсов. С учётом возрастающей техногенной нагрузки на биосферу, обусловленной не в последнюю очередь увеличением потребления энергоносителей, в частности углеводородов, особую актуальность приобретает комплексное изучение различных аспектов проблемы нефтяного загрязнения.

В России общее потребление топлива составляет около 5% мирового энергобаланса. Экспорт ТЭР из России к 2013 г. составил 110,3–112,9% к уровню 2009 г., а его доля от общего объема производства первичных энергоресурсов составила 47,4% (Эдер и др., 2013). Разработка и добыча углеводородов постоянно растёт и по данным Росстата в ноябре 2012 г. Россия вышла на 1 место в мире по добыче нефти. При увеличении данных показателей негативное воздействие на окружающую среду будет изменяться пропорционально росту темпов добычи и использования энергоресурсов.

Негативное воздействие на окружающую природную среду выражается в нескольких аспектах: при нефтедобыче – негативное воздействие на почву, воду, воздух; при транспортировке и переработке нефти – негативное воздействие на почву, воду, воздух; при потреблении продуктов нефтепереработки – негативное воздействие на почву, воду, воздух. Действие отходов нефтеперерабатывающей промышленности на окружающую среду может носить кумулятивный эффект.

Рост объёмов и темпов добычи нефти, газа и других топливно-энергетических ресурсов обуславливает опасные деграционные процессы в литосфере. Загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами вызывает нарушения динамического равновесия в экосистеме вследствие изменения структуры почвенного покрова, геохимических свойств почв, а также токсического воздействия на живые организмы. В воде при содержании нефти 200–300 мг/м³ происходит нарушение экологически равновесного состояния отдельных видов и других обитателей водных сред. Ежегодно под бурение нефтяных скважин, прокладку трубопроводов и автомобильных дорог отводится более 1000 га земель сельскохозяйственного назначения, из них большая часть возвращается после рекультивации с ухудшенной агрохимической структурой или вовсе становятся непригодными для выращивания сельскохозяйственных культур. Использование нефтепродуктов передвижными энергетическими установками загрязняет атмосферный воздух и отрицательно влияет на состояние здоровья населения.

Территория Саратовской области является примером объекта, подпадающего под влияние данного вида загрязнений, так как она подвергается всем вышеперечисленным видам воздействия. Численность постоянного населения

Саратовской области на 1 января 2014 г. составляет 2496,7 тыс. человек: из них 1872,6 тыс. человек (75%) – городские жители, 624,1 тыс. человек (25%) – сельские. Очевидно, что более сильному и регулярному воздействию подвергается городское население, а именно население, проживающее в Заводском районе. Это территория площадью более 11 га, на которой проживает почти 200 тысяч человек – это 22% от общего населения города, но если учитывать нынешние темпы застройки, то число жителей уже в ближайшее время значительно вырастет.

Этот район является одним из основных промышленных районов города. В Заводском районе находятся предприятия химической и нефтехимической промышленности, относящиеся к 1 классу вредности, а также отличающиеся высокой взрывоопасностью. Здесь должны быть санитарные зоны от 1 до 5 км. В реальности, не соблюдаются даже минимальные разрывы между предприятиями и жилой застройкой. В Ленинском районе находятся предприятия строительной индустрии, ТЭЦ, которые должны иметь санитарные зоны в 500–1000 м. (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03). На деле – вплотную – жилая застройка.

Номенклатура промышленных предприятий весьма разнообразна. Наиболее многочисленны заводы машиностроения и металлообработки. Развита пищевая и легкая промышленности, имеются деревообрабатывающие производства, комбинаты по производству строительных материалов, химические и нефтеперерабатывающие комплексы.

Часть предприятий г. Саратова сгруппирована и образует несколько крупных промышленных узлов. В южной части Заводского района сосредоточены три крупных предприятия: химический комбинат «Нитрон», нефтеперерабатывающий завод и теплоэлектроцентраль – ТЭЦ-2. В центральной и северной частях Заводского района расположены: подшипниковый, авиационный и метизный заводы, завод зуборезных станков, НИИХИТ, завод щелочных аккумуляторов и ТЭЦ-1, которые формируют крупную промзону. Центральная часть города насыщена десятками мелких и средних предприятий, рассеянных среди жилых кварталов. Здесь же располагается промплощадка СарГРЭС. Крупный блок металлообрабатывающих и радиотехнических предприятий ВПК находится на северо-западе, в Ленинском районе города. К ним тяготеют пространственно ТЭЦ-5 и завод «Техстекло».

Наибольшие объемы атмосферных выбросов производят предприятия энергетического комплекса – ТЭЦ-1, 2, 5, СарГРЭС, а так же комбинаты «Нитрон», «Крекинг», и завод «Техстекло». Многочисленные средние и мелкие производства суммарно вносят существенный вклад в загрязнение городской среды, чему способствует их близость к кварталам жилой. Ряд сравнительно небольших предприятий, в силу специфики производства, относятся к категории наиболее опасных загрязнителей окружающей среды. К их числу принадлежат заводы кислотных («Электроисточник») и щелочных (ЗАИТ) аккумуляторов, фабрика «Лакокраска».

Однако, согласно данным, предоставляемым в ежегодном Докладе о состоянии окружающей среды в Саратовской области, наблюдается снижение количества выбросов от стационарных источников и повышение выбросов от пе-

редвижных источников. Это связано с увеличением количества частного автотранспорта, работающего на основе двигателей внутреннего сгорания. Для Саратова за период с 2005–2010 гг. количество автотранспортных единиц на 1000 жителей выросло с 236 до 343 единиц, что сопоставимо с аналогичной нагрузкой на 1 жителя Москвы или Санкт-Петербурга. Следовательно, бензины, как продукты нефтеперерабатывающей промышленности, являются одной из основных причин загрязнения атмосферного воздуха.

Анализ уровня загрязнения атмосферного воздуха г. Саратова (таблица) показывает, что в течение последних пяти лет наметилась тенденция снижения содержания фенола, диоксида азота, бенз(а)пирена. Однако, содержание формальдегида в воздухе (2011 г.) превышает предельно допустимые концентрации. Аналогичная ситуация отмечается и по содержанию фенола.

Таблица

Динамика загрязнения атмосферного воздуха г. Саратова основными и специфическими примесями за 2008-2012 гг., мг/м³

Наименование ЗВ	Среднегодовые концентрации примесей					ПДК с.с.
	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	
Пыль (взвешенные в-ва)	0,08	0,09	0,08	0,08	0,06	0,15
Диоксид серы	0,002	0,002	0,001	0,002	0,005	0,05
Оксид углерода	2,0	2,0	2,0	2,0	2,1	3,0
Диоксид азота	0,06	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04
Оксид азота	0,01	0,01	0,03	0,03	0,02	0,06
Сероводород	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	-
Гидрофторид	0,001	0,001	0,002	0,002	0,003	0,005
Аммиак	0,01	0,02	0,01	0,02	0,032	0,04
Фенол	0,003	0,003	0,002	0,001	0,002	0,003
Формальдегид	0,022	0,019	0,016	0,015	0,015	0,003
Гидрохлорид	0,003	0,003	0,002	0,002	0,003	0,01
Бенз(а)пирен	$2,1 \cdot 10^{-6}$	$1,9 \cdot 10^{-6}$	$1,6 \cdot 10^{-6}$	$1,4 \cdot 10^{-6}$	$1,5 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$

Можно проследить снижение выбросов в атмосферный воздух загрязняющих веществ к 2010 г., и в последующие годы их количество увеличивается, хотя не превышает предельно допустимые концентрации.

Реальность угроз от загрязнения атмосферного воздуха сказывается на ухудшении здоровья населения и деградации окружающей среды. Как известно, формальдегид (CH₂O) хорошо растворяется в воде, загрязняет водоёмы. По действию на организм животных – сильное раздражающее, прижигающее вещество (омертвление с длительным заживлением), наркотик, поражает почки, печень.

Несмотря на то, что в течение последних пяти лет прослеживалась тенденция снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха города Саратова фенолом, формальдегидом, диоксидом азота, бенз(а)пиреном, согласно данным Доклада о состоянии окружающей среды, можно увидеть превышение предельно допустимых концентраций выбросов формальдегида в 2011 г., диоксида азота в 2007, 2008, 2009 гг., фенола – в 2007 г. По заключениям экспертов различ-

ных стран, для каждого из этих веществ выявлено негативное влияние на здоровье человека и живые организмы.

В 2013 г. в области увеличилась смертность от болезней органов пищеварения на 11%, от болезней органов дыхания – на 2,4%, от инфекционных и паразитарных болезней – на 2,1%. Основными причинами смертности населения области остаются болезни системы кровообращения, их удельный вес составил 46,9%, старость (13,6%), новообразования (12,5%) и несчастные случаи, отравления, травмы (9,7%).

С экономической точки зрения ясно, что добиться полной ликвидации загрязнения можно только за счет бесконечно больших расходов, то есть это практически невозможно. Однако, успешно применяемая во многих регионах методика ранжирования экологических рисков может в достаточной степени оптимизировать соотношение затрат и результата.

Исходя из вышесказанного, можно проследить связь между экологическим состоянием атмосферного воздуха и его влиянием на состоянии здоровья населения, а рассматриваемые источники выброса веществ-загрязнителей можно считать косвенными источниками воздействия на здоровье населения г. Саратова. Поскольку состояние здоровья человека является одним из важнейших нормативных показателей успешности природопользования, необходимо стремиться к минимизации отрицательного воздействия нефти и нефтепродуктов на окружающую природную среду за счёт повсеместного внедрения новых стандартов топлива (Евро 5) и оптимизации транспортных потоков в городской черте (запрет на въезд для крупнотоннажных грузовиков, увеличение доли электротранспорта в общественном транспорте, стимулирование отказа от использования частного автомобильного транспорта и пр.).

Литература

ГН 2.1.5.1093-02 Гигиенический норматив «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» / <http://www.normativ.ru/catalog/rucdoc/116/28877.php>

ГН 2.1.6.790-99 Гигиенический норматив «Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосфере населённых мест» / <http://www.normativ.ru/catalog/rucdoc/116/28877.php>

О состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2012 году. Саратов, 2013. 12 с.

О состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2008 году. Саратов, 2009. 225 с.

О состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2009 году. Саратов, 2010. 201 с.

О состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2010 году. Саратов, 2011. 270 с.

О состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2011 году. Саратов, 2012. 245 с.

О состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2012 году. Саратов, 2013. 12 с.

Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 1 октября 1996 г. N 21) Система ГАРАНТ: <http://base.garant.ru/4173106/#ixzz3GmvTSr6q>

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов»

Эдер Л. В., Филимонова В. И, Немов В. Ю. Современное состояние нефтяной промышленности России // Бурение и нефть. 2013. № 5.

http://srtv.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/srtv/ru/statistics/population/

СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ В РАЙОНЕ УНИЧТОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ

Н. И. Хотько, Ю. Г. Радюшкин

*Российская академия естествознания,
Государственный НИИ промышленной экологии,
nikhotko@yandex.ru, fbuzam@mail.ru*

Основой государственной социальной политики РФ является осуществление мер по сохранению здоровья граждан, снижению воздействия вредных факторов на человека до допустимого уровня, и достижению оптимального качества жизни. Здоровье населения многогранно по своим связям с условиями жизни, социально - экономическими и медико-биологическими факторами, определяющими его уровень. Система показателей здоровья населения призвана выявить и измерить силу связи здоровья с множеством из этих факторов, действующих часто в противоположных направлениях (Региональные проблемы ..., 1993).

Нами была поставлена цель – исследовать состояние здоровья населения Краснопартизанского района проживающего вблизи объекта уничтожения химического оружия (ОУХО). Экологическая ситуация неблагоприятных территорий Саратовской области и её критериальная оценка нами была отображена ранее (Трегуб и др., 2014; Хотько и др., 2010; 2011; 2013).

Изучались две группы населения – проживающие вблизи ОУХО и зоны санитарной защиты и живущих вдали от последней («чистая зона») – обозначаемые далее как пояса I и 2 (П1, П2). Использовались методы экологической эпидемиологии и медико-социологический опрос всех осммотренных групп населения (семьи и отдельные лица) по специально разработанным анкетам закрытого типа (Кириянов и др., 2009). Обследовались взрослые с последующим медицинским осмотром терапевтом, педиатром и акушером-гинекологом с фиксацией данных о состоянии здоровья в тех же анкетах. Опрошено 82,9±3,4% женщин и 17,3±4% мужчин в возрасте от 18 до 60 лет и старше.

При сравнении распределения опрошенных по поясам проживания статистически значимых различий по возрасту и полу выявлено не было. Среди обследуемых 59,3±7,4% состояли в браке, 19,3±6,7% одиноких, 9,2±4,5% разведенных, 8,4 и 3,8% вдовых. Различий в семейном положении по поясам не было. В П1 было достоверно больше служащих и рабочих, по другим группам респондентов достоверных различий не было. Уровень дохода на члена семьи низкий – 61,1±3,1%. Образование основной части обследованных – среднее специальное и общее среднее.

Самооценка здоровья по поясам составила – в П1 хороших и удовлетворительных самооценок – 29,4; плохих – 63,6 на 100 обследованных. В П2 соответственно 83,5 и 16,5. Последующий скрининг и медицинский осмотр подтвердили неблагоприятные характеристики самооценок здоровья обследованных в 89,3±3,3% случаев. Достоверной разницы в их частоте между жителями сравниваемых зон не было ($p>0,05$)

Слабость и быструю утомляемость, частые колебания настроения предъявляли 62±8,4% и 59,3±3,2% опрошенных соответственно первой и второй зон ($p>0,05$). Нарушение сна отмечалось у 69,9±6,3% опрошенных жителей П1 и 71,3±9,2% П2. В 6,9±6,1% респонденты П1 и 4,9±3,6% П2 отмечали у себя обморочные состояния ($p>0,05$).

Симптомы заболеваний органов дыхания в основном были представлены жалобами на кашель. Среди опрошенных жителей П1 34±8,9% респондентов сетовали на кашель по утрам и в течение дня, 24,2±7,9% кашляли на протяжении трёх месяцев в году, 18,6±7,3% кашель беспокоил в течение двух и более лет. Почти в половине случаев кашель сопровождался отделением мокроты.

Во второй группе жалобы на кашель по утрам и в течение дня предъявили 24,6±3,9% респондентов, 18,2±6,3 кашляли на протяжении трёх месяцев в году и в 10,9±4,3% кашель, наблюдался в течение двух и более лет. В 26% случаев кашель сопровождался отделением мокроты. Статистически достоверной разницы в частоте данных симптомов обнаружено не было ($p>0,05$).

Жалобы жителей П1 на болевые ощущения в области сердца, перебои, сердцебиение отмечены в 67,8±8,8%, П2 – 56,2±5,3% ($p>0,05$). Боли, удушье за грудиной при физической нагрузке или волнении ощущали 33,9 ±8,4% опрошенных в П1 и 31,9±4,7, в П2. ($p>0,05$). На повышение артериального давления жаловались соответственно 36,8±8,9 и 35±4,0% ($p>0,05$).

В 32% случаев опрошенные предъявляли симптомы, связанные с органами пищеварения, что подтверждает достаточно частую патологию этих органов.

Опрошенные в 53% говорили о болях в пояснице (П1 – 59 ±7,2, П2 – 57,9±5,2 ил 100 опрошенных), в 7,1±6,8 и 11,9±3,8%, соответственно, о болях при мочеиспускании. Боли в суставах беспокоили 48,4±6,3% опрошенных, причем у 24±5,5 и 39,4±4,9 соответственно, они были связаны с физической нагрузкой.

Отеки, сыпи, реже – затруднённое дыхание проявлялись как реакции на какую-то пищу, запахи, пыль, лекарства в 24,6±7,9% у лиц из П1 и 27±4,7% – из П2 ($p>0,05$). Сыпь на коже соответственно встречалась у 34,7±8,1% и 23±7,3% кожный зуд – у 36,0±3,0% и 29,3±5,2%.

При осуществлении работы было обнаружено, что у 19,9±7,9% опрошенных из П1 и у 13,4±3,6% – из П2 в семьях есть родственники больные сахарным диабетом и, соответственно, у 13,9±4,9 и 11,9±2,4 – болезнями щитовидной железы. У самих же опрошенных последние были в 9,7±4,9% в П1 и в 13,9±2,7% в П2. Анемия имелаась у 9,6±4,9 и 17,0±3,9 лиц из П1 и П2 соответственно.

Последующий медицинский осмотр подтвердил показатели социологического опроса широкого распространения патологии среди опрошенных, причем сравнительно одинаковом в обеих зонах проживания.

В П1 на каждого осмотренного приходилось почти 3 в П2 – 3,3 выявленных заболевания. При этом – в возрасте 18–29 лет – 1,9 и 2,9, в 30–39 лет – 3,6 и 3,0, в 40–49 лет – 2,4 и 2,2, в 50–59 лет – 2,1 и 3,6 в 60 лет и старше – 5,9 и 6,0 заболевания. Для сравнения, по данным официальной отчетности ЦРБ, в среднем на каждого жителя приходится 1,3 заболевания (острого и хронического), диагностированных при обращении к врачу.

Обращает на себя внимание относительно высоким уровень выявленных расстройств, относящихся к классу психической патологии, особенно в П1, а также болезней мочеполовой системы, особенно в П2. Внутри отдельных классов набор нозологических форм заболеваний сравнительно одинаков, в частности, в классе сердечнососудистых заболеваний — это гипертоническая болезнь, стенокардия напряжения, ишемическая болезнь сердца, мерцательная аритмия, порок митрального клапана, дефект межжелудочковой перегородки, варикозная болезнь и др.

Гинекологические заболевания были выявлены у $88,0 \pm 54,9\%$ женщин, хронические воспалительные заболевания органов малого таза и миома матки встречались у $9,9 \pm 5,0$ пациенток. Заболевания шейки матки имели $7,9 \pm 5,5\%$ женщин, опухолевидные образования придатков встречались у $19,9 \pm 6,8\%$ обследуемых

Отметим, что распространённость патологии в первой половине трудоспособного возраста достаточно велика: от общего числа выявленных заболеваний 36,9% были зарегистрированы у лиц от 18 до 39 лет, в том числе в П1 – 44,1%. в П2 – 36,0%. При этом необходимо иметь в виду, что это были не острые, а хронические заболевания, время формирования которых достаточно длительно. Т. е., многие из них начали формироваться в детском возрасте, а в последующие годы усугублялись под влиянием условий труда, экологической обстановки, местожительства, образа жизни семей и самих обследованных.

Полученные в определенном ранее алгоритме данные коррелируют с материалами других авторов (Кириянов и др., 2009).

Таким образом, по числу субъективных данных и результатам медицинского осмотра, состояние здоровья жителей проживающих в разнообразной степени удаленности от ОУХО сравнительно одинаково. Авторы статьи признают то, что не охвачено всё многообразие имеющихся по проблеме региональных материалов. Однако полагаем, что основные тенденции в разработке медицинской части проблемы экологической безопасности регионов, где находятся ОУХО, были отражены.

Литература

Кириянов Н. А., Тетелютина Ф. К., Ежова Н. Н. и др. Результаты медицинского осмотра и социологического опроса взрослого населения пос. Кизнер с учетом зон проживания от арсенала ХО // Химическое разоружение-2009» итоги и аспекты технологических решений, экоаналитического контроля и медицинского мониторинга «СНЕМДЕТ-2009». Ижевск, 2009. С. 117–122.

Региональные проблемы здоровья населения России // Отв. ред. В. Д. Беляков. М., ВИНТИ. 1993. 334 с.

Трегуб А. П., Хотько Н. И., Радюшкин Ю. Г. К влиянию основных факторов на медико-экологическую ситуацию Саратовской области // Окружающая природная среда и экологическое образование. МНПК–15–414. 2014. С. 47–52.

Хотько Н. И., Дмитриев А. П. Оценка риска экологической опасности на промышленных территориях // Химическая безопасность России: медицинские и эколого-гигиенические аспекты. Волгоград, 2011. С. 151–155.

Хотько Н. И., Радюшкин Ю. Г. Влияние среды обитания на здоровье населения и некоторые аспекты диагностики и экспертизы экологозависимой патологии // Теоретическая и прикладная экология. 2013. № 3. С. 95–99.

Хотько Н. И., Чупис В. Н. К методологии критериальной оценки экологического благополучия и медико-биологического состояния здоровья населения Химическая безопасность РФ в современных условиях. СПб., 2010. С. 145–148.

РОЛЬ ТЕХНОГЕННЫХ И ЕСТЕСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ В РАЗВИТИИ ИММУНОТОКСИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ – АЛЛЕРГОЗОВ

Н. И. Хотько¹, А. П. Дмитриев², Ю. Г. Радюшкин¹

*¹ Государственный научно-исследовательский институт
промышленной экологии,*

*² Пензенский государственный университет,
info@sar-ecoinst.org, cnit@stup.ac.ru*

В последние годы особую актуальность в гигиене приобрела проблема изучения влияния химических загрязнителей атмосферного воздуха, жилых и общественных зданий, воды, продуктов питания на иммунную систему. Нарушение функции иммунитета сопровождается резким снижением резистентности организма к инфекционным заболеваниям, повышением опасности возникновения злокачественных новообразований, аутоиммунной и аллергопатологии. Изучение иммунной системы как мишени для химических веществ, условий проявления их модифицирующего действия на иммуногенез быстро расширяется во всем мире (Хотько, Чупис, 2009).

Не останавливаясь на анализе характера воздействия различных химических веществ на иммунную систему, отметим, что систематическое изучение действия токсикантов на иммунитет непродолжительно. Своими исследованиями мы вносим посильную лепту в изучение аллергического действия факторов окружающей среды.

Ниже приводятся некоторые данные полученные при изучении распространенности аллергических заболеваний среди сельского населения и двух городских производственных коллективов.

Было обследовано 7759 взрослых жителей (в т. ч. 4633 – мужчин). По возрасту они распределились следующим образом: до 20 лет – 279,21; 30–1967; 31–40 – 2314; 41–50 – 2062; 51–60 – 873,61 и старше 264. Среди них было рабочих – 3445, 2262 лиц занятых фермерством и сельским хозяйством, 896 служащих, 543 учащихся и студентов и 613 лиц прочих профессий.

Аллергическая патология выявлена у 4,8%, бронхиальная астма и астматический бронхит – у 1,1%, аллергический ринит – у 0,2%, пищевая аллергия – 0,62%, лекарственная аллергия и сывороточная болезнь – 2,1%, хроническая крапивница 0,6%, аллергическая реакция на укусы насекомых – 0,28%, химическая аллергия – 0,7%.

Следует отметить, что у горожан аллергические проявления отмечались значительно чаще, чем у сельчан. Исследования показали, что среди лиц, контактирующих на производстве с различными неблагоприятными факторами, частота аллергической патологии значительно выше. При опросе работающих об отрицательных факторах производства 2547 указали на пыль, 1960 – на ядохимикаты и удобрения, 531 – на краски и лаки, 1885 – на горюче-смазочные материалы, 836 – на пластмассы и моющие средства. Частота аллергической патологии была достоверно выше, чем у прочего населения и составила при контакте с пылью 10,6% ($t=9,04$; $p<0,001$), пластмассами, моющими средствами – 10,5% ($t=5,44$; $p<0,001$), ядохимикатами и красками (лаками) – 8,5% ($t=5,13$; $p<0,001$), ГСМ – 6,9% ($t=3,5$; $p<0,01$).

Уточнить и углубить представления об аллергизирующем влиянии одиннадцати производственных факторов на организм работающих мы попытались, изучив состояние здоровья рабочих двух различных по характеру производства предприятий: электротехнической (658 человек) и строительной (1071 человек) промышленности.

Оказалось, что частота аллергической патологии среди рабочих обоих предприятий существенно выше, чем среди сельских контингентов (4,82%). В то же время у рабочих электротехнического предприятия аллергии распространены больше, чем среди строителей, особенно респираторные и химическая аллергия, соответственно 5,1 и 1,8; 5,6 и 3,5% при $p<0,01$. Объяснение этого следует искать в характере веществ, с которыми рабочие контактируют на производстве. Так, если на предприятии строительной промышленности наиболее сильное аллергенное действие оказывает цементная пыль, то на электротехническом предприятии – полимеры (смолы, пропилен, краски, лаки, растворители, припой, спирты горючесмазочные материалы и др.). Среди этих веществ имеются более сильные аллергены, чем соли хрома, кобальта и никеля, входящие в состав цемента.

Важно отметить, что аллергические заболевания у лиц с сопутствующими инфекционно-аллергическими заболеваниями развивались в 2–3 раза чаще, чем у лиц с заболеваниями органов дыхания – в 2 раза чаще, с заболеваниями носоглотки – в 1,5–2 раза чаще, чем у здоровых.

У работающих на производстве более 5 лет обнаружена достоверная корреляция между частотой химической аллергии и стажем работы на предприятии. Проявления последней чаще имелись у лиц с очагами хронической инфекции и бактериальной сенсibilизацией (67,4%), чем у лиц, не сенсibilизированных к микробным аллергенам.

В настоящее время признано, что аллергические и пульмонологические заболевания являются типичной экологозависимой патологией. Академики В. И. Покровский и О. П. Щепин (1995) отмечают огромный вклад загрязнения

атмосферного воздуха в суммарную заболеваемость а также на частоту заболеваемости органов дыхания и формирование болезней крови, прежде всего анемий. Анализ заболеваемости показывает, что на фоне техногенной загрязненности резко увеличивается число больных, чувствительных к бытовым факторам внешней среды: домашней пыли, пыльце растений. Среди взрослых лиц, взятых на диспансерный учет в 1997 г., больные аллергическими дерматитами составили 5,5% в 1998 г. – 6,6%, в 1999 г. – 8,8%. Причиной развития дерматитов явились техногенные и естественные факторы среды. Заболеваемость атонической формой бронхиальной астмы, по сравнению с 1991 г., выросла, к настоящему времени в 1,6 полинозами – в 8,77 раза.

Осуществленный нами, совместно со специалистами медицинского университета анализ показал, что частота сенсибилизации к химическим аллергенам при контактных дерматитах была значительно выше, чем к аллергенам естественного происхождения. По данным положительных аппликационных проб, у 138 больных в 1989–1995 гг. наиболее частыми причинами аллергических реакций были синтетические моющие средства – соли хрома (31,8%); хлорамин (26,1%); капролактамы (5,8%); формальдегид (5,7%); нитрилакрилы (3,0%); средство для химической завивки «Локон» (8,7%); смазочные масла, дизельное топливо, бензин (8,8%); лекарственные препараты (8,7%). Аэроаллергены (домашняя пыль, клещи домашней пыли, грибы *Alternaria*, *Cladosporium*, пыльца деревьев, злаков) были причиной развития дерматитов в 3–5 раз реже, чем детергенты, кислоты, щелочи и другие соединения.

Зато значительный удельный вес среди пораженной кожи занимали фитогенные дерматозы. Так было отмечено развитие буллезного дерматита от контакта с пастернаком у сотрудников одного из Саратовского сельскохозяйственного НИИ (у 23 из 29) занимавшиеся прополкой растения на опытном поле в солнечный июньский день.

Фототаксические и фотоаллергические дерматозы от растений, выделяющих фурукумарины, в последние годы приобрели массовый характер. Фактически наблюдается трансформация клинической аллергии в экологическую. Так, в районе с преобладанием нефтехимической промышленности Саратова аллергические заболевания в целом, и особенно заболевания дыхательных путей (предастма, бронхиальная астма, полиноз) встречались с большей частотой по сравнению с районом, где преобладало машиностроение. Острые кишечные заболевания у жителей первого района встречаются несколько реже, чем у жителей второго, а аллергические заболевания, связанные с изменением функции желудочно-кишечного тракта – чаще. Причинами аллергических реакций были вышеуказанные средства (Хотько, Чупис, 2009).

Аллергическая заболеваемость среди детей первого района выше, чем у детей второго в 1,5–4,5 раза; ее уровень среди детей обоих районов формируется, в основном, за счет аллергических заболеваний органов дыхания.

Для детей первого района значительно большее значение имели аллергены пищевые (46,6%), инфекционные (30,0%) и аллергены, попадающие воздушным путем (20%).

У детей второго района преобладала инфекционная и лекарственная аллергия – соответственно 40,4% и 33,8%). Обследование детского населения углубленным методом и методом копия-пара позволяет отметить, что для организованных детских контингентов изучаемых районов принципиального различия в факторах, которые определяют образ жизни, практически нет.

На первое место среди медико-биологических факторов, формирующих контингент часто болеющих детей, можно поставить нарушение иммунного статуса.

В результате осуществленных исследований нами предложена программа выявления групп повышенного риска развития иммунопатологии при массовых обследованиях населения. При этом основная задача донозологической диагностики сводится к определению направленности развития иммунопатологического процесса в организме по тем или иным показателям иммунной системы.

Литература

Дмитриев А. П., Митрошин А. Н. Коломиец В. В. Эколого-зависимые аллергические реакции среди урбанизированного населения // VI Российская конференция. Рязань, 2002. С. 87–89.

Мартынов А. И., Лусс Л. В., Федосеева Т. Г., Мартынов-Радужинский А. А., Богова А. В., Никонова М. Ф., Морозова В. И., Цывкина А. А., Сидорович О. И. Оценка иммунного и аллергологического статуса у персонала объектов по уничтожению химического оружия (УХО) в пгт. Горный Саратовской области // Химическая безопасность Российской Федерации в современных условиях: Сб. трудов Всерос. науч.-практ. конф. СПб., 2010. С. 280–283.

Покровский В. И., Щепин О. П. Состояние здоровья нации в условиях перехода Российской Федерации к устойчивому развитию // Проблемы социальной гигиены и история медицины. М., 1995. № 4. С. 8–13.

Хотько Н. И., Чупис В. И. К влиянию социальных, медико-биологических и гигиенических факторов на иммунный статус населения // Химическое разоружение – 2009: итоги и аспекты технологических решений, экоаналитического контроля и медицинского мониторинга «СНЕМДЕТ». III Всерос. конф. с междунац. участием Ижевск. 2009. С. 244–251.

Burns J. S., Williams P. L., Sergiyev O., Korrick S., Lee M. M., Revich B., Altshul L., Patterson D. G. Jr., Turner W. E., Needham L. L., Saharov I., Hauser R. Predictors of Serum Dioxins and PCBs among Peri-Pubertal Russian Boys. // Environ Health Perspect. 2010. Vol. 117. P. 1593–1599. doi:10.1289/ehp.0800223. <http://www.ehponline.org/members/2010/0800223/0800223.pdf>

Khotko N., Dmitriev A., Mitroshin A., Doblo A. Salud e ecologia de los ciudadanos no Regiao de Volga // Los resultados del experimento cientifico toca un problema ecologica XI Coloquio «supervisión, auditoría, información del sistema de seguridad médica y medio ambiente» España, Costa Daurada, 2002. 27 abr-04 maio. P. 60–63.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОРГАНИЗАЦИИ ПИТАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Н. В. Сырчина

*Вятский государственный гуманитарный университет,
nvms1956@mail.ru*

Правильное питание является важнейшим фактором, обеспечивающим устойчивые адаптационные возможности организма к неблагоприятным условиям окружающей среды. В каждом регионе складывается весьма специфичный комплекс экологических условий лимитирующих качество жизни населения: суровый климат, антропогенное загрязнение, особенности гидрохимического состава питьевой воды, особенности геохимического состава почв и т. д. В этом отношении особое значение приобретает принцип экологической целесообразности питания.

Реализация принципа экологической целесообразности питания невозможна без проведения соответствующего мониторинга. В настоящее время имеются серьезные работы, посвященные изучению пищевого статуса населения отдельных регионов России, однако в Кировской области исследования в этом направлении только начинаются. В некоторых работах, посвященных гигиенической оценке рационов отдельных групп населения г. Кирова и Кировской области, приводятся данные о степени соответствия наблюдаемого питания гигиеническим нормам и требованиям, однако с точки зрения экологической целесообразности, питание населения не рассматривается. Игнорирование экологических факторов может привести к серьезным ошибкам при разработке рекомендаций по организации правильного питания. Особенно это касается производства и потребления обогащенных пищевых продуктов.

Среди минеральных веществ, рекомендуемых для обогащения пищевых продуктов, особая роль отводится соединениям йода, кальция и железа. Питание большей части населения России считается дефицитным по этим элементам. Вместе с тем, на огромной территории России выделяются отдельные области, характеризующиеся достаточным или даже избыточным содержанием отдельных микроэлементов в продуктах питания и воде. Избыточное поступление того или иного микроэлемента в организм может принести не столько пользу, сколько вред здоровью. В связи с этим, прежде чем принимать решение о производстве продуктов обогащенных микроэлементами и формировать рекомендации для населения о включении этих продуктов в рацион, необходимо выяснить микроэлементный статус населения конкретного региона.

На территории Кировской области проведен ряд исследований посвященных выявлению дефицита йода в питании. Результаты исследований показывают, что для населения области характерен йододефицит легкой или средней тяжести (Актуальность..., 2007). Более детальные исследования проблемы йододефицита в рамках социально-гигиенического мониторинга, позволили выявить отдельные районы с большей или меньшей степенью йодной недостаточности. Поскольку недостаточность йода в биосфере является мало изменяющимся

фактором, в качестве критерия биохимического районирования было выбрано содержание йода в питьевой воде. Согласно полученным данным, более чем в половине районов Кировской области средние концентрации йода в питьевой воде систем централизованного водоснабжения меньше или равны нижней границе норматива физиологической полноценности питьевой воды (10 мкг/л). Средние концентрации йода в питьевой воде систем централизованного водоснабжения в Орловском, Омутнинском, Даровском, Юрьянском и Нагорском районах соответствуют среднему уровню физиологической полноценности питьевой воды (40–60 мкг/л). В 13 районах области (в основном это южные и северные районы) ситуация более благополучна, средние концентрации йода близки к верхним границам нормативов физиологической полноценности питьевой воды (125 мкг/л). Выполненные исследования позволили выделить приоритетные направления осуществления профилактических мероприятий по преодолению йододефицитных состояний населения области (Оценка., 2013).

О целесообразности экологически ориентированного подхода при организации питания населения свидетельствуют и результаты скрининговых исследований особенностей элементного состава волос у детей г. Слободского Кировской области (Оценка., 2010). Данные о содержании микроэлементов в такой биологической матрице, как волосы, с достаточной степенью вероятности, позволяют судить о микроэлементном статусе человека, поскольку содержание микроэлементов в волосах значительно выше, чем в биологических жидкостях.

Необходимость в проведении детального изучения микроэлементного статуса возникла в связи с вводом в действие комбината детского питания в г. Слободском. Для разработки научно-обоснованных рационов потребовались данные о дефицитных нутриентах. В доступной литературе практически нет сведений об элементном статусе детского населения Кировской области. Между тем, оценка состояния обмена макро- и микроэлементов у детей с последующей коррекцией элементного дисбаланса является одним из основных направлений современной медицины. В данном случае профилактические и лечебные мероприятия могут быть направлены на преморбидные формы нарушения здоровья в раннем возрасте, когда на первый план выступают неспецифические проявления соматического неблагополучия, тесно связанные с состоянием обмена элементов (Скальный и др., 2002).

Результаты исследований подтвердили наличие дефицита йода в питании обследованной группы детей. Относительно обеспеченности детей другими биогенными элементами возникли серьезные разногласия с общепринятыми представлениями. В «элементном портрете» детей был выявлен избыток таких элементов, как кальций, железо, магний, марганец, стронций и дефицит фосфора, йода, цинка, селена, хрома, меди, кобальта.

Согласно полученным данным, обогащение рационов детей кальцием и железом в условиях г. Слободского можно считать нецелесообразным, поскольку избыточное поступление этих элементов в организм оказывает неблагоприятное воздействие на здоровье.

Неожиданным оказался и выявленный дефицит фосфора. Обычно этот элемент содержится в продуктах питания в достаточном или избыточном количестве. Оптимальным считается рацион с соотношением кальция и фосфора 1:1,5 или даже 1:1. В большинстве продуктов (зерновые, мясо, рыба, яйца) содержание фосфора в несколько раз превышает содержание кальция. Благоприятное соотношение этих элементов характерно только для молочных продуктов фруктов и овощей. Расчеты баланса кальция и фосфора в обычных рационах питания кировчан практически всегда показывают дефицит кальция по отношению к фосфору. Однако степень усвоения этих элементов зависит не столько от количественного содержания в продуктах, но и от комплекса других физиологически обусловленных причин. Для выявления действительного микроэлементного статуса необходимы специальные исследования, позволяющие определить содержание элементов в органах и тканях организма.

Выявленный дефицит фосфора позволяет предположить наличие определенных факторов (возможно экологически обусловленных), влияющих на усвоение этого элемента у жителей соответствующего региона и подтверждает недостаточную корректность выводов о микроэлементном статусе человека только на основании анализа рационов.

Такие микроэлементы, как цинк, медь, марганец в обычных продуктах питания содержатся в достаточном количестве. Дефицит этих элементов, как правило, объясняется экологическим фактором или избытком соединений фосфора (особенно фитиновой кислоты), поступающего с зерновыми и другими продуктами. Однако на большинстве территорий г. Кирова, где осуществляется мониторинг состояния почвы, зафиксированы превышения ПДК по содержанию марганца, меди, цинка (Доклад..., 2013), а питание обследованной группы школьников по фосфору оказалось дефицитным. Можно предположить, что в г. Слободском складывается весьма специфическая биогеохимическая и гидро-биохимическая обстановка, влияющая на микроэлементный статус населения, и высокая частота дефицита Cu, Co, Zn и избыток Mg, Mn, Fe, выявленный у детей из г. Слободского, объясняется совместным действием комплекса биогеохимических факторов, связанных не только с количеством, но и с особенностями распределения и состояния перечисленных химических элементов в среде обитания, питьевой воде и местных пищевых продуктах.

Интерес представляет и выявленный дефицит селена. Степень обеспеченности селеном имеет четкую геохимическую привязку и зависит от экологических особенностей региона. В настоящее время накоплено достаточно большое количество данных о содержании селена в почвах различных регионов России, однако для Кировской области такие данные отсутствуют. Селен хорошо усваивается растениями и по пищевой цепи передается человеку. Чем больше селена в почвах, тем больше его в региональных продуктах. Серьезную опасность для здоровья представляет как недостаточное, так и избыточное поступление селена в организм, в связи с этим очень важно иметь ясную картину о степени обеспеченности селеном основных продуктов питания и о целесообразности использования в питании населения региона продуктов, обогащенных этим микроэлементом. На прилавках магазинов г. Кирова уже появились продукты

обогащенные селеном. Через аптечную сеть активно распространяются содержащие селен БАДы. Насколько целесообразно и безопасно в условиях Кировской области обогащение продуктов питания селеном могут показать только исследования, направленные на изучение содержания этого элемента в почвах и воде.

Выявление явной региональной специфики микроэлементного статуса доказывает не только целесообразность, но и необходимость выполнения специальных исследований, направленных на организацию экологически обусловленного питания и недопустимость обогащения пищевых продуктов минеральными веществами без проведения соответствующих мониторинговых исследований.

Литература

Актуальность проблемы йододефицитных заболеваний в Кировской области: информ. письмо // Федеральное агентство по здравоохранению и соц. развитию, КГМА, Департамент здравоохранения Кировс. обл.; рец.: А. А. Осокина, О. А. Бармина, Т. П. Веденская. Киров: Изд-во КГМА, 2006. 59 с.

О санитарно-эпидемиологической обстановке в Кировской области в 2012 году: докл. Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Кировс. обл. Киров, 2013.

Оценка микроэлементного статуса детей города Слободского Кировской области на основании многоэлементного анализа волос: отчет о НИР / Центр биотической медицины; отв. исполн.: Скальный А. А. М., 2010.

Оценка содержания йода в питьевой воде систем централизованного водоснабжения Кировской области по данным социально-гигиенического мониторинга [Электронный ресурс] / ФБУЗ Центр гигиены и эпидемиологии в Кировской области, 2013. Режим доступа : <http://www.sanepid.ru/>

Скальный А. В., Яцык Г. В., Одинаева Н. Д. Микроэлементозы у детей: распространенность и пути коррекции: практ. пособие для врачей. М., 2002. 86 с.

ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ НИКЕЛЯ, ЦИНКА, КАДМИЯ, МЕДИ И СВИНЦА В ПРОБАХ МЁДА ИЗ РАЗЛИЧНЫХ РАЙОНОВ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Я. В. Казмирук¹, Т. Я. Ашихмина^{1,2}

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет,*

² *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН*

За последнее время окружающая природная среда испытывает всё возрастающую техногенную нагрузку, растёт спектр новых загрязнителей - поллютантов. В связи с этим качество пищевых, выращенных и собранных продуктов значительно снижается, в том числе и такого важного продукта как мёд, к качеству которого органы контроля предъявляют высокие требования.

В научных исследованиях уделяется большое внимание изучению свойств тяжелых металлов, миграции их в окружающей среде и наличия в различных продуктах питания, в том числе и продуктах пчеловодства. Проводятся исследования динамики продвижения их по трофической цепочке «почва – растения – пчелы – продукты пчеловодства – человек». При этом различные авто-

ры иногда приходят к противоположным мнениям. Установлено, что концентрация тяжелых металлов в медоносных растениях может возрастать или уменьшаться по отношению к их содержанию в почве, а в теле пчел может быть больше или меньше, чем в растениях. В процессе переработки нектара в мед содержание тяжелых металлов в нем уменьшается, в воске их довольно много, а в прополисе столько же, сколько в окружающей среде или выше (Еськов и др., 2001). Считается, что пчелы благодаря своей жизнедеятельности производят экологически чистые продукты (Русакова и др., 2006). Также существует мнение, что загрязняющие вещества в продуктах пчеловодства главным образом накапливаются в воске и меде (Пашаян, 2006).

В. Г. Голоскоков (1983), анализируя набор из шести видов мёда на содержание микроэлементов, установил, что отмеченные в них различия определялись видом растений и их способностью усваивать минеральные вещества. При этом наблюдалась прямая зависимость между содержанием элементов в почве и их концентрацией в медах. Так, более высокому содержанию меди и цинка в почве соответствует и более высокая их концентрация в мёде. Содержание отдельных элементов подвержено широким колебаниям.

Миграцию тяжелых металлов в продуктах пчеловодства изучали многие учёные, их данные свидетельствуют о том, что концентрация тяжелых металлов в учтенных медоносных растениях достоверно уменьшается по сравнению с их содержанием в почве. Так, в системе почва – растение установлено снижение меди почти в 3 раза; цинка в 2,5 раза; кадмия в 1,5 раза; свинца более чем в 20 раз. Различия во всех случаях высоко достоверны.

Наличие тяжелых металлов в теле пчел по отношению к их количеству в растениях, с которых были собраны нектар и пыльца, по некоторым металлам закономерно возрастало или оставалось на уровне их содержания в растениях. Так, количество меди в теле пчел увеличилось в 3,25 раза, а цинка – в 1,97 раза по сравнению с этим показателем в тканях растений, тогда как наличие свинца в теле пчел находилось на уровне его содержания в растениях.

В ходе исследований установлено, что содержание тяжелых металлов в теле насекомых закономерно возрастает с увеличением их возраста, то есть в течение жизни они накапливаются в их организме. Так, в теле молодых (трехдневных) пчел не были обнаружены свинец, ртуть, кадмий и мышьяк, а количество цинка и меди оказалось достоверно ниже, чем в растениях (соответственно 11,45 и 3,41 мг/кг). Достаточно резко содержание тяжелых металлов в теле пчел увеличивается в первые две недели жизни, то есть когда они выполняют цикл внутриульевых работ (главным образом выращивают расплод и строят соты). В указанном возрасте количество цинка достигает 103,9 мг/кг, а меди – 39,7 мг/кг, что соответственно в 9,1 и 11,6 раза больше, чем в теле молодых особей. В этом же возрасте в организме насекомых зафиксированы и кадмий, и свинец. Переход пчел к сбору нектара и пыльцы приводит к увеличению содержания в их организме тяжелых металлов, но не столь резко. Так, у пчел в возрасте 25 сут. количество цинка и меди возрастает на 63 и 41% соответственно по сравнению с наличием этих элементов у пчел из тех же семей, но в возрасте 15 сут. В этом

же возрасте отмечено максимальное содержание в организме пчел свинца и кадмия (1,9 и 0,73 мг/кг соответственно).

Частично тяжелые металлы аккумулируются в жировом теле и других структурах тела пчелы. Некоторое их количество удаляется экскреторными органами.

За последние годы сектор пчеловодства существенно расширился, в том числе и в Кировской области. Появилось много фирм, которые занимаются сбором меда и продажей его населению. Однако большинство пчеловодов с разных районов Кировской области продают мёд населению без соответствующей сертификации и контроля на его качество.

Химический состав натурального пчелиного меда сложен и подвержен значительным колебаниям. В нем содержатся следующие вещества (в %): инвертированный сахар (глюкоза, фруктоза) 65–80; сахароза 1–5; декстрины 2–10; азотистые вещества 0,1–1,0; органические кислоты 0,05–0,2; определяемые в градусах кислотности 1,0–4,0; минеральные вещества: 0,1–0,2; витамины (В6, В2, В1, С и др.) из 100 мг меда: 0,5–6,5; вода: 15–20.

Основную массу сухого вещества меда составляют углеводы, которые представлены глюкозой, фруктозой, сахарозой и декстринами.

Некоторые исследователи считают, что в состав углеводов меда входят 25 видов сахаров, содержание которых зависит от происхождения меда. Главный источник углеводов в меде – нектар и частично пыльца. Поэтому наличие различных сахаров в нектаре влияет на состав сахаров в меде.

Главными составными частями углеводов меда являются глюкоза и фруктоза (т. е. инвертированный сахар), они составляют около 90% всех сахаров меда. Свойства этих моносахаридов определяют основные качества меда: его сладость, высокую питательную ценность, кристаллизацию, гигроскопичность и т. д.

Из минеральных веществ в меде содержатся как макроэлементы (калий, натрий, кальций, магний, железо, фосфор и др.), так и микроэлементы (алюминий, медь, марганец, свинец, цинк и др.). Темный мед содержит больше минеральных веществ, чем светлый. Количество и состав их в меде зависят от содержания этих веществ в нектаре. Некоторые исследователи считают, что минеральные вещества попадают из нектара в мед неизмененными.

Азотистые вещества в меде представлены белками и аминокислотами. Установлено (Петров, 1974), что мед содержит до 17 аминокислот. Другие исследователи отмечают, что в составе мёда содержатся почти все аминокислоты, за исключением цистеина и триптофана. Однако не все сорта меда содержат такое количество аминокислот. Содержание их зависит от происхождения меда. Источником аминокислот может быть организм пчел, нектар и пыльца.

Витамины содержатся в меде в небольшом количестве. Чаще всего в нем находят никотиновую и пантотеновую кислоты, пиридоксин (В6), рибофлавин (В2), тиамин (В1), биотин, фолиевую и аскорбиновую кислоту (витамин С). К источникам витаминов в меде относятся пыльца и нектар.

В меде содержатся ферменты: инвертаза, диастаза, каталаза, липаза и др. Ферменты меда в зависимости от процесса, который они катализируют, подразделяют на гидролазы, лигазы и полиазы.

В состав мёда входят красящие и ароматические вещества. По мнению некоторых исследователей (Петров, 1974), красящие вещества меда относятся к группам каротина, хлорофилла и др.

Определение качества меда проводят комплексно, используя физико-химические и биологические методы. Чаще всего определяют следующие показатели: наличие нерастворимых веществ; количество пылевых зерен, реже определяют виды пыльцы растений (пыльцевой анализ); содержание воды, минеральных веществ, содержание сахаров; активность диастазы; концентрации опасных и токсических веществ (антибиотики, пестициды, радионуклиды); определяют кислотность; концентрацию оксиметилфурфурола; электропроводность; содержание тяжелых металлов.

В данной работе представлен материал по изучению содержания никеля, цинка, кадмия, меди и свинца в мёде с пасек окрестностей городов Уржума, Яранска и Котельнича. Содержание тяжёлых металлов определялось согласно ГОСТ 2629-94 на атомно-абсорбционном спектрометре «СПЕКТР-5». Полученные результаты представлены в таблице.

Таблица

Содержание металлов в пробах меда, 2012 г.

	Содержание металлов, мг/кг				
	⁺² Cd	⁺² Cu	⁺² Pb	⁺² Ni	⁺² Zn
Уржум	0,032±0,150	1,489±0,342	0,549±0,137	менее 0,1	2,686±0,886
Котельнич	0,034±0,010	1,671±0,384	0,969±,174	менее 0,1	0,437±0,144
Яранск	0,034±0,010	1,751±0,402	0,434±0,125	менее 0,1	0,617±0,203
ПДК	0,1	5,0	1,0	2,0	10,0

Проведенный анализ проб меда с различных пасек Кировской области свидетельствует о том, что:

- превышений ПДК по содержанию никеля, цинка, кадмия, меди и свинца в пробах меда с различных пасек Кировской области не выявлено;
- практически одинаковое содержание кадмия определено в пробах всех трёх пасек мёда;
- самое малое содержание, из исследуемых металлов, в мёде приходится на никель, которого во всех пробах мёда содержится незначительное количество;
- наибольшие отличия по содержанию тяжёлых металлов в пробах мёда выявлены по цинку и свинцу. Содержание цинка с Уржумской пасеки превышает в 4-6 раз значения данного показателя с других пасек. Наибольшие количества свинца выявлены в пробах мёда с Котельнической пасеки, с превышением в 2 раза этого показателя с Яранской и Уржумской пасек;
- наименьшее содержание меди определено в пробах мёда с Уржумской пасеки.

Сравнительный анализ проб мёда из исследуемых районов Кировской области позволил выявить некоторые отличия (не превышающие значений ПДК), по содержанию в мёде цинка, свинца и меди. Это наиболее распространённые загрязняющие вещества, содержащиеся в пестицидах, гербицидах, микроудоб-

рениях и удобрениях, в выбросах от автомобильного транспорта, в топливе, горюче-смазочных материалах и др. источниках загрязнения, в сравнении с кадмием и никелем.

Литература

- Еськов Е. К. и др. Содержание тяжелых металлов в почве пчелах и их продуктах // Пчеловодство, 2001. № 4. С. 14–15.
- Русакова Т. М. и др. Исследование токсических элементов в продуктах пчеловодства // Пчеловодство, 2006. № 9. С. 10–13.
- Пашаян С. А. Миграции тяжелых металлов // Пчеловодство, 2006. № 9. С. 12–13.
- Голоскоков В. Г. Микроэлементный состав цветных медов // Пчеловодство, 1983. № 4. С. 30.
- Петров В. И. Состав и свойства сахарного меда и методики выявления этого фальсификата // Пчеловодство, 1974. № 4.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРЯНИКОВ РАЗНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

С. А. Кириллова, Л. В. Даровских

*Вятский государственный гуманитарный университет,
larisa.darovskich@mail.ru*

Пряник – мучное кондитерское изделие, выпекаемое из специального теста; для вкуса могут добавляться мёд, орехи, изюм, фруктовое или ягодное повидло. На вид пряник – пластина фигурной, прямоугольной или овальной формы, на верхней части которой выдавлен рисунок. Популярность этого лакомства как в России, так и за рубежом, объясняется традицией, получившей свое начало еще с давних времен. Кроме вкусовых качеств, пряники представляют и определенную эстетическую ценность. В частности, иностранные туристы часто приобретают их в качестве сувениров. Пряники пользуются повышенным спросом благодаря приятному пряно-сладкому вкусу и аромату. Пряники принадлежат к числу важных и любимых компонентов пищевого рациона всех возрастных групп населения. Также пряники обладают достаточной калорийностью и возможностью длительного хранения. В связи с такими положительными качествами могут появиться фальсификации данного продукта. Поэтому возникает необходимость оценки качества.

Целью нашей работы является изучение качества пряников разных производителей.

Объектами исследования явились: пряники «Северные» (производитель ООО «Нолинская кондитерская фабрика» г. Нолинск); пряники «Фестивальные» (производитель ОАО «Кирово-Чепецкий хлебокомбинат» г. Кирово-Чепецк); пряники «Комсомольские» (производитель ООО «Кировхлеб Пром» г. Киров); пряники «Медовые» (производитель ООО «Новые технологии» Республика Адыгея).

Был проведен эксперимент по определению некоторых показателей качества пряников. Для выполнения данной работы были отобраны методики, кото-

рые позволяют сделать заключение о качестве пряников по следующим показателям: органолептические показатели (форма, поверхность, цвет, вкус и запах, вид в изломе), химические показатели (влажность, кислотность). Результаты исследований приведены в таблице 1–3.

Таблица 1

Показатели пряников

Наименование показателя	«Медовые»	«Комсомольские»	«Фестивальные»	«Северные»
Форма	Овальная, не расплывшаяся	Круглая, не расплывшаяся		
Поверхность	Сухая, ровная, без трещин, вздутий и подгорелостей, гладкая			
Цвет	Коричневый			
Вкус и запах	Свойственные свежим пряникам с выраженным запахом и вкусом корицы и имбиря	Свойственные свежим пряникам с выраженным запахом и вкусом меда	Свойственные свежим пряникам с выраженным запахом и вкусом какао	Свойственные свежим пряникам с выраженным запахом и вкусом фруктов
Вид в изломе	Без следов не промеса, с равномерной пористостью			

Таблица 2

Содержание влаги в прянике, % (ГОСТ 5900-73)

«Медовые»	«Комсомольские»	«Фестивальные»	«Северные»	Норма
8,57±0,313	12,58±0,12	10,69±0,23	11,03±0,33	не > 20

Таблица 3

Щелочность пряников, град (ГОСТ 5898-87)

«Медовые»	«Комсомольские»	«Фестивальные»	«Северные»	Норма
0,729±0,261	0,99±0,32	0,97±0,32	0,62±0,25	не > 2,0

В ходе исследований было установлено, что все пряники полностью соответствуют требованиям ГОСТа по органолептическим показателям, содержанию влаги и щелочности.

Литература

ГОСТ 15810-96 Изделия кондитерские пряничные. Общие технические условия. Дата введения 1998-01-01. М.: Стандартинформ, 2008.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ НА ПРИМЕРЕ РЯЖЕНКИ РАЗНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Ю. Н. Рахимова, Л. В. Даровских
Вятский государственный гуманитарный университет,
larisa.darovskich@mail.ru

Ряженка – кисломолочный продукт, произведенный путем сквашивания топленого молока с добавлением молочных продуктов или без их добавления с использованием заквасочных микроорганизмов – термофильных молочнокислых стрептококков с добавлением болгарской молочнокислой палочки или без ее добавления (ГОСТ 31455-2012).

Ряженка – настоящий клад множества веществ, необходимых человеку, но, пожалуй, самое ценное из ее полезных качеств – легкая усваиваемость человеческим организмом. Высокое содержание входящих в ее состав кальция и фосфора подтверждает это. Известно, что дефицит кальция – очень серьезная проблема, нередко приводящая к остеопорозу костей. Ряженка крайне полезна для здоровья кожи, костно-мышечной системы, ногтей, волос и слизистых оболочек, поскольку в больших количествах содержит кальций и фосфор. Именно поэтому ее необходимо включать в рацион беременным женщинам, кормящим матерям, детям и пожилым людям. Известно, что ряженка прекрасно утоляет жажду и быстро насыщает организм. Польза ряженки напрямую зависит от ее качества. В связи с таким количеством положительных качеств могут появиться фальсификации данного продукта, поэтому возникает необходимость оценки ее качества.

Целью нашей работы является изучение качества ряженки разных производителей.

Объектами исследования явились: ряженка «Вятушка» (производитель ЗАО «Кировский молочный комбинат» г. Киров), ряженка «Вятская дымка» (производитель ОАО «Кирово-Чепецкий городской молочный завод» г. Кирово-Чепецк), ряженка «Славянская» (производитель ОАО «Вожгальский маслодельно-сыродельный завод» Кировская область, Куменский район, с. Вожгалы), биоряженка «Бифидум Неженка» (производитель ООО МНПК «Вяткабиопром» г. Киров).

В составе ряженки содержатся молоко коровье; молоко топленое; сливки из коровьего молока; заквасочные микроорганизмы – термофильные молочнокислые стрептококки с добавлением болгарской молочнокислой палочки; молочный жир, относящийся к жирам, наиболее ценным по биологическим и пищевым свойствам; бифидобактерии, являющиеся для организма источником незаменимых аминокислот, в том числе триптофана, снижают уровень холестерина в крови; макро- и микроэлементы, витамины.

Мы провели эксперимент по определению некоторых показателей качества ряженки. Для выполнения данной работы были отобраны методики, которые позволяют сделать заключение о качестве ряженки по следующим показателям:

телям: органолептические показатели (консистенция, вкус, цвет, запах), химические показатели (кислотность, влага). Результаты проведенных исследований представлены в таблицах 1–3.

Таблица 1

Органолептические показатели ряженки (ГОСТ 31455-2012)

Показатели	«Вятушка»	«Вятская дымка»	«Славянская»	«Бифидиум Неженка»
Внешний вид и консистенция	Однородная, с ненарушенным сгустком, с небольшим газообразованием жидкость			
Вкус и запах	Чистый, кисло-молочный, с выраженным привкусом пастеризации	Чистый, кисло-молочный, с выраженным привкусом пастеризации	Чистый, кисло-молочный, с выраженным привкусом пастеризации	Чистый, кисло-молочный, с выраженным привкусом пастеризации
Цвет	Кремовый, равномерный по всей массе	Светло-кремовый, равномерный по всей массе	Кремовый, равномерный по всей массе	Светло-кремовый, равномерный по всей массе

Таблица 2

Кислотность ряженки, °Т (ГОСТ 3624-92)

«Вятушка»	«Вятская дымка»	«Славянская»	«Бифидиум Неженка»	Норма
82,75±1,07	83,75±1,07	81,75±1,07	83,75±1,07	70–110

Таблица 3

Содержание влаги в ряженке, % (ГОСТ 3626-73)

«Вятушка»	«Вятская дымка»	«Славянская»	«Бифидиум Неженка»	Норма
86,15±0,16	84,32±0,44	86,06±0,24	84,73±0,38	не >88,8

В ходе исследований было установлено, что ряженки всех изученных производителей соответствуют требованиям ГОСТа по органолептическим показателям, кислотности и содержанию влаги.

Литература

ГОСТ Р 52738-2007 Молоко и продукты переработки молока. Введен 2009-01-01. Стандартиформ, 2007.

ГОСТ 3624 Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности». Введен 1994-01-01. М.: ИПК Издательство стандартов, 2004.

ГОСТ 3626 «Молоко и молочные продукты. Методы определения влаги». Введен 1974-07-01. М.: ИПК Издательство стандартов, 2004.

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ САХАРА В КРОВИ ПРИ УПОТРЕБЛЕНИИ ПЕЧЕНЬЯ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Е. С. Лыбенко

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия,
elenalybenko@rambler.ru*

Рациональное питание имеет актуальное значение в современных экологических условиях. За последние десятилетия существенно уменьшилась физическая активность значительной части населения. При этом культура питания значительной части россиян оставляет желать лучшего. Неправильное питание является одной из главных причин возникновения сердечно-сосудистых заболеваний, заболеваний органов пищеварения, болезней, связанных с нарушением обмена веществ, поражением сердечно-сосудистой, дыхательной, пищеварительной и других систем, резко понижается трудоспособность и устойчивость к заболеваниям, сокращающая продолжительность жизни в среднем на 8–10 лет.

Несмотря на большое количество рекомендаций по правильному питанию, продолжает расти спрос на мучные кондитерские изделия. В течение последних лет уровень личного потребления кондитерских изделий в России приближается к максимальному (Обзор российского рынка..., 2012).

Ухудшение экологической ситуации, изменение структуры питания в существующих условиях определили принципиально новые тенденции, сформированные в социальный заказ на разработку целых групп кондитерских изделий специального назначения (Козырев, 2010; Беньковская, 2012). Печенье – наиболее распространенный вид мучных кондитерских изделий с большим содержанием сахара-песка и жира, низким содержанием влаги. «Полезное печенье» – это воплощение актуальной идеи здорового питания: с помощью кондитерских изделий производители стремятся не только доставить своим покупателям удовольствие, но и принести пользу для здоровья. На данный тренд ориентировано около 30% новинок печенья на мировом рынке (Хлопонина и др., 2011; Анализ привлекательности рынка..., 2012).

Цель научных исследований – разработать песочное печенье со сниженным содержанием сахара и уменьшенным количеством жира.

В процессе работы были изучены загустители различного происхождения для замены сахара как основного структурообразователя; определена пищевая комбинаторика и вкусовые свойства продукта; исследованы реологические свойства теста на основе загустителей в различных дозировках; проведены пробные выпечки и оценены технологические и органолептические параметры изделий. Результатом работы стали образцы печенья, в рецептуру которых были введены сахарозаменители, различные виды муки и добавлены пищевые волокна. Характеристика полученных образцов печенья приведена в таблице.

Характеристика образцов печенья

Вариант	Содержание сахара, %	Содержание жира, %	Содержание пищевых волокон, %	Дополнительные ингредиенты
Без пищевых волокон				
Контроль	22,1	25,8	–	–
1	8,5	12,4	–	Мука льняная, овсяная
5	8	21	–	Семена льна, мука гречневая, овсяная
9	8	21	–	Мука льняная, овсяная, рисовая, корица
С пищевыми волокнами				
2 (5)	5,2	12	2,6	Мука льняная, гречневая, овсяная
3 (9)	5,1	12,6	2,4	Мука льняная, овсяная, рисовая

Проведено исследование изменения уровня глюкозы в крови при употреблении образцов печенья. В качестве контроля использовали печенье готовое «Курабье бакинское» производства ООО «Каскад» (г. Волгоград).

Концентрация глюкозы в крови у здорового взрослого человека колеблется от 4 до 8 ммоль/л и в течение дня меняется в зависимости от употребляемой пищи.

При проведении исследования печенье употребляли натощак, запивая теплой водой. Масса печенья 100 г, объем жидкости – 220–240 мл. Уровень сахара измеряли до употребления печенья, сразу после, и, далее, каждые 15 минут в течение 2 часов. Уровень глюкозы измеряли глюкометром One Touch Select Simple. Количество участников эксперимента – 23 человека, средний возраст – 35 лет, средний вес – 73 кг, состояние здоровья (по словам участников) – хорошее. Больные сахарным диабетом не участвовали.

При употреблении контроля рост уровня глюкозы в крови начался через 15 мин, а через 30 мин достиг максимального значения 8,9 ммоль/л (рисунок). Через 45 мин. после начала эксперимента началось снижение содержания сахара в крови и продолжились в течение 45 мин. Однако, через 90 мин. После употребления печенья зафиксировано резкое падение содержания сахара до 4,6 ммоль/л (это ниже, чем «натощак»), а затем происходила его стабилизация. К концу эксперимента содержание глюкозы в крови составило 5,3 ммоль/л.

Наименьшее влияние на уровень глюкозы в крови волонтеров оказало печенье варианта 5. В этом варианте содержание сахара в крови после употребления увеличивалось практически постепенно. Максимальный уровень отмечен через 45 мин. после употребления и составил 6,2 ммоль/л. Далее идет постепенное снижение содержания глюкозы, которое стабилизируется через 90 мин. после употребления на отметке 5,4 ммоль/л и в дальнейшем изменяется незначительно.

При употреблении печенья вариантов 1 и 9 отмечаются наименьшие колебания уровня глюкозы. Сразу после употребления печенья вариант 1 уровень глюкозы увеличился на 0,7 ммоль/л. Далее отмечено незначительное снижение глюкозы (через 15 мин.), затем уровень глюкозы постепенно увеличивался и через 45 мин. после употребления составил 6,9 ммоль/л. Через 60 минут содержание в крови глюкозы снизилось до 5,0 ммоль/л (не выходит за рамки нормы), стабилизировалось, и через 2 часа составило 5,7 ммоль/л.

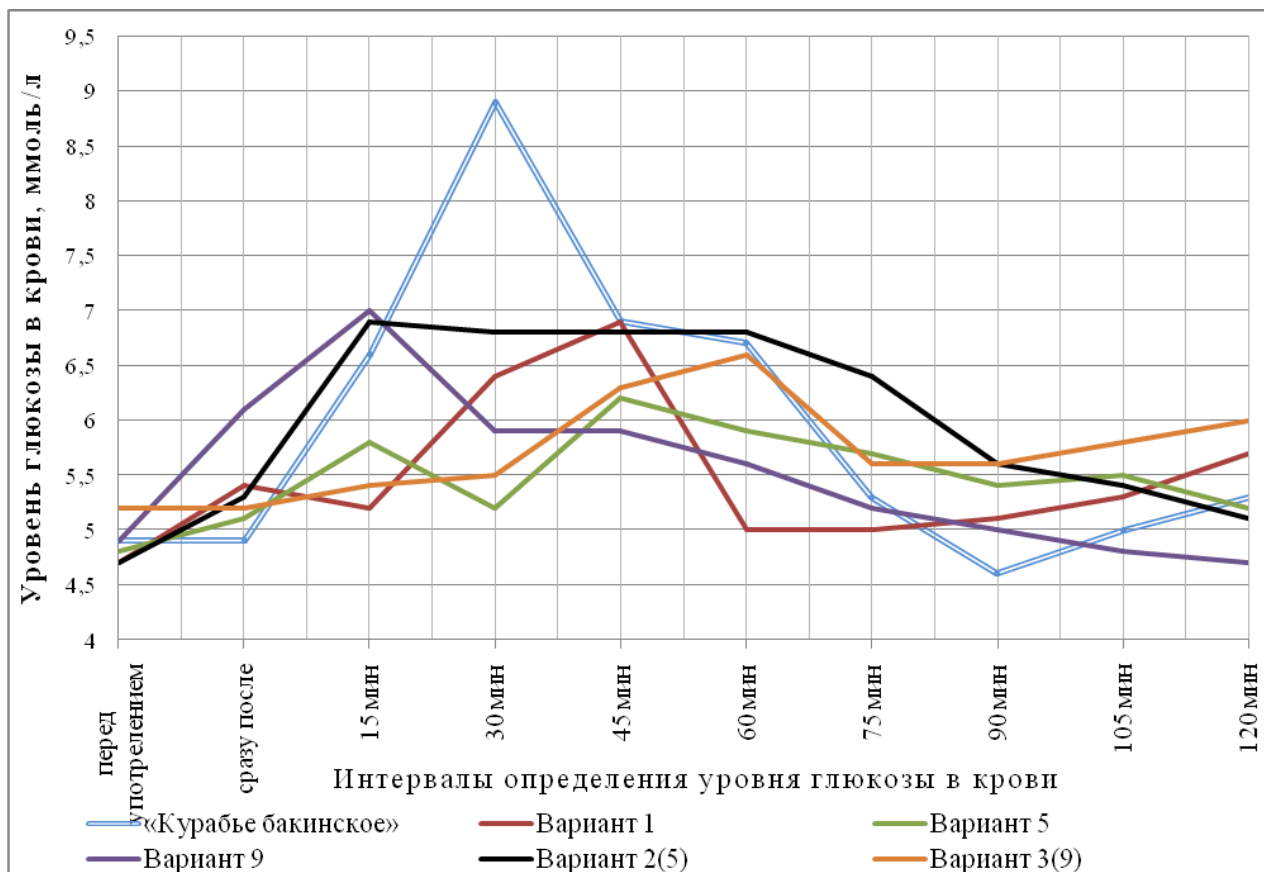


Рис. График изменения уровня глюкозы в крови при употреблении вариантов печенья с сахарозаменителями

После употребления печенья из рецептуры варианта 9 уровень глюкозы возрос на 25% по сравнению с первоначальным (до 6,1 ммоль/л). Через 15 мин отмечено также его повышение до 7,0 ммоль/л. Это максимальное значение уровня глюкозы в крови из всех изученных вариантов. Оно находится в пределах физиологической нормы здоровых людей. Через 30 мин отмечено его снижение, которое равномерно происходило и далее, и через 2 часа после приема печенья составило 4,7 ммоль/л.

Исследование образцов с сахарозаменителями и пищевыми волокнами проведено с тем же кругом лиц. Наименьшее влияние на уровень глюкозы в крови отмечено у вариантов 2(5) и 3(9). В варианте 2(5) максимальное содержание сахара в крови зафиксировано через 15 мин после употребления (6,9 ммоль/л). В течение следующих 45 мин уровень сахара снизился до 6,8 ммоль/л и держался на постоянном уровне. Через 75 мин после поступления

в организм зафиксировано дальнейшее постепенное снижение и стабилизация этого показателя, которые продолжались до окончания времени исследования.

В варианте 3(9) повышение уровня глюкозы началось не сразу после употребления печенья, как у остальных вариантов, а только через 15 минут. Можно предположить, что в рецептуре этого печенья большое количество ингредиентов, которые не дают быстрого скачка уровня сахара. Максимальное значение (6,6 ммоль/л) отмечено через 60 мин после поступления печенья в организм, но уже через 15 мин после этого началось его постепенное снижение и стабилизация.

Таким образом, наименьшее влияние на уровень глюкозы в крови оказало печенье варианта 5. При употреблении этого печенья уровень глюкозы повышался незначительно, а потом плавно опускался без резких скачков. При употреблении печенья вариантов 1 и 9 отмечаются наименьшие изменения в колебании уровня глюкозы. Из образцов с пищевыми волокнами наименьшее влияние на уровень глюкозы в крови отмечено у вариантов 2 (5), и 3 (9). Уровень сахара в крови человека сразу после употребления этих образцов печенья незначительно возрастал и плавно снижался.

Работа выполнена в рамках внутреннего гранта ФГБОУ ВПО Вятская ГСХА по теме «Разработка рецептуры и технологии изготовления мучных кондитерских изделий профилактического назначения».

Литература

Анализ привлекательности рынка мучных кондитерских изделий ЭкспоСфераПродЭкспо [Электронный ресурс] 2012. Режим доступа: <http://www.exposfera.com/news/analiz-privlekatelnosti-rynka-muchnykh-konditerskikh-izdeliy/>

Беньковская Т. Крупнейшие производители кондитерских изделий постепенно уходят от синтетических добавок [Электронный ресурс]. 2012. Режим доступа: <http://www.upakovano.ru/articles/5197>

Козырев С. Назад в будущее / Обзор российского рынка кондитерских изделий. Исследования компании WorkLineResearch [Электронный ресурс]. 2010. Режим доступа: <http://www.sostav.ru/news/2010/01/15/20/>

Обзор российского рынка кондитерских изделий [Электронный ресурс]. 2012. Режим доступа: http://www.marketcenter.ru/content/document_r_B365B221-ACAB-474A-985E-3DF0B9DE2D4C.html.

Хлопонина О., Бесецкая Я., Ушкова И. Мучные кондитерские изделия: традиции и инновации [Электронный ресурс] 2011. Режим доступа: <http://bfi-online.ru/opinion/index.html?msg=2736&kk=>

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ НА ПРИМЕРЕ ПИРОЖНЫХ МЕСТНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

К. С. Абрамова, Л. В. Даровских
Вятский государственный гуманитарный университет,
larisa.darovskich@mail.ru

Пирожное – это мучное кондитерское изделие, которое характеризуется художественной декоративностью оформления, высокой калорийностью и огромным разнообразием вкусов и ароматов. Пирожные изготавливают в соответствии с требованиями настоящего стандарта по рецептурам и технологическим инструкциям, с соблюдением действующих санитарных правил, утвержденных в установленном порядке.

В настоящее время проблема качества выпускаемой продукции пирожных является актуальной, т.к. напрямую зависит от качества сырья и оборудования кондитерского цеха. К тому же пирожные – более востребованный продукт потребления, в отличие от тортов, как более недорогой товар.

Целью данной работы является изучение качества пирожных разных производителей.

Объектами исследования явились: пирожное «Бисквитное» с кремом, производитель «Булочно-кондитерский комбинат» г. Киров; пирожное «Элиза», производитель «СИСТЕМА ГЛОБУС» г. Киров; пирожное «Крем-брюле», производитель ООО Ресторан «Хлынов» г. Киров; пирожное «Соблазн», производитель «ИП Смирнова Т. Ю.» г. Пермь.

Для исследования были закуплены четыре вида пирожного и изучены их органолептические показатели. результаты изучения качества пирожных представлены в таблицах 1–3.

Все изученные виды пирожных соответствовали ГОСТу по органолептическим показателям (вкус и цвет, консистенция, структура, цвет, внешний вид).

Таблица 1

Содержание влаги (ГОСТ 5900-73)

Наименование объекта исследования	Результат исследования (%)	Норма (%)
«Бисквитное» с кремом, г. Киров	44,0±0,9	Не более 50
«Элиза», г. Киров	40,39±2,37	Не более 50
«Крем-брюле», г. Киров	43,80±0,26	Не более 50
«Соблазн», г. Пермь	42,79±0,90	Не более 50

Таблица 2

Содержание редуцирующих веществ (ГОСТ 5903-89)

Наименование объекта исследования	Результат исследования (%)	Норма (%)
«Бисквитное» с кремом, г. Киров	0,29±0,06	Не более 0,6
«Элиза», г. Киров	0,30±0,07	Не более 0,6
«Крем-брюле», г. Киров	0,28±0,06	Не более 0,6
«Соблазн», г. Киров	0,30±0,05	Не более 0,6

Содержание сахара (ГОСТ 5903-89)

Наименование объекта исследования	Результат исследования (%)	Норма (%)
«Бисквитное» с кремом, г. Киров	11,870±0,820	8-25
«Элиза», г. Киров	12,62±0,88	8-25
«Крем-брюле», г. Киров	12,51±0,79	8-25
«Соблазн», г. Киров	12,38±0,89	8-25

В ходе исследований было установлено, что все виды пирожного соответствуют стандарту по органолептическим показателям, по содержанию влаги, редуцирующих веществ и сахара.

Литература

ГОСТ 10-060-95 Торты и пирожные. Технические условия. (утв. Департаментом пищевой и перерабатывающей промышленности Минсельхозпрода РФ от 30 марта 1995 г.).

ОСТ 18-102-72. Торты и пирожные.

ГОСТ 5900-73 Методы определения влаги и сухих веществ.

ГОСТ 5903-89 Методы определения сахара и редуцирующих веществ.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЕТСКИХ СУХИХ СМЕСЕЙ НА МОЛОЧНОЙ ОСНОВЕ

М. А. Соколов, Е. В. Береснева

*Вятский государственный гуманитарный университет,
soc.max@mail.ru, evberesneva@mail.ru*

В настоящее время существует широкий ассортимент детского питания. Нашему вниманию в торговых сетях г. Кирова представлены самые различные производители и самые разнообразные по составу смеси и добавки. Зачастую, приходя в магазины за детским питанием, можно потеряться во всем этом многообразии, но важно сделать правильный выбор, так как детское питание является одним из важнейших компонентов для малыша.

Сегодня на российский рынок попадают молочные смеси для маленьких детей, изготовленные производителями Америки, Франции, Голландии, Германии, Англии, Финляндии, Швеции, Австрии, Японии, Израиля, Югославии, Швейцарии, Индии. Жаль, что среди всего богатейшего ассортимента продукции детского питания российские молочные смеси представлены всего несколькими наименованиями и скромно теряются на фоне почти 80-ти видов иностранных смесей. В торговых сетях города Кирова, таких как «Пятёрочка», «Магнит» и «Глобус» имеется большой ассортимент детских сухих смесей на молочной основе. Наиболее часто встречающиеся смеси российских производителей – это «Тема», «Агуша», «Малыш», «Малютка», «Бабушкино Лукошко».

Целью данной работы является изучение состава и органолептических свойств детских сухих смесей на молочной основе двух производителей, которые представлены в магазинах города Кирова.

В качестве объекта исследования были взяты смеси следующих двух производителей:

1. Детская молочная смесь «Малыш» (ОАО «Детское питание «Истра-Нутриция»», г. Истра).

2. Сухая молочная смесь «Агуша» (ОАО «Вимм-Билль-Данн Продукты Питания», г. Москва).

Для выполнения данной работы были отобраны методики, которые позволяют сделать заключение о качестве детских сухих смесей по следующим показателям: органолептические показатели (запах, вкус, цвет, консистенция), физико-химические показатели, помогающие проанализировать химический состав смесей (кислотность, массовая доля жира, массовая доля белка).

Основная цель производителей сухой детской смеси – максимально приблизить характеристики производимой ими продукции к характеристикам женского молока (Грикевич и др., 2002).

При создании заменителей женского молока основная задача заключается в том, чтобы содержание белка в смесях соответствовало таковому в грудном молоке. Современные детские молочные смеси изготавливаются на основе обезжиренного коровьего молока, растительных масел и лактозы. Коровье молоко проходит специальную обработку для того, чтобы максимально приблизиться к женскому молоку по содержанию белков, жиров и углеводов (Доброва, 2001).

Белок заменителей женского молока должен использоваться преимущественно на анаболические нужды. В коровьем молоке примерно в два раза больше белка уходит на образование энергии, чем в грудном молоке и адаптированных смесях. Весьма весомым фактором в питании детей грудного возраста является распределение и использование энергии за счет различных источников (Скопичев, 2004).

В некоторых заменителях женского молока принимаются меры к снижению аллергических свойств, что достигается денатурацией смеси в процессе нагревания (Евстигнеев и др., 1972).

Необходимой составной частью в питании детей грудного возраста является жир. Жир грудного молока отличается высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот и низким содержанием насыщенных жирных кислот, что обеспечивает его хорошую усваиваемость (90%). Небольшое содержание насыщенных жирных кислот в женском молоке создает условия для развития грамположительной микрофлоры кишечника, в том числе *B. bifidus* и *B. acidophilus*. Полиненасыщенные жирные кислоты также создают условия для развития положительной микрофлоры, которая составляет 90% в кишечнике ребенка, вскармливаемого грудным молоком (Розентель, 2004).

Анализируя химический состав детских сухих смесей на молочной основе, мы определяли содержание в них белка и жира, а также кислотность согласно ГОСТ 30626-98.

Для анализа каждого из образцов были проведены опыты в трех повторностях, показатели сравнивались с требованиями ГОСТ 30648.2-99; 30648.4-99.

Результаты всех исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты эксперимента по определению химического состава детских сухих смесей на молочной основе различных производителей

№	Наименование показателя	Детская молочная смесь «Малыш»	Детская молочная смесь «Агуша»	Женское молоко	Показатели по требованиям ГОСТ
1	Кислотность, °Т, не более	5,0	4,0	3,0–6,0	4,0
2	Массовая доля жира, %, не менее	3,3	3,4	4,38	2,5–2,7
3	Массовая доля белка, %, не менее	1,2	1,4	1,0	1,4

Органолептические показатели детских сухих смесей определяли с помощью органов чувств по ГОСТ 30626-98. Исследования проводились на двух объектах и были получены следующие результаты (табл. 2).

Таблица 2

Результаты органолептических исследований молочных сухих смесей для детского питания разных производителей

Наименование показателя	Детская молочная смесь «Малыш»	Детская молочная смесь «Агуша»	Показатели по требованиям ГОСТ
Вкус	Сладковатокислый, без посторонних привкусов	Слегка сладковатый, свойственный молочной смеси	Чистый, свойственный молочной смеси и добавленным компонентам, без посторонних привкусов
Запах	Свойственный молочной смеси	Свойственный молочной смеси	Чистый, свойственный молочной смеси и добавленным компонентам, без посторонних запахов
Цвет	Слегка желтоватый, неоднородный	Белый, однородный	От белого до кремового. Допускается наличие оттенков добавленных компонентов
Консистенция	Мелкий сухой порошок	Мелкий сухой порошок	Мелкий сухой порошок. Допускается наличие незначительного количества легко рассыпающихся комочков при механическом воздействии

Из полученных результатов можно сделать вывод, что детская молочная смесь «Малыш» не соответствует требованиям ГОСТ по кислотности (она выше нормы) и по массовой доле белка (она ниже нормы). Детская молочная смесь «Агуша» по всем исследуемым показателям соответствует требованиям ГОСТ, а значит, является качественной и безопасной.

Литература

Грикевич А. М., Лазарева Г. Ю., Чапова О. И. Детское питание, практические советы. М., 2002.

Доброва Е. В. Правильное детское питание от рождения до 3 лет. М., 2001.

- Евстигнеев Г. М., Лившиц Ю. А., Сингаевский О. Н. Тайны продуктов питания. М.: Изд-во «Пищевая промышленность», 1972.
- Розенталь С. Грудное вскармливание. М., 2004.
- Скопичев В. Г. Женская грудь от физиологии до эстетики. СПб., 2004.

К ВОПРОСУ О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ СПИРТОВОГО ПРОИЗВОДСТВА В КАЧЕСТВЕ ИСТОЧНИКА ВЫСОКОЦЕННЫХ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН

Н. В. Сырчина, В. О. Лебедева

*Вятский государственный гуманитарный университет,
nvms1956@mail.ru*

Территория Кировской области характеризуется достаточно сложными биоклиматическими условиями, оказывающими негативное влияние на здоровье и качество жизни населения. Продолжительная и суровая зима в сочетании с выраженной световой депривацией способствуют заметному снижению адаптационных возможностей организма. Физиологическая реакция организма на неблагоприятные условия среды проявляется в таких формах, как снижение витаминного статуса, накопление в клетках продуктов перекисного окисления липидов, снижение абсолютного количества лейкоцитов в крови и т. п. (Потолычина и др., 2011, Кузнецова и др., 2012). Ситуация усугубляется в условиях нерационального питания, характерного для населения региона (Сырчина, 2006).

Существенной особенностью состава питания населения г. Кирова и Кировской области является выраженный дефицит пищевых волокон. Физиологически обоснованный уровень потребления пищевых волокон должен составлять 25–30 г в сутки. Фактически в состав рационов большей части населения входит не более 10 г пищевых волокон.

Пищевые волокна необходимы для нормального развития здоровой кишечной микрофлоры, способствующей продуцированию комплекса важнейших биологически активных нутриентов (в том числе витаминов) и участвующей в формировании иммунитета. За счет высокой адсорбционной активности пищевые волокна проявляют выраженный детоксикационный эффект, т.е. играют важную роль в выведении из организма вредных продуктов обмена и поступающих с пищей токсикантов.

Традиционное для населения Вятского региона питание, включающее потребление значительных количеств ржаного хлеба, овощей, грибов, ягод, блюд из овсяной крупы и других зерновых обеспечивало организм достаточным количеством пищевых волокон и способствовало сохранению здоровья даже в сложных климатических условиях. Резкое изменение структуры питания в направлении избыточного потребления рафинированных продуктов, привело к обеднению рационов пищевыми волокнами. В связи с этим проблема поиска натуральных и доступных источников пищевых волокон является весьма актуальной.

В настоящее время самым распространенным источником пищевых волокон являются зерновые отруби, которые активно применяются для производства продуктов диетического питания, в том числе хлебобулочных изделий. Зерновые отруби при использовании в качестве пищевой добавки имеют ряд существенных недостатков, в числе которых низкая стабильность при хранении и более высокий, чем в других зерновых продуктах, уровень содержания загрязняющих веществ и микроорганизмов.

Более интересным и перспективным источником пищевых волокон может стать побочный продукт спиртового производства – послеспиртовая ржано-пшеничная барда. Для производства спирта используется специальным образом растертое цельное продовольственное зерно. В процессе брожения из зерна удаляется крахмал, но полностью сохраняется комплекс пищевых волокон, белковых веществ, витаминов и минеральных солей. За счет спиртовых дрожжей продукт обогащается дополнительным количеством высокоценных пищевых веществ (белки, витамины и др.). В настоящее время зерновая послеспиртовая барда используется в качестве ценной кормовой добавки, работы в направлении использования этого продукта в пищевых целях только начинаются. Вместе с тем, пищевые волокна зерна ржи (основной компонент барды) по своему составу являются более ценными, чем пищевые волокна других растений, используемых в питании основной части населения России, поскольку содержат значительное количество слизи. Гемицеллюлозы ржаного зерна состоят в основном из пентозанов. Среднее содержание пентозанов в зерне ржи составляет 8,5 %, в зерне пшеницы – 7,5%. В оболочках зерна ржи содержатся пектиновые вещества и лигнин, удаляемые при производстве муки, но полностью сохраняющиеся в барде.

В таблице приведены полученные нами данные по содержанию основных пищевых и балластных веществ в барде ржано-пшеничной (ООО «Спиртзавод «Балезинский»).

Таблица

Вещество	Содержание пищевых и балластных веществ в барде ржано-пшеничной, %
Белки	18,6
Жиры	3,1
Углеводы	6,0
Сырая клетчатка	19
Пектиновые вещества	34
Влажность	13
Зола	6,6

Содержание белка в барде определялось по методу Кьельдаля, согласно ГОСТ 10846-91: Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка; содержание жира - по ГОСТ 29033-91: Зерно и продукты его переработки. Метод определения жира; содержание углеводов – по ГОСТ ГОСТ 26176-91: Корма, комбикорма. Методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов; влажность - по ГОСТ 29143-91: Зерно и зернопродукты. Определение влажности (рабочий контрольный метод); зольность – по ГОСТ 27494-

87: Мука и отруби. Методы определения зольности; содержание сырой клетчатки – по методу Геннеберга и Штомана; содержание пектинов – кальций-пектатным методом.

Согласно полученным данным, содержание пищевых волокон (сырая клетчатка + пектиновые вещества) в ржано-пшеничной барде оказывается более высоким, чем в пшеничных отрубях (содержание пищевых волокон в пшеничных отрубях составляет 43%).

Выполненная оценка содержания основных пищевых и балластных веществ в барде ржано-пшеничной показывает перспективность дальнейших исследований в направлении обоснования возможности использования этого продукта в качестве перспективного источника ценных пищевых волокон.

Литература

Кузнецова Д. А., Сизова Е. Н., Тулякова О. В. Функциональные состояния подростков с учетом влияния высоких широт. Электронный научный журнал // Социальные аспекты здоровья населения. 2012. № 3 Режим доступа: <http://vestnik.mednet.ru/>

Потолицына Н. Н., Бойко Е. Р., Опп П. Показатели липидного обмена и их взаимосвязь с обеспеченностью организма витамином D у жителей Севера // Физиология человека. 2011. Т. 37. № 2. С. 66–70.

Сырчина Н. В. Физиологическая ценность питания взрослого населения г. Кирова // Региональные и муниципальные проблемы природопользования: Материалы 9-й науч.-практ. конф. Ч. 2. Кирово-Чепецк, 2006. С. 156–158.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КИПРЕЯ УЗКОЛИСТНОГО, ЗАГОТОВЛЕННОГО НА ТЕРРИТОРИИ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ, В КАЧЕСТВЕ ЦЕННОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТРАВЯНЫХ ЧАЕВ

Н. В. Сырчина, Ю. В. Береснева, А. А. Гущина
Вятский государственный гуманитарный университет,
nvms1956@mail.ru

Трансформация рациона современного человека в сторону доминирующего потребления рафинированных продуктов приводит к резкому дефициту необходимых для нормальной жизнедеятельности биологически активных веществ различной этиологии, в том числе витаминов и микроэлементов. Недостаток биологически активных веществ на фоне избыточного потребления жиров и простых углеводов способствует развитию многочисленных алиментарно-зависимых заболеваний. Наиболее остро проблема дефицита микронутриентов проявляется в питании населения северных территорий России, к которым можно отнести и Кировскую область.

Одним из перспективных направлений восполнения дефицита микронутриентов в питании является расширение ассортимента пищевых продуктов за счет переработки нетрадиционного сырья, обладающего высокой биологической активностью.

На протяжении многовековой истории ценным источником разнообразных биологически активных веществ служили отвары различных местных трав. В XIX–XX вв. ассортимент растений, используемых для приготовления чаев, резко сократился. Основным растением для заваривания стал чай китайский.

Чай китайский является хорошим источником тонизирующих веществ, настой листьев этого растения обладает ярким вкусом и приятным ароматом, однако исключение других ценных растений из пищевого рациона заметно ограничивает поступление биологически активных веществ в организм.

Китайский чай оказывает выраженное тонизирующее действие на организм человека, что далеко не всегда физиологически оправдано. Для улучшения самочувствия очень часто требуется получить противоположный эффект, например, эффект релаксации. Немаловажным моментом является и то, что чай китайский выращивается в условиях монокультуры на одном и том же месте на протяжении нескольких десятков лет. Для сохранения жизнеспособности растений в условиях активной эксплуатации приходится использовать высокие дозы минеральных удобрений, стимуляторов роста и средств защиты растений, что способствует накоплению в растительном сырье токсичных веществ. Исследования показывают, что включение в ежедневный рацион различных травяных чаев с богатым и разнообразным биохимическим составом может принести организму гораздо большую пользу, чем ориентация исключительно на китайский чай (Приходько, 2009).

На территории Кировской области произрастает большое число видов растений, весьма перспективных для производства травяных чаев. Одним из таких видов является кипрей узколистный. Пищевая и лекарственная ценность этого растения хорошо изучены, однако работ, посвященных оценке кипрея узколистного с точки зрения перспективного сырья для производства травяных чаев, пока недостаточно. Поскольку содержание биологически активных веществ и микроэлементов в растительном сырье существенно зависит от условий произрастания растений, а содержание ценных компонентов в продукте определяется технологией его производства, представляется интересным изучить состав травяных чаев на основе кипрея узколистного, заготовленного на территории Кировской области и произведенного с использованием современных технологий переработки растительного сырья.

В качестве объектов исследования были выбраны травяные чаи «Весенний», «Летний», «Купальский», произведенные ПО «Русь» из кипрея узколистного, заготовленного на территории Кировской области в 2014 г.

Сырьем для чая «Весенний» служат молодые побеги кипрея узколистного, заготовленные в период с конца мая до середины июня; сырье для чая «Летний» заготавливается с середины июня до начала созревания семян (конец июля – начало августа); сырьем для чая «Купальский» служит трава кипрея узколистного, заготовленная в первой декаде июля.

Оценка чая производилась по таким показателям, как

– содержание танина (согласно ГОСТ 19885-74 - Чай. Методы определения содержания танина и кофеина);

- влажность (согласно ГОСТ 24027.2 – 80. Методы определения влажности, содержания золы, экстрактивных и дубильных веществ, эфирного масла);
- общая (титруемая) кислотность (согласно ГОСТ 25555.0 – 82. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения титруемой кислотности).
- pH (согласно ГОСТ 26188-84. Продукты переработки плодов и овощей, консервы мясные и мясорастительные)

Для получения сравнительных данных параллельно с чаем из кипрея узколистного анализировались и популярные сорта чая китайского.

Каждое определение проводилось в трех повторях. За результаты анализа принималось среднее арифметическое двух параллельных определений, расхождение между которыми не превышало 0,5% при $P=0,95$.

Результаты исследования разных сортов чая представлены в таблице.

Таблица

Результаты исследования свойств разных сортов чая

Наименование продукта (чая)	Содержание танинов, %	Влажность, %	Титруемая кислотность, % (в пересчете на яблочную кислоту)	pH
«Весенний» (кипрей узколистный)	3,46	9,60	0,58	6,608
«Купальский» (кипрей узколистный)	4,38	10,44	0,62	5,235
«Летний» (кипрей узколистный)	2,07	9,95	0,67	6,240
«Ахмад» (чай китайский)	11,56	7, 51	0,71	6,109
«Лисма» (чай китайский)	6,21	6,14	0,67	6,134
«Пуэр» (чай китайский)	7,05	5, 65	0,64	6,672

Согласно полученным данным, содержание танина в стандартно приготовленном настое чая из кипрея уступает содержанию этого вещества в традиционном китайском чае. Содержание органических кислот в чае из кипрея узколистного в среднем совпадает с этим показателем, определенным для чая китайского.

Содержание биологически активных веществ (танинов) и минорных соединений (органических кислот) в кипрейном чае существенно зависит от сроков заготовки сырья: максимальное накопление танинов характерно для кипрея, заготовленного в начале июля, к концу сроков вегетации содержание танина в сырье уменьшается, а содержание кислот увеличивается.

Показатель активной кислотности (pH) для кипрейного чая коррелирует с содержанием танинов. Для китайского чая подобная зависимость не установлена. Возможно, это связано с различной природой танинов. Для кипрея характерны танины пирогалловой группы (гидролизуемые танины), обладающие ярко выраженным противовоспалительным эффектом и антиоксидантными свойствами. В китайском чае содержатся катехины (негидролизуемые танины) (Турова, 1974, Филиппенко, Грибова, 2012).

Полученные данные свидетельствуют о перспективности использования чаев на основе кипрея узколистного в качестве источника натуральных антиок-

сидантов, крайне необходимых для сохранения здоровья и активного долголетия населения региона.

Литература

Приходько Ю. В. Научно-практическое обоснование использования сырьевых ресурсов Дальнего Востока в качестве источников для производства функциональных пищевых продуктов: Дис. ... д-ра техн. наук. Владивосток, 2009.

Турова А. Д. Лекарственные растения СССР и их применение. М., 1974.

Филиппенко Т. А., Грибова Н. Ю. Антиоксидантное действие экстрактов лекарственных растений и фракций их фенольных соединений // Химия растительного сырья. 2012. № 1. С. 77–81.

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЙОГУРТА, ПОСТУПАЮЩЕГО В ТОРГОВУЮ СЕТЬ

А. А. Ронжина¹, Л. В. Даровских¹, В. В. Карпова²

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет,*

² *МБОУ СОШ № 30 г. Кирова,*

larisa.darovskich@mail.ru

Йогурт – кисломолочный продукт, получаемый в результате сквашивания молока специфическими бактериями – термофильным стрептококком и болгарской палочкой. Кисломолочные продукты имеют большое значение в питании человека благодаря лечебным и диетическим свойствам, приятному вкусу, легкой усвояемости. При производстве некоторых кисломолочных продуктов используются пищевые, вкусовые и ароматические вещества, что также повышает их пищевую и диетическую ценность. Служит источником макро и микро элементов, необходимых человеку. Приятный кисловато-молочный вкус и разнообразие наполнителей, сделало его фаворитом не только среди детей, но и взрослых. В йогурте содержится много белка, кальция, калий, витамины группы В. Благодаря бактериям, содержащимся в йогуртах, укрепляется иммунная система, система кроветворения, создаётся неблагоприятная среда для появления рака толстой кишки и рака груди.

Однако появилась информационная фальсификация – обман потребителя с помощью неточной или искажённой информации о товаре. Этот вид фальсификации осуществляется путем искажения информации в товарно-сопроводительных документах, маркировке и рекламе. Поэтому появляется необходимость оценки качества данного продукта.

Целью нашей работы является оценка качества йогуртов, поступающих в торговую сеть.

Объектами исследования явились: йогурт «Славянский» производитель ОАО «Вожгальский маслодельно-сыродельный завод», йогурт «Городской» производитель ОАО «Кирово-Чепецкий молочный комбинат», йогурт «Чудо» производитель ОАО «Вимм-Билль-Данн», йогурт «Биомакс» производитель ОАО «Вимм-Билль-Данн», йогурт «Активия» производитель ЗАО «Данон».

Мы провели эксперимент по определению некоторых показателей качества йогурта. Для выполнения данной работы были отобраны методики, которые позволяют сделать заключение о качестве йогурта по следующим показателям: органолептические показатели (консистенция, вкус, цвет, запах) и физико-химические показатели (влаги, кислотность).

В таблицах 1–3 приведены результаты изучения органолептических показателей, содержания влаги, кислотности и pH йогурта разных производителей.

Таблица 1

Органолептические показатели йогурта ГОСТ Р 51331-99

Показатели	«Славянский»	«Городской»	«Чудо»	«Биомакс»	«Активия»
Внешний вид и консистенция	Жидкий, с небольшим количеством включений	Желеобразный с наличием включений	Кремообразный с наличием включений		Желеобразный с наличием включений
Вкус и запах	Вкус кисломолочный, в меру сладкий. С характерным ароматом внесённого компонента				
Цвет	Равномерный по всей массе, обусловлен внесённым компонентом				

Таблица 2

Содержания влаги, % (ГОСТ Р 51331-99)

Норма	«Славянский»	«Городской»	«Чудо»	«Биомакс»	«Активия»
Не более 14	4,59±0,3	13,9±0,3	7,81±0,3	7,60±0,3	8,21±0,3

Таблица 3

Определение кислотности, % (ГОСТ Р 51331-99)

Норма	«Славянский»	«Городской»	«Чудо»	«Биомакс»	«Активия»
От 70 до 140	132,5±1,07	19,6±1,04	91,5±0,97	86,7±0,8	116,9±1,01

Таблица 4

Определение pH (ГОСТ Р 53359-2009)

Норма	«Славянский»	«Городской»	«Чудо»	«Биомакс»	«Активия»
От 3 до 6	3,99±0,3	3,78±0,3	4,04±0,3	4,04±0,3	4,02±0,3

В ходе исследований было установлено, что все изученные образцы йогурта соответствуют ГОСТ по перечню органолептических показателей (внешний вид, вкус и запах, цвет), а также по содержанию влаги, кислотности и pH.

Литература

ГОСТ Р 51331-99 Продукты молочные. Йогурты. Общие технические условия.

ГОСТ 26809-86 Молоко и молочные продукты. Правила приемки, методы отбора и подготовка проб к анализу.

ГОСТ Р 53359-2009 Молоко и продукты переработки молока. Метод определения pH.

Горбатова К. К. Химия и физика молока. Учебник для вузов. СПб.: ГИОРД, 2004. 288 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА СГУЩЕННОГО МОЛОКА, РЕАЛИЗУЕМОГО В ТОРГОВОЙ СЕТИ г. КИРОВА

А. Ю. Попцова, Л. В. Даровских

*Вятский государственный гуманитарный университет,
larisa.darovskich@mail.ru*

Сгущенное молоко – это продукт, получаемый частичным удалением воды из обезжиренного или нормализованного коровьего молока, консервированный сахаром, предназначенный для непосредственного приема в пищу и для промышленной переработки (ГОСТ 53436-2009). Сгущенное молоко имеет повышенный срок хранения, что делает его транспортабельным и дает возможность для употребления в местах, где невозможно снабдить людей молоком. Для туристов и экипажей кораблей эти продукты просто незаменимы. Сгущённое молоко – обязательная составляющая продовольственного пайка военнослужащих. Сгущенное молоко как сырьё широко используется в кондитерской промышленности, а также на предприятиях общественного питания. Часто мы сталкиваемся с фальсификацией продуктов, поэтому качество данной продукции – очень важный показатель как для покупателя, так и для производителя. Качество продукции должно соответствовать нормативно-правовым документам. Такое качество определяет безопасность при употреблении данных продуктов, что является условием для повышения уровня жизни населения.

Целью нашей работы является исследование показателей качества сгущенного молока с сахаром, реализуемого в торговой сети.

Объекты исследования:

- «Молоко сгущенное с сахаром» ОАО «Белгородские молочные продукты», г. Белгород;
- «Цельное сгущенное молоко с сахаром» ЗАО «Алексеевский молочно-консервный комбинат», г. Алексеевка;
- «Молоко цельное сгущенное с сахаром» ЗАО консервный завод «Поречский» Ярославская область, пос. Поречье – Рыбное;
- «Молоко цельное сгущенное с сахаром» ОАО «Унинский маслозавод» Кировская область, пгт. Уни.

Основными показателями, характеризующими качество сгущенного молока с сахаром, являются органолептические и физико-химические показатели. Методы определения были выбраны в соответствии с ГОСТом.

Результаты исследования показателей качества сгущенного молока, реализуемого в торговой сети г. Кирова, представлены в таблице 1–3.

Таблица 1

Органолептические показатели сгущенного молока (ГОСТ 53436-2009)

Показатель	ОАО «Белгородские молочные продукты»	ЗАО «Алексеевский молочноконсервный комбинат»	ОАО «Унинский маслозавод»	ЗАО «Поречский»
Вкус и запах	Сладкий, чистый, без посторонних вкусов и запахов			Кисловатый вкус
Внешний вид и консистенция	Однородная, вязкая по всей массе			
Цвет	Белый с кремовым оттенком			

Таблица 2

Кислотность сгущенного молока (ГОСТ Р 54669-2011)

Норма по ГОСТу (°Т)	ОАО «Белгородские молочные продукты»	ЗАО «Алексеевский молочноконсервный комбинат»	ОАО «Унинский маслозавод»	ЗАО «Поречский»
не >48	19,00±0,64	23,330±1,430	7,50±0,520	73,6±0,75

Таблица 3

Массовая доля влаги в сгущенном молоке (ГОСТ 30305.1-95)

Норма по ГОСТу	ОАО «Белгородские молочные продукты», %	ЗАО «Алексеевский молочноконсервный комбинат», %	ОАО «Унинский маслозавод», %	ЗАО «Поречский», %
не >26,5%	23,93	9,99	13,76	22,07

В результате исследования можно сделать вывод, что практически все продукты полностью соответствует требованиям ГОСТа, кроме сгущенного молока ЗАО «Поречский», у которого значение кислотности превышает норму, что может быть связано с нарушением технологии производства данного вида продукции.

Литература

ГОСТ 53436-2009 Молоки и сливки сгущенные с сахаром. Технические условия.

ГОСТ Р 54669-2011 Молоко и продукты переработки молока. Методы определения кислотности.

ГОСТ 30305.1-95 Консервы молочные сгущенные. Методики выполнения измерений массовой доли влаги.

ГОСТ 29248-91 Консервы молочные. Йодометрический метод определения сахаров.

НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ В СФЕРЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

И. Л. Ожегина¹, Л. В. Кондакова^{1,2}

¹ Вятский государственный гуманитарный университет,

² Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

В новом столетии значительно возрастает опасность чрезвычайных ситуаций и глобальных катастроф как природного, так и техногенного характера. На

первый план выдвигаются тесно взаимосвязанные между собой ядерная, биологическая, экологическая, и другие виды безопасности, в том числе безопасность в ветеринарном отношении, существенно влияющие на состояние и здоровье нации, ее выживание и будущее развитие.

Новые болезни, которые поражают как человека, так и животных, вызывают все большее беспокойство в мире. Болезни диких животных (грипп, бешенство, сибирская язва и др.) представляют угрозу не только для самих диких животных, они могут поражать домашних животных, наносить вред здоровью человека, составлять огромный ущерб развитию сельскохозяйственного производства. Кроме прямого воздействия на экономику, здравоохранение и торговлю, наличие болезней у диких животных, выраженные вспышки болезни и массовая смертность диких животных могут являться важными показателями нарушения экологической системы, появления новых видов животных, заноса новых болезней, изменения климата и среды обитания, или местного загрязнения (Кононов).

Обеспечение экологической, ветеринарной безопасности имеет достаточно серьезную значимость в создании благоприятных условий для жизни и здоровья человека, охраны окружающей среды и природных ресурсов. Борьбу с инфекционными болезнями животных в мировом масштабе осуществляет Международное Эпизоотическое Бюро (МЭБ), которое является международной межправительственной организацией, основанной на международной конференции в Париже 25 января 1924 г. после вспышки чумы крупного рогатого скота в 1920 году в Бельгии. В настоящий момент организация насчитывает 178 стран-членов. 20 октября 1927 г. Советский Союз стал полноправным членом МЭБ (Международное ...). Основные задачи МЭБ: обеспечение санитарной безопасности при ведении международной торговли животными (млекопитающими, птицами и пчелами) и животноводческой продукцией (Кодекс ..., 2010).

В настоящее время в России в вопросах нормативно-правового регулирования деятельности, направленной на профилактику болезней животных и обеспечение безопасности продуктов животноводства путем предупреждения, обнаружения и пресечения нарушений ветеринарного законодательства РФ, имеются существенные проблемы.

Основным нормативным актом в данной сфере является Закон Российской Федерации от 14.05.1993 № 4979-1 «О ветеринарии», который, по сути, является нормативным актом переходного периода (90-х гг. XX в.) и в настоящее время нуждается, как минимум, в серьезном дополнении, либо – в замене (Калинин, 2012). Действующая на сегодня раздробленность системы государственной ветеринарной службы не обеспечивает равномерного подхода к проведению противозпизоотических мероприятий на территории Российской Федерации. Она приводит к отсутствию согласованных действий ветеринарных служб на всей территории страны, как при обычном функционировании, так и в случае возникновения вспышек опасных заболеваний, и несет прямую угрозу жизни и здоровью населения. В результате работает принцип слабого звена, который приводит к разрушительным последствиям в сфере обеспечения биологической безопасности и агропромышленного комплекса в целом, что наглядно

демонстрируется сегодня распространением африканской чумы свиней в России на огромной территории. Так, если в 2007–2009 гг. африканская чума свиней (АЧС) расценивалась как экзотическая болезнь (обычно отсутствующая и изредка появляющаяся в виде изолированных немногочисленных очагов) для Российской Федерации, то по признанным Международным Эпизоотическим Бюро стандартам, с 2010 г. она расценивается уже как эндемическая для Российской Федерации (постоянно присутствующая на территории страны). Прямой экономический ущерб от АЧС (изъятие животных, затраты на карантинные мероприятия и др.) в период 2007–2011 гг. по оценке Россельхознадзора, составил около 3 млрд руб.

Кроме того, последствия присоединения России к ВТО, с точки зрения обеспечения биологической, пищевой и продовольственной безопасности, еще не просчитаны. Соглашения по санитарным и фитосанитарным мерам, действующие в рамках ВТО, могут негативно повлиять на механизмы обеспечения безопасности и защиты от внешних угроз, ограничив возможности ветеринарной службы.

Для успешного реформирования необходимо изменить ряд действующих нормативно-правовых актов. Первым и наиболее важным из них является Федеральный закон «О ветеринарии». Вторым является Федеральный закон «Об идентификации и трассировке животных и продукции животного происхождения». Новая редакция закона «О ветеринарии» должна предусматривать формирование единой, централизованной государственной ветеринарной службы, четко разграничить функции по контролю и надзору. Законодательство о ветеринарии должно регулировать проведение научных исследований и организацию практической деятельности в этой области; по некоторым вопросам оно выходит за рамки аграрного законодательства, так как связано не только с сельскохозяйственными, но и домашними, и находящимися в неволе дикими животными.

Новые редакции законов о карантине растений и ветеринарии в ближайшие месяцы будут внесены в Государственную Думу, ибо без их принятия не приходится рассчитывать на качественно новый уровень государственного управления в регулируемых сферах. В настоящий момент ситуация в сфере ветеринарии и карантина растений остается крайне тревожной.

В рамках обеспечения экологической и ветеринарной безопасности необходимо решать вопросы сохранения дикого животного мира, являющегося частью окружающей среды и биоразнообразия нашего государства. Осуществление мероприятий, направленных на охрану территории и недопущение распространения болезней, общих для животных и человека, должно способствовать, прежде всего, их предупреждению, а также обеспечивать выпуск полноценных и безопасных продуктов животноводства.

Литература

Калинин Г. И. Результаты анкетирования по вопросам государственного ветеринарного надзора и ветеринарного законодательства // Ежеквартальный информационно-

аналитический журнал. Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии, № 2. 2012.

Кодекс здоровья наземных животных МЭБ. Девятнадцатое издание, 2010. 471 с.

Кононов А. В. Мониторинг болезней диких животных [Электронный ресурс]
<http://www.fsvps.ru/fsvps/links/oie/misson.html> Официальный сайт Россельхознадзора).

Международное Эпизоотическое Бюро [Электронный ресурс]
<http://www.fsvps.ru/fsvps/links/oie/misson.html> (Официальный сайт Россельхознадзора).

http://moskomvet.mos.ru/upload/iblock/bb6/kodeks_1.pdf

<http://old.spbgavm.ru/journal/vetzakon.pdf>

<http://www.fsvps.ru/fsvps/links/oie/publications.html>

Научное издание

Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем

Материалы
XII Всероссийской научно-практической
конференции с международным участием

2–3 декабря 2014 г.

Книга 2

***Редактор:** Т. Я. Ашихмина*

***Верстка:** Е. М. Кардакова*

Издательство ООО «ВЕСИ»
610000, г. Киров, ул. Казанская, 50 а,
E-mail: ooovesy@yandex.ru

Подписано в печать 18.11.2014 г.
Формат 60х84 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman.
Усл. п. л. 21.6. Заказ № 722. Тираж 200 экз.

Отпечатано в типографии ООО «Лобань»,
610000, г. Киров, ул. Московская, 52.
тел./ф.: (8332) 69-50-15.

Вятский государственный гуманитарный университет,
610002, г. Киров, ул. Красноармейская, 26.