



Материалы Всероссийской научно-практической
конференции с международным участием

Биологический мониторинг природно-техногенных систем

ЧАСТЬ 2

Киров
2011

Учреждение Российской академии наук
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Вятский государственный гуманитарный университет»

Биологический мониторинг природно-техногенных систем

Материалы

Всероссийской научно-практической конференции

с международным участием

29–30 ноября 2011 г.

ЧАСТЬ 2

Киров 2011

ББК 28.081я431

Б 63

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, профессор, д. б. н., А. И. Видякин, профессор, д. б. н.,
А. М. Слободчиков, профессор, к. х. н., Н. М. Алалыкина, доцент, к. б. н.,
Л. В. Кондакова, доцент, к. б. н., В. Ю. Охупкина, профессор, д. м. н.,
С. Ю. Огородникова, с. н. с., к. б. н., Г. Я. Кантор, с. н. с., к. т. н., С. Г. Скугорева,
н. с., к. б. н., С. В. Пестов, н. с., к. б. н.

Б 63 Биологический мониторинг природно-техногенных систем: Сб. материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием в 2 частях. Часть 2. (г. Киров, 29–30 ноября 2011 г.). Киров: ООО «Лобань», 2011. 285 с.

ISBN 978-5-4338-0030-4

В сборник Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Биологический мониторинг природно-техногенных систем» вошли материалы, отражающие современное состояние и перспективы научных исследований в области регионального экологического мониторинга, природопользования, оценки и прогнозов антропогенного воздействия на компоненты природной среды, экологической безопасности регионов.

Особое внимание уделено наиболее эффективным и информативным биологическим методам изучения состояния техногенно-нарушенных территорий. Показаны механизмы адаптации, выживания и устойчивости организмов в загрязнённой среде.

Рассматриваются некоторые проблемы экологического образования и социальной экологии.

ISBN 978-5-4338-0030-4

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

ББК 28.081я431

© Учреждение Российской академии наук

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, 2011

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«Вятский государственный гуманитарный университет», 2011

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 3

МЕТОДЫ БИОИНДИКАЦИИ И БИОТЕСТИРОВАНИЯ В ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Волкова Е. В., Щербакова И. М. Экологический мониторинг морских экосистем на примере гидробионтов Баренцева моря	8
Григорьев Ю. С. Новые методики биотестирования токсичности вод... 12	12
Кузнецова А. В., Винокуров И. Ю., Погосян С. И., Рубин А. Б. Биоиндикация состояния фитопланктона с помощью флуориметрического метода для оценки качества природной воды на примере р. Рпень	16
Мальцева С. А., Охупкина В. Ю., Кондакова Л. В., Ашихмина Т. Я. Обоснование интегрального подхода к оценке экотоксикологического состояния водных объектов	20
Мальцева С. А., Охупкина В. Ю., Кондакова Л. В., Ашихмина Т. Я. Оценка экотоксикологического состояния р. Погиблица с помощью разработанного интегрального подхода	23
Мельникова А. С., Кондакова Л. В. Экотоксикологическая оценка снежного покрова г. Кирова.....	27
Сырых Л. С. Палеолимнологическая база данных в экологическом мониторинге озерных систем Русской равнины	30
Жуйкова В. А., Жуйкова Т. В. Почвенное дыхание как интегральный показатель биологической активности почв	32
Олькова А. С., Некрасова Ю. Н., Дабах Е. В. Влияние фторида натрия на интегральную токсичность почв в модельном эксперименте	36
Исламутдинова А. А., Голошапов А. П., Мунасыпов А. М. Оценка биотоксичности азот-, фосфорсодержащих дезинфектантов-ингибиторов коррозии	39
Воронежцева О. В., Васильев С. В., Паршин Ю. В., Ермолаева Т. Н. Пьезокварцевый иммуносенсор для определения тетрациклинов в пищевых продуктах	43
Павлюк Т. С. Исследование изменения микробиологической активности субстратов электрохимическим методом	45
Юшкова Е. А., Старцева О. А., Зайнуллин В. Г. Детекция повреждений ДНК у дрозофилы в разных условиях эксперимента	47
Юшкова Е. А., Рочева Л. К., Зайнуллин В. Г., Старцева О. А., Зайнуллин Г. Г., Пунегов В. В. Анализ биологической эффективности гиперицина у особей <i>Drosophila melanogaster</i> , подвергавшихся облучению в малых дозах.....	50
Шашкова Т. Л., Григорьев Ю. С. Выживаемость и трофическая активность <i>Daphnia magna</i> в оперативной оценке токсичности водных сред ...	54
Емельянова Н. В., Полухина Н. В., Танайлова Е. А., Козулин В. В., Грищенко К. Г., Демин А. Г. Совершенствование методологии оценки	

токсических свойств различных химических веществ с помощью культур клеток <i>in vitro</i>	58
Иванов Д. Е., Луцкай Е. А. Половые клетки млекопитающих как тест-объекты при биотестировании качества природных сред	62
Олькова А. С., Варакина Н. В. Влияние ионов алюминия на живые организмы.....	63
Макарова Ю. В., Прохорова Н. В., Головлёв А. А. Особенности аккумуляции тяжелых металлов в субстрате и растениях Усть-Сокского карбонатного карьера Самарской области	65
Бакулина А. В., Широких И. Г. Генотипическая реакция ячменя на антибиотики канамицин и цефотаксим в культуре <i>in vitro</i>	69
Колмыкова Т. С., Шаркаева Э. Ш., Апарин С. В. Влияние экзогенных веществ на ростовые параметры растений томата в условиях неблагоприятных температур.....	72
Свинолупова Л. С., Огородникова С. Ю. Влияние фторида натрия на всхожесть и накопление биомассы растениями ячменя сорта «Новичок»	75
Шихова Л. Н., Зубкова О. А. Влияние разных концентраций ионов железа и марганца на развитие растений ячменя.....	78
Гаренских С. В., Жуйкова Т. В. Реакция стоматографических признаков <i>Trifolium pratense</i> L. на химическое загрязнение среды.....	80
Зейферт Д. В., Гареева Е. Ф., Габбасова Д. Т. Использование кресс-салата для оценки токсичности жидких фармпрепаратов с истекшим сроком хранения	84
Олькова А. С., Толстоброва Н. В. Определение фитотоксичности инсектицида малатиона с использованием семян овса	88
Черемисинов М. В. Реакция растений ячменя сорта Биос-1 на обработку фунгицидами в период вегетации.....	89
Семенов Ю. В. Биоиндикация наноразмерных объектов	93
Зяблицев В. Е., Гырдымова Ю. В. Плазменно-растворные системы в нанотехнологических процессах	96
Баскин З. Л. Факторы и критерии качества эколого-аналитического контроля динамических объектов методами и средствами биоиндикации и биомониторинга.....	98
Опекунова М. Г., Черненко О. О. Биоиндикация состояния окружающей среды Северо-Запада РФ с помощью сосны обыкновенной <i>Pinus sylvestris</i> L.....	102
Филиппова М. А., Пахарькова Н. В. Акклимации сосны обыкновенной и ели сибирской на загрязнение воздушной среды	105
Иржигитова Д. М., Корчиков Е. С. Особенности химического состава коры деревьев как субстрата для развития лишайников.....	107
Карманова Е. В., Скугорева С. Г. Пути увеличения эффективности анализа методом ионной хроматографии	111
Лемешко А. П., Дабах Е. В., Домнина Е. А. Мониторинг окружающей среды при поисках углеводородного сырья в Кировской области	113

СЕКЦИЯ 4 ЭКОЛОГИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ

- Софилканич А. П., Конон А. Д., Квятковская И. В., Парфенюк С. А., Пирог Т. П.** Биоремедиация загрязненной нефтью и тяжелыми металлами воды препаратами микробных поверхностно-активных веществ 116
- Шулякова М. А., Конон А. Д., Машенко О. Ю., Шевчук Т. А., Пирог Т. П.** Синтез поверхностно-активных веществ *Acinetobacter calcoaceticus* ИМВ В-7241 и *Rhodococcus erythropolis* ИМВ Ас-5017 в процессе биоконверсии глицерина 119
- Конон А. Д., Гриценко Н. А., Хомяк Д. И., Покора К. А., Пирог Т. П.** Микробиологический способ утилизации глицерина с получением поверхностно-активных веществ..... 122
- Конон А. Д., Софилканич А. П., Гриценко Н. А., Парфенюк С. А., Пирог Т. П.** Использование нефтеокисляющих бактерий *Nocardia vaccinii* К-8 в природоохранных технологиях..... 125
- Софилканич А. П., Антонюк С. О., Монастерецкая И. А., Пирог Т. П.** Утилизация пережаренного масла с получением микробных поверхностно-активных веществ..... 129
- Артамонова В. С., Лютых И. В.** Особенности биогенности преобразованных и новообразованных почв в Западной Сибири 132
- Артамонова В. С., Лютых И. В.** Бактерии и водоросли токсобных водоемов в природно-техногенных ландшафтах 136
- Чибисов В. А., Кузнецова Т. А.** Окисление субстратов целыми клетками метилотрофных бактерий в аэробных условиях 140
- Морозова Н. А., Прохорова Н. В., Овчинникова Т. А.** Активность азотобактера в почвах промышленных и рекреационных зон г. Самары в связи с содержанием в них тяжёлых металлов..... 144
- Бурова Ю. А., Лукаткин А. А., Ибрагимова С. А.** Влияние условий культивирования на образование биомассы бактериями *Pseudomonas aureofaciens* 145
- Ханжин А. А., Охупкина В. Ю.** Оценка влияния тяжелых металлов на ростовые свойства *Fusarium sambucinum* при культивировании в жидких питательных средах..... 147
- Ханжин А. А., Охупкина В. Ю.** Оценка влияния тяжелых металлов на ростовые свойства *Fusarium sambucinum* при культивировании на плотных питательных средах..... 149
- Курочкина В. А., Ильяш Л. В., Погосян С. И.** Отклик водоросли *Attheya ussurensis* на изменение солености среды на уровне индивидуальных клеток и популяции 152
- Елькина Т. С., Домрачева Л. И.** Сравнительная характеристика количественных показателей фототрофных микробных сообществ почв различных экосистем 156
- Домрачева Л. И., Елькина Т. С.** Сезонные изменения количественных характеристик комплексов микромицетов в луговой и лесной почвах..... 158

Елькина Т. С., Домрачева Л. И. Структура микробной биомассы нарушенных и ненарушенных почв	162
Дымова А. А., Морозова Е. С., Фокина А. И. Влияние цианобактерий <i>Nostoc paludosum</i> 18 на динамику содержания нефтепродуктов в почве.....	164
Калинин А. А., Зыкова Е. В., Кудряшов Н. А. Влияние цианобактерий и тяжелых металлов на рост и развитие пшеницы	167
Кондакова Л. В., Горностаева Е. А., Домрачева Л. И. Самосборка природных биопленок с доминированием <i>Nostoc commune</i>	169
Ефремова В. А., Кондакова Л. В. Качественные и количественные характеристики «цветения» почв в районах промышленных предприятий г. Кирова	174
Пирогова О. С., Кондакова Л. В. Группировки почвенных водорослей селитебной зоны г. Кирова	177
Уразбахтина А. Б., Шарипова М. Ю. Альгомониторинг водно-наземного экотона в условиях нефтяного загрязнения	179
Горностаева Е. А., Мельков Д. А., Кабалоев З. В., Геревич Т. С., Злобин С. С., Березин Г. И. Оценка экотоксикологического потенциала почв, загрязнённых тяжёлыми металлами, по степени развития различных групп микроорганизмов	182
Соловьёва Е. С., Широких И. Г. Реакция актиномицетов на загрязнение почвы в модельном опыте	185
Широких А. А., Шихалёва О. П. Результаты маршрутных исследований ксиллобионтных миксомицетов заповедника «Нургуш».....	188
Зайцева А. С., Юдина Н. Ю., Арляпов В. А. Определение характеристик макета БПК-биосенсора кюветного типа на основе дрожжевого штамма <i>Debaryomyces hansenii</i> , иммобилизованного в поливиниловый спирт, модифицированный N-винилпирролидоном.....	191

СЕКЦИЯ 5

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ. СОЦИАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ

Ашихмина Т. Я., Кондакова Л. В. Экологическое образование и воспитание в учреждениях высшего профессионального образования.....	195
Платонова Е. Ю., Лукашева М. В. Экологическое образование в современном мире	198
Пономарева А. С. Рациональное природопользование как основа устойчивого развития аграрного сектора	201
Зими́на Г. Н. Образование для устойчивого развития: этика жизни в системе дополнительного образования детей	205
Бусыгина Е. А. Деятельностный подход в экологическом образовании	208
Будин О. А. Опыт работы с одаренными школьниками по предметам естественнонаучного цикла в школе с. Карино Слободского района	209
Макаренко З. П. Экологическое образование в старших классах через предметы федерального государственного общеобразовательного стандарта	213

Демидов В. А. Урок экологии в рамках «Дня дублера».....	218
Огородова С. И. Интегрированный урок химии и ОБЖ «Химическое оружие и средства защиты от него».....	221
Хабибуллин Р. Д., Хабибуллина Л. А. Центр образования для устойчивого развития в заповеднике	223
Фокина Т. М. Формирование исследовательской деятельности учащихся как средство индивидуализации обучения.....	225
Хотько Н. И., Дмитриев А. П., Журавлёва Л. Л. Эколого-ориентированное образование студентов медицинских вузов.....	228
Зимонина Н. М., Исупова Т. Ю., Кононова Т. Н. Место и значение курса «Теория и методика экологического образования» в системе подготовки магистра экологии и природопользования.....	231
Хотько Н. И., Журавлёва Л. Л., Дмитриев А. П. Формирование экологической грамотности в системе довузовского образования.....	233
Кабалоев З. В., Хадарцева А. Б. Организация учебно-исследовательской деятельности школьников в экологическом образовании	236
Блинова И. А. Использование метода проектов в экологическом образовании школьников.....	239
Черных Н. Н. Экологическое образование и воспитание в рамках программы духовно-нравственного развития младших школьников	244
Абатурова Л. А. Формирование физического и нравственного здоровья школьников через трудовую деятельность.....	247
Хохлов А. А. О корабельных рощах Вятской губернии.....	250
Зубарева Л. А. Лесные экосистемы – основной фактор поддержания «здоровья биосферы».....	251
Макарова О. А. Летопись природы для целей биологического мониторинга.....	255
Рылова С. Ю. Опыт проведения дней защиты от экологической опасности в Зуевском районе.....	259
Боднарь И. С., Зайнуллин В. Г. Эколого-медицинская оценка заболеваемости населения Республики Коми	262
Воронина Г. А. Качество питания и здоровье населения: региональные проблемы, поиски решения.....	268
Копосова Н. И., Даровских Л. В. Определение содержания массовой доли жира и кислотности в сметане	272
Абеуова А. А., Татарина Г. Ш., Мынбаева Б. Н. Краткосрочный мониторинг влияния экзаменационного стресса на основные гемодинамические показатели школьников	273
Татарина Г. Ш., Отарова Н. И. Значение вегетативной нервной системы в развитии психоэмоционального стресса	276
Алалыкина Н. М., Ашихмина Т. Я. Ученый эколог, эколог педагог (о Л. В. Кондаковой)	280
Слободчиков А. М. 50 лет на службе образования и науки.....	281
Каракуля Т. О., Гырдымова Ю. В., Зяблицев В. Е. Экологические знания в курсе дисциплины «Защита металлов от коррозии».....	284

СЕКЦИЯ 3

МЕТОДЫ БИОИНДИКАЦИИ И БИОТЕСТИРОВАНИЯ В ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ МОРСКИХ ЭКОСИСТЕМ НА ПРИМЕРЕ ГИДРОБИОНТОВ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Е. В. Волкова, И. М. Щербакова

АФ ФГБОУ ВПО «МГТУ», sherbakovaim@afmgtu.apatity.ru

Существующие проекты освоения нефтегазовых месторождений на шельфе Баренцева моря затрагивают традиционные районы рыболовства. Освоение месторождений и рост объёмов транспортировки углеводородного сырья морем неизбежно приведут к ухудшению состояния среды обитания промысловых организмов, что может способствовать уменьшению численности, снижению качества продукции из них и её рыночной стоимости. Мониторинг загрязняющих веществ на постоянной основе позволяет предупредить в самом начале или уменьшить вредные последствия этой деятельности.

В современных условиях негативное влияние на природные компоненты Баренцева моря проявляется не только при непосредственном воздействии на биологические объекты путём перелова отдельных видов рыб и беспозвоночных, но и опосредованно при загрязнении морской среды различными поллютантами. Информация о современном состоянии загрязнения водной среды, донных осадков и биологических объектов северных морей позволяет провести экосистемный анализ их акваторий и оценить возможный ущерб морским биологическим ресурсам в результате антропогенной деятельности.

Актуальность исследований не вызывает сомнений, так как эффективность защиты интересов рыбохозяйственной отрасли России в немалой степени зависит от своевременности и постоянного характера проведения экологического мониторинга.

В данной статье проанализированы исследования современных данных о состоянии и тенденциях загрязнения промысловых гидробионтов и среды их обитания нефтяными углеводородами, тяжёлыми металлами, хлорированными углеводородами и полициклическими ароматическими углеводородами. Приводятся результаты исследования печени и мышц рыб из районов в прибрежной зоне Кольского полуострова: губы Малая Волоковая, Большая Мотка, Печенга, Титовка, Амбарная, Ура, Зеленецкая Западная, Долгая Западная, Кильдинская Салма, Кутовая.

Алифатические углеводороды (н-парафины). В качестве углеводородов, характерных для нефтяного загрязнения, рассматривались н-парафины. В

большинстве гидробионтов доминируют алифатические углеводороды (н-парафины) биогенного происхождения.

Природное содержание биогенных углеводородов в морских гидробионтах обычно составляет 1–2 мкг/г сырой массы. Содержание алифатических углеводородов (н-парафинов) в пробах мышц исследованных рыб варьировало от 0,03 до 15,3 мкг/г сырой массы при среднем содержании в мышцах трески 0,15, пикши – 0,34, камбалы – ерша – 1,20, зубатки пёстрой – 0,45, палтуса чёрного – 1,62 мкг/г сырой масс, которое не превышало фоновый уровень 2 мкг/г сырой массы. В печени рыб оно было значительно выше. Среднее содержание н – парафинов в печени трески, пикши, камбалы – ерша, зубатки пёстрой, палтуса чёрного составляло 2,08, 2,69, 2,45, 2,25, 2,52 мкг/г сырой массы соответственно, так как в печени этих рыб количество жира в несколько раз выше, чем в мышцах. Наибольшее содержание алифатических углеводородов определено в печени камбалы – ерша из Северо – Центрального промыслового района – 5,47, пикши, выловленной на Северном склоне Мурманского мелководья – 6,57 и трески из Западного Прибрежного района – 6,18 мкг/г сырой массы. Отношение содержания пристан/фитан $> 1,5$ указывало на то, что все алифатические углеводороды, как в мышцах, так и в печени исследованных рыб, имели биогенное происхождение (Патин, 2001).

Полициклические ароматические углеводороды. В настоящее время загрязнение Мирового океана полициклическими ароматическими углеводородами (ПАУ) носит глобальный характер (Ровинский, 1988).

Абиотические и биотические природные процессы способствуют формированию незначительного уровня загрязнения ПАУ. Наиболее характерным соединением является бенз (а) пирен. Его доля в спектре обычно наблюдаемых ПАУ невелика и составляет 1–20% от их общего количества. Вместе с тем, активная циркуляция в биосфере, высокая молекулярная устойчивость и значительная проканцерогенная активность позволяет считать бенз (а) пирен индикаторным соединением, по содержанию которого оценивается степень загрязнения биосферы канцерогенными ПАУ (Шабад, 1982).

В мышцах трески среднее суммарное содержание ПАУ не превышало 4,0, пикши – 4,9, камбалы-ерша – 5,1, зубатки пёстрой – 9,8, палтуса чёрного – 8,7 нг/г сырой массы.

В печени трески среднее суммарное содержание ПАУ не превышало 78,5, пикши – 76,3, камбалы – ерша – 46,3, зубатки пёстрой – 43,9, палтуса чёрного – 59,8 нг/г сырой массы.

В мышцах и печени исследованных рыб из индивидуальных соединений ПАУ доминировали нафталин, 2 – метилнафталин и фенантрен.

Суммарное содержание ПАУ в мышцах исследованных рыб Баренцева моря было значительно ниже, чем в мышцах трески, выловленной в водах Северо – Западной Атлантики, Средиземного, Балтийского, Каспийского и Чёрного морей (300–400 нг/г сырой массы) (Орлова, 1992).

Максимальное содержание ПАУ трески 237, пикши – 311, камбалы – ерша – 123, зубатки пёстрой – 87, палтуса чёрного – 87 нг/г сырой массы, и оно ниже,

чем в печени рыб Антарктики, где общее содержание ПАУ колеблется в интервале от 150 до 320 нг/г сырой массы.

В целом, полученные результаты подтверждают незначительный уровень загрязнения промысловых рыб Баренцева моря полициклическими ароматическими углеводородами, проявляющими канцерогенную и мутагенную активность (Израэль, 1986).

Хлорированные углеводороды. Среди токсикантов глобального распределения выделяется группа хлорированных углеводородов, не имеющих природных аналогов. В эту группу входят хлорорганические пестициды (ХОП) и полихлорбифенилы (ПХБ) – химические вещества широко применяются в сельском хозяйстве и промышленности. Все они очень устойчивы и в то же время летучи и переходят в атмосферу в виде паров и аэрозолей, а впоследствии выпадают с осадками на поверхность суши, морей и океанов (Худолей, 2002).

Печень является депонирующим органом, где в первую очередь происходит накопление загрязняющих веществ. В исследованных рыбах содержание хлорированных пестицидов в печени и ПАУ было значительно выше, чем в мышцах.

Суммарное содержание полихлорбифенилов в мышцах и печени исследованных рыб изменялось от 0,81 до 13,5 нг/г сырой массы, что значительно ниже нормативов, установленных санитарными нормами и правилами РФ для морских рыб и продуктов из них, 2000 и 5000 нг/г сырой массы соответственно.

Полихлорбифенилы обладают теми же токсическими свойствами, что и диоксины и механизмы их действия на живые организмы идентичны. В объектах окружающей среды стойкие органические загрязнители встречаются в различных сочетаниях и концентрациях, что затрудняет общую оценку их опасности (Израэль, 1986).

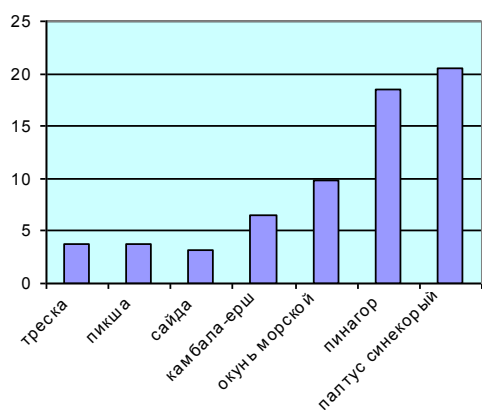


Рис. 1. Содержание *n*-парафинов

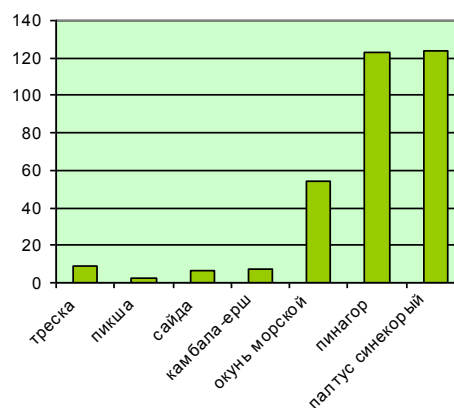


Рис. 2. Содержание ПАУ

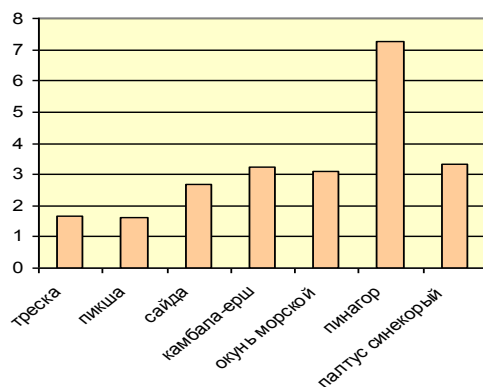


Рис. 3. Содержание ДДТ

Рисунки 1–3 наглядно показывают содержание *n*-парафинов, ПАУ и ДДТ в мышцах рыб Баренцева моря, нг/г сырой массы (ПИНРО, 2010г).

В результате мониторинга содержания основных групп загрязняющих веществ в промысловых видах гидробионтов и среде их обитания установлено, что в воде исследованных промысловых районов Баренцева моря доминировали алифатические углеводороды нефтяного происхождения, их концентрации повсеместно не превышали утверждённый рыбохозяйственный норматив (ПДК 50мкг/л;) (СанПиН, 2002).

В мышцах и печени исследованных рыб преобладали *n*-парафины, характерные для насыщенных алифатических углеводородов биогенного происхождения. Полученные результаты свидетельствуют о низком уровне загрязнения промысловых рыб Баренцева моря полициклическими ароматическими углеводородами, проявляющими канцерогенную и мутагенную активность. Содержание хлорированных углеводородов исследованных рыб значительно ниже допустимых уровней, установленных санитарными правилами и нормами для морских рыб и морепродуктов(10 нг/л).

В итоге, факты негативных последствий химического загрязнения прибрежных районов арктических морей свидетельствует о возможной опасности поражения возобновляемых ресурсов Российской Арктики.

Литература

Израэль Ю. А., Ровинский Ф. Я. Мониторинг фонового загрязнения природных сред. в 3 т. Л., 1986. 245 с.

Орлова И. Г. Хлорированные углеводороды в морских экосистемах. СПб., 1992. 107 с.

Патин С. А. Нефть и экология континентального шельфа. М: Изд-во ВНИРО, 2001. 248 с.

Ровинский Ф. Я., Теплицкая Т. А., Алексеева Т. А. Фоновый мониторинг полициклических ароматических углеводородов. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 224 с.

Худолей В. В., Гусарова Е. Е. Стойкие органические загрязнители: пути решения проблемы. СПб.: НИИХ СПбГУ, 2002. 363 с.

Шабад Л. М. Поступление в атмосферу и циркуляция в окружающей среде химических канцерогенов (ПАУ) // Комплексный глобальный мониторинг загрязнения окружающей природной среды. Л.: Гидрометеиздат, 1982. С. 115–121.

Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов (СанПиН 2.3.2. 1078-01). М.: Минздрав РФ, 2002. 164 с.

НОВЫЕ МЕТОДИКИ БИОТЕСТИРОВАНИЯ ТОКСИЧНОСТИ ВОД

Ю. С. Григорьев

Сибирский федеральный университет, grig@lan.krasu.ru

Методы биологического контроля (биоиндикации и биотестирования) при их использовании в мониторинге окружающей среды наряду с химическим анализом позволяет получать более полную характеристику качества среды за счёт выявления действия на тест-организм сразу всех вредных веществ. Вместе с тем, при организации такой системы экологического мониторинга остро ощущается недостаток оперативных и простых в исполнении методов биотестирования водных объектов. При этом многие из используемых в настоящее время в России методик биотестирования не обеспечены комплексом аппаратуры, позволяющим создать стандартные условия работы с тест-организмами и автоматизировать процесс измерения.

В связи с этим в Сибирском федеральном университете (СФУ) в последние годы разработаны новые оперативные методы и аппаратура для биотестирования, которые показали свою высокую эффективность при оценке токсичности природных и сточных вод. В качестве тест-организмов в этих методах используются культуры водоросли хлорелла и сценедесмус, рачки дафний и цериодафний.

Применение в биотестировании высокопродуктивного и термофильного штамма водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer) позволило существенно сократить продолжительность анализа и при этом отказаться от трудоёмкой процедуры поддержания стерильности водорослевой культуры. Для наращивания тест-культуры водоросли создан компактный культиватор КВ-05, в котором численность клеток при автоматически поддерживаемой температуре 36 °С увеличивается за сутки в 30–40 раз. Токсический эффект на водоросль определяется по разнице прироста числа клеток в тестируемых пробах воды по сравнению с чистой контрольной водой.

Поскольку рост водоросли, обусловленный процессом фотосинтеза, зависит от интенсивности света, температуры и содержания углекислого газа в среде, то эти внешние факторы должны быть одинаковыми и оптимальными для роста как контрольных, так и всех опытных проб. Эту непростую проблему нам удалось решить в результате создания оригинального многоцветного культиватора водорослей КВМ-05 (Григорьев, Андреев, 2001). В нём 24 пробы с тест-культурами водоросли размещаются во вращающейся кассете, установленной наклонно. Культиватор оборудован источником света и системой стабилизации заданной температуры (36 °С). Благодаря вращению емкостей с пробами для них обеспечиваются равные температурные и световые условия, а также одинаковая скорость поступления CO₂ из окружающего воздуха. Для оперативного определения прироста разработан измеритель оптической плотности суспензий ИПС-03, в котором оптическая плотность взвеси водоросли, как показатель её численности, измеряется после завершения процесса биотестирования непосредственно во флаконах («пенициллинках») с тест-культурами.

Нам удалось также значительно упростить процедуру приготовления питательной среды благодаря тому, что выращивание культуры водоросли производится на концентрированной среде Тамия (50%), а само биотестирование на той же среде, разбавленной до 2%. Последнее достигается тем, что инокулят в виде водорослевой культуры на 50% среде Тамия, доведенный до определенной плотности, вносится в тестируемую воду в соотношении 1:24. Таким способом проводится засев тестируемых проб до требуемого уровня и одновременное внесение в них всех компонентов питательной среды. Проведенные эксперименты показали, что такое разбавление используемой среды практически не сказывается на скорости роста культуры водоросли хлорелла, но при этом многократно увеличивает ее чувствительность к токсикантам. Данный эффект обусловлен снижением возможности комплексообразования потенциально токсичных веществ с компонентами питательной среды и тем самым повышением их биодоступности для тест-организма. Высокая чувствительность водоросли хлорелла к токсикантам достигнута также благодаря малой плотности засева тест-культуры. Это условие при проведении токсикологического эксперимента имеет важное значение, поскольку его результат будет зависеть не столько от концентрации поллютантов в среде, сколько от соотношения численности или массы тест-организмов к количеству токсикантов в тестируемом объеме воды. Благодаря созданным условиям для быстрого роста тест-культуры водоросли ее малая начальная плотность не сказалась на длительности проведения самого биотеста.

На базе данного штамма водоросли хлорелла и созданного комплекта оборудования разработана и аттестована для целей государственного экологического контроля методика биотестирования по изменению оптической плотности культуры водоросли хлорелла с длительностью анализа токсичности вод и отходов 22 ч (Григорьев, 2004).

С целью ускорения и стандартизации проведения биотестирования вод была проведена модернизация методики проведения таких работ на водоросли сценедесмус (*Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Vreb.). Этот тест-организм давно и широко используется в России (Жмур, Орлова, 2007), однако биотест на его основе достаточно трудоемкий в выполнении и длителен во времени. Во многом это связано с отсутствием серийно выпускаемого оборудования для его проведения, а также рядом чисто методических причин, таких как обеспеченностью тест-культур углекислым газом и активным перемешиванием.

Все эти причины были устранены благодаря использованию разработанного нами специализированного оборудования для биотестирования, которое в последние несколько лет производится в России. Необходимые световые условия обеспечивают климатостаты В3 и В4, а активную аэрацию и перемешивание – устройства УЭР-03. В качестве питательной среды для наращивания культуры сценедесмуса использована 10% среда Тамия. Для этих целей применен модернизированный культиватор КВ-05, который устанавливается в климатостат. Поскольку культивирование проводится в нестерильных условиях, то для получения альгологически чистой культуры водоросли сценедесмус ее наращивание проводится при температуре 21°C. Благодаря созданным световым условиям и перемешиванию численность клеток за 24 часа культивирования увеличивается до

10 раз. Само биотестирование выполняется также в климатостате ВЗ, но уже в устройствах УЭР-03 при температуре 25 °С на 1% среде Тамия без стерилизации. Длительность экспонирования в них 18 проб с тест-культурой сценедесмуса составляет 45 часов. За это время рост культуры достигает 20-ти кратной величины.

В 2011 г. данная методика была аттестована и допущена для целей государственного экологического контроля (Григорьев, Тютюкова, 2011).

В качестве рачкового тест-объекта, обязательного для биотестирования вод и отходов, были взяты дафнии (*Daphnia magna* Straus). Основные трудности работы с этим широко используемым организмом связаны с необходимостью поддержания требуемых внешних условий при культивировании рачков (Жмур, 2007а). Кроме того, жёсткие требования предъявляются к содержанию кислорода в тестируемой воде, так как его недостаток в пробе, например, в результате деятельности сопутствующей микрофлоры, может вызвать гибель внесённых дафний. Для выполнения этих условий при биотестировании на рачках дафний нами разработаны климатостаты Р2 и ВЗ, которые поддерживают необходимую температуру и световой режим при выращивании маточной и синхронной культур рачков.

Сам процесс биотестирования выполняется в устройствах экспонирования рачков (УЭР-03) (Григорьев, Шашкова, 2009). В них пробы с водой и тест-организмами (до 18 шт.) размещаются в подвижной кассете. Умеренное вращение кассеты (6–8 оборотов/мин), не травмирующее самих рачков, обеспечивает активный газообмен с внешней средой и насыщение пробы тестируемой воды кислородом. Несколько таких устройств устанавливаются в климатостат. Благодаря созданным условиям и прежде всего хорошей аэрации проб удалось повысить чувствительность дафний к токсикантам (Шашкова, Григорьев, Березина, 2006), что позволило сократить продолжительность биотестирования до 48 ч. Кормление дафний производится клетками водоросли хлорелла, культуру которой в достаточных количествах обеспечивает культиватор КВ-05. На этой основе была разработана и аттестована более оперативная методика биотестирования различных вод и отходов на рачках дафний (Григорьев, Шашкова, 2006).

Со многими из рассмотренных проблем в биотестировании приходится сталкиваться при использовании в качестве тест-организма рачков цериодафний (*Ceriodaphnia affinis*) (Жмур, 2007б). Для их решения нами были использованы климатостаты Р2 и ВЗ, в которых содержатся маточная и синхронные культуры рачков при температуре 24–25 °С. Для экспонирования тест-культуры в тестируемых пробах воды в одинаковых условиях по температуре, свету и аэрации были разработаны 40-кюветные устройства УЭР-04. В каждую кювету, объемом 30 см³, помещали по 2 рачка. На один вариант опыта использовали 5 кювет (10 особей) в двух параллелях (т.е. 10+10 рачков). Таким образом, в одной заправке УЭРа можно провести токсикологический эксперимент с одной тестируемой пробой воды в трех ее разбавлениях плюс контрольная вода при двух аналитических повторностях. Проведенные исследования показали, что в условиях вращения цериодафний в УЭР-04 рачки активно питаются смесью дрожжи-водоросль хлорелла в соотношении 7:1 и размножаются с той же скоростью, как и в неподвижных стаканах. Эта технология легла в основу разработанной и аттестованной методики про-

ведения острого токсикологического опыта на рачках цериодафний (Григорьев, Агилова, 2011). Длительность анализа составляет 48 часов.

И наконец, в целях экспрессного выявления токсичности природных и сточных вод, а также отходов нами был использован метод регистрации относительного показателя интенсивности замедленной флуоресценции (ОПЗФ) водоросли хлорелла (Григорьев, Фуряев, Андреев, 1996). Данный показатель не зависит от количества тест-организма и мутности тестируемой воды и может быть измерен в течение нескольких секунд. Для реализации метода был создан флуориметр Фотон 10, который в автоматическом режиме может одновременно анализировать на токсичность до 24 образцов, выводя полученную информацию на управляющий компьютер. Чтобы обеспечить вхождения токсикантов в тест-организм тестируемые пробы с культурой водоросли хлорелла в течение одного часа экспонируются в многокуветном культиваторе КВМ-05 (Григорьев, Рудь, 2004). На основе использованного метода и аппаратуры разработана методика биотестирования токсичности вод и отходов по изменению ОПЗФ водоросли хлорелла (Григорьев, Власова, 2009). С учётом подготовки проб длительность анализа не превышает 1,5 часа.

Литература

Григорьев Ю. С. Методика определения токсичности проб поверхностных пресных, грунтовых, питьевых, сточных вод, водных вытяжек из почвы, осадков сточных вод и отходов по изменению оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer). ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04 16.1:2.3:3.7-04, ФР.1.31.2009.06643. М., 2004. (издание 2007 г.), 37 с.

Григорьев Ю. С., Агилова Ю. Н. Методика определения острой токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по смертности цериодафний (*Ceriodaphnia affinis*). ПНД Ф Т 14.1:2:4.18-2011 Т 16.1:2.3:3.19- 2011, ФР.1.31.2011.09714. М., 2011. 43 с.

Григорьев Ю. С., Андреев А. А. Устройство для выращивания микроводорослей: Пат. РФ № 2165973. Оpubл. 27.04.2001. Бюл. № 12.

Григорьев Ю. С., Власова Е. С. Методика определения токсичности питьевых, природных и сточных вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению относительного показателя замедленной флуоресценции культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer). ПНД Ф Т 14.1:2:4.16-09 16.1:2.3:3.14-09, ФР.1.31.2009.06642. М., 2009. 43 с.

Григорьев Ю. С., Рудь А. В. Способ биотестирования природных, сточных вод и водных растворов: Пат. РФ № 2222003. Оpubл. 20.01.2004. Бюл. № 2.

Григорьев Ю. С., Тютюкова Е. А. Методика определения острой токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению оптической плотности культуры водоросли сценедесмус (*Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Vreb.). ПНД Ф Т 14.1:2:4.17-2011 Т 16.1:2.3:3.18- 2011, ФР.1.39.2011.09715. М., 2011. 40 с.

Григорьев Ю. С., Шашкова Т. Л. Способ биотестирования токсичности воды на низших ракообразных животных: Пат. РФ № 2377560. Оpubл. 27.12.2009. Бюл. № 36.

Григорьев Ю. С., Шашкова Т. Л. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов, питьевой, сточной и природной воды по смертности тест-объекта *Daphnia magna* Straus. ПНД Ф 14.1:2:4.12-06 16.1:2.3:3.9-06, ФР.1.31.2009.06641. М., 2006. (издание 2011 г.), 48 с.

Григорьева Ю. С., Фуряев Е. А., Андреев А. А. Способ определения содержания фитотоксических веществ: Пат. РФ № 2069851. Оpubл. 27.11.1996. Бюл. № 33.

Жмур Н. С. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний. ФР.1.39.2007.03222 М., Акварос, 2007. 52 с.

Жмур Н. С. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости цериодафний ФР.1.39.2007.03221, Акварос, 2007. 56 с.

Жмур Н. С., Орлова Т. Л. Методика определения токсичности вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению уровня флуоресценции хлорофилла и численности клеток водорослей, ФР.1.39.2007.03223, М.: Акварос, 2007. 48 с.

Шашкова Т. Л., Григорьев Ю. С., Березина О. А. Влияние условия среды на чувствительность рачков *Daphnia magna* к токсикантам // Вестник Красноярского государственного университета. Сер. «Естественные науки». 2006. № 5. С. 81–84.

БИОИНДИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ФИТОПЛАНКТОНА С ПОМОЩЬЮ ФЛУОРИМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРИРОДНОЙ ВОДЫ НА ПРИМЕРЕ р. РПЕНЬ

А. В. Кузнецова¹, И. Ю. Винокуров², С. И. Погосян¹, А. Б. Рубин¹
¹ Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,
alya_kuznetsova@mail.ru

² Владимирский государственный университет им. А. Г. и Н. Г. Столетовых,
fce-m2@vpti.vladimir.ru

Различные спектральные и люминесцентные методы используются, главным образом, для диагностики состояния клеток микроводорослей под влиянием факторов среды в водных экосистемах. В природных водоемах различные антропогенные загрязнения могут оказать существенное угнетающее влияние на фотосинтетический аппарат водорослей, что в итоге уменьшает продуктивность всей водной экологической системы (Рубин, 2000). Применение флуориметрического метода для биомониторинга влияния загрязнений на фитопланктонные популяции в природных водоемах имеет важное практическое значение в целях осуществления экологического контроля. Результаты зондирования специальной аппаратурой фитопланктона оз. Байкал вблизи сброса вод с целлюлозного комбината (ЦБК, г. Байкальск) наглядно продемонстрировали аномалии в распределении фитопланктона, его фотосинтетической активности и температуры вблизи сброса вод (Маторин, 2010). При исследовании реки Москвы флуоресцентным методом отмечено существенное ингибирование фотосинтетической активности фитопланктона в местах стока сточных вод (Антал, 2000). Снижение фотосинтетической активности при постоянном обилии фитопланктона регистрировали также при исследовании микроводорослей в заливах оз. Иссык-Куль, где были обнаружены пороговые концентрации некоторых тяжелых металлов (Маторин, 2010). Флуориметрический метод используется с 2007 г. для ежегодной оценки экологического состояния р. Каменка (Кузнецова, 2011). Полученные результаты свидетельствуют о возможности определения токсичности вод по состоянию фотосинтетического аппарата (ФСА) на ранних стадиях загрязнения, когда концентрация

водорослей ещё заметно не снижается. В данном случае фитопланктон является биоиндикатором экологического состояния природной воды.

Выбор р. Рпень в качестве объекта исследования представляет большое значение для мониторинга малых водоемов Владимирской области. Рпень относится к бассейну р. Волга и является притоком р. Клязьма, которую используют для целей водоснабжения района Оргтруд г. Владимира. На примере Владимирской области становится ясно, что систематический контроль охватывает лишь крупные водохозяйственные объекты (Алексеев, 2007). Небольшие водные объекты контролируются не систематически или не контролируются вообще. Отсутствие контроля качества воды притоков создает риск дополнительного загрязнения водных источников.

Качество воды притоков зависит от процессов, в том числе антропогенных, происходящих на водосборных площадях. По территории г. Владимира Рпень протекает на протяжении семи километров, границу города пересекает в районе комбината «Тепличный», где на реке сооружена плотина. В нижнем течении на берегах и в пойме расположены, оказывающие большое влияние на состояние реки, крупные предприятия (заводы «Точмаш» и «Автоприбор», «Полимерсинтез», Химзавод, ТЭЦ, предприятия стройиндустрии). В пределах города русло и берега реки загрязнены промышленным и бытовым мусором. Исследовали участок р. Рпень, расположенный в Суздальском районе и в черте г. Владимира, длиной 14,5 км. По программе экологического мониторинга р. Рпень пробоотбор проводили в октябре 2007 г. в 9 пунктах и в апреле 2008 г. в 6 в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб». Пункты отбора проб осенью: 1 – п. Боголюбка (6,5 км); 2 – Автотрасса (7 км); 3 – Плотина (8 км); 4 – комбинат «Тепличный» (8,5 км); 5 – свалка ТБО (9 км), 6 – сброс сточных вод (9,5 км); 7 – завод «Точмаш» (10 км); 8 – Химзавод (12 км); 9 – завод «Автоприбор» (12,5 км). Пункты отбора проб весной: 1 – район впадения р. Содышка в р. Рпень (0 км); 2 – комбинат «Тепличный» (8,5 км); 3 – сброс сточных вод (9,5 км); 4 – завод «Точмаш» (10 км); 5 – завод «Автоприбор» (12,5 км); 5 – район впадения р. Рпень в р. Клязьма (14,5 км).

Оценка состояния речного фитопланктона осуществлялась по параметрам флуоресценции хлорофилла. Для этого обычно используют два параметра: переменная флуоресценция F_v/F_m , связанная с эффективностью фотосинтеза и фоновая флуоресценция F_0 , связанная с обилием фитопланктона (Рубин, 2000). Экспериментально показано, что если значение F_v/F_m достигает критической отметки 0,3 и продолжает снижаться, это происходит в результате глубоких структурных и функциональных нарушений ФСА фитопланктона, которые могут быть вызваны неблагоприятными факторами среды, такими как высокая температура и солёность, высокая концентрация загрязнителей и недостаток элементов минерального питания (Мелехова, 2007).

Основа флуоресцентных методов состоит в том, что хлорофилл, находящийся в фотосинтетических мембранах, при фотовозбуждении испускает флуоресценцию, которая регистрируется специальным прибором – флуориметром «МЕГА-25» (Погосян, 2009). Ошибка измерений не превышает 3%. Параметры

флуоресценции изменяются в пределах ошибки измерения в течение 1–2 суток. Данные флуориметрии сопоставляли с результатами гидрохимических исследований.

В осеннее время года низкая эффективность фотосинтеза речного фитопланктона зарегистрирована в пунктах № 7–9, расположенных в промышленной зоне г. Владимира (рис. 1а). В районе сброса сточных вод (п. № 6) наблюдается падение величины F_v/F_m до 0,1, что свидетельствует о глубоких нарушениях функционирования ФСА речного фитопланктона, вызванных токсичностью водной среды.

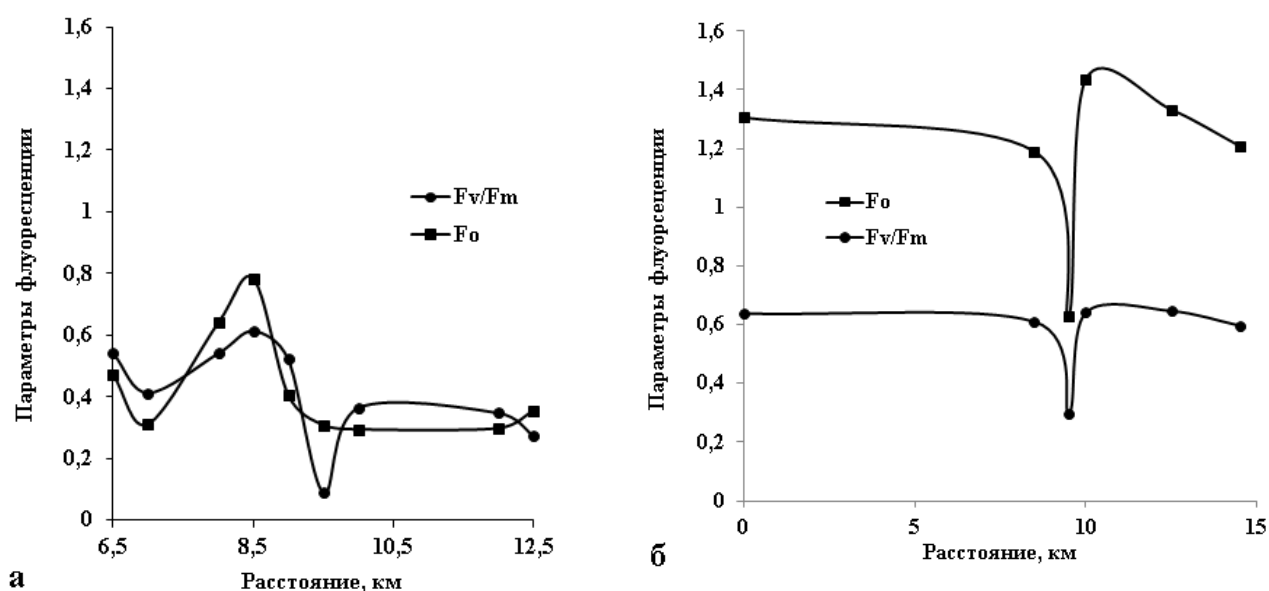


Рис. 1. Изменение параметров флуоресценции хлорофилла фитопланктона по течению р. Рпень: а – в октябре 2007 г.; б – в апреле 2008 г.

В весеннее время года зарегистрировано повышение эффективности фотосинтеза и обилия речного фитопланктона во всех исследуемых пунктах (рис. 1б), по сравнению с осенними данными. В районе сброса сточных вод (п. № 3) величина F_v/F_m составляет 0,3, следовательно, токсичность водной среды на данном участке реки сохраняется. Возможной причиной усиленного роста фитопланктона является приток повышенного количества биогенных элементов в результате паводка. По результатам гидрохимических исследований превышение предельно-допустимой концентрации (ПДК) по содержанию нитритов наблюдается во всех пунктах отбора проб.

По результатам биоиндикации выявлены относительно чистые и токсичные участки р.Рпень. Относительно чистой можно считать воду в районе п.Боголюбка (п. № 1), что подтверждается высокой эффективностью фотосинтеза (F_v/F_m) и умеренным количеством фитопланктона (F_o) (рис. 1а). Снижение эффективности фотосинтеза и концентрации микроводорослей – это ответная реакция речного фитопланктонного сообщества на токсичное действие среды. По состоянию фитопланктона токсичность водной среды обнаружена в районе завода «Точмаш» (п. № 4), завода «Автоприбор» (п. № 5) и в районе впадения р. Рпень в р. Клязьма – на выходе из г. Владимира (п. № 6). Наиболее токсичный участок р. Рпень выявлен в районе сброса сточных вод (п. № 3) (рис. 1).

По результатам гидрохимических исследований в этих же пунктах было обнаружено превышение ПДК по содержанию общего железа, ионов меди и цинка, неионогенных поверхностно-активных веществ (НПАВ), нитритов, аммиака и ионов аммония, кислот жирного ряда, растворенного кислорода и по показателю биохимического потребления кислорода (БПК₅). Кроме того, превышение ПДК по содержанию нефтепродуктов – в пункте № 3–4, метанола – в пункте № 5, сульфатов – в пункте № 4, по показателю химического потребления кислорода (ХПК) – в пункте № 3, 5–6, по взвешенным веществам – в пункте № 3. Следует отметить, что одни и те же загрязнители превышают ПДК как в р. Клязьма (Алексеев, 2007), так и в её притоке – р. Рпень. Наиболее токсичным участком р. Рпень является район сброса сточных вод (п. № 3), так как по большинству определённых загрязнителей имеет самые высокие концентрации, превышающие ПДК, а также имеет самое высокое содержание хлоридов, формальдегида и ионов алюминия (обнаруженных только в данном пункте), в количествах, не превышающих ПДК (Данные не приведены).

Экологический контроль может осуществляться по совместным данным биологического и физико-химического мониторинга водных объектов. Биоиндикация состояния фитопланктона с помощью флуориметрического метода позволяет дать интегральную оценку качества природной воды. Гидрохимические исследования позволяют выяснить природу загрязнения и концентрации загрязняющих веществ. Необходим подход, который способен установить взаимосвязь между биотическими и абиотическими характеристиками водных экосистем.

Литература

Алексеев С. А. О состоянии окружающей природной среды и здоровья населения Владимирской области в 2006 году: Ежегодный доклад // Администрация Владимирской области. Департамент природопользования и охраны окружающей среды. / Под ред. С. А. Алексеева. Владимир, 2007. Вып. 14. С. 33.

Антал Т. К. Исследование продукционных характеристик фитопланктона с помощью погружного флуоресцентного зонда. Автореф. дисс... канд. наук: МГУ, М., 2000. С. 25.

Кузнецова А. В., Винокуров И. Ю., Погосян С. И. Применение флуориметрического метода для биоиндикации качества вод // Вода: Химия и экология, М., 2011. № 3. С. 58–65.

Маторин Д. Н., Осипов В. А., Яковлева О. В., Погосян С. И. Определение состояния растений и водорослей по флуоресценции хлорофилла // М.: изд-во «Макс Пресс», 2010.

Мелехова О. П. Биологический контроль окружающей среды. Биоиндикация и биотестирование. / Под ред. О. П. Мелеховой и Е. И. Егоровой // Учеб.пособие. М.: изд-во «Академия», 2007. С. 4–6, 243.

Погосян С. И., Гальчук С. В., Казимирко Ю. В., Конюхов И. В., Рубин А. Б. Применение флуориметра «МЕГА-25» для определения количества фитопланктона и оценки состояния его фотосинтетического аппарата // Вода: Химия и экология. М., 2009. № 6. С. 34–40.

Рубин А. Б. Биофизические методы в экологическом мониторинге // Соросовский Образовательный Журнал, М., 2000. № 4. С. 7–13.

ОБОСНОВАНИЕ ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОДХОДА К ОЦЕНКЕ ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

С. А. Мальцева¹, В. Ю. Охупкина², Л. В. Кондакова², Т. Я. Ашихмина³

¹ *Региональный центр государственного экологического контроля и мониторинга по Кировской области, ecologsveta@yandex.ru,*

² *Вятский государственный гуманитарный университет, verona2205@mail.ru,*

³ *Лаборатория биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ*

Определение содержания загрязняющих веществ только в природных водах не отражает в полной мере экотоксикологическую нагрузку на водный объект, так как при этом не учитываются процессы их аккумуляции в биологических объектах и донных отложениях. Накопленный к настоящему времени опыт биомониторинга состояния природных сред свидетельствует о необходимости рассматривать водные объекты как единую систему «природные воды – донные отложения» с определением интегрального показателя загрязнения.

Следует отметить, что в настоящее время в водной экотоксикологии нет общепринятых показателей для интегральной оценки токсичности водного объекта, учитывающих степень загрязнения как природных вод, так и донных отложений. В литературе представлены некоторые методы комплексной оценки природных вод по гидрохимическим и гидробиологическим показателям (Фруммин, Баркан, 1997; Баканов, 1999; Гелашвили, Зинченко, Выхристюк, 2002; Зинченко, Выхристюк, Шитиков, 2000; Новиков, Плитман, 1984). Разработаны алгоритмы применения обобщенной функции желательности для комплексной оценки опасности и токсичности сточных вод как многокомпонентных систем (Гелашвили, Лисовенко, Безруков, 2010).

Известен показатель интегральной биологической токсичности многокомпонентных водных систем. Количественно он определяется как величина обратная коэффициенту разведения изучаемой пробы, при котором не наблюдается нарушений жизненно важных функций тест-организмов в острых биотестах, выражается в баллах токсичности целыми числами соответственно величинам разведения. Л. П. Брагинский на основании этого показателя составил шкалу оценки уровней токсического загрязнения водной среды (Брагинский, 1993).

В практике водной экотоксикологии широко применяются такие комплексные показатели качества природных вод, как индексы сапробности, таксономические индексы, гидрохимический индекс загрязнения воды и т. п.

Таким образом, в настоящее время в водной экотоксикологии отсутствуют общепринятые методы интегральной оценки состояния водного объекта, учитывающие степень загрязненности как природных вод, так и донных отложений. Исходя из этого, целью настоящих исследований являлось обоснование и апробация интегрального подхода к экотоксикологической оценке состояния водных объектов.

В основу разрабатываемого способа определения экотоксикологического статуса водного объекта по результатам биотестирования были заложены три основополагающих принципа.

Принцип максимально допустимых отклонений от контроля, при которых еще сохраняется возможность выживания вида в природных условиях. В водной токсикологии условно принято, что 50% изменение регистрируемого биологического эффекта указывает на острую токсичность, 20% изменение – на хроническую токсичность, а 10% изменение – на отсутствие токсического действия.

Принцип «слабого звена», согласно которому проба считается токсичной, если токсический эффект воздействия проявился хотя бы для одного тест-объекта по одному или нескольким тест-критериям, как для наиболее уязвимого звена трофического цепи.

Принцип целостности (холизма) рассматривает водный объект в экотоксикологии как сложную экологическую систему, возмущения в одной из ее частей неизбежно вызывают изменения в других частях и направлены на нейтрализацию воздействия, а при превышении его порога приводят к еще большей деформации системы. В каждую экосистему входят группы организмов разных видов, различаемые по способу питания, – автотрофы и гетеротрофы. Эти группы организмов взаимодействуют между собой, согласуя потоки вещества и энергии, поддерживая структуру и целостность экосистемы. Естественные постоянные трофические связи живых существ, населяющих водную среду, определяют суть ее самоочищения от всевозможных загрязнений. Поэтому оценка состояния водных экосистем осуществляется с помощью микроводорослей и низших ракообразных, то есть системы гидробионтов «автотроф-гетеротроф».

С учетом вышеизложенного, был обоснован подход, связанный с установлением класса токсичности водного объекта по максимальному баллу токсичности (V_{\max}) проб природных вод и донных отложений (в пределах от 0 до 4 для каждого компонента). Максимальный балл токсичности определяется по одному или двум тест-критериям (например, для рачков – по смертности и (или) плодовитости) для каждого тест-объекта с последующим сравнением их друг с другом и выбором наибольшего балла.

Разработана таблица, которая позволяет определить максимальный балл (V_{\max}) токсичности проб природных вод и донных отложений (табл. 1).

С учетом полученных величин V_{\max} проб природных вод и донных отложений определяется класс экотоксикологического состояния водного объекта (табл. 2).

Таблица 1

**Определение V_{max} проб ПВ и ДО по тест-критериям тест-объектов
C. affinis и *S. quadricauda***

Величина максимального балла токсичности (V_{max})	Характеристика тест-критериев для тест-объекта			
	<i>C. affinis</i>		<i>S. quadricauda</i>	
	Смертность, процент	Плодовитость, статистически значимое отклонение от контроля	Относительное изменение численности клеток водорослей по отношению к контролю, процент	Коэффициент прироста (ингибирования), статистически значимое отклонение от контроля
0	0–10	Статистически недостоверное отклонение плодовитости	0–10	Статистически недостоверное отклонение роста
1	–	Статистически достоверная стимуляция плодовитости	–	Статистически достоверная стимуляция роста
2	10–20	–	10–20	–
3	20–50	Статистически достоверное подавление плодовитости	20–50	Статистически достоверное подавление роста
4	50 и более	–	50 и более	–

Таблица 2

Определение класса экотоксикологического состояния водного объекта по совокупности результатов тестирования проб природных вод и донных отложений

V_{max} природных вод	Классы экотоксикологического состояния				
	V_{max} донных отложений				
	0	1	2	3	4
0	0	1	1	2	3
1	1	1	1	2	3
2	1	1	1	2	3
3	2	2	2	2	3
4	3	3	3	3	3

Примечание – классы экотоксикологического состояния водных объектов: «0» – относительно удовлетворительное состояние (пробы природных вод и донных отложений водного объекта нетоксичные); «1» – напряженное (слаботоксичные); «2» – критическое (токсичные); «3» – кризисное (сильнотоксичные).

Таким образом, разработан способ определения экотоксикологического статуса водного объекта по результатам биотестирования, основанный на трех экотоксикологических принципах: максимального допустимого отклонения от контроля, «слабого звена» и холизма.

Предложен интегральный показатель токсичности (B_{\max}) проб природной воды и донных отложений, который дает возможность определить класс экотоксикологического состояния водного объекта и ранжировать уровни антропогенных нагрузок на экосистему.

Литература

Баканов А. И. Использование комбинированных индексов для мониторинга пресноводных водоёмов по зообентосу // Вод. ресурсы. 1999. Т. 26, № 1. С. 108–111.

Брагинский Л. П. Интегральная токсичность водной среды и ее оценка с помощью методов биотестирования // Гидробиол. журн. 1993. Т. 29, № 6. С. 66–74.

Гелашвили Д. Б., Зинченко Т. Д., Выхристюк Л. А., Карандашова А. А. Интегральная оценка экологического состояния водных объектов по гидрохимическим и гидробиологическим показателям // Изв. Самар. НЦ РАН. 2002. Т. 4, № 2. С. 270–276.

Гелашвили Д. Б., Лисовенко А. В., Безруков М. Е. Применение интегральных показателей на основе функции желательности для комплексной оценки качества сточных вод // Поволжский экологический журнал. 2010. № 4. С. 343–350.

Зинченко Т. Д., Выхристюк Л. А., Шитиков В. К. Методологический подход к оценке экологического состояния речных систем по гидрохимическим и гидробиологическим показателям // Изв. Самар. НЦ РАН. 2000. Т. 2, № 2. С. 233–244.

Новиков Ю. В., Плитман С. И. Оценка качества воды по комплексным показателям // Гигиена и санитария. 1984. № 11. С. 7–11.

Фруммин Г. Т., Баркан Л. В. Комплексная оценка загрязненности Ладожского озера по гидрохимическим показателям // Водн. ресурсы. 1997. Т. 24, № 1. С. 315–319.

ОЦЕНКА ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ р. ПОГИБЛИЦА С ПОМОЩЬЮ РАЗРАБОТАННОГО ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОДХОДА

С. А. Мальцева¹, В. Ю. Охалкина², Л. В. Кондакова², Т. Я. Ашихмина³

¹ *Региональный центр государственного экологического контроля и мониторинга по Кировской области, ecologsveta@yandex.ru,*

² *Вятский государственный гуманитарный университет, verona2205@mail.ru,*

³ *Лаборатория биомониторинга Института биологии
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ*

Предложен интегральный показатель токсичности (B_{\max}) проб природной воды и донных отложений, который дает возможность определить класс экотоксикологического состояния водного объекта и ранжировать уровни антропогенных нагрузок на экосистему.

С использованием указанного подхода проводилась оценка экотоксикологического состояния р. Погиблицы, являющейся водоприемником хозяйственно-бытовых сточных вод с очистных сооружений пгт. Мирный и находящейся в зоне защитных мероприятий объекта по уничтожению химического оружия «Марадыковский». Отбор и обработку материала проводили по прописи нормативных документов (ГОСТ 17.1.5.05-85, ГОСТ 17.1.5.01-80, ГОСТ 17.1.5.04-81, ГОСТ Р 52592-2000). Химико-аналитические исследования проб природных вод и донных отложений р. Погиблицы выполнялись в аккредитованной лаборатории

РЦГЭКиМ по Кировской области. Для экотоксикологической оценки соответствующих проб применялись принятые (Жмур, Орлова, 2007) и оптимизированные авторами (Мальцева, Охапкина, 2010) методики биотестирования с использованием тест-объектов *Ceriodaphnia affinis* Lill. и *Scenedesmus quadricauda* (Turp) Vreb.

В соответствии с принятой методикой эксперименты по определению смертности и изменения плодовитости рачков *C. affinis* в исследуемой среде, по сравнению с контрольной выборкой, в чистой воде проводились на уровне организма в 10 параллельных сериях в двух повторностях. Молодь третьего поколения рачков возраста не более 24 ч помещалась по одной в 15 мл исследуемой воды. Плотность суспензии водорослей *S. quadricauda*, используемой для ежедневного кормления рачков, составляла 2–3 млн. кл·мл⁻¹.

Согласно оптимизированной методике, опыты с *C. affinis* проводились на популяционном уровне в двух повторностях. Молодь более чувствительного пятого поколения рачков возраста не более 24 ч помещалась по 10 экземпляров в 150 мл исследуемой воды.

Тестирование осуществлялось при температуре от 19 до 24 °С, освещенности 900 лк и световом периоде длительностью 16 ч. Для культивирования рачков использовалась питьевая дехлорированная вода с содержанием кислорода не менее 4 мг·л⁻¹, величиной показателя рН от 7,0 до 8,5 ед. рН и общей жесткостью 2,0–4,0 мг экв·л⁻¹.

В соответствии с принятой методикой, эксперименты по оценке изменения роста численности водорослей *S. quadricauda* в исследуемой среде, по сравнению с контрольной культурой, в чистой воде проводились в двух повторностях. Биотестирование осуществлялось в климатостате с постоянной температурой 25 °С, освещенностью 8000 лк и световым периодом длительностью 24 ч. Использовалась культура, находящаяся в экспоненциальной стадии роста (3–5 сут после пересева), когда все клетки сохраняют высокую физиологическую активность. Плотность исходного инокулята составляла 35 тыс. кл·мл⁻¹. Количество клеток водорослей определялось методом прямого счета в камере Горяева под микроскопом в четырехкратной повторности.

Согласно оптимизированной методике, биотестирования контрольная культура *S. quadricauda* была стандартизована по скорости роста, которая должна составлять не менее 1,43 сут⁻¹. Для достижения указанной скорости роста был модифицирован компонентный состав питательной среды Успенского, а в качестве стимулятора роста дополнительно введен донный экстракт в соотношении 1:10.

Экотоксикологическую оценку водной вытяжки из донных отложений осуществляли с помощью тест-объекта *S. quadricauda*. Непригодность использования для этой цели *C. affinis* связано с засорением фильтровального аппарата рачков взвесями вытяжки, приводящим к их гибели, в связи с чем рачки изучались по методу микрокосм. При статистической обработке данных рассчитывали среднее арифметическое, среднее квадратическое отклонение, ошибку среднего арифметического, показатель достоверности различий двух сравниваемых величин. Рассчитанный показатель достоверности сравнивался с критерием Стьюдента ($P=0,05$).

В табл. 1 представлены результаты химико-аналитических исследований проб природных вод и донных отложений р. Погиблицы, на основании которых можно заключить о присутствии специфических загрязняющих веществ (сульфаты, фосфаты, общий фосфор, мышьяк) как в пределах предельно-допустимых концентраций или фоновых показателей, так и в количестве, превышающем эти значения. Следует отметить, что в пробах природной воды р. Погиблицы, еще до начала действия объекта по уничтожению химического оружия и по настоящее время, обнаруживается повышенное содержание железа растворенного, нитритов, ионов аммония, биологическое потребление кислорода (БПК) и химическое потребление кислорода (ХПК), что свидетельствует о воздействии на данный водоем комплекса техногенных источников, в том числе и населенного пункта пгт. Мирный (Мамаева, Ашихмина, 2010).

Таблица 1

**Химико-аналитическая характеристика
природных вод и донных отложений р. Погиблицы**

Определяемый показатель, единица измерения	Природная вода		Донные отложения	
	Полученная величина 2010 г.	ПДК _{рх} (фоновый показатель)	Полученная величина 2010 г.	Фоновый показатель
Водородный показатель (ед. рН)	8,000±0,200	6,500–8,500	6,600±0,200	–
Содержание сульфатов, мг·мл ⁻¹	42,000±8,000	500,000	–	–
Содержание фосфатов, мг·мл ⁻¹	0,760±0,070	0,610	–	–
Содержание общего фосфора, мг·мл ⁻¹	0,240±0,060	–	0,950±0,160	Менее 0,200
Содержание фторид-ионов, мг·мл ⁻¹	Менее 0,500	0,750	–	–
Содержание мышьяка, мг·мл ⁻¹	Менее 0,002	0,05	0,370±0,110	Менее 0,500

Примечание – «–» – определения не проводились.

В табл. 2 представлены результаты биотестирования проб природной воды р. Погиблицы согласно принятым методикам, которые свидетельствуют об их стимулирующем действии на тест-объекты. Полученная информация недостаточна для заключения о экотоксикологическом статусе водного объекта, так как не учитывает состояние донных отложений.

В то же время результаты оценки состояния р. Погиблицы по оптимизированным методикам, представленные в табл. 3, дают возможность заключить, что экотоксикологический статус водного объекта является критическим. Для определения класса состояния р. Погиблицы использовали разработанный авторами интегральный подход.

Таблица 2

**Экотоксикологическая оценка состояния р. Погиблицы
с помощью принятых методик биотестирования**

Тест-объект	Контролируемый показатель, единица измерения	Значение контролируемого показателя в природных средах		Заключение об экотоксикологическом статусе водного объекта
		природной воде	донных отложениях	
<i>S. quadricauda</i>	Коэффициент прироста, отклонение на 3 сут наблюдения (f =2,00, t _{CT} =4,30)	Статистически достоверная стимуляция (5,00>4,30)	Определения не возможны	Невозможно, так как принятые методики не распространяются на оценку токсичности проб донных отложений
<i>C. affinis</i>	Плодовитость, отклонение на 7 сут наблюдения (f =28,00, t _{CT} =2,05)	Статистически достоверная стимуляция (4,50>2,05)	Определения не возможны	

Таблица 3

**Экотоксикологическая оценка состояния р. Погиблицы
с помощью оптимизированных методик биотестирования**

Тест-объект	Контролируемый показатель, единица измерения	Значение контролируемого показателя в природных средах		Заключение об экотоксикологическом статусе водного объекта
		природной воде	донных отложениях	
<i>S. quadricauda</i>	Коэффициент прироста, отклонение на 3 сут наблюдения (f =2,00, t _{CT} =4,30)	Незначительная стимуляция (0,09<4,30)	Незначительное подавление (1,10<4,30)	2 класс состояния – критический (пробы токсичные)
<i>C. affinis</i>	Плодовитость, отклонение на 7 сут наблюдения (f =28,00, t _{CT} =2,05)	Статистически достоверное подавление (7,60>4,30)	Статистически достоверное подавление (45,00>4,30)	

На первом этапе, в соответствии с разработанным методическим подходом, определили интегральный показатель токсичности B_{max} проб природных вод и донных отложений, который в обоих случаях составил 3. На втором этапе с помощью таблицы для ранжирования показателей установили 2 класс экотоксикологического состояния водного объекта.

Литература

ГОСТ Р 52592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб. Введ. 2001-01-01. М.: Изд-во стандартов, 2000. 7 с.

Жмур Н. С., Орлова Т. Л. Методика определения токсичности вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по изменению уровня флуоресценции хлорофилла и численности клеток водорослей (ФР.1.39.2007.03223). М.: АКВАРОС, 2007. 48 с.

Жмур Н. С. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости цериодафний (ФР.1.39.2007.03221). М.: АКВАРОС, 2007. 56 с.

Мальцева С. А., Охупкина В. Ю. Экспериментальное обоснование условий биотестирования многокомпонентных природных сред // Экология родного края – проблемы и пути их ре-

шения. Матер. Всерос. науч.-практ. конф. молодежи 26–27 апреля 2010 г. Киров: ООО «Лобань», 2010. С. 90–92.

Мамаева Ю. И., Ашихмина Т. Я. Изучение воздействия объекта хранения и уничтожения химического оружия «Марадыковский» Кировской области на природные воды в районе санитарно-защитной зоны и зоны защитных мероприятий // Теоретическая и прикладная экология, 2010. № 2. С. 36–44.

ГОСТ 17.1.5.01-80. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность. Введ. 1982–01–01. М.: Изд-во стандартов, 1980. 5 с.

ГОСТ 17.1.5.04-81. Охрана природы. Гидросфера. Приборы и устройства для отбора, первичной обработки и хранения проб природных вод. Общие технические условия. Введ. 1984–01–01. М.: Изд-во стандартов, 1981. 7 с.

ГОСТ 17.1.5.05-85. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков. Введ. 1986–07–01. М.: Изд-во стандартов, 1985. 11 с.

ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СНЕЖНОГО ПОКРОВА г. КИРОВА

А. С. Мельникова, Л. В. Кондакова

*Вятский государственный гуманитарный университет,
kaf_eco.vshu.kirov.ru*

Городская среда является специфическим образованием, возникшим в результате взаимодействия существовавших ранее природных ландшафтов и городской структуры. Развитие городов преобразует естественный ландшафт, приводя к формированию урбанизированных экосистем. В результате процессов формирования и развития города в значительной степени изменяется состояние атмосферного воздуха и природных вод, происходят микроклиматические изменения, место естественных почв формируются специфические образования – урбаноземы.

Одним из методов экологической оценки состояния среды является биотестирование, позволяющее с большой степенью достоверности определить степень токсичности среды и выявить воздействие на организм стрессирующих факторов, приводящих к отклонениям от нормального строения различных морфологических признаков (Биологический контроль ..., 2008).

Изучение экологического состояния воздуха проводится по исследованию снежного покрова, который является идеальной депонирующей средой.

Цель работы: провести экотоксикологическую оценку снежного покрова г. Кирова методом биотестирования с использованием *Lepidium sativum*.

В марте 2011 г. были отобраны 5 проб снежного покрова на участках г. Кирова: с транспортной нагрузкой (проба № 7, район железнодорожного вокзала); в районе промышленного предприятия (проба № 14, ОАО «Шинный комплекс «Амтел-Поволжье»); селитебная зона (проба № 9, двор по ул. Карла Либкнехта 146); рекреационная зона (проба № 10, парк им. Ю.А. Гагарина и № 5 дендропарк лесоводов). Отбор проб снега производился по нормативным документам МР 5174-90 и РД 52.04.186-89.

Lepidium sativum является стандартным объектом биотестирования (Зейферт, 2010), он обладает повышенной чувствительностью к загрязнению почвы тяжелыми металлами, а также к загрязнению воздуха газообразными выбросами автотранспорта. Этот биоиндикатор отличается быстрым прорастанием семян и почти стопроцентной всхожестью, которая заметно уменьшается в присутствии загрязнителей. Побеги и корни этого растения под действием загрязнителей могут подвергнуться заметным морфологическим изменениям (задержка роста и искривление побегов, уменьшение длины и массы корней, числа и массы семян).

В образцах снеговой воды определяли рН потенциометрическим методом, содержание тяжелых металлов (Pb, Cd, Fe) – атомно-адсорбционной спектрофотометрии, относительную токсичность – биотестирование на семенах *Lepidium sativum*. У *Lepidium sativum* определяли энергию прорастания семян и всхожесть по ГОСТ 12038-84, высоту и качество проростков, длину корней. Математико-статистический анализ исходных данных производился в Excel и включал расчет основных статистических параметров: длины корней и длины побега на 3 и 7 сутки.

Результаты исследования. Проведен химический анализ проб снега. Содержание тяжелых металлов в пробах сравнивалось с ПДК в ГН 2.1.5.2280-07.

Таблица 1

Кислотность и содержание тяжелых металлов в снеговой воде

Участок	Pb ПДК =0,01, класс опасности 2	Cd ПДК=0,001, класс опасности 2	Fe ПДК=0,3, класс опасности 3	pH
№ 7	0,012±0,004	0,003±0,0008	0,267±0,128	6,52±0,2
№ 9	0,026±0,008	0,002±0,0006	0,155±0,074	6,36±0,2
№ 10	0,021±0,007	0,003±0,0008	0,102±0,049	6,06±0,2
№ 14	0,039±0,012	0,004±0,0011	0,126±0,060	6,33±0,2
№ 15	0,036±0,011	0,002±0,0006	0,000	6,36±0,2

Во всех пробах наблюдалось превышение ПДК по свинцу и по кадмию в 1–4 раза. Наиболее загрязнена проба №14 – в ней обнаружено превышение ПДК свинца и кадмия в 4 раза.

На исследованных участках по всхожести семян кресс-салата установлено отсутствие токсичности. Процент всхожести семян кресс-салата составил 97 – 98%.

Развитие проростков в последующие дни выявило различие в изучаемых пробах (табл. 2). На 3 сутки наилучшее развитие корневой системы было в рекреационной зоне – пробы № 10 и 15. Слабое развитие корней проростков наблюдали в транспортной и промышленной зонах. Наблюдали различия в развитии побегов: наилучший рост и жизненное состояние на 3 сутки эксперимента в варианте № 15, угнетение развития отмечалось в пробе № 7. На 7 сутки эксперимента отмечены морфологические различия проростков. В вариантах № 15 и № 10 сохранялось хорошее развитие корневой системы и её угнетение в других вариантах. Длина побегов мало различалась по размерам, но имела разное жизненное состояние. У проростков в варианте №15 побеги были крепкие и зеленые, в вариантах № 7 и № 14 побеги были слабыми, и растения погибли на 10 день.

Развитие проростков кресс-салата

Участок	Изменения длины корней и побега кресс-салата, мм			
	3 сутки		7 сутки	
	Корень	Побег	Корень	Побег
№ 7	33,68±1,59	17,77±0,43	34,38±3,13	28,63±1,57
№ 9	45,58±2,34	20,42±0,63	126,94±5,32	27,52±0,97
№ 10	53,67±1,99	19,87±0,73	135,5±6,97	27,95±1,30
№ 14	36,18±2,79	20,8±0,82	118,98±6,83	27,13±1,03
№ 15	51,06±1,90	23,07±0,62	143,33±4,70	28,31±0,76

Выводы. 1. Химический анализ проб снеговой воды выявляет её загрязнение тяжелыми металлами (Pb, Cd), содержание которых превышало ПДК в 1–4 раза.

2. Тестирование по определению всхожести семян *Lepidium sativum* свидетельствует об отсутствии токсичности в изучаемых пробах. Процент всхожести семян составил 97–98%.

3. Тестирование по развитию проростков выявило разную реакцию растений *Lepidium sativum* на качество снеговой воды. Хорошее развитие проростков отмечалось в пробах снега с рекреационной зоны г. Кирова (№ 10 и 15), угнетение и гибель проростков наблюдали в пробах снега с автотранспортной нагрузкой и с промышленной зоны.

Литература

Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / О. П. Мелехова, Е. И. Сарапулыдева, Т. И. Евсеева и др.; под ред. О. П. Мелеховой и Е. И. Сарапульцевой. 2-е изд., испр. М.: Издательский центр «Академия», 2008. 288 с.

Зейферт Д. В. Использование кресс-салата как тест-объекта для оценки токсичности природных и сточных вод Стерлитамакского промузла // Башкирский экологический Вестник, 2010. № 2. С. 39–50.

«Методическими рекомендациями по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве» № 5174-90.

ГОСТ 12039 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. М.: Издательство стандартов, 1985.

РД 52.04.186-89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы // Справочно-правовая система «КонсультантПлюс».

ГН 2.1.5.2280-07. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования // Справочно-правовая система «КонсультантПлюс».

ПАЛЕОЛИМНОЛОГИЧЕСКАЯ БАЗА ДАННЫХ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ ОЗЕРНЫХ СИСТЕМ РУССКОЙ РАВНИНЫ

Л. С. Сырых

Российский государственный педагогический университет

имени А. И. Герцена, lyudmila_syryh@mail.ru

Озера, благодаря своим физико-химическим и биологическим особенностям, являются уникальными чувствительными индикаторами и регистраторами человеческой и природной деятельности в пределах водосборного бассейна. Вместе с тем, они являются наиболее хрупкими и уязвимыми водными системами. Экологическое состояние озерных систем определяется как поступающими извне, с территории их бассейнов, веществами (органические и минеральные осадки, взвеси, различные растворы), так и веществами, которые образуются внутри в самом водоеме. Баланс лимнических экосистем достаточно легко можно вывести из состояния равновесия внешним воздействием. В густонаселенных или промышленных районах человеческая деятельность значительно ускоряет процессы снижения качества воды и поверхностного слоя их отложений.

В пределах Русской равнины располагается огромное количество озер и водохранилищ. При этом, их распространение по территории равнины достаточно неравномерно. Среди «озерных» территорий особенно выделяется северо-западная часть Русской равнины (Ленинградская, Новгородская, Псковская области). Вся территория Русской равнины достаточно плотно заселена и отличается активным промышленным использованием. Здесь встречаются практически все виды хозяйственной деятельности человека: от добычи полезных ископаемых до распашки земель под сельскохозяйственные угодья, и, как следствие, территория Русской равнины подвержена значительной антропогенной нагрузке, что отражается на экологическом состоянии озер.

В связи с этим на сегодняшний день остается актуальной проблема мониторинга озерных экосистем Русской равнины. Изучение озер и управление их водными ресурсами требует комплексного подхода, который включает в себя физические, химические, биологические и социальные исследования. Эффективная политика развития и процесс принятия решений для экологического мониторинга озер должны базироваться на текущих, достоверных данных и информации о современном их состоянии. Разрабатывая и внедряя качественные правила наблюдения и управления для конкретных озер, необходимо, чтобы проводился систематический мониторинг и оценка природных и социоэкономических условий. Также существует необходимость уделять внимание качеству и значимости данных и информации, используемой для этих целей.

Проведение мониторинга состояния лимнологических объектов территории Русской равнины может быть достаточно упрощено при наличии достоверных данных, представляющих собой единый массив систематизированных данных. Поскольку на сегодняшний день сведения об озерах, многие из которых остаются слабо изученными, не обобщены и представлены в немногочисленных разобщен-

ных литературных источниках, создание своего рода базы данных по озерам актуально.

Назвать точное число даже достаточно крупных озер Русской равнины не представляется возможным. В частности – по причине отсутствия данных по кадастру озер. Сведения об озерах и водохранилищах, многие из которых остаются мало изученными, не обобщены и представлены в немногочисленных разобренных литературных источниках.

Достаточно подробно представлен лимнологический кадастр, созданный для территорий республики Карелия, Мурманской, Псковской, Ленинградской областей, составлен кадастр водных объектов г. Казань. В то же время ряд территорий нуждается в детальном лимнологическом исследовании (например, Новгородская и Кировская области).

Наличие единой обширной базы данных об озерах будет содержать большой объем информации: местоположение, общее описание озера, физические размеры, физико-географические особенности, качество воды озера, донные отложения, биологические особенности, социально-экономические условия, использование озера, ухудшение качества воды, очистка сточных вод, работы по рациональному использованию и охране озера (законодательные акты и нормы по охране). Это облегчит исследование озер, сделает возможным проводить оценку состояния озера на расстоянии. Анализ такой базы даст материал для прогнозирования возможных изменений состояния водоема под влиянием деятельности человека, следовательно, позволит регулировать интенсивность антропогенной нагрузки в пределах рационального использования водных ресурсов.

Важнейшим аспектом исследования озер является выявление их генезиса, условий их формирования, которые обусловили их дальнейшее развитие. Для выяснения истории развития озер используются геоморфологические данные, а точнее информация о строении донных отложений. Донные осадки озер содержат в себе наиболее значимую информацию о физико-химических условиях, существовавших не только в самих озерах, но и на их водосборах. Изучение колонок озерных отложений помогает выявить изменение их параметров во времени, а соответственно, и получить сведения о соотношении природных и антропогенных факторов, обуславливающих геохимические особенности донных осадков. Поэтому изучение донных осадков относительно длительно существующих современных водоемов имеет большое значение для решения проблем лимнологии, эволюционной географии, и геоэкологии. Кроме того, на основе полученных данных можно спрогнозировать ход изменений климата в будущем.

С целью систематизации данных о генезисе озер разрабатывается база данных PaleoLake, в которой анализируются сведения об изученных палеолимнологическими методами озерах.

Структура метабазы данных включает в себя следующие категории: наименование озера, географическое положение (географические координаты; регион, в котором озеро расположено), морфометрические показатели (глубина средняя, глубина максимальная, площадь, объем) высота над уровнем моря, происхождение котловины, донные отложения (пробоотбор, тип материала, мощность отложений), виды проводимых с образцами анализов (литологический, диатомовый,

геохимический, спорово-пыльцевой), виды датирования (радиоуглеродный, AMS-спектрометрия и пр.), а также интервал времени осадконакопления). Кроме того, база данных содержит библиографические источники, которые были использованы в работе.

В настоящее время в базе данных представлены сведения об 100 озерах. На данный момент характеристика достаточно малого количества озер имеет информацию обо всех необходимых параметрах. По разным причинам та или иная информация отсутствует (в частности, из-за недостаточной изученности озерных систем).

База данных дополняется новыми сведениями об уже учтенных в ней озерах (по мере поступления), и вносятся данные о других озерах, которые ранее не были представлены. В дальнейшем планируется расширение базы данных и создание на ее основе интерактивной карты-справочника.

Литература

- Баранов И. В. Лимнологические типы озер СССР. Л., Гидрометеиздат, 1962. 276 с.
История озер Восточно-Европейской равнины. Л., 1982. 240 с.
Накопление вещества в озерах / Отв. ред. Л. Л. Россолимо. М., 1964. 273 с.
Россолимо Л. Л. Озерное накопление органического вещества и возможности его типизации // Типология озерного накопления органического вещества. М., 1976. С. 3–10.
Субетто Д. А. Донные отложения озер: палеолимнологические реконструкции. СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2009. 309 с.

ПОЧВЕННОЕ ДЫХАНИЕ КАК ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВ

В. А. Жуйкова, Т. В. Жуйкова

*Нижнетагильская государственная социально-педагогическая академия,
zhujkova.valia@rambler.ru; hbfnt@rambler.ru*

Показателем биологического состояния наземных экосистем может служить эмиссия CO₂. Интенсивность последнего определяется не только факторами среды и типа почв, но и техногенным загрязнением биотопов. Химическое загрязнение – одна из важных причин изменения микробиологического состояния почв (Мотузова, Безуглова, 2007). Возможно, влияние антропогенного фактора на почвенную микробиоту вызывает элиминации наиболее чувствительных видов микроорганизмов. В связи с этим, целью данной работы было определение интенсивности почвенного дыхания для оценки биологической активности почв фоновых и техногенно нарушенных территорий.

Материал и методы. Исследования проведены в одном из крупных промышленных регионов Свердловской области – г. Нижний Тагил в 2011 г. Почвы исследуемых биотопов относятся к дерново-подзолистым (разновидность средний суглинок). На техногенно нарушенных территориях загрязняющие вещества (Zn, Cu, Pb, Cd, Mn, Co, Ni, Cr, Fe) содержатся в токсичных для биоты концентрациях. Общий уровень химического загрязнения исследуемых биотопов, оцененный через индекс суммарной токсической нагрузки (S_i), варьировал от 1 до 30 относи-

тельных единиц (отн. ед.). В соответствии с интегральным показателем загрязнения участки были отнесены к фоновой (1,0 отн. ед.), буферной (3,3–6,19 отн. ед.) и импактной (22,78–30,0 отн. ед.) зонам. Почва для анализа была отобрана одновременно с изъятием образцов с растительными остатками (для последующего определения скорости деструкционных процессов), в разное время – начало мая и начало июля. Всего проанализировано 92 пробы почвы.

Дыхательную активность бактериальных клеток оценивали с помощью респирометра Micro-Oxymax[®] (Columbius Instruments, Ohio, США). Определение проводили во флаконах объемом 250 мл, содержащих 5 г почвы, смоченной 3 мл дистиллированной водой, в течение 24 ч при комнатной температуре. Интервал измерений составлял 0,42 ч. В качестве контроля использовали модельную почву. В состав последней входили три почвенные фракции (глина, песок, торф), предварительно высушенные до абсолютно-сухого состояния (при 105 °С в течение трех часов) и просеянные через сито ($d_{\text{пор}} = 0,5$ мм). Основные физико-химические характеристики модельной почвы: состав – песок – 50%, глина – 30%, торф – 20%; плотность – 1,41 г/см³; относительная влажность – 20,3±0,53%; pH – 5,9±0,1; сумма водорастворимых веществ – 0,27±0,004 г/100 г почвы (Костина, 2010).

Статистический анализ результатов проведен с использованием стандартных методов описательной статистики с вычислением среднего арифметического (M) и его ошибки (m). Значимость отдельных факторов и оценку доли их влияния в общей изменчивости оценивали двухфакторным дисперсионным анализом. Множественные сравнения проведены S -методом Шеффе (Глас, Стенли, 1976). Статистический анализ выполнен в ПСП Statistica-6.0 (StatSoft, Inc. 1984–2001).

Результаты и их обсуждение. С точки зрения Д. А. Криволицкого (1985), в качестве интегрального показателя биологической активности почв в условиях химического загрязнения может выступать «почвенное дыхание» – количество выделяемого с единицы поверхности CO₂. На рис. представлено общее кумулятивное выделение CO₂ в биотопах с разным уровнем загрязнения и в разные периоды извлечения почвенного материала.

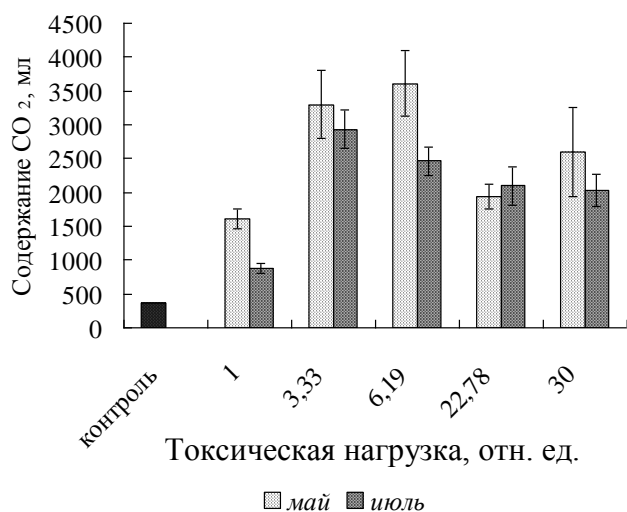


Рис. Характеристика интенсивности выделения CO₂ в градиенте токсической нагрузки

Наибольшее количество выделяемого из почвы углекислого газа отмечено на участках буферной и импактной зон (655,70–3611,04 мл). Не установлено линейной зависимости исследуемого показателя от уровня загрязнения почвы. Так, максимальная интенсивность почвенного дыхания характерна для участков со средним уровнем загрязнения. Дальнейший рост токсической нагрузки приводит к снижению показателя в два раза. Методом множественных сравнений Шеффе проведено сравнение интенсивности почвенного дыхания на участке фоновой зоны с таковой в остальных биотопах. Установлены, что независимо от периода наблюдения различия между сравниваемыми группами статистически значимы (май: $F = 75,20$; $df = 4; 11$; $p < 0,001$; июль: $F = 122,01$; $df = 4; 11$; $p < 0,001$). Кроме того, для весеннего периода характерна интенсификация процессов дыхания (табл. 1), что может быть связано с повышенным увлажнением почвенного профиля после снеготаяния в апреле месяце, благоприятно влияющего на активность микробиоты.

Интенсивность выделения углекислого газа из почвы под исследуемыми агроботаническими группами в фоновой зоне меньше, чем на загрязненных участках, независимо от времени изъятия материала.

Методом двухфакторного дисперсионного анализа, в котором в качестве действующих на признак факторов выступали время изъятия материала (период), токсическая нагрузка на участках, подтверждены статистически значимые различия в интенсивности почвенного дыхания на разных по уровню загрязнения участках (табл. 1).

Таблица 1

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа различий в эмиссии CO_2 под разными агроботаническими группами в градиенте загрязнения

Фактор	df	F	p	Доля влияния фактора, %
бобовые				
Период	1; 736	0,210	0,65	22,0
Токсическая нагрузка	4; 736	51,58	$\ll 0,001$	21,6
злаки				
Период	1; 707	18,13	$< 0,001$	18,4
Токсическая нагрузка	4; 707	47,90	$\ll 0,001$	19,4
разнотравье				
Период	1 ; 803	47,77	$\ll 0,001$	47,4
Токсическая нагрузка	4 ; 803	38,96	$\ll 0,001$	15,5

Установлены статистически значимые различия в интенсивности почвенного дыхания в разные периоды изъятия материала для агроботанических групп: злаки и разнотравье ($F = 18,13$ и $F = 47,77$). Вклад фактора «период изъятия материала» в общую изменчивость признака составил: 18,4% и 47,4%. Для агроботанической группы бобовые статистически значимой зависимости между исследуемым признаком не выявлено, при этом вклад фактора в общую изменчивость признака составил 22,0%.

Кроме того, установлены статистически значимые различия между эмиссией углекислого газа и уровнем химического загрязнения на исследуемых участках для сравниваемых групп. Вклад фактора «токсическая нагрузка» в общую измен-

чивость признака составляет – 21,6%, 19,4% и 15,5% (бобовые, злаки, разнотравье соответственно).

Проведено сравнение интенсивности выделения CO_2 на участках, подверженных разному по уровню химического загрязнения с модельной почвой, выступающей в качестве контроля. Интенсивность почвенного дыхания в контрольных вариантах меньше, чем в опытных: в 2–7 (фон), в 7–16 (буфер) и 5–11 (импакт) раз. Последнее свидетельствует о возможной микробиологической активности почв, наиболее выраженной на участках буферной зоны.

Проведен анализ эмиссии CO_2 из почвы под разными агроботаническими группами. Установлено, что показатель зависит от состава разлагаемого субстрата (табл. 2). Кроме того, выявлены различия в почвенном дыхании под разными агроботаническими группами в мае и июле месяце. Так, на участках с токсической нагрузкой 3,33, 6,19 и 30,0 отн. ед. исследуемый показатель в начале мая выше, чем в начале июля. Значимость различий подтверждена двухфакторным дисперсионным анализом (фактор – период наблюдения (табл. 2)). На остальных территориях различия в данном показателе между периодами статистически незначимы.

Таблица 2

**Результаты двухфакторного дисперсионного анализа различий
в эмиссии CO_2 из почвы под разными агроботаническими группами
в градиенте загрязнения**

Фактор	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	Доля влияния фактора, %
1,00 отн. ед.				
Период	1; 490	68,45	<< 0,001	11,1
Агроботанические группы	2; 490	20,58	<< 0,001	6,6
3,33 отн. ед.				
Период	1; 472	0,12	0,73	24
Агроботанические группы	2; 490	3,66	0,03	–
6,19 отн. ед.				
Период	1; 363	21,39	<< 0,001	5,0
Агроботанические группы	2; 363	5,69	<< 0,001	2,8
22,78 отн. ед.				
Период	1; 444	0,65	0,42	0,01
Агроботанические группы	2; 444	48,53	<< 0,001	17,6
30,0 отн. ед.				
Период	1; 502	13,48	< 0,001	2,5
Агроботанические группы	2; 502	4,59	< 0,01	0,17

Таким образом, интенсивность выделения углекислого газа может служить одним из показателей для оценки биологической активности почв. Эмиссия CO_2 значимо выше в почвах луговых сообществ, испытывающих сильное техногенное воздействие, чем на фоновом. Возможно, в микробоценозах техногенно нарушен-

ных биотопов активизируются процессы жизнедеятельности оставшейся немногочисленной, но наиболее устойчивой к токсикантам группы микробиоты.

Работа выполнена по тематическому плану научно-исследовательских работ Нижнетагильской государственной социально-педагогической академии (задание Минобрнауки РФ в 2008–2011 гг., № гос. регистрации 1.1.08.), гранту РФФИ (проект № 10-04-00146-а).

Литература

Гласс Дж. Статистические методы в педагогике и психологии / Дж. Гласс, Дж. Стенли. М.: Прогресс, 1976. 495 с.

Костина Л. В. Аккумуляция солей тяжелых металлов клетками актинобактерий и использование *Rodococcus*-биосульфатантов для мобилизации и извлечения тяжелых металлов из нефтезагрязненной почвы: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Пермь. 2010. 30 с.

Криволицкий Д. А. Действие нейронного и гамма-излучения на животных – обитателей почвы и подстилки. В кн.: Проблемы антропогенного действия на окружающую среду. М., 1985. С. 18–23.

Мотузова Г. В., Безуглова О. С. Экологический мониторинг почв: учебник / Г. В. Мотузова, О. С. Безуглова. М.: Академический Проект; Гаудеамус. 2007. С. 237.

Помазкина Л. В. Устойчивость агроэкосистем к техногенному загрязнению фторидами / Л. В. Помазкина, Л. Г. Котова, Е. В. Лубнина и др. Иркутск: ИГ СО РАН, 2004. 225.

Помазкина Л. В., Соколова Л. Г., Звягинцева Н. Н. Мониторинг трансформации углерода в агроэкосистемах Байкальского региона в зависимости от загрязнения почв фторидами алюминиевого производства и климатических условий // Известия самарского научного центра Российской академии наук. 2010. Т. 12. № 1(4). С 1049–1054.

ВЛИЯНИЕ ФТОРИДА НАТРИЯ НА ИНТЕГРАЛЬНУЮ ТОКСИЧНОСТЬ ПОЧВ В МОДЕЛЬНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

А. С. Олькова¹, Ю. Н. Некрасова², Е. В. Дабах^{1,3,4}

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет, ecolab@vshu.kirov.ru,*

² *Региональный Центр государственного экологического контроля и мониторинга по Кировской области,*

³ *Вятская государственная сельскохозяйственная академия,*

⁴ *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН*

Загрязнение почв, определяемое с помощью химических методов, оцениваемое по существующим нормативам (ПДК, ОДК), а также по сравнению с фоновыми значениями, не всегда вызывает отклик у живых организмов. Это вызвано как способностью почв нейтрализовать воздействие загрязняющих веществ, так и специфическими реакциями разных организмов, существование у них механизмов адаптации и восстановления. В связи с этим для определения токсичности почв используют совокупность методов, оценивая реакции биологических объектов разных систематических групп. Токсичность определяется по наиболее чувствительному тест-объекту.

Известно, что фтор оказывает токсическое действие на состояние микробного комплекса (Кремленкова, Гапонюк, 1984). Согласно ГОСТ 17.4.1.02-83, он

относится к первому классу опасности, является токсичным элементом (ГОСТ 17.4.1.02-83).

В Кировской области техногенными источниками поступления в окружающую среду соединений фтора являются такие предприятия, как завод полимеров (г. Кирово-Чепецк), производящий до 90% от общего объема фторполимеров в России, и, объект по уничтожению химического оружия в Оричевском районе, на котором уничтожаются фторфосфорсодержащие отравляющие вещества.

Реакция бактерий тест-системы «Эколюм», тест-объектов *Paramecium caudatum*, *Daphnia magna* на загрязнение фторид-ионами не изучена.

Целью работы является оценка влияния фторида натрия на интегральную токсичность почв в модельном эксперименте.

В лабораторных условиях проводился модельный эксперимент по влиянию фторида натрия на токсикологические свойства почвы. Для эксперимента были отобраны смешанные образцы из пахотного горизонта дерново-подзолистой почвы. Подобные почвы распространены на пахотных угодьях Кировской области. Свойства почв – содержание гумуса – 2,3%, близкая к нейтральной реакция среды (рН 6,6), среднесуглинистый гранулометрический состав – позволяют оценивать их буферную способность и устойчивость к загрязнению довольно высокими.

Фторид натрия вносили в почву в виде раствора в количествах, соответствующих 100, 150, 200, 250, 300, 350 ПДК водорастворимой формы (10 мг/кг) (Гигиенические нормативы ...). Почвы экспонировали в контейнерах 30 суток при комнатной температуре и постоянной влажности.

В качестве тест-объектов были выбраны организмы разных трофических групп: бактерии (люминесцентный штамм *Escherichia coli*), простейшие (*Paramecium caudatum*) и низшие ракообразные (*Daphnia magna*), что дало возможность изучать отклик биотестов разных уровней организации жизни (ПНД Ф Т ..., 2010; ФР.1.39.2007 ...; ФР.1.31.2005...).

Выбранные тест-организмы по-разному реагировали на загрязнение почв фторидами. Результаты отражены в табл.

Дозы фторида натрия, действие которых изучалось в эксперименте с почвами, были предварительно протестированы в водных растворах. Эксперимент проводился с использованием тест-системы «Эколюм» и инфузорий. Концентрации водных растворов соответствовали вариантам опыта на почвах. При этом исходили из допущения, что вещество, вносимое в почву, полностью перейдет в раствор в процессе приготовления водной вытяжки.

Все модельные растворы оказались высокотоксичными как для бактерий тест-системы «Эколюм», так и для инфузорий.

Для почвенных вытяжек с помощью двух экспресс-методов в интервале загрязнения от 100 до 300 ПДК выявлена закономерная стимуляция тест-функций (биолюминесценции и хемотаксиса), по сравнению с контролем. Согласно используемым методикам, такие пробы следует признать не токсичными, так как критерий стимуляции оцениваемого параметра не предусмотрен.

В исследуемом диапазоне концентраций реакция бактерий выражается только в стимуляции, тогда как инфузории переходят от стимуляции к угнетению в интервале 300–350 ПДК (табл.).

**Результаты биотестирования водных растворов и почвенных вытяжек
при внесении возрастающих доз фторида натрия**

Вариант модельного опыта	Почвенные вытяжки			Водные растворы	
	Бактерии тест- системы «Эколюм»	<i>Paramecium caudatum</i>	<i>Daphnia magna</i>	Бактерии тест- системы «Эколюм»	<i>Paramecium caudatum</i>
Контроль	Проба не токсична	Допустимая степень токсичности	Проба не оказывает острого токсического действия	–	–
100 ПДК	Проба не токсична	Допустимая степень токсичности	Проба не оказывает острого токсического действия	Проба токсична	Проба остро токсична
150 ПДК	Проба не токсична	Допустимая степень токсичности	Проба не оказывает острого токсического действия	Проба токсична	Проба остро токсична
200 ПДК	Проба не токсична	Допустимая степень токсичности	Проба не оказывает острого токсического действия	Проба токсична	Проба остро токсична
250 ПДК	Проба не токсична	Допустимая степень токсичности	Проба не оказывает острого токсического действия	Проба токсична	Проба остро токсична
300 ПДК	Проба не токсична	Допустимая степень токсичности	Проба не оказывает острого токсического действия	Проба токсична	Проба остро токсична
350 ПДК	Проба не токсична	Проба остро токсична*	Проба остро токсична	Проба токсична	Проба остро токсична

Примечание: * – проба разбавлена в 2 раза

Острое токсическое действие для тест-объекта *Daphnia magna* проявляется только в варианте 350 ПДК. За четверо суток угнетение организмов не привело к гибели, однако во всем диапазоне исследуемых концентраций наблюдалось уменьшение размеров особей, по сравнению с контролем, понижение двигательной активности, снижение пищевой активности.

Известно, что влияние многих загрязняющих веществ проявляется до определенного порога в стимуляции как тест-функций, так и продуктивности целых экосистем, и только при повышении дозы начинается угнетение (Марфенина, 1991).

Таким образом, почвы обладают значительной буферностью по отношению к фториду натрия. Все модельные водные растворы оказались высокотоксичными для бактерий тест-системы «Эколюм» и инфузорий, токсичность водных вытяжек из почв проявляется лишь при очень высоких дозах внесения фторида натрия, соответствующих 350 ПДК. Наиболее чувствительным тест-объектом для дерново-подзолистых почв при внесении фторида натрия является *Paramecium caudatum*.

Литература

Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве».

ГОСТ 17.4.1.02-83 «Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения» Госстандарт, М.

Кремленкова Н. П., Гапонюк Э. И. Изменение состава гумуса и ферментативной активности почв под влиянием фторида натрия // Почвоведение. 1984. № 11. С. 73–77.

Марфенина О. Е. Микробиологические аспекты охраны почв. М.: Изд-во МГУ, 1991. 118 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 биолюминесценции тест-системой «Эколюм». 2010.

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

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.

ОЦЕНКА БИТОКСИЧНОСТИ АЗОТ-, ФОСФОРСОДЕРЖАЩИХ ДЕЗИНФЕКТАНТОВ-ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ

А. А. Исламутдинова, А. П. Голощанов, А. М. Мунасыпов
Уфимский государственный нефтяной технический университет,
arg1960@yandex.ru

Современные дезинфицирующие средства и ингибиторы коррозии должны быть высоко эффективными, обладающими пролонгированным периодом действия, стабильностью характеристик при хранении, широким спектром областей применения. Необходимо также учесть такие параметры как доступность и стоимость сырья, а также технологичность процесса приготовления.

Нами предложено новое дезинфицирующее средство на основе третичных аминов и солей ортофосфорной кислоты, обладающее свойствами ингибитора коррозии и моющего средства (Исламутдинова, Мунасыпов, 2010). Препарат включает в себя триэтаноламин, ортофосфорную кислоту и растворитель. В табл. 1 приведены физико-химические свойства данного вещества. Перспективность его применения обусловлена его использованием в медицине, в пищевой промышленности и т. д., с учетом снижения негативных воздействий на окружающую среду, по сравнению с другими, используемыми для данных целей, препаратами (например, хлорсодержащими).

Таблица 1

Наименование	Показатель
1. Внешний вид	бесцветная жидкость
2. Растворимость при 30 °С	хорошо растворим в воде
3. Относительная плотность d_f , г/мл	3,895
4. Температура застывания, °С	минус 24
5. pH 1% раствора	5,5–6,5

Для оперативного решения задачи определения токсичности отдельных веществ, вынужденно или преднамеренно вносимых в окружающую среду, широко применяется биотестирование (Филенко, Дмитриева, 1999). С целью предварительной оценки токсичности препарата проводили биотестирование с использованием в качестве тест-объекта семян кресс-салата (*Lepidium sativum*), в соответствии с описанной в работах (Зейферт, 2009; Шунелько, Федорова, 2002) методикой.

При определении класса опасности препарата для окружающей природной среды использовали метод биотестирования водного раствора препарата с применением трех тест-объектов из разных систематических групп: цериодафнии (*Ceriodaphnia affinis*), инфузории (*Paramecium caudatum*) и водоросли (*Scenedesmus quadricauda*) (Приказ МПР России..., 2001). Статистическая обработка проводилась с использованием пакета прикладных программ Statgraphics plus 5.0.

Результаты и обсуждение. Биотестирование на кресс-салате по стандартной методике, в которой оценка ведется лишь по показателю длины корня, показало, что все исследованные растворы препарата с различной концентрацией (в диапазоне от 0 до 0,5%) обладают ингибирующими свойствами на показатели роста и развития растений. При анализе изменений длин стебля, длины всего растения, массы проростков, всхожести семян были в зависимости от концентрации препарата получены регрессионные модели, которые позволили сделать заключение о том, что все растворы ингибировали процессы морфогенеза всех частей растения. Наиболее выраженный токсический эффект препарата наблюдался в отношении показателя длины корня. Приведены графические зависимости всхожести семян, отношения длины корня к длине стебля и массы проростков от концентраций рабочего раствора ингибитора-дезинфектанта. На данных зависимостях цифры 1; 2; 3; 4; 5 соответствуют концентрациям рабочих рас-

творов препарата, равным соответственно 0,1%; 0,2%; 0,3%; 0,4%; 0,5%. Индекс б определяет контроль.

Нами получено уравнение регрессии вида:

$$Y = 68,16 - 140,16 \cdot X$$

$$(r=-0,67; R^2 =0,45; P<0,001),$$

где Y – длина корня в мм; X – раствор препарата в диапазоне концентраций от 0,1 до 0,5 %

По результатам биотестирования сделан вывод о том, что водные растворы синтезированного дезинфектанта-ингибитора коррозии в рабочих концентрациях обладают выраженной фитотоксичностью. Наиболее информативным показателем при оценке токсических свойств разных концентраций препарата является длина корня.

Для определения класса токсичности синтезированного препарата использовали экспериментальный метод отнесения вещества к классу опасности для окружающей природной среды. Эксперимент проводился в аккредитованной лаборатории Стерлитамакского территориального управления Министерства природопользования и экологии Республики Башкортостан. Экспериментальный метод основан на биотестировании водного раствора исследуемого препарата.

Тест-объекты обрабатывали растворами исследуемого препарата с различной концентрацией. Время экспозиции составляло по 48 часов для каждой концентрации. Далее для каждого тест-объекта сравнивали определяемый показатель в зависимости от концентрации раствора исследуемого препарата с соответствующим критерием токсичности и определяли степень токсичности препарата при различных его концентрациях. За окончательный результат приняли класс опасности, выявленный на тест-объекте, проявившем более высокую чувствительность к анализируемому препарату. В данном случае наиболее чувствительным к препарату тест-объектом является *Paramecium caudatum*. Результаты исследований приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты биотестирования препарата экспериментальным методом

Тест-объект	Определяемый показатель	Критерий токсичности	Концентрация препарата, %	Результат анализа	Степень токсичности
<i>Ceriodaphnia affinis</i>	Гибель тест-объекта (А), %	А ≤ 10% не токсично А ≥ 50% – остро токсично	100, 50, 25	А=100%±40	Остро токсично
			...		
			0,4	А=100%±40	Остро токсично
			0,2	А=80%±32	Остро токсично
			0,1	А=10%±4	Не токсично

Продолжение таблицы

Тест-объект	Определяемый показатель	Критерий токсичности	Концентрация препарата, %	Результат анализа	Степень токсичности
<i>Paramecium caudatum</i>	Индекс токсичности (Т), у.е.	0,0 < Т < 0,4 – допустимая степень 0,41 < Т < 0,7 – умеренная степень Т > 0,71 – высокая степень	100	Т > 1,0	Высокая
			0,4	Т=0,54±0,33	Умеренная
			0,2	Т=0,45±0,28	Умеренная
			0,1	Т=0,08±0,05	Допустимая
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	Отклонение количества клеток от контроля (В), %	В ≤ 20,0% – не токсично В ≥ 50% – остро токсично	100	В=100%	Остро токсично
			1,5	В=76,7%	Остро токсично
			0,4	В=73,6%	Остро токсично
			0,2	В=60,0%	Остро токсично
			0,1	В=52,9%	Остро токсично

Класс опасности устанавливали по кратности разведения раствора препарата, при которой не выявлено воздействие на гидробионты в соответствии с диапазонами кратности разведения (Приказ МПР России..., 2001).

По результатам биотестирования сделаны выводы о том, что водные растворы в рабочих концентрациях дезинфектанта-ингибитора коррозии обладают выраженной цитотоксичностью.

На основании проведенного исследования экспериментальным методом можно сделать вывод, что синтезированный дезинфектант-ингибитор коррозии относится к III-му классу опасности.

Литература

Зейферт Д. В. Связь экологической токсичности сточных вод промышленных предприятий с их химическим составом // Экологические нормы и правила, информация. 2009. № 9. С. 40–44.

Исламутдинова А. А., Мунасыпов А. М. Синтез азот-, фосфорсодержащего соединения с дезинфицирующими свойствами // В мире научных открытий. 2010. № 4. С. 21-23.

Приказ МПР России от 15.06.2001 № 511 «Об утверждении критериев отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды».

Филенко О. Ф., Дмитриева А. Г. Биотестирование как способ контроля токсичности загрязняемой водной среды // Приборы и системы управления. 1999. № 1. С. 61–63.

Шунелько Е. В., Федорова А. И. Экологическая оценка городских почв и выявление уровня токсичности тяжелых металлов методом биотестирования // Вестник Воронежского государственного университета. Серия география и геоэкология. 2002. № 1. С. 93–104.

ПЬЕЗОКВАРЦЕВЫЙ ИММУНОСЕНСОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕТРАЦИКЛИНОВ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ

О. В. Воронежцева, С. В. Васильев, Ю. В. Паршин, Т. Н. Ермолаева
Липецкий государственный технический университет,
voronezkaya@mail.ru

Тетрациклины широко применяются в животноводстве как лечебные, так и кормовые антибиотики. Это приводит к накоплению лекарственных препаратов в продуктах питания. ПДК антибиотиков тетрациклинового ряда в мясе крупного рогатого скота и птицы составляет 200 мкг/кг, в молоке – 100 мкг/кг. Кроме того, ограничено содержание окситетрациклина в мясе птицы и креветках – 200 мкг/кг, хлортетрациклина – в яйцах (400 мкг/кг). Запрещено использование продуктов, загрязненных тетрациклином, в детском питании. Снизить риск загрязнения пищевых продуктов антибиотиками можно только при эффективной системе контроля за их содержанием.

Способ иммобилизации биомолекул играет ключевую роль при разработке пьезокварцевого сенсора. Наиболее устойчивые покрытия получают методом ковалентной иммобилизации. Такие способы являются многостадийными и, как правило, включают получение тонкой наноструктурированной подложки с равномерно расположенными активными функциональными группами для присоединения рецепторных биомолекул, прочно связанных с поверхностью золотого электрода. Наиболее часто для модификации электрода применяют электрогенерируемые полимеры или самоорганизующиеся монослои на основе силксана, тиолов (преимущественно линейного строения), закономерности получения которых изучены достаточно подробно (Xueping et al., 2010; Park et al., 2003; Sara et al., 2009). Силксановые покрытия характеризуются высокой массой, что ограничивает диапазон микровзвешивания и приводит к срыву колебаний сенсора. Более емкие слои образуются на основе тиолов с различной протяженностью линкерной ножки и характером терминальных функциональных групп. Отмечено, что наиболее прочные и плотные слои получают с помощью тиолов С9-С11 линейного строения (Smith et al., 2000; Воронежцева и др., 2009), за счет дополнительного поперечного связывания отдельных структур с помощью водородных связей. Плотность монослоя на основе линейных тиолов зависит от длины спейсера, а устойчивая иммобилизация биомолекул от терминальных групп на поверхности монослоя. Однако такой способ приводит к высокой поверхностной плотности антигенных детерминант, что затрудняет их последующее связывание с молекулами антител.

Разработана методика определения препаратов группы тетрациклинов в пищевых продуктах с помощью пьезокварцевого иммуносенсора. Изучены условия образования самоорганизующихся слоев тиолов и оптимизированы условия закрепления на поверхности гаптен-белкового конъюгата. Слои, сформированные на основе тиолов линейного строения (цистамин, 11-меркаптоундеканол), характеризовались относительно невысокой массой (до 40 мкг) и шероховатостью (300 нм). Устойчивость покрытия сохранялась в те-

чение 20 циклов измерения. Подложки на основе индивидуальных гетероциклических тиолов имели высокую массу (167 мкг) и шероховатость (652 нм). Минимальные значения концентрационной чувствительности (3–5 Гц·мл / мкг) свидетельствуют о недостаточной концентрации поверхностных функциональных групп, обеспечивающих связывание с биомолекулами.

Исследованы условия получения смешанных монослоев линейных и гетероциклических тиосоединений, изучено влияние соотношения концентраций растворов тиолов на свойства рецепторных покрытий сенсоров. Установлено снижение шероховатости поверхности (187 нм) относительно монослоев, сформированных с помощью линейных тиолов, связанное с образованием прочно сшитой наноструктурированной поверхности.

Установлена рабочая концентрация специфичных антител, рассчитаны константы аффинности, позволившие выбрать комплементарные пары иммунореагентов. Показано, что максимальную активность проявляют поликлональные антитела An-Tetr (19.04.00), An-TR (13.11.04). Градуировочные графики линейны в диапазоне концентраций 0,01–50 нг/мл, 10–120 нг/мл и 30–250 нг/мл.

Изучено влияние рН, состава и природы водных, водно-органических и органических экстрагентов (ацетонитрила, гексана, дихролэтана, ацетона, метанола) на эффективность экстракционного извлечения тетрациклиновых антибиотиков. Тетрациклины более устойчивы в кислой и нейтральной среде, поэтому извлечение проводили в интервале рН 2,4–8,0. Показано, что для выделения препаратов из пищевых продуктов наиболее эффективно применение фосфатного буферного раствора (рН 7,2), обеспечивающего практически полный перевод тетрациклинов из мяса в экстракт (R=96%). Для извлечения антибиотиков из яиц, креветок оптимальным экстрагентом является ацетонитрил. Для осаждения белковых компонентов в экстракт вводили насыщенный раствор сульфата аммония и отделяли осадок центрифугированием со скоростью 7000 об/мин в течение 8 мин. При определении тетрациклинов в меде и молоке с жирностью менее 2,5% пробы растворяли в бидистиллированной воде и анализировали без предварительной пробоподготовки. К молоку с жирностью свыше 2,5% добавляли метанол для гидролиза жиров.

Разработанные методики апробированы при определении тетрациклинов в пищевых продуктах.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта № 09-03-97566_p_центр_a.

Литература

Воронежцева О. В., Нартова Ю. В., Еремин С. А., Ермолаева Т. Н. Иммунохимические реакции, протекающие на поверхности пьезокварцевого сенсора при определении стрептомицина в пищевых продуктах // Сорбционные и хроматографические процессы, Воронеж, 2009. Т. 9. № 5. С. 694–702.

Park J-W., Kurosowa S., Aizawa H., Wakida S-i., Yamada S., Ishihara K. Comparison of stabilizing effect of stabilizers for immobilized antibodies on QCM immunosensors // Sensors and Actuators B. 2003. V. 91. P. 158–162.

Sara A. DiBenedetto, Antonio Facchetti, Mark A. Ratner, Tobin J. Marks Molecular Self-Assembled Monolayers and Multilayers for Organic and Unconventional Inorganic Thin-Film

Transistor Applications // WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Adv. Mater. 2009. V. 21. P. 1407–1433.

Smith A., Ducey M. W., Meyerhoff M. E. Nature of immobilized antibody linked to thioctic acid treated gold surfaces // Biosensors & Bioelectronics. 2000. V. 15. P. 183–192.

Xueping Ji, Jujie Ren, Ruixing Ni and Xiaohong Liu A stable and controllable Prussian blue layer electrodeposited on self-assembled monolayers for constructing highly sensitive glucose biosensor // Analyst. 2010. V. 135. P. 2092–2098.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СУБСТРАТОВ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Т. С. Павлюк

Тульский государственный университет, chem@tsu.tula.ru

Под воздействием микроорганизмов происходит трансформация гумуса и повышение плодородия почв. Создание условий для интенсификации жизнедеятельности микроорганизмов (МО) в почве интересует многих учёных.

Контролировать микробиологическую активность (МБА) субстратов можно с помощью биологически активного железного электрода (Мелехова, 2002; 2008).

Ранее было изучено методом ионометрии изменение потенциала от времени для цинкового, медного и железного электродов и результаты исследования представлены на рис. 1.

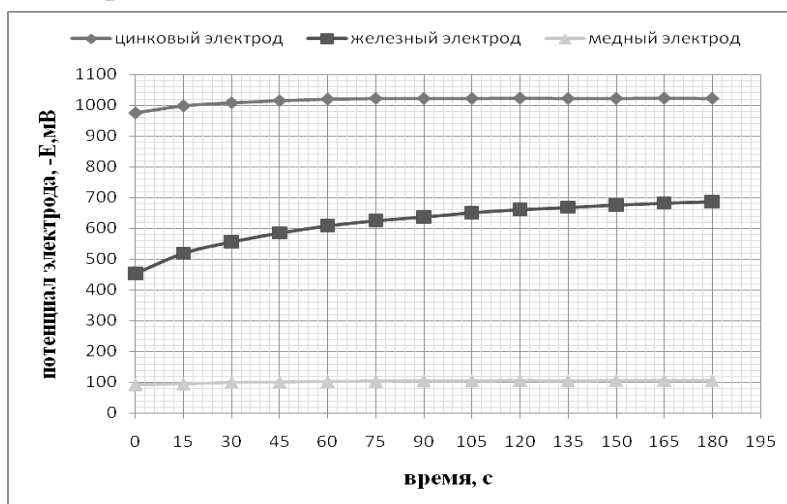


Рис. 1. Изменение во времени электродного потенциала почв на разных электродах сравнения

Из рис. 1 видно, что стационарный потенциал у железа устанавливается за значительно больший промежуток времени (3 минуты), в то время как у цинка и меди – за 50–60 секунд.

Такое поведение разных металлов в почве можно объяснить МБА почв для ионов Fe^{2+} в двойном электрическом слое электрода, а сам же железный электрод можно считать индикаторным к МБА МО.

Представляло интерес исследовать изменение МБА разных субстратов – песка, глины, торфяной смеси и почвы.

МБА контролировали методом прямой ионометрии по изменению величин стационарного потенциала железного электрода ($-E_{ст}$) в паре с графитовым электродом.

Электроды проходили предварительную подготовку.

В качестве фонового электролита для проверки начальной функции электродов использовали дистиллированную воду. Перед измерением анализируемую почву увлажняли дистиллированной водой и уплотняли.

Электроды помещали на глубину 3 см (т.к. окислительные процессы, протекающие на границе почва – воздух, могут привести к существенному отклонению показаний) и на расстоянии 1 см друг от друга. Время изменения $-E_{ст}(Fe)$ составлял примерно 3–5 минут до выхода на стационарный режим. Перед каждым измерением проверяли начальную функцию электродов, которая должна сохраняться постоянной.

На рис. 2 представлены изменения электродных потенциалов разных субстратов во времени для увлажнённых субстратов.

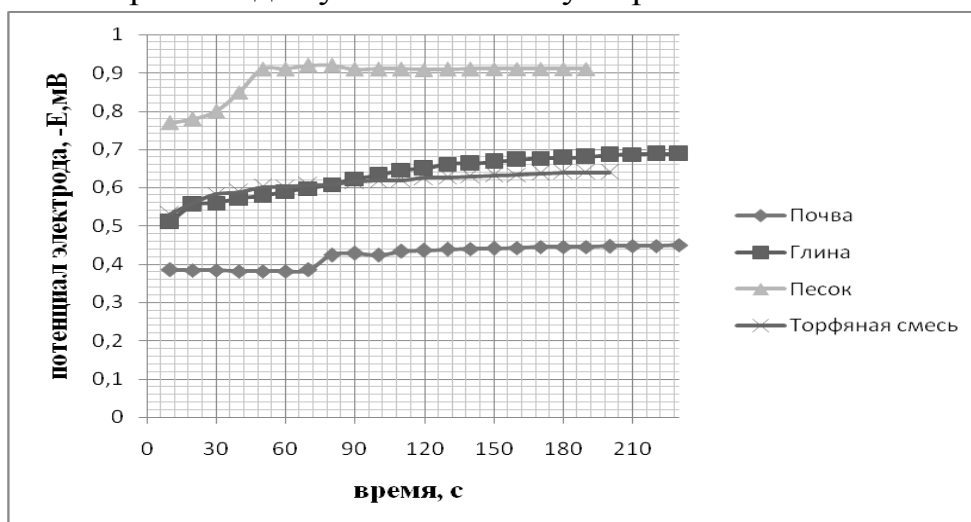


Рис. 2. Потенциалы субстратов во времени

В табл. приведены величины потенциалов на тридцатой и сто восьмидесятой секундах пребывания электродов в субстратах, и их отклонение (ΔE) за данный промежуток времени.

Таблица

Изменение $-E_{ст}$ во времени, как показатель изменения Δ МБА субстрата

№	Субстрат	$-E_{ст}^{30}$, В	$-E_{ст}^{180}$, В	$-\Delta E = E^{180} - E^{30}$, В
1	Песок (дельта реки Оки)	-0,860	-0,912	-0,052
2	Глина (Тульская область, Ленинский район)	-0,560	-0,680	-0,120
3	Торфяная смесь	-0,576	-0,637	-0,061
4	Почва (Тульская область, Ленинский район)	-0,383	-0,450	-0,069

Отклонение ΔE характеризует изменения МБА вблизи двойного электрического слоя (ДЭС) железного электрода. Чем выше данное отклонение в области отрицательных потенциалов, тем выше МБА субстрата.

По ΔE можно судить о том, что имея высокую первоначальную МБА, субстраты песок (дельта реки Оки) и торфяная смесь ($-0,860$ и $-0,576$ В) меньше активизировали микроорганизмы в ДЭС ($\Delta E = -0,052$ и $0,061$ В). Субстраты глина и почва (Тульская область, Ленинский район), имея меньшую первоначальную МБА ($-0,56$ и $-0,383$ В), обеспечивали большее изменение МБА вблизи железного электрода ($-0,120$ и $-0,069$ В).

Таким образом, электрохимический метод анализа может служить экспрессным эффективным методом контроля МБА субстратов.

Литература

Мелехова Н. И. Получение информации по загрязнению тяжёлыми металлами почв с помощью микробиологической активности // Сб. научн. трудов Всероссийской н-т конференции «Информационные технологии и модели в решение современных проблем экологии». Тула: Р.Х.О. им. Менделеева, 2002. С. 153–157.

Мелехова Н. И. Изучение изменения микробиологической активности почвы электроаналитическим методом // Метод Научно-практ. форума: «Экологическое развитие центр. фед. округа». Тула: ТулГУ, С. 81–84.

ДЕТЕКЦИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ ДНК У ДРОЗОФИЛЫ В РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТА

Е. А. Юшкова, О. А. Старцева, В. Г. Зайнуллин

*Учреждение Российской академии наук Институт биологии
Кому ИЦ УрО РАН, startzeva@ib.komisc.ru*

В настоящее время разработано и апробировано достаточное количество методов и критериев биоиндикации и биотестирования состояния окружающей среды. Однако не все они обладают достаточной чувствительностью и специфичностью, необходимой для мониторинга широкого спектра клеточных нарушений, вызванных различными внешними факторами. Среди них наиболее широкое применение получил метод «ДНК-комет», позволяющий диагностировать нарушения на генетическом уровне, на уровне повреждений ДНК.

Универсальность данного метода не вызывает сомнения, поскольку, наряду с простотой в использовании, он дает возможность определить генетические нарушения у разных биологических объектов (от бактерий до человека), т. е. любой живой организм может стать индикатором, предоставляющим информацию о генотоксическом потенциале его среды обитания. Такой методологический подход представляет практическую значимость, так как является основой для разработки стратегий, направленных на предотвращение или снижение вредного воздействия экологических факторов на жизнеспособность различных видов. Применение метода «ДНК-комет» позволяет изучать выход повреждений ДНК и изменение состояния механизмов клеточной защиты (репарации, контроля клеточного цикла, апоптоза) практически в любых эукариотических клетках, подвергшихся любому воздействию внешней среды. При этом для анализа требуется небольшое количество клеток исследуемого образца (Сорочинская, Михайленко, 2008).

Метод «ДНК-комет» (Bilbao et al., 2002) является неотъемлемой частью и наших исследований, касающихся изучения особенностей реакций генетически различающихся экспериментальных популяций и лабораторных линий *Drosophila melanogaster* на воздействие ионизирующей радиации, а также оценки биологической эффективности химических веществ и их действия по отношению к облучению.

Экспериментальным материалом в исследованиях служили клетки нервных ганглиев (нейробласты) личинок дрозофилы, степень поврежденности которых определяли методом «ДНК-комет». В основе данного анализа лежит детекция различной подвижности поврежденной ДНК лизированных клеток, заключенных в агарозный гель под действием постоянного электрического тока. Выделенные путем ферментативной обработки, лизиса и последующего электрофореза нуклеоиды приобретают форму «кометы», длина «хвоста» которой находится в прямой зависимости от количества фрагментов ДНК и щелочнолабильных сайтов. Полученные препараты анализировали с помощью флуоресцентного микроскопа «Infiniti XS-148 FS». Определяли частоту повреждений ДНК по среднему кометному индексу путем визуального наблюдения, дифференцируя «кометы» на классы (n0-n4) по степени поврежденности ДНК (Singh et al., 1988), а также по параметру момент «хвоста кометы» по П.Л. Оливе (ОТМ, Olive tail moment) (Olive et al., 1990), используя программу CometScoreTM (TriTek Corp.). Средний кометный индекс (СКИ) рассчитывали по формуле: $(1 \times n_1 + 2 \times n_2 + 3 \times n_3 + 4 \times n_4) / \Sigma$. Статистическую обработку данных проводили с использованием программы Statistica 7.0.

С помощью выше описанного цитогенетического метода был исследован уровень повреждений ДНК в хронически облученных популяциях (10 сГр) дрозофилы, отличающихся по составу мобильных генетических элементов, и дана сравнительная оценка частоты однонитевых (ОР) и двунитевых разрывов (ДР) ДНК. Однонитевые разрывы постоянно присутствуют в клетке и представляют собой особый класс повреждений, образующийся вследствие ошибочной репарации модифицированных нуклеотидов и азотистых оснований и определяющий уровень спонтанных мутаций. Отмечена повышенная частота ОР ДНК по сравнению с уровнем двуцепочечных разрывов. Частота обоих типов повреждений ДНК увеличивается в ответ на радиационное воздействие и транспозиционную активность *P*-мобильных элементов.

На модельных популяциях дрозофилы была оценена адаптивная реакция особей, подвергшихся хроническому облучению в малых дозах (накопленная доза за поколение составила 10 сГр), на провоцирующее воздействие радиации в дозе 3 Гр. Показано, что эффект радиоадаптации обнаруживается только у популяций с исходным генотипом и не выявлен у популяций, содержащих *P*-мобильные элементы. После острого облучения в хронически облученных популяциях наблюдали снижение частоты повреждений ДНК в личиночных нейробластах. Предполагается, что механизмы, участвующие в формировании адаптивной реакции, индуцированные облучением и транспозиционной активностью мобильных элементов, различаются.

При изучении радиочувствительности линий дрозофилы, имеющих нарушения в различных системах клеточной защиты, было обнаружено (рис.), что выход цитогенетических повреждений, индуцированный хроническим облучением (10 сГр), зависит от генотипа. Установлена значимость репарации и ее генов (*rad54*, *mus209* и *mei-41*) в формировании эффектов низкоинтенсивного ионизирующего излучения у дрозофилы.

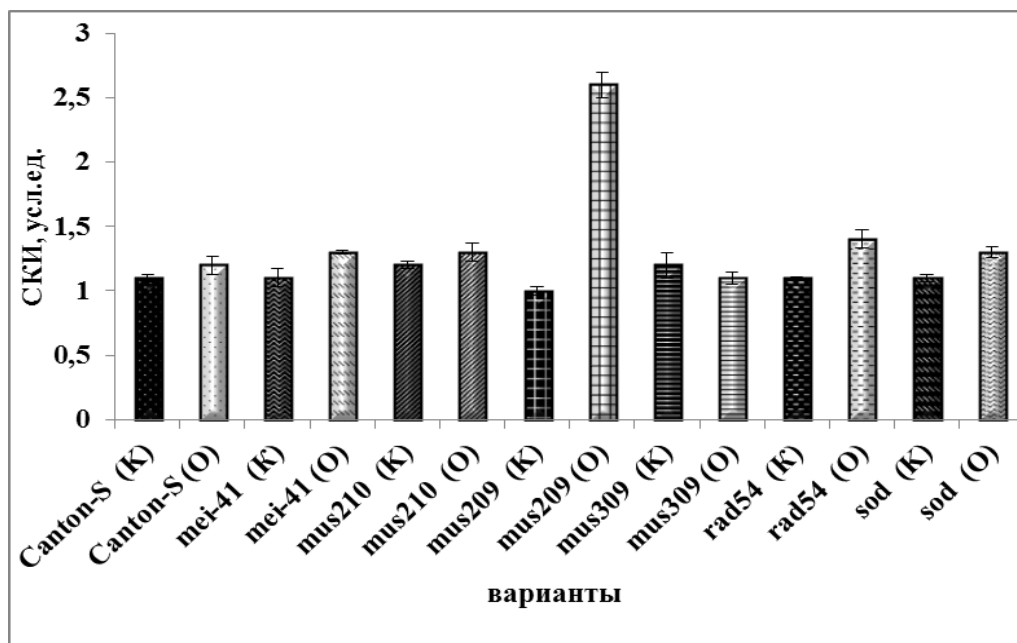


Рис. Уровень двуцепочечных разрывов ДНК у личинок мутантных линий дрозофилы, имеющих нарушения в различных системах клеточной защиты (мощность экспозиционной дозы 0.39 мГр/ч, накопленная доза 10 сГр)

Один из эффективных способов защиты от негативного влияния на организмы стрессовых воздействий является применение различных растительных препаратов природного происхождения. В этом отношении к уникальным биологически активным веществам относятся антраценпроизводные препараты, в частности, гиперидин – природный пигмент, содержащийся в зверобое (сем. *Hypericaceae*). Результаты биотестирования водного раствора гиперидина показали, что после его обработки среды каждой концентрации (кроме 1 мкМ для линии дикого типа) увеличивается выход повреждений ДНК. Выявлены концентрации вещества, при которых частота радиационно-индуцированных разрывов ДНК значимо снижена по сравнению с необлученными вариантами. При этом характер реакции зависит от концентрации препарата и исследуемого генотипа.

Полученные данные однозначно свидетельствуют о возможности использования данного метода для изучения радиационных эффектов (адаптивного ответа, гиперрадиочувствительности, нестабильности генома), биологической эффективности препаратов и определения их действующих концентраций, а также защитных механизмов клетки (репарации, антиоксидантной защиты, регуляции клеточного цикла, апоптоза).

Работа частично поддержана грантом для молодых ученых Уральского отделения РАН.

Литература

Сорочинская У. Б., Михайленко В. М. Применение метода ДНК-комет для оценки повреждений ДНК, вызванных различными агентами окружающей среды // Онкология. 2008. Т. 10. № 3. С. 303–309.

Bilbao C., Ferreira J.A., Comendador M.A., Sierra L.M. Influence of *mus201* and *mus308* mutations of *Drosophila melanogaster* on the genotoxicity of model chemicals in somatic cells *in vivo* measured with the Comet assay // *Mutat. Res.* 2002. V. 503. № 1. P. 11–19.

Olive P. L., Banath J. P., Durand R. E. Heterogeneity in radiation-induced DNA damage and repair in tumor and normal cells measured using the «comet» assay // *Radiat. Res.* 1990. V. 122. P. 86–94.

Singh N. P., McCoy M. T., Tice R. R., Schneider E. L. A simple technique for quantitation of low levels of DNA damage in individual cells // *Exp Cell Res.* 1988. V. 175. № 1. P. 184–91.

АНАЛИЗ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИПЕРИЦИНА У ОСОБЕЙ *DROSOPHILA MELANOGASTER*, ПОДВЕРГАВШИХСЯ ОБЛУЧЕНИЮ В МАЛЫХ ДОЗАХ

Е. А. Юшкова¹, Л. К. Рочева², В. Г. Зайнуллин¹, О. А. Старцева¹,
Г. Г. Зайнуллин³, В. В. Пунегов¹

¹ Учреждение Российской академии наук

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

² ГОУ ВПО «Сыктывкарский Государственный университет»,

³ Учреждение Российской академии наук Институт химии

Коми НЦ УрО РАН

Радиоэкологическая ситуация на нашей планете претерпевает существенное изменение вследствие интенсивного развития ядерных технологий, крупнейших радиационных аварий, увеличения содержания естественных радионуклидов в биосфере и т. д. Это легло в основу развития современной системы оценок последствий облучения и предотвращения его негативного влияния на биоту. В последнее время активно ведется поиск новых способов защиты от радиационных поражений, одним из которых является применение адаптогенов и энтеросорбентов как синтетического, так и природного происхождения. Известно, что многие химические вещества (цистеамин, S-аминоэтилизотиороний, серотонин, стрептомицин и др.) обладают протекторными свойствами только при воздействии излучения в высоких дозах (Дубинин, 2001). Поэтому имеет огромное биологическое значение определение эффективности химической протекции в условиях влияния радиации в малых дозах.

Исследование радиопротекторных свойств гиперцицина и его производных является новым и, возможно, перспективным с точки зрения прикладного аспекта. Такое предположение обусловлено в первую очередь тем, что гиперцицин проявляет большое разнообразие положительных эффектов. С одной стороны, содержащие его препараты используют в антидепрессантной терапии (Mennini,

Gobbi 2004) и антибактериальной защите (Saddique et al., 2010). С другой, он применяется для ранней диагностики опухолеобразований и лазерного фотодинамического лечения рака (Agostinis et al., 2002).

Цель работы – оценка биологической эффективности водорастворимой формы гиперидина у облученных малыми дозами радиации особей дрозофилы.

В качестве материала для исследования использовали линию дикого типа Canton-S. Особи данной линии развивались на обработанной гиперидином (в концентрациях 0, 5, 10, 20 и 100 мкМ) среде и в условиях низкоинтенсивного облучения. В первой серии эксперимента проводили однократное облучение (при мощности 40,3 мГр/ч) особей, находящихся на ранней стадии развития (личинки третьего возраста). Во второй серии опыта мух поддерживали при хроническом облучении (0,42 мГр/ч) на протяжении всего жизненного цикла. Накопленная доза в обоих случаях радиационного воздействия составила 121 мГр.

Биологическую эффективность действия гиперидина и облучения исследовали по уровню повреждений ДНК, оцениваемому методом «ДНК-комет» (Bilbao et al., 2002), и критерию выживаемости имаго по методу Каплана-Мейера (Kaplan, Meier, 1958).

Обнаружено (рис. 1), что частота повреждений ДНК варьирует в зависимости от концентрации исследуемого вещества. Выявлена концентрация гиперидина (1 мкМ), при которой выход повреждений ДНК достоверно ниже контрольного уровня. В остальных случаях гиперидин обладает выраженным токсическим действием.

После однократного воздействия ионизирующего излучения большей мощностью (40,3 мГр/ч) была зарегистрирована отчетливая, относительно собственного контроля, картина защиты от радиационного поражения клеток у особей, развивавшихся в среде с добавлением гиперидина в дозах 5–10 мкМ. Однако по сравнению с уровнем фрагментации ДНК у интактных особей (первые столбцы рис. 1) гиперидин повышает радиочувствительность независимо от концентрации.

Неожиданные результаты получены в ходе анализа выживаемости имаго дрозофилы. Данный показатель характеризует реакцию на любое воздействие на уровне целого организма. Показано, что высокая выживаемость обнаружена у хронически облученных особей, культивирование которых проходило на обработанной гиперидином среде в концентрациях свыше 10 мкМ (рис. 2). В других дозах анализируемое вещество не проявляет никаких радиопротекторных свойств. Причем нельзя не заметить, что при действии 1 мкМ гиперидина сохраняется тенденция формирования положительного его действия у необлученных мух, не только на клеточном уровне, где наблюдается снижение количества клеток с поврежденной ДНК, но на организменном, где зафиксирована, относительно необлученных вариантов, наименьшая скорость гибели особей.

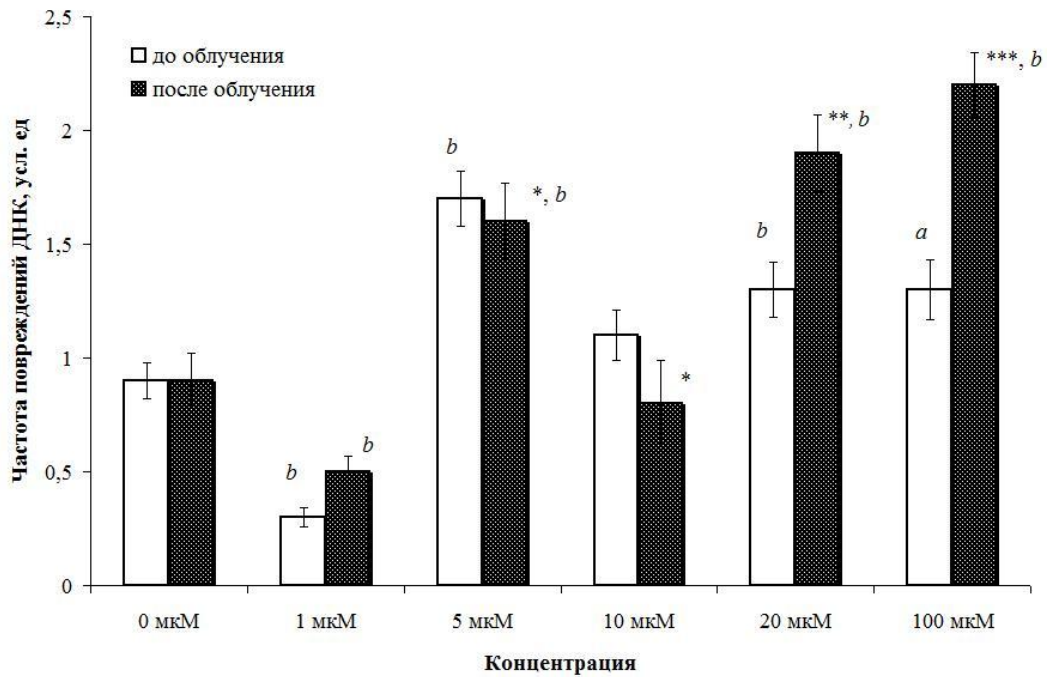


Рис. 1. Частота повреждений ДНК (в нейтральных условиях электрофореза) в нейробластах личинок дрозофилы после обработки гиперацином и однократного воздействия низкоинтенсивного облучения (40.3 мГр/ч).
Примечание: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ по сравнению с собственным необлученным вариантом после обработки гиперацином;
 $^a p < 0.05$, $^b p < 0.001$ – с интактным вариантом

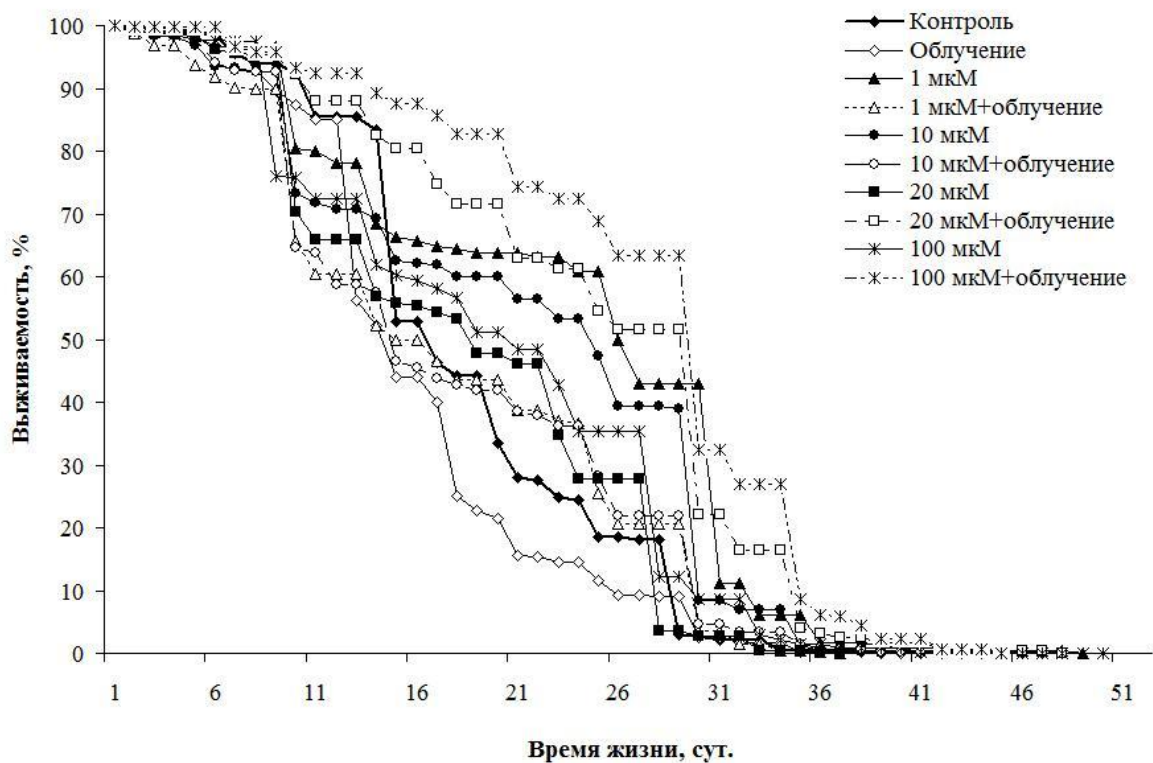


Рис. 2. Выживаемость имаго самцов дрозофилы после воздействия гиперацина и хронического облучения в малых дозах

Точный механизм действия гиперического не известен, но, возможно, модификация радиационных эффектов может быть связана с нарушением в нейронах функционирования некоторых ферментативных систем, продуктами которых являются активные формы кислорода. Известно (Halliwell, Gutteridge, 1999), что мозг содержит низкое содержание основных компонентов антиоксидантной защиты. Влияние различных внешних факторов, в том числе ионизирующего излучения, усугубляет окислительный стресс, протекающий в мозге. Это может стать одной из причин накопления повреждений ДНК в нейробластах и торможения нейромедиаторной активности, что, в целом, приводит к угнетению жизненно важных функций организма и снижению его выживаемости.

Помимо того, что гиперичесин обладает некоторыми антиоксидантными свойствами, он как показано в экспериментах *in vitro*, может также инициировать каспаз-зависимую апоптотическую гибель клеток в ответ на повреждения ДНК (Ali et al., 2001).

Таким образом, изучена биологическая эффективность водорастворимой формы гиперического по цитогенетическому параметру «ДНК-комет» и критерию постэмбриональной выживаемости. Полученные результаты свидетельствуют о способности гиперического модифицировать эффекты низкоинтенсивного облучения, возникающие у мух после радиационного воздействия. Установлена зависимость биологических последствий облучения от концентрации тестируемого вещества. Однако для применения гиперического в качестве радиопротектора необходимо провести более детальное исследование, в частности с использованием различных генотипов. Это позволит расширить и углубить знания о механизмах его действия.

Литература

- Дубинин Н. П. Экологическая и космическая генетика. Селекция / Под ред. А. П. Акифьева, И. Ф. Жумилева. Т. 3. М.: Наука, 2001. 437 с.
- Ali S. M., Olivo M., Yuen G. Y., Chee S. K. Induction of apoptosis by Hipericin through activation of caspase-3 in human carcinoma cells // *Int. J. Mol. Med.* 2001. V. 8. P. 521–530.
- Agostinis P., Vantighem A., Merlevede W., de Witte P.A. Hypericin in cancer treatment: more light on the way // *Int. J. Biochim. Cell Biol.* 2002. V. 34. № 3. P. 221–241.
- Bilbao C., Ferreiro J.A., Comendador M.A., Sierra L.M. Influence of *mus201* and *mus308* mutations of *Drosophila melanogaster* on the genotoxicity of model chemicals in somatic cells *in vivo* measured with the Comet assay // *Mutat. Res.* 2002. V. 503. № 1. P. 11–19.
- Kaplan E. L., Meier P. Nonparametric estimation from incomplete observations // *J. Am. Stat. Assoc.* 1958. V. 53. № 282. P. 457–481.
- Mennini T., Gobbi M. The antidepressant mechanism of *Hipericum perforatum* // *Life Sci.* 2004. V. 75. № 9. P. 1021–1027.
- Halliwell B., Gutteridge J.M. C. Free Radicals in Biology and Medicine. // Oxford University Press., 1999. 936 p.
- Saddiqe Z., Naeem I., Maimoona A. A review of the antibacterial activity of *Hipericum perforatum* L. // *J. Ethnopharmacol.* 2010. V. 131. № 3. P. 511–521.

ВЫЖИВАЕМОСТЬ И ТРОФИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ *DAPHNIA MAGNA* В ОПЕРАТИВНОЙ ОЦЕНКЕ ТОКСИЧНОСТИ ВОДНЫХ СРЕД

Т. Л. Шашкова, Ю. С. Григорьев

Сибирский федеральный университет, *tatyana_eco@inbox.ru*

При определении качества водной среды существенное значение имеет поиск более оперативных методов токсикологического анализа и выбор соответствующих тест-реакций гидробионтов. Используемые сейчас в России и за рубежом методы биотестирования токсичности воды на дафниях занимают по времени 2–4 и более суток (Жмур, 2007; US EPA, 2002), тогда как результат анализа зачастую надо получить в более короткие сроки.

Решение этой проблемы возможно как за счет увеличения оперативности широко используемого метода биотестирования на рачках по показателю выживаемости, так и применение более быстрых тест-функций, основанных на поведенческих и физиологических реакциях ракообразных, которые позволяют определить сублетальные концентрации загрязняющих веществ (Брагинский, 2000). Одной из этих реакций является трофическая активность дафний, то есть величина поглощенного ими корма за определенный промежуток времени. Вместе с тем, не совсем ясно, насколько адекватным будет изменение величины данного показателя уровню токсичности анализируемых вод и выживаемости самих рачков.

В связи с этим целью данного исследования было сравнение показателей выживаемости и трофической активности ветвистоусых ракообразных вида *Daphnia magna* Straus при определении токсичности воды.

Для оценки выживаемости рачков в остром токсикологическом эксперименте нами была разработана методика биотестирования (Григорьев, Шашкова, 2006), которая отличается большей оперативностью и возможностью автоматического контроля за условиями проведения эксперимента. Эти параметры были реализованы с помощью разработанного в СФУ климатостата Р-2, который обеспечивает поддержание во время токсикологического эксперимента и при выращивании культуры тест-организмов необходимую температуру, освещенность и фотопериод. В свою очередь, созданное нами устройство для экспонирования рачков (УЭР-03) обеспечивает активную аэрацию тестируемой воды и создает равные световые и температурные условия для всех анализируемых проб. Это достигается тем, что емкости с пробами воды и тест-организмами устанавливаются наклонно в кассету данного устройства, вращающуюся со скоростью 6–8 оборотов в минуту. В этих условиях стало возможным сократить время биотеста по показателю смертности рачков дафний с 96 часов до 48, сохраняя при этом ту же чувствительность к токсикантам (Шашкова, Григорьев, Березина, 2006).

Трофическая активность дафний определяется по степени снижения концентрации корма в среде (зеленая микроводоросль вида *Chlorella vulgaris* Beijer) с рачками. Для оперативного измерения этой тест-функции нами был

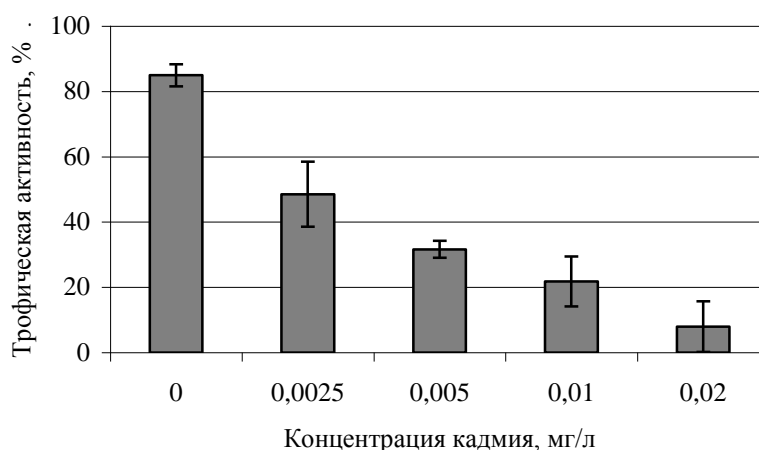
применен высокочувствительный флуориметр «Фотон-10», разработанный в СФУ, который позволяет измерять интенсивность флуоресценции суспензий водоросли малой плотности.

Для оценки трофической активности 10 рачков дафний, возрастом чуть более суток, помещались в 50 мл тестируемой пробы воды на 18 ± 2 часов. В контрольном варианте (в отсутствии токсикантов) рачки потребляют за это время 70–90% клеток водоросли, если их концентрация в среде была эквивалентна оптической плотности суспензии, равной 0,02, измеренной в кювете 2 см, при длине волны 560 нм на приборе ИПС-03.

Экспериментально было установлено, что токсикологический опыт по трофической активности лучше проводить с использованием процедуры предварительной затравки рачков исследуемым токсическим раствором, поскольку при одновременном внесении водоросли и рачков в пробу воды, токсикант взаимодействует не только с дафниями, но и с клетками хлореллы. При этом одновременное поглощение токсиканта клетками водоросли приводит к снижению его действующей концентрации в среде, вызывая уменьшение токсического воздействия на самих рачков. В этих условиях задержка на несколько часов внесения корма после помещения дафний в испытуемый раствор значительно увеличивала его токсический эффект на трофическую активность рачков.

Проведенные исследования показали, что в большинстве случаев снижение показателей скорости питания дафний происходит раньше по времени и при меньших концентрациях металлов, чем наблюдается их гибель.

Так, например, уменьшение трофической активности дафний имеет место уже при концентрации ионов кадмия 0,0025 мг/л (рис. 1), тогда как жизнеспособность этих тест-организмов сохраняется в течение всего периода экспонирования даже при концентрациях токсиканта на порядок больших.



Выживаемость, %	100	100	100	100	100
-----------------	-----	-----	-----	-----	-----

Рис. 1. Влияние ионов кадмия на выживаемость и трофическую активность дафний

К окончанию вторых суток эксперимента снижение выживаемости на 50% наблюдалось только при концентрации ионов кадмия 0,0125 мг/л. Анало-

гичный эффект прослеживался и в опытах с бихроматом калия и ионами меди (табл.).

Таблица

Концентрации модельных токсикантов, вызывающие снижение трофической активности на 50% (EC₅₀) и смертность 50% (LC₅₀) дафний

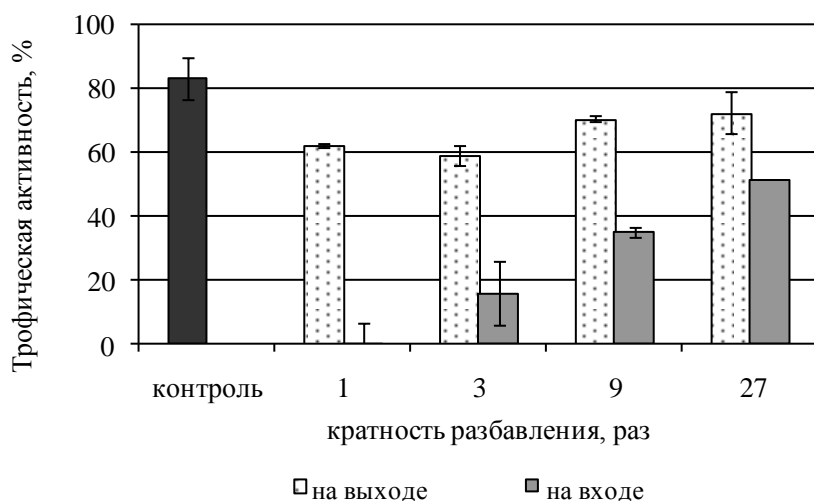
	LC ₅₀ (48 часов)	EC ₅₀ (18 часов)
Cd ²⁺	0,0125±0,006	0,002±0,0005
K ₂ Cr ₂ O ₇	1,000±0,300	0,500±0,130
Cu ²⁺	0,025±0,005	0,020±0,005
Zn ²⁺	0,250±0,070	0,500±0,150

Действие ионов цинка оказывало несколько иной эффект. Для этого тяжелого металла двухсуточный биотест по выживаемости рачков оказался более чувствительным, чем более короткий тест по трофической активности (18 часов). Вероятно, для проявления вредного воздействия данного токсиканта требуется большее количество времени.

Оценка токсичности сточных вод городских очистных сооружений с помощью дафний имеет ряд специфических особенностей, связанных с содержанием в них большого количества органических веществ. Как правило, острый токсикологический эксперимент по выживаемости в этом случае не выявляет токсичности сточной воды, поскольку большинство потенциально опасных веществ находятся в связанном состоянии, а рачки могут употреблять в пищу легкодоступную для них органику. Негативное влияние такой воды на дафний можно зарегистрировать только в длительном хроническом эксперименте, проявляющееся в снижении плодовитости рачков. В этих условиях трофическая активность рачков может оказаться альтернативным способом контроля качества таких вод.

И действительно, результаты проведенных исследований показали, что в сточной воде, взятой на входе очистных сооружений, наблюдалось значительное снижение скорости потребления клеток водоросли рачками (рис. 2.), при этом все дафнии в исследуемом растворе сохраняли жизнеспособность и за время эксперимента заметно увеличивались в размерах. Очевидно, в этих пробах рачки перешли с питания клетками хлореллы на присутствующие в воде органические вещества, которые легче усваиваются и имеют большую энергетическую ценность. При разбавлении сточной воды регистрируемый показатель трофической активности рачков повышался, очевидно, за счет увеличения доли хлореллы в рационе питания тест-организмов.

При анализе сточной воды, взятой на выходе очистных сооружений, угнетение трофической активности было весьма незначительным, а выживаемость сохранялась на уровне 100%. Это свидетельствует о том, что вода после очистки содержит существенно меньшее количество как органических, так и токсических соединений.



Выживаемость, %	100	100	100	100	100
-----------------	-----	-----	-----	-----	-----

Рис. 2. Влияние сточных вод, взятых на входе и выходе из городских очистных сооружений, на трофическую активность и выживаемость дафний

Отсюда следует, что по изменению скорости поедания клеток водоросли рачками можно судить о степени очистки сточной воды, в то время как с помощью биотеста на основе выживаемости рачков дафний такую оценку дать затруднительно.

Таким образом, обе исследованные тест-функции способны дать оперативный ответ о степени загрязненности воды. Однако метод регистрации трофической активности дафний позволяет на более ранней стадии воздействия обнаруживать проявление токсического эффекта загрязняющих веществ.

Литература

Брагинский Л. П. Методологические аспекты токсикологического биотестирования на *Daphnia magna* Str. и других ветвистоусых ракообразных (критический обзор). // Гидробиол. журн., 2000. Т. 36. № 5. С. 50–70.

Григорьев Ю. С., Шашкова Т. Л. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов, питьевой, сточной и природной воды по смертности тест-объекта *Daphnia magna* Straus. ПНД Ф 14.1:2:4.12-06 16.1:2.3.3.9-06. Москва, 2006. 48 с.

Жмур Н. С. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний. ФР.1.39.2007.03222. М.: АКВАРОС, 2007. 52 с.

Шашкова Т. Л., Григорьев Ю. С., Березина О. А. Влияние условия среды на чувствительность рачков *Daphnia magna* к токсикантам // Вестник Красноярского государственного университета, сер. Естественные науки, 2006, № 5/1, С. 81–85.

US EPA. Methods for measuring the acute toxicity of effluents and receiving waters to freshwater and marine organisms. EPA-821-R-02-012 - U.S. Environmental Protection Agency, 2002.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ ТОКСИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РАЗЛИЧНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ С ПОМОЩЬЮ КУЛЬТУР КЛЕТОК *IN VITRO*

*Н. В. Емельянова, Н. В. Полухина, Е. А. Танайлова, В. В. Козулин,
К. Г. Грищенко, А. Г. Демин*

*Федеральное бюджетное учреждение
«Государственный научно-исследовательский институт
промышленной экологии», info@sar-ecoinst.org*

Методы изучения токсичности веществ, в которых используются лабораторные животные, имеют ряд недостатков. Так, иногда для достоверного выявления токсических эффектов веществ (особенно для действующих в малых дозах) необходимо проведение экспериментов на сотнях лабораторных животных. Поскольку с экономической точки зрения это весьма проблематично, то в таких случаях исследования проводятся на малом количестве животных, но с использованием высоких доз токсикантов. Такой подход позволяет получить статистически достоверные результаты, однако затем требуется этап обратной экстраполяции, которая подчас существенно искажает истинную картину.

Кроме того, первичная структура и конформация рецепторов, взаимодействующих с токсикантами, различаются у представителей различных видов живых существ тем более, чем дальше отстоят друг от друга эти виды в филогенезе. В этой связи неодинаково и сродство токсикантов к рецепторам тканей различных животных и человека.

Использование культур человеческих клеток и тканей может позволить нивелировать серьезные недостатки методов, основанных на использовании различных биопробных животных.

Выбор методов, с помощью которых предполагается проводить изучение проявлений токсического процесса, как правило, осуществляют с учетом уровня организации биологического объекта (клеточный, органный, организменный, популяционный). Если токсический эффект изучают на уровне клетки в опытах *in vitro*, то судят, прежде всего, о цитотоксичности вещества, которая проявляется: обратимыми структурно-функциональными изменениями клетки (изменение формы, сродства к красителям, подвижности и т. д.); преждевременной гибелью клетки (некроз, апоптоз); мутациями (генотоксичность).

Для клеток определенной группы тканей также имеет значение индукция экспрессии рецепторов. В этой связи хорошо изученной является модуляция числа рецепторов интерлейкина-2 на поверхности клеток иммунной системы. Количество этих рецепторов может быть оценено как путем определения количества связывающегося клетками вещества, так и с помощью специфических моноклональных антител. В процессе индукции иммунного ответа незрелые Т-лимфоциты стимулируются таким образом, что начинают синтезировать рецепторы интерлейкина и встраивать их в клеточную мембрану. Вследствие этого у клеток и появляется способность взаимодействовать с этими биологически ак-

тивными веществами, что необходимо для дальнейшей дифференциации и специализации Т-клеток.

При оценке в эксперименте дерматотоксичности вещества, как правило, исследуют действия: непосредственное раздражающее; сенситизирующее; фотосенситизирующее действию; фототоксичность.

Как известно, для выявления раздражающего (прижигающего) действия проводятся опыты на лабораторных животных (кроликах), у которых на участок спины, предварительно освобожденный от шерсти, наносят испытуемое вещество. Степень поражения кожи оценивают по уровню выраженности эритемы и отека ткани.

Тесты по выявлению сенситизирующей активности основаны на способности веществ оказывать более выраженное действие на кожу при повторном воздействии, при котором может развиваться аллергическая реакция. Основным биологическим объектом, используемым в исследовании, являются морские свинки. Недостатками этих методов являются: субъективизм при оценке эффектов и неопределенность, возникающая при аппроксимации полученных данных на человека.

В настоящее время делаются многочисленные попытки модифицировать методы определения дерматотоксичности, в основном, путем замены тест-объекта на другие биологические системы, в том числе на культуры человеческих клеток и т.д. В частности, американская фирма MatTek предлагает использовать кожную модель EpiDerm™ (Kidd D.A. et al., 2007). Система EpiDerm™ состоит из нормальных человеческих кератиноцитов, которые легко и стабильно культивируются *in vitro* до формирования многослойного, высоко дифференцированного лоскута (0,6 см²) человеческого эпидермиса. Для установления раздражающего действия какого-либо вещества экспериментальный эпидермис (три лоскута: опытные, положительный и отрицательный контроль) сначала подвергается действию этого химического вещества в течение 60 минут, а затем тщательно отмывается и переносится на свежую среду. После 24-х часовой инкубации проводится тест на жизнеспособность клеток и анализ на содержание в среде ИЛ-1-α. Раздражающее действие веществ на глаза предлагается определять с помощью модели EpiOcular, представляющей собой эпителиальную ткань роговицы человеческого глаза.

Фототоксичность определяют на той же модели искусственной кожи. Культуры инкубируют в присутствии испытуемого вещества в течение ночи. На следующий день часть тканей подвергается действию УФ излучения (6 Дж/см²), а отрицательный контроль тот же период времени хранится в темноте. Затем образцы промывают для удаления испытуемого вещества, переносят на свежую питательную среду, инкубируют некоторое время и проводят тест на жизнеспособность клеток.

Обычно нейротоксичность ксенобиотика определяют в ходе поведенческих, биохимических, электрофизиологических, патологоанатомических исследований. Многие из этих методов, позволяющих оценить функциональное состояние нервной системы человека и экспериментальных животных, требуют

высокой квалификации специалистов, дорогостоящего оборудования и применяются лишь в специальных токсикологических исследованиях.

В настоящее время в литературе активно обсуждаются различные модели *in vitro*, их применимость в оценке нейротоксикологических последствий, как с точки зрения их преимуществ, так и недостатков. В частности (Woehrling et al., 2007) предлагают использовать культуры астроцитов, которые имеют важное значение для осуществления процесса нейротрансмиссии. При этом планируется проводить оценку эффективности защиты нейронов астроцитами путем определения степени активации каспаз и установления уровня содержания АТФ и H_2O_2 в питательной среде. Совершенно новой стратегией выявления токсического поражения центральной нервной системы является совмещение оценки проницаемости гематоэнцефалического барьера (ГЭБ) и нейронной клеточной линии SH-SY5Y. ГЭБ регулирует проникновение из крови в мозг биологически активных веществ, метаболитов, химических веществ, воздействующих на чувствительные структуры мозга, препятствует поступлению в мозг чужеродных веществ, микроорганизмов. Оценка проницаемости ГЭБ позволит более объективно судить о нейротоксичности веществ при их определенных концентрациях (Zeng et al., 2006).

Выявление острых форм гепатотоксического действия токсиканта, как правило, не составляет больших проблем. Важной задачей, стоящей перед исследователями, является разработка чувствительных, специфичных тестов, позволяющих выявлять начальные и вяло текущие, неманифестирующиеся формы токсических гепатопатий.

Гепатотоксичность обычно ассоциируется с исследованием набора иммунных клеток печени и ускорения воспалительной реакции, начинающейся с активации клеток Купфера. В последние годы были разработаны разнообразные модели *in vitro*. В этом плане можно выделить три основных, принципиально разных, подхода: использование срезов печени, клеточные культуры и изолированная перфузия печени.

Преимущество использования высокоточных срезов печени состоит в возможности сопоставления анализа морфологии клеток и тканей. Перфузия печени позволяет оценивать целый ряд физиологических (напр., желчеобразование) и морфологических параметров (гистология ткани). Модели культуры клеток могут быть эффективно использованы для оценки клеточного метаболизма, цитотоксичности и генотоксичности. Однако такие исследования осложняются трудностью поддержания культуры гепатоцитов.

Y. Edling с соавт. предложили использовать систему, основанную на соединении человеческих клеточных линий: гепатомы (Ха-7) и моноцитов (ТНР-1) (Edling et al., 2009). При введении различных веществ у обоих типов клеток наблюдалось увеличение экспрессии генов провоспалительных медиаторов и генов, связанных со стрессом. Этот эффект был более заметным в со-культуре, чем в одной из клеточных культур. На основании этих результатов они предположили, что со-культуры человеческих клеток (гепатомы и моноцитов) могут оказаться весьма полезны для улучшения прогнозирования цитотоксичности при введении в культуральную среду потенциальных гепатотоксикантов.

В заключение следует отметить, что проблема внедрения альтернативных методов изучения токсичности и безопасности различных химических веществ в систему экологического мониторинга объектов УХО остается весьма актуальной и далека от завершения. Использование методов *in vitro* (по сравнению с биотестами на высших животных) дает значительные преимущества в экономической, методической и этической сферах, а технический прогресс, достигнутый за последние годы в области геномики, протеомики и метаболики, вносит существенный вклад в выявление новых биохимических путей, механизмов, рецепторов и маркеров токсичности. Тем не менее, несмотря на накопленный богатый фактический материал, в биологической науке до сих пор отсутствует единая концепция, описывающая биотестирование с помощью культур клеток *in vitro*.

Недостаточность теоретического описания влечет за собой практическое воплощение конкретных методик. Тест-культуры зачастую подбираются неграмотно, без учета биологических особенностей, культивируются на нестандартных средах и в произвольных условиях. Во многих методиках процесс подготовки тест-системы к анализу отсутствует как таковой, уровень чувствительности наблюдаемых реакций далеко не всегда соответствует поставленным задачам, а критерии, используемые для оценки степени проявления реакции, в ряде случаев имеют малую информативность по сравнению с альтернативными. Все это приводит к огрублению результатов, неверной их интерпретации, снижению объективности выводов, а зачастую и к дискредитации биотестирования *in vitro* как метода научного исследования.

По этим причинам при оценке токсических свойств различных химических веществ с помощью методов *in vitro* требуется проведение комплексной программы исследований со строгой регламентацией и формализацией условий, объема и длительности проведения каждого эксперимента, оценки адекватности и надежности используемых методов и моделей, а также обязательного контроля качества и объективности полученных результатов.

Литература

D. Hallier-Vanuxeem, P. Prieto, M. Culot, H. Diallo, et al. New strategy for alerting central nervous system toxicity: Integration of blood–brain barrier toxicity and permeability in neurotoxicity assessment // *Toxicology in Vitro*. 2009. V. 23. № 3. P. 447–453.

Edling Y., Sivertsson L. K., Buturaa A., Ingelman-Sundberga M., Eka M. Increased sensitivity for troglitazone-induced cytotoxicity using a human *in vitro* co-culture model // *Toxicology in Vitro*. 2009. V. 23. № 7. P. 1387–1395.

Kidd D. A., Johnson M., Clements J. Development of an *in vitro* corrosion/irritation prediction assay using the EpiDermTM skin model // *Toxicol. in Vitro*. 2007. V. 21. № 7. P. 1292–1297.

Klausner M., Ayehunie S., Breyfogle B. A., Wertz Ph.W., Bacca L., Kubilus J. Organotypic human oral tissue models for toxicological studies // *Toxicol. in Vitro*. 2007. V. 21. № 5. P. 938–949.

Woehrling E. K., Hill E. J., Coleman M. D. Development of a neurotoxicity test-system, using human post-mitotic, astrocytic neuronal cell lines in co-culture // *Toxicol. in Vitro*. 2007. V. 21. № 7. P. 1241–1246.

Zeng X., Chen J., Deng X., et al. An in vitro model of human dopaminergic neurons derived from embryonic stem cells: MPP+ toxicity and GDNF neuroprotection // *Neuropsychopharmacology*. 2006. V. 31. P. 2708–2715.

ПОЛОВЫЕ КЛЕТКИ МЛЕКОПИТАЮЩИХ КАК ТЕСТ-ОБЪЕКТЫ ПРИ БИОТЕСТИРОВАНИИ КАЧЕСТВА ПРИРОДНЫХ СРЕД

Д. Е. Иванов, Е. А. Луцкай

НИИ промышленной экологии, info@sar-ecoinst.org

В последние годы в практике работы лабораторий биотестирования все чаще применяются методы с использованием в качестве тест-объектов половых клеток млекопитающих (Методика ..., 2009). Использование клеток млекопитающих повышает достоверность обнаружения токсичных веществ в окружающей природной среде и является прогрессивной тенденцией.

Принцип метода оценки токсичности с помощью половых клеток основан на влиянии исследуемой воды или вытяжки из почвы на изменение подвижности половых клеток крупного рогатого скота. Используются клетки, замороженные и хранящиеся в сосуде Дьюара в жидком азоте. Одновременно могут исследоваться до 8 образцов. Результат исследования получают в виде индекса токсичности равного отношению среднего времени подвижности суспензии клеток в исследуемой среде к среднему времени подвижности суспензии клеток в контрольной глюкозоцитратной среде. Исследование осуществляется с помощью анализатора токсичности, включающего блок пробоподготовки, компьютеризированный измерительный блок. Измерение индекса токсичности осуществляется автоматически. Методика отличается простотой, и процесс определения токсичности занимает мало времени.

В ряде случаев необходимо быстро произвести оценку степени токсичности природных сред. Такие ситуации могут возникнуть, например, при авариях на химических заводах. В случаях подобных чрезвычайных ситуаций важно в кратчайшие сроки оценить экологическую обстановку в районе опасного промышленного объекта и принять адекватные меры. Поэтому данный метод перспективен для экспресс-диагностики качества воды и почвы в зоне влияния опасных промышленных предприятий.

С другой стороны известно, что параметры, отражающие концентрацию, подвижность и морфологию сперматозоидов, не позволяют прогнозировать поведение сперматозоидов при оплодотворении. В настоящее время патологическое повышение фрагментации хроматина в сперматозоидах рассматривается как один из главных факторов, лимитирующих фертильность. Фрагментация ДНК сперматозоидов включает двухцепочечные и одноцепочечные разрывы молекулы. Найдены отрицательные корреляции фрагментации ДНК с характеристиками спермограммы: концентрацией, подвижностью и процентом морфологически аномальных сперматозоидов (Benchaib et al., 2003).

Следовательно, метод биотестирования, основанный только на изучении изменения подвижности сперматозоидов быка, имеет ряд ограничений и не

позволяет выявлять полный спектр нарушений в половых клетках под влиянием токсических химических веществ. Более полную информацию о целостности ДНК сперматозоидов может дать метод «ДНК-комет» (Morris et al., 2002), который в настоящее время перспективно внедрять в практику лабораторий биотестирования.

Литература

Методика выполнения измерений индекса токсичности почв, почвогрунтов, вод и отходов по изменению подвижности половых клеток млекопитающих *in vitro*. ФР.1.31.2009.06301(ПНД Ф 14.1:2:4:15-09, 16.1:2:2.3:3.13-09).

Benchaib M., Braun V., Lornage J. et al. Sperm DNA fragmentation decreases the pregnancy rate in an assisted reproductive technique. *Hum Reprod.* 2003. V. 18. P. 1023–1028.

Morris I. D., Plott S., Dixon L. and D.R. Brison The spectrum of DNA damage in human spermatozoa assessed by single cell gel electrophoresis (Comet assay) and its relationship to fertilization and embryo development. *Hum. Reprod.*, 2002. V. 17. P. 101–109.

ВЛИЯНИЕ ИОНОВ АЛЮМИНИЯ НА ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ

А. С. Олькова, Н. В. Вараксина

*Вятский государственный гуманитарный университет,
morgan-abend@mail.ru*

Алюминий и его соединения широко используются в различных отраслях хозяйства, при этом он, как и другие загрязняющие вещества, может попадать в окружающую среду. Для почвы алюминий является характерным макроэлементом, влияющим на её свойства (например, кислотность). В природных водах напротив – содержание этого металла не должно превышать установленных нормативов. Предельно-допустимая концентрация (ПДК) для вод хозяйственно-бытового назначения – 0,2 мг/л (ГН 2.1.5.1315-03).

Авторами выявлено, что ион алюминия не опасен в природных водах лишь при высоких значениях водородного показателя (около 8 ед. рН), тогда как при закислении водных экосистем алюминий становится высокотоксичным и вызывает массовую гибель молоди рыб (Никаноров, Трунов, 1999).

Основными источниками алюминия в природных водах являются объекты химической отрасли, ТЭЦ, а также предприятия водоподготовки. Например, на станции водоподготовки в п. Корчемкино, обеспечивающей питьевой водой г. Киров, сульфат алюминия используется в качестве коагулянта. При этом алюминий может оказаться как в питьевой воде, так и в р. Вятка при осуществлении станцией сброса образовавшегося осадка.

Целью работы было изучение влияния ионов алюминия на живые организмы.

Для исследования были выбраны три тест-организма разной трофической принадлежности: *Paramecium caudatum* (инфузория-туфелька), *Chlorella vulgaris* (одноклеточная водоросль хлорелла), *Escherichia coli* (бактерии тест-системы «Эколюм»). Проводилось биотестирование модельных растворов сернокислого

алюминия по аттестованным методикам (ФР. 1.31.2005.01881; ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.11-04 16.1:2.3:3.8-04; ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04, 16.1:2.3.7-04).

По хемотаксической реакции инфузорий устанавливался индекс токсичности растворов, содержащих 0,5; 1, 10, 15, 25 и 35 ПДК иона алюминия. Растворы были приготовлены на артезианской питьевой воде централизованного водоснабжения (п. Ганино); эта питьевая вода служила контролем в опыте. Увеличение индекса токсичности свидетельствовало о повышении токсичности тестируемой среды. Полученные результаты отражены на рис.

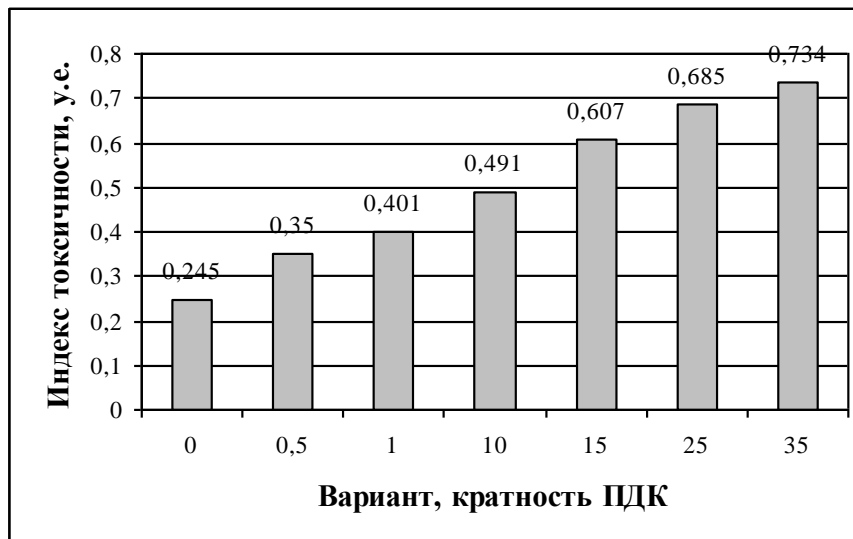


Рис. Результаты биотестирования растворов сернокислого алюминия с помощью инфузорий

На представленной диаграмме отражено, что с повышением концентрации алюминия закономерно возрастает токсичность питьевой воды. Эффект наблюдается уже при 0,5 ПДК алюминия: индекс токсичности возрастает в 1,4 раза по сравнению с контрольным вариантом. Добавка, равная 1 ПДК, переводит модельную питьевую воду из категории нетоксичной (допустимая степень) в умеренную группу токсичности согласно используемой методике. При загрязнении до 35 ПДК вода становится высокотоксичной.

При биотестировании с помощью тест-системы «Эколюм» модельные растворы были приготовлены на дистиллированной воде. Контролем, согласно методике, служила дистиллированная вода ($pH \approx 7$). Исследовались растворы, содержащие 0,5; 1, 3, 5, 7 и 10 ПДК алюминия. Результаты представлены в табл.

Бактерии оказались менее чувствительны к иону алюминия, чем инфузории: добавки, равные 0,5 и 1 ПДК, не оказывали влияния на тест-объект. Однако, повышение загрязнения до 3 ПДК и выше вызывает резкое увеличение индекса токсичности, близкое к максимальному угнетению люминесценции данных бактерий.

В экспериментах с использованием одноклеточной водоросли хлорелла серия растворов готовилась на дистиллированной воде, контроль – дистиллят. Установлено, что в диапазоне концентраций от 25 ПДК до 40 ПДК алюминий

для хлореллы не токсичен. Загрязнение, равное 50 ПДК, делало пробу сильно-токсичной; 100 ПДК – гипертоксичной.

Таблица

Результаты биотестирования растворов сернокислого алюминия с помощью тест-системы «Эколюм»

Вариант	Индекс токсичности, у.е.	Заключение
Контроль	0	–
0,5 ПДК	0	Проба не токсичена
1 ПДК	0	Проба не токсичена
3 ПДК	93,25	Проба сильнотоксичена
5 ПДК	95,62	Проба сильнотоксичена
7 ПДК	96,05	Проба сильнотоксичена
10 ПДК	96,18	Проба сильнотоксичена

Таким образом, можно сделать вывод, что наиболее чувствительным тест-организмом к алюминию, оказались инфузории. Следующими в ряду оказались бактерии тест-системы «Эколюм». Хлорелла является нечувствительным организмом к данному загрязнению.

Литература

ГН 2.1.5.1315-03 Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. 2003. (с изменениями на 28 сентября 2007 года).

Никаноров А. М., Трунов Н. М. Внутриводоемные процессы и контроль качества природных вод / Под ред. А. И. Бедрицкого. С-Пб.: Гидрометеиздат, 1999. 150 с.

ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04, 16.1:2.3.7-04 (изд. 2007 г.) Методика определения токсичности проб поверхностных, грунтовых, питьевых, сточных вод, водных вытяжек их почвы, осадков сточных вод и отходов по изменению оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris Beijer*). Красноярск: КрасГУ, 2007.

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 биолюминесценции тест-системой «Эколюм». 2010.

ФР. 1.31.2005.01881 (ред. 2010) Методика определения токсичности проб природных, питьевых, хозяйственно-питьевых, хозяйственно-бытовых сточных, очищенных сточных, сточных вод экспресс-методом с применением прибора «Биотестер»: ООО «СПЕКТР-М», 2010.

ОСОБЕННОСТИ АККУМУЛЯЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СУБСТРАТЕ И РАСТЕНИЯХ УСТЬ-СОКСКОГО КАРБОНАТНОГО КАРЬЕРА САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю. В. Макарова¹, Н. В. Прохорова¹, А. А. Головлёв²

¹ Самарский государственный университет, ecology@ssu.samara.ru,

² Самарский государственный экономический университет

Самарская область относится к числу регионов России, обладающих развитой минерально-сырьевой базой. На ее территории активно разрабатываются месторождения углеводородного сырья (нефть, природный газ), минерально-

строительного сырья промышленных категорий (камень строительный, песок строительный, силикатный и стекольный, песчано-гравийный материал, глины керамзитовые, аглопоритовые, тугоплавкие и бентонитовые, гипс, ангидрит), горно-технического сырья (формовочные пески, бентониты, цеолитсодержащие породы), горно-химического сырья (фосфориты, самородная сера, каменная соль, горючие сланцы, асфальты, асфальтиты, битумы), а также месторождения пластовых вод различной степени минерализации (Зайдельсон, 1990).

Благодаря морским трансгрессиям, развертывающимся на Русской платформе, начиная с эйфельского века девонского периода, в границах Самарской области сформировались крупнейшие в Поволжье залежи осадочных карбонатных пород (известняка, доломита, промежуточных между ними разностей, мела), являющихся наиболее универсальными видами минерального и минерально-строительного сырья для различных отраслей народного хозяйства. Основные месторождения этих материалов сосредоточились в Волжском, Ставропольском, Красноярском и Сызранском административных районах. На настоящий момент общее количество таких месторождений составляет 18, в том числе эксплуатируемых – 11 (Экологический аспект ..., 2006). Высокое качество местных карбонатных пород порождает спрос на их использование не только в пределах Самарской области, но и в пространственно удаленных регионах нашей страны.

Одним из крупнейших месторождений по добыче карбонатного сырья в Самарской области является Сокское месторождение (Волжский район). Оно располагается на северном склоне Сокольных гор на абсолютной высоте 28–215 м, в нескольких километрах от места впадения р. Сок в Саратовское водохранилище. Полезная толща месторождения мощностью 30–100 м представлена доломитами, известняками и их переходными разностями, относящимися к гжелскому ярусу карбона, а также ассельскому и казанскому ярусам перми. Малая мощность вскрышных аллювиально-делювиальных отложений (0,5–14 м) предопределила разработку полезных ископаемых открытым способом (Ерофеев, Чубачкин, 2007).

Сокское месторождение представляет собой карьер размером 4·0,3 км, вытянувшийся вдоль р. Сок. Его заглубленные Восточный и Западный участки соединены между собой Центральным (Палаточным) участком. Со стороны Волжской долины к Западному участку примыкает самый старый по времени освоения Усть-Сокский участок, промышленная эксплуатация которого была прекращена в связи с выработкой полезных компонентов в 70-х годах XX века. Отсутствие рекультивационных мероприятий в Усть-Сокском карьере позволяет осуществлять на его территории широкий спектр эколого-географических исследований с целью оценки трансформирующего влияния антропогенного фактора и изучения процессов естественного восстановления его природных компонентов.

В настоящее время Усть-Сокский карьер – это техногенная выемка корытообразной формы с ровным плоским дном и скальными террасами. Дно карьера сложено доломитизированными известняками, перемежающимися с выходами монолитного скального фундамента, и частично загромождено глыбами

некондиционных пород. Почвенный покров отсутствует, но под пологом древесной растительности наблюдается формирование маломощного (до 1 см) биогенного слоя, состоящего из листового опада и произрастающих здесь лишайников. В северо-восточной части карьера находится неглубокое (0,2–0,7 м) пресноводное озеро атмосферного происхождения, о чем свидетельствует колебание площади его водного зеркала при изменении уровня вод в зависимости от гидротермических условий года.

В растительном покрове Усть-Сокского карьера доминирует разновозрастная поросль тополя черного (*Populus nigra* L.), осины (*Populus tremula* L.), березы повислой (*Betula pendula* Roth), ивы козьей (*Salix caprea* L.) и пятипятичковой (*S. pentandra* L.). Изредка встречается сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Проективное покрытие древостоем дна карьера в среднем не превышает 30%. Травянистый покров выражен крайне слабо (проективное покрытие не более 3-5%) и беден по видовому составу. В травостое преобладают качим высочайший (*Gypsophyla altissima* L.), полынь Маршалла (*Artemisia marschalliana* Spreng.), ястребинка зонтичная (*Hieracium umbellatum* L.). На каменисто-биогенном субстрате у кромки озера обнаружена популяция золототысячника красивейшего (*Centaureum pulchellum* (Sw.) Druce) – редкого для Самарской области лугового растения древнесредиземноморского происхождения. В озере произрастает рогоз широколистный (*Typha latifolia* L.).

Сочетание климатических факторов (света, тепла, влаги, состава и циркуляции воздушных масс) с геометрией карьера (замкнутый контур карьерного поля, глубина разработки до 100-150 м) и особыми характеристиками субстрата (высокая плотность, каменистость, значительная отражающая способность, быстрая иссушаемость, бедность гумусовыми веществами, высокое содержание ионов кальция на фоне уникальности геохимической обстановки) зачастую негативно сказывается на развитии встречающихся здесь видов: растения в целом угнетены, низкорослы, мелколистны и хлоротичны, деревья тонкоствольны, нередко имеют скрюченные стволы и корявые ветви. Преобладание в карьере древесной растительности указывает на то, что преимущественное развитие получают виды, способные развивать мощные корневые системы, проникающие вглубь породы по ее трещинам, и, тем самым частично компенсирующие экстремальность экологических условий местообитания.

Продолжая исследования по аккумуляции тяжелых металлов в почвах и растениях Самарской области (Прохорова и др., 1998), в Усть-Сокском карьере нами было изучено накопление Zn, Cu, Ni, Cd, Pb в подкроновом субстрате и листьях березы повислой – древесной породе, принимающей активное участие в процессе самозаращения террас и днища. С этой целью в пределах техногенной выемки было заложено три пробные площади: №1 – верхняя терраса карьера над его восточной оконечностью (высота 147 м над уровнем моря), №2 – днище восточной части карьера (78 м над уровнем моря), №3 – днище западной части карьера (39 м над уровнем моря). При выборе пробных площадей, отборе образцов субстрата, почв и растительного материала авторы руководствовались общепринятыми в почвоведении и биогеохимии методами. Определение содержания металлов проводили путем атомно-адсорбционной спектро-

скопии (экстрагент 1Н HNO₃). Для сравнительного анализа использовали соответствующий почвенный и растительный материал, отобранный в лесном массиве Сокольных гор над восточной частью карьера и литературные данные о региональных фоновых концентрациях тяжелых металлов в почвах и листьях березы повислой (Прохорова и др., 1998).

Исследования показали, что в целом содержание Ni, Cd и Pb в подкороновом субстрате карьера существенно выше, а Cu и Zn ниже содержания в почвах региона. Концентрации тяжелых металлов, незначительно превышающие ПДК, выявлены только в субстрате днища восточной части карьера (Zn, Cd, Pb) и верхней его террасы (Pb) (табл. 1).

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов в субстрате Усть-Сокского карьера, мг/кг

Вариант	Zn	Cu	Ni	Cd	Pb
Пробная площадь №1	25,4	8,0	29,4	2,0	34,5
Пробная площадь №2	105,0	18,5	42,5	2,5	41,5
Пробная площадь №3	68,7	28,8	59,3	1,2	26,9
Региональный фон	75,5	27,5	28,6	< 2,0	11,2
ПДК для почв	100,0	55,0	85,0	2,0	32,0

Максимальная концентрация тяжелых металлов выявлена в листьях березы из лесного массива Сокольных гор. В образцах из карьера самые высокие концентрации Pb и Ni установлены в листьях из восточной части днища, а Zn, Cd и Cu – с верхней террасы (табл. 2).

Накопление тяжелых металлов в листьях березы, произрастающей в карьере, существенно превышало региональный фон только по Cd (в 3–4 раза) и Pb (почти в 10 раз). Содержание Cu, наоборот, в 10 раз уступало региональному фону, а Ni и Zn – практически соответствовало ему (табл. 2).

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов в листьях березы повислой, мг/кг

Вариант	Zn	Cu	Ni	Cd	Pb
Пробная площадь № 1	52,0	3,5	4,4	0,4	2,7
Пробная площадь № 2	47,7	2,4	5,4	0,3	3,6
Пробная площадь № 3	41,9	3,2	3,8	0,3	2,5
Лес, Сокольи горы	53,0	4,3	5,6	0,6	3,8
Региональный фон	42,8	31,4	5,7	0,1	0,4

Оценка соотношения содержания анализируемых элементов в субстрате и листьях березы повислой из карьера, произведенная на основе корреляционного анализа, показала, что прямая зависимость очень высокого уровня значимости ($r=0,94$) характерна только для Pb. Все остальные элементы имеют низкие и отрицательные коэффициенты корреляции (r). Это может свидетельствовать о беспрепятственном поступлении из субстрата в листья березы только Pb, тогда как остальные элементы растение получает преимущественно воздушным путем. Возможны и физиологические механизмы ограничения поступления металлов в ткань листа, в том числе по механизмам синергизма и антагонизма. Так, синергизм проявляется при накоплении в листьях березы из карьера Cd в

отношении Zn ($r = 0,66$) и Cu ($r = 0,84$), а Ni – в отношении Pb ($r = 0,98$). Антагонизм обнаружен только при накоплении Cu в отношении Ni ($r = -0,82$) и Pb ($r = -0,90$).

Аккумуляция конкретных элементов листьями березы из карьера также зависит от содержания в субстрате других тяжелых металлов. Например, бионакопление Zn положительно и достоверно коррелирует с содержанием в субстрате Pb ($r = 0,60$) и Cd ($r = 0,71$); бионакопление Ni коррелирует с содержанием в субстрате Zn ($r = 0,60$), Cd ($r = 0,95$) и Pb ($r = 0,98$); бионакопление Pb связано с содержанием в субстрате Zn ($r = 0,71$) и Cd ($r = 0,88$).

Таким образом, выявленные нами концентрации и корреляционные зависимости указывают на сложные механизмы поступления минеральных элементов в вегетативные органы березы повислой в условиях Усть-Сокского карбонатного карьера Самарской области, что связано как с видовой специфичностью изучаемого растения, так и с физико-химическими и геохимическими особенностями субстрата.

Литература

Ерофеев В. В., Чубачкин Е. А. Самарская губерния – край родной. Т. 1. Самара, 2007. 416 с.

Зайдельсон М. И. Геологическое строение и полезные ископаемые / Природа Куйбышевской области. Куйбышев, 1990. С. 28–44.

Прохорова Н. В., Матвеев Н. М., Павловский В. А. Аккумуляция тяжелых металлов дикорастущими и культурными растениями в лесостепном и степном Поволжье. Самара, 1998. 131 с.

Экологический аспект в составе «Положений о территориальном планировании Самарской области» Самара, 2006. 50 с.

ГЕНОТИПИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ ЯЧМЕНЯ НА АНТИБИОТИКИ КАНАМИЦИН И ЦЕФОТАКСИМ В КУЛЬТУРЕ IN VITRO

А. В. Бакулина¹, И. Г. Широких^{1,2}

¹ ГНУ Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого РАСХН,

² Лаборатория биомониторинга Института биологии Коми научного центра УрО РАН и ВятГГУ,
drugaeann1@rambler.ru

В последние десятилетия, наряду с традиционными методами селекции, все большее значение приобретают нетрадиционные биотехнологии – генная и клеточная инженерии. Благодаря новым технологиям сегодня можно значительно ускорить процесс получения сорта с необходимыми хозяйственно-биологическими характеристиками.

Зерновые культуры оказались наиболее сложным объектом для манипуляций в условиях *in vitro*. Для ячменя имеет место ряд технологических трудностей, которые нередко приводят к сворачиванию работ по генетической трансформации. В частности, ячмень характеризуется невысоким морфогенетиче-

ским потенциалом и с трудом поддается регенерации в культурах изолированной ткани и клеток. На сегодняшний день накоплено достаточно много данных, которые позволяют значительно увеличить регенерационную способность культуры ткани ячменя. Однако основная трудность заключается в необходимости оптимизировать условия регенерации практически для каждого генотипа. Успешная регенерация является неотъемлемой частью генно-инженерных технологий и получения трансгенных растений.

Как было показано ранее, способность к каллусообразованию и регенерации зависит от генотипа, типа эксплантов и состава среды (Данилова, 2007). Для ячменя характерны значительные генотипические различия по регенерационной способности, вплоть до её полного отсутствия. Наилучшими эксплантами для получения каллусной культуры ячменя принято считать незрелые зиготические зародыши, однако выращивание донорных растений – достаточно длительная и привязанная к сезону года процедура. Поэтому сегодня разрабатываются методики получения каллуса из зрелых зародышей, а также имеются попытки агробактериальной трансформации непосредственно зародышей, минуя стадию каллусогенеза (Овчинникова и др., 2006; Сидоров и др., 2009).

Особую сложность представляет получение растений-регенерантов из каллусной ткани в непермиссивных условиях, которые имеют место в процессе агробактериальной трансформации растений на этапах отбора трансформированных каллусных линий и удаления агробактерий из ткани растения. Наиболее часто с этой целью в генной инженерии зерновых культур используются антибиотики канамицин и цефотаксим (Данилова, 2007; Майсурян и др., 2006).

Целью нашей работы явилось изучение реакции трёх генотипов ячменя на введение в культуральные среды селективных антибиотиков канамицина и цефотаксима в различных концентрациях для разработки протокола агробактериальной трансформации этих генотипов.

В качестве объектов исследования служили каллусная ткань и эмбриокультура ячменя, для получения которых были использованы сорт Белгородский 100, гибриды 752–92×Меркурий и Новичок × 999–93 селекции ГНУ НИИСХ Северо-Востока Россельхозакадемии.

Определяли частоту каллусогенеза и морфогенеза каллусной ткани, а также характер роста эмбриокультуры ячменя на средах с введением канамицина и цефотаксима в концентрациях 25, 50, 100 и 150, 200, 300 мкг/мл соответственно.

В качестве эксплантов для получения каллусной культуры ячменя использовали незрелые зародыши на третьей подстадии дифференциации (12,5–17,0 суток после опыления, длина зародыша 1,5–2,0 мм) (Круглова, Катасонова, 2009), для эмбриокультуры – зрелые зародыши (22–25 суток после опыления, длина зародыша 2,3–2,6 мм).

Зерновки освобождали от покровных чешуй, стерилизовали 5% раствором хлорамина в течение 12 мин, затем трижды промывали стерильной дистиллированной водой. Экспланты помещали на среду Мурасиге и Скуга (Murashige, Skoog, 1962). Для получения каллусной культуры в среду добавляли 2 мг/л 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4Д), для эмбриокультуры ис-

пользовали безгормональную среду. Эксплантированные зародыши культивировали при следующем режиме: температура днем 20–22 °С, ночью 16–18 °С, фотопериод 16 час.

Через 20 суток после эксплантации регистрировали частоту каллусогенеза и морфологию образовавшихся каллусов: цвет, текстуру, величину и пр.

Через 2 недели эмбриокультуру и через 3 недели каллус пересаживали на среду, содержащую селективные антибиотики канамицин или цефотаксим в указанных концентрациях. В качестве контроля использовали линии на среде без введения антибиотиков.

Через 10, 20 и 30 суток культивирования каллуса на средах с канамицином и цефотаксимом оценивали выживаемость каллуса (процент от общего количества пассированного каллуса) и частоту морфогенеза (процент морфогенных от количества выживших линий). Для эмбриокультуры отмечали морфологические изменения («перехваты», побеление хлорофиллоносной ткани и т. д.), сравнивая развитие растений, культивированных на средах с канамицином и цефотаксимом, с контрольными растениями.

Во втором пассаже каллусных линий отмечали нормально сформировавшиеся растения (регенеранты), имеющие побеги и корневую систему, и отклоняющиеся формы (ризогенез, геммагенез). Эффективность регенерации рассчитывали как процент каллусов, давших нормально развитые растения-регенеранты от общего количества каллусных линий.

Сравнительный анализ частоты каллусогенеза показал, что частота каллусообразования в среднем для трёх генотипов ячменя составила $63,85 \pm 2,75\%$, изменяясь от 61,1% у сорта Белгородский 100 до 66,6% у гибрида Новичок × 999-93.

Добавление в среду канамицина в концентрациях 25, 5, 100 мкг/мл вызывало гибель каллуса через 30 дней культивирования. Среди трех исследованных генотипов только гибрид Новичок × 999–93 обеспечил выживаемость 20% каллуса на среде с концентрацией канамицина 25 мкг/мл. Выживаемость каллуса на среде с цефотаксимом (150, 200, 300 мкг/мл) была выше, чем с канамицином и составила в среднем для гибрида 752–92 × Меркурий 14,3%, а для сорта для Белгородский 100–45,5%.

Добавление канамицина в среду для выращивания эмбриокультуры ячменя сопровождалось полной ее гибелью к концу культивирования, независимо от концентрации антибиотика и исследуемого генотипа. В отличие от канамицина, добавление в среды для выращивания эмбриокультуры ячменя цефотаксима практически не вызвало гибели растений. Выживаемость растений на среде с цефотаксимом колебалась от 83,3% у сорта Белгородский 100 до 100% у гибрида 752–92 × Меркурий.

Таким образом, в ходе эксперимента было установлено, что исследованные генотипы ячменя практически не различаются по частоте каллусогенеза, которая варьировала около 64% в незначительных пределах; селективный антибиотик цефотаксим для культуры изолированной ткани ячменя менее токсичен, чем канамицин, как на уровне недеффиренцированной каллусной ткани, так и на органном уровне (в эмбриокультуре), в связи с чем в работе по генети-

ческой трансформации ячменя предпочтительнее использовать цефотаксим в концентрациях до 300 мкг/мл.

Литература

Данилова С. А. Методы генетической трансформации зерновых культур // Физиология растений, 2007. Т. 54. № 5. С. 645–658.

Круглова Н. Н., Катасонова А. А. Незрелый зародыш пшеницы как морфогенетически компетентный эксплант // Физиология и биохимия культурных растений, 2009. Т. 41. № 2. С. 124–131.

Майсурян А. Н., Овчинникова В. Н., Долгих Ю. И., Степанова А. Ю., Терешенок Д. В., Мартиросян Ю. Ц., Харченко П. Н. Агробактериальная трансформация ячменя // Биотехнология, 2006. № 3. С. 56–61.

Овчинникова В. Н., Варламова Н. В., Мелик-Саркисов О. С., Харченко П. Н., Майсурян А. Н., Щербачев В. В., Мартиросян Ю. Ц. Индукция каллусообразования и регенерации растений ячменя *Hordeum vulgare* L. в культуре зародышей // Сельскохозяйственная биология, 2006. № 1. С. 74–79.

Сидоров Е. А., Чернобровкина М. А., Николаева А. Н., Харченко П. Н., Долгов С. В. Индуцированный морфогенез и регенерация *in vitro* растений ячменя отечественных сортов // Сельскохозяйственная биология, 2009. № 3. С. 73–78.

Murashige Y., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue culture // *Physiol Plant.* 1962. № 3. P. 473–497.

ВЛИЯНИЕ ЭКЗОГЕННЫХ ВЕЩЕСТВ НА РОСТОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ РАСТЕНИЙ ТОМАТА В УСЛОВИЯХ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ТЕМПЕРАТУР

Т. С. Колмыкова, Э. Ш. Шаркаева, С. В. Апарин
ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева»,
tskolmykova@yandex.ru

Отклонения факторов внешней среды в ту или иную сторону от оптимальных значений вызывает изменения в росте растений. Рост служит хорошим индикатором состояния растений, так как интегрирует воздействие стресс-фактора на все физиологические процессы и функции растительного организма (Усманов, 2001). Реализация максимальной продуктивности культуры при повышении устойчивости к стрессам может быть осуществлена при использовании регуляторов роста растений. Особенностью действия новых регуляторов является то, что они интенсифицируют физиолого-биохимические процессы в растениях и одновременно повышают устойчивость к стрессам и болезням (Прусакова, 2005; Колмыкова, 2005). Однако в последнее время в качестве термopротекторов растений применяют низкомолекулярные антиоксиданты (Веселов, Кения, 1993).

Целью исследования являлось изучение термopротекторного действия экзогенных регуляторов роста и модификаторов окислительного стресса на растениях томата. Сравнения проводили между веществами регуляторного действия (Рибав-экстра и 6-БАП) и индукторами окислительного стресса (аскорбиновая кислота и перекись водорода).

Объектом исследования являлись семена томата (*Lycopersicon esculentum L.*) сорта Волгоградский 5/95.

Исследования проводили в условиях вегетационного опыта. Семена томата замачивали в различных концентрациях препаратов Рибав-Экстра (0,1 мг/л), аскорбиновой кислоты (750 мкМ/л), 6-БАП (1 мг/л), перекиси водорода (100 мг/л) и воде (контроль) в течение 16 часов, после чего высаживали по 10 шт в сосуды с почвой емкостью 2 кг и выращивали до появления 3-го настоящего листа. Почва – среднесуглинистый деградированный чернозем, рН почвенного раствора равен 6. Освещение поддерживали люминисцентными лампами с интенсивностью 2000 лк, влажность воздуха – около 80%, продолжительность светового дня 12 часов. После достижения фазы 3-го настоящего листа (возраст 20–22 сут) сосуды с растениями помещали на 16 часов в условия экстремальных температур: 2 °С и 43 °С. Температурный контроль – 22–23 °С. На 7 сутки после возврата в оптимальную температуру производили измерения ростовых параметров: длину корня, побега, количество листьев и их площадь.

При комнатной температуре некоторые изученные препараты стимулировали рост побегов; в отношении корней препараты были малоэффективными (табл. 1). Увеличение стебля, по сравнению с контролем, отметили во всех вариантах. Самые высокие значения высоты побега были при действии природного стимулятора Рибав-экстра (увеличение на 36% по отношению к контролю) и 6-БАП (на 30%). Аскорбиновая кислота усиливала рост стебля в меньшей степени. Перекись водорода не оказала влияния на рост побега в целом.

Таблица 1

**Ростовые параметры растений томата,
обработанных экзогенными соединениями и выращенных
в почвенной культуре при комнатной температуре**

Вариант опыта, концентрация	Длина, мм		Количество листьев, шт./раст.	Площадь листа, см ² /растение
	главный корень	стебель		
Вода (контроль)	29,8±1,1	89,3±0,9	5,2±0,2	3,15±0,04
Перекись водорода, 100 мг/л	30,3±1,1	90,5±1,9	5,1±0,3	2,93±0,07
Рибав-экстра, 0,1 мг/л	30,0±1,1	121,8±1,3*	5,8±0,2*	4,70±0,06*
Аскорбиновая кислота, 750 мкМ	30,01±1,1	96,3±2,3*	5,8±0,2*	3,67±0,14*
6-БАП, 1 мг/л	30,3±1,1	116,0±2,0*	5,1±0,2*	4,62±0,01*

* – различия с водным контролем достоверны при P = 0,05

Количество листьев на одном растении увеличивалось в результате предпосевной обработки семян препаратами Рибав-экстра и аскорбиновой кислотой. Прирост площади листовой поверхности зафиксировали во всех вариантах (кроме варианта с перекисью водорода), увеличение площади листьев составило 49%, 47 % и 16,5% при действии препаратов Рибав-экстра, 6-БАП и аскорбиновой кислоты, соответственно.

В отличие от оптимальных температурных условий при пониженной температуре все изучаемые вещества показали тенденцию к стимуляции роста корня (табл. 2). Самый значительный прирост (8 %) мы отметили после предпосевной обработки семян аскорбиновой кислотой.

Таблица 2

Ростовые параметры растений томата, обработанных регуляторами роста и экзогенными соединениями в почвенной культуре при температуре 2 °С в течении 16 часов

Вариант опыта, концентрация	Длина, мм		Количество листьев, шт./раст.	Площадь листовой поверхности, см ²
	главный корень	стебель		
Вода (контроль)	26,9±1,1	96,8±0,2	5,4 ±0,2	3,61±0,02
Перекись водорода, 100 мг/л	28,7±1,2	95,2±0,2	5,1±0,3	3,93±0,03*
Рибав-экстра, 0,1 мг/л	28,7±1,1	130,6±0,3*	5,8±0,2	3,70±0,03
Аскорбиновая кислота, 750 мкМ	29,0±1,3	96,1±0,3	5,8±0,7	3,67±0,04
6-БАП, 1 мг/л	27,3±1,1	123,0±0,0*	5,1±0,2	3,62±0,05

* – различия с водным контролем достоверны при P = 0,05

Препараты Рибав-экстра и аскорбиновая кислота проявили тенденцию к увеличению количества листьев на растении и площади листа. Перекись водорода не влияла на рост стебля и не стимулировала образование листьев. Однако именно в варианте с этим веществом были самые высокие показатели площади листовой поверхности. Цитокининовый препарат на фоне увеличения длины стебля уменьшал количество листьев на растении и не оказал стимулирующего действия на прирост листовой поверхности.

Несколько иная картина по росту осевых органов по сравнению с пониженной температурой наблюдалась в условиях гипотермии (табл. 3).

При повышенной температуре на рост не один из препаратов, кроме БАП, не оказал стимулирующего эффекта. В отношении роста побега отмечена та же картина, что и при действии пониженных температур. Высокий стимулирующий эффект оказали регуляторы роста – Рибав-экстра и 6-БАП: прирост по сравнению с контролем составил 33% и 22% соответственно. Количество листьев на растении достоверно увеличивали препараты Рибав-экстра и аскорбиновая кислота.

На площадь листовой поверхности стимулирующий эффект оказали все изучаемые нами вещества и в большей степени – регуляторы роста. Перекись водорода и аскорбиновая кислота также оказали стимулирующий эффект, но не так сильно.

Таблица 3

Ростовые параметры растений томата, обработанных регуляторами роста и экзогенными соединениями в почвенной культуре при температуре 43 °С в течении 16 часов

Вариант опыта, концентрация	Длина, мм		Количество листьев, шт./раст.	Площадь листовой поверхности, см ²
	главный корень	стебель		
Вода (контроль)	26,8±1,0	87,7±0,9	5,0±0,2	2,45±0,08
Перекись водорода, 100 мг/л	25,3±1,1	87,5±1,0	5,1±0,3	2,82±0,10*
Рибав-экстра, 0,1 мг/л	26,7±1,1	117,0±1,2*	5,8±0,2*	3,69±0,09*
Аскорбиновая кислота, 750 мкМ	25,4±1,1	92,1±1,6	5,8±0,2*	3,15±0,14*
6-БАП, 1 мг/л	27,4±1,1	109,0±1,1*	5,1±0,2	3,58±0,12*

* – различия сводным контролем достоверны при $P = 0,05$

Таким образом, мы обнаружили, что на рост побега высокий стимулирующий эффект во всех температурных вариантах оказывают препараты гормональной природы – Рибав-экстра и 6-БАП. Стимулирующий эффект регуляторов роста и модификаторов окислительного стресса на развитие фотосинтезирующей поверхности томата зависел от условий выращивания. При оптимальной и повышенной температуре площадь листовой поверхности значительно увеличивалась при использовании регуляторов роста. При низкой положительной температуре небольшой стимулирующий эффект оказала перекись водорода.

Литература

Усманов Н. Ю. Экологическая физиология растений / Н. Ю. Усманов, З. Ф. Рахманкулова, А. Ю. Кулагин. М.: Логос, 2001. 224 с.

Прусакова Л. Д. Регуляторы роста растений с антистрессовыми и иммунопротекторными свойствами / Л. Д. Прусакова, Н. Н. Малеванная, С. Л. Белопухов и [др.] // *Агрохимия*. 2005. № 11. С. 76–86.

Колмыкова Т. С. Использование регуляторов роста для повышения адаптационных возможностей культурных растений в стрессовых условиях / Т. С. Колмыкова, Н. Н. Гришенкова, А. С. Лукаткин // *Наука и инновации в Республике Мордовия: Материалы IV республиканской научной конференции (22–24 декабря 2004 г, Саранск)*. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2005. С. 599–602.

Веселов А. П. Влияние экзогенного пероксида водорода на липопероксидацию и ферменты антиоксидантной защиты изолированных хлоропластов гороха / А. П. Веселов, Е. А. Чуманкина, И. В. Маркина // *Физиология и биохимия культ. раст.* 1997. Т. 32, № 3. С. 164–167.

Кения М. В. Роль низкомолекулярных антиоксидантов при окислительном стрессе / М. В. Кения, А. И. Лукаш, Е. П. Гуськов // *Успехи соврем. биол.* 1993. Т. 113. № 4. С. 465–470.

ВЛИЯНИЕ ФТОРИДА НАТРИЯ НА ВСХОЖЕСТЬ И НАКОПЛЕНИЕ БИОМАССЫ РАСТЕНИЯМИ ЯЧМЕНЯ СОРТА «НОВИЧОК»

Л. С. Свинолунова^{1,3}, С Ю. Огородникова^{1,2}

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет,*

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

³ *РЦГЭКиМ по Кировской области*

Проблема локального загрязнения окружающей среды соединениями фтора актуальна для многих территорий. Загрязнение природных сред фтористыми соединениями может происходить при работе предприятий по производству фтористых солей, плавиковой кислоты, алюминия, стали, цинка, суперфосфата, стекла, фосфора, кирпича, керамики, атомных электростанций, использующих гексафторуран, тепловых электростанций, работающих на угле с высоким содержанием фтора (Щербаков, 1991), а также в ходе работы объектов по уничтожению фосфорсодержащих отравляющих веществ (Ашихмина, 2002). ПДК для водорастворимого фтора в почвах – 10 мг/кг, в воде водоемов куль-

турно-бытового назначения – 1,5 мг/дм³, рыбохозяйственного назначения – 0,75 мг/дм³. Фтор, попавший в почву, частично закрепляется кристаллической решеткой глинистых минералов и химическими соединениями разной степени растворимости, другая его часть переходит в растения (Алексеев и др., 1990). В условиях фторидного загрязнения происходит нарушение жизнедеятельности растений, угнетение их роста и гибель чувствительных видов (Смит, 1988). Известно, что фтор в больших количествах накапливается в зеленой массе многолетних трав и зерне овса (Косицина, 2009). Известны данные о влиянии сверхмалых доз фторида натрия на растения (Рудковская и др., 2011).

Целью работы было изучить влияние разных концентраций фторида натрия на ячмень сорта «Новичок» по показателям всхожести семян, роста и накопления биомассы проростками ячменя.

Опыты проводили в лабораторных условиях, температура 25 °С, фотопериод 16 часов. Семена ячменя обрабатывали раствором перманганата калия в течение 5 мин, затем промывали дистиллированной водой и раскладывали на фильтровальную бумагу в чашки Петри. Опыт проводили в трехкратной повторности. Изучали влияние разных концентраций фторида натрия (0,001, 0,002, 0,003, 0,004 и 0,005 моль/л) на всхожесть семян и рост растений в течение 7 дней, контрольные растения выращивали на дистиллированной воде.

Установлено, что фторид натрия в изучаемом диапазоне концентраций оказывал влияние на всхожесть семян ячменя сорта «Новичок» (рис. 1). Выявлена четкая зависимость между дозой токсиканта и всхожестью семян. Фторид натрия даже в самой низкой концентрации (0,001 моль/л) приводил к значительному (на 20% по сравнению с контролем) снижению всхожести семян. Более высокие концентрации фторида натрия (0,002–0,005 моль/л) существенно ингибировали всхожесть семян, она не превышала 37%. По показателю всхожесть семян можно сделать вывод о том, что пороговой концентрацией фторида натрия для растений ячменя является 0,001 моль/л.



Рис. 1. Влияние фторида натрия на всхожесть семян ячменя сорта «Новичок»

Изучено действие фторида натрия на ростовые показатели ячменя (рис. 2). Выявлено, что фторид натрия в концентрации 0,002 моль/л и менее не оказывал существенного влияния на линейный рост листьев растений. Однако, корневая система растений была более чувствительна к действию фторида натрия в концентрациях 0,001–0,002 моль/л. При увеличении концентрации фторида натрия происходит существенное угнетение ростовых процессов:

уменьшается длина листьев и корней растений. Выявлена обратная корреляционная связь между концентрацией фторида натрия и ростовыми показателями (для листьев $r = -0,90$; для корней $r = -0,87$).

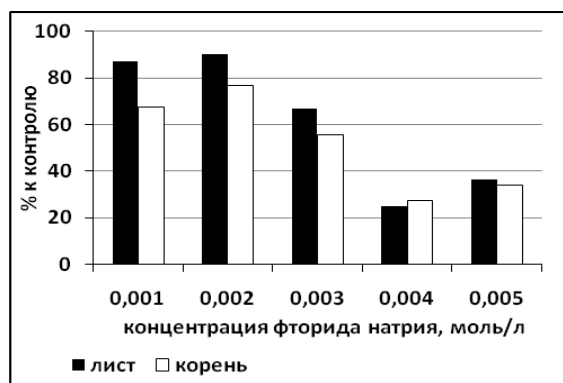


Рис. 2. Действие фторида натрия на линейный рост листьев и корней ячменя сорта «Новичок»

В ходе эксперимента выявлено, что растворы фторида натрия вызывают снижение накопления биомассы проростками ячменя. Минимальную биомассу имели растения в вариантах с высокими дозами фторида натрия (в 2,5–3 раза меньше, по сравнению с контролем в диапазоне концентраций фторида натрия 0,004–0,005 моль/л) (табл.). Кроме того, фторид натрия вызывал снижение оводненности растительных тканей. Установлено, что в вариантах с высокими концентрациями фторида натрия (0,004–0,005 моль/л) возрастало содержание сухого вещества в листьях. В корнях четкой закономерности между концентрацией поллютанта и содержанием сухого вещества не выявлено.

Таблица

Накопление биомассы растениями ячменя и содержание сухого вещества при действии фторида натрия

Концентрация фторида натрия, моль/л	Биомасса мг.сыр.м./раст.		Содержание сухого вещества, %	
	лист	корень	лист	корень
0	91±2	93±5	9,89	8,60
0,001	76±12	78±9	9,21	7,69
0,002	81±2*	72±8	9,88	11,11
0,003	71±1*	72±1*	9,86	8,33
0,004	23±1*	33±1*	13,04	9,09
0,005	33±1*	38±1*	12,12	10,53

*Разница между контролем и опытом достоверна при $P \leq 0,05$.

Таким образом, было изучено влияние фторида натрия на всхожесть, ростовые показатели и накопление биомассы растениями ячменя сорта «Новичок». Выявлена четкая зависимость между концентрацией фторида натрия и его фитотоксическим действием. Наиболее чувствительным показателем к действию фторида натрия является всхожесть семян (пороговая доза 0,001 моль/л). Установлено, что корневая система растений, по сравнению с надземной частью, более чувствительна к действию фторида натрия.

Литература

Щербаков С. В., Плотко Э. Г., Любашевский Н. М. Гигиенические и экологические аспекты защиты биосферы от промышленных фторсодержащих выбросов. Вестник АМН СССР. 1991. С. 54–59.

Ашихмина Т. Я. Комплексный экологический мониторинг объектов хранения и уничтожения химического оружия. Киров: Вятка, 2002. 544 с.

Алексеев Ю. В., Литвинович А. В., Павлова О. Ю., Смирнов И. П. Фтор в сероземах вблизи химических предприятий // Химизация сельского хозяйства. 1990. № 11. С. 63–64.

Смит У. Х. Поглощение загрязняющих веществ растениями // Загрязнение воздуха и жизнь растений. Л.: Гидрометеиздат. 1988. С. 461–499.

Косицина А. А. Влияние водорастворимого фтора на загрязнение почв и растений: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Красноярск, 2009. 19 с.

Рудковская О. Н., Огородникова С. Ю. Эффекты малых и сверхмалых доз фторида натрия на растения // Экология родного края – проблемы и пути их решения: Материалы Всероссийской молодежной научно-практической конференции 26–27 апреля 2011 г. Киров: ООО «Лобань», 2011. С. 208–209.

ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА И МАРГАНЦА НА РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ ЯЧМЕНЯ

Л. Н. Шихова¹, О. А. Зубкова²

¹ ФГОУ ВПО Вятская ГСХА, *l-shikhova@mail.ru*

² ГНУ Зональный НИИСХ Россельхозакадемии, *edaphic@mail.ru*

Микроэлементы, к которым относятся марганец и железо, необходимы для многих важнейших биохимических процессов в живых организмах, недостаток элементов замедляет эти процессы и даже останавливает их. Fe и Mn участвуют в следующих процессах: обмен веществ, синтез белков, фотосинтез растений (Небольсин, Небольсина, 2005). Поэтому данные элементы в небольших количествах являются необходимыми для роста растений.

Негативное действие на растения может оказывать не только недостаток, но и избыток этих элементов. Более токсичными для растений, являются подвижные формы марганца и железа при высоком содержании в почве, особенно при повышенной кислотности и возникновении анаэробных условий (Алексеев, 2008).

Для подзолистых и дерново-подзолистых почв Нечерноземной зоны России характерна высокая кислотность и высокое содержание подвижных форм Mn и Fe. В частности, содержание подвижного марганца в почвах Кировской области колеблется в широких пределах: от нескольких единиц до 100 мг/кг почвы и более, что превышает ПДК для дерново-подзолистых почв – 80 мг/кг при pH 5,1–6,0 (Предельно допустимые..., 2006). Содержание подвижного железа колеблется от нескольких единиц до 200 мг/кг и более (Шихова, 2005). В осенний и весенний периоды, когда происходит переувлажнение почвы, количество двухвалентных форм данных элементов может увеличиваться.

Отрицательное действие марганца на урожай большинства сельскохозяйственных культур наблюдается при содержании 300 мг/кг почвы и более (Авдонин, 1969). В условиях опытов водной и почвенной культуры ионы мар-

ганца оказывали отрицательное влияние на растения овса при концентрациях выше 192 мг/л (Плотникова и др., 2008). Большинство исследователей ограничиваются качественной оценкой чувствительности растений к избытку марганца и железа (Небольсин, Небольсина 2005).

Подвижность Mn и Fe в почве зависит от многих факторов и при проведении исследований внесением больших количеств солей данных элементов не всегда удается создать их избыточные концентрации. Поэтому была проведена серия опытов в песчаной культуре с целью выявления дифференцирующих концентраций марганца и железа.

В качестве тест – культуры был взят ячмень сорта Новичок. Марганец и железо вносили в емкости с песком объемом 0,5 л в виде водных растворов солей $MnSO_4$ и $FeSO_4$ за неделю до посадки пророщенных семян. В качестве контроля использовался питательный раствор Кнопа. Были использованы следующие концентрации ионов Mn^{2+} : 80, 160, 240мг/кг; ионов Fe^{2+} : 110, 200, 300мг/кг. Данные концентрации были выбраны на основе результатов серии предыдущих опытов в водной культуре.

Уровень устойчивости растений оценивали по следующим параметрам: высота растений; сырая и сухая масса корней, стеблей и листьев. Достоверность различий по вариантам оценивали с использованием критерия Дункана.

В результате исследований было установлено, что с увеличением концентрации элементов происходило статистически достоверное снижение почти всех исследуемых параметров (табл.). Но при концентрации ионов железа 200 и 300 мг/кг не наблюдалось достоверного снижения массы корней, а при концентрации 110 мг/кг наблюдалось увеличение данного параметра по сравнению с контролем. Возможно, это связано с тем, что ионы железа не накапливаются в корнях, а поступают в надземную часть растения, вызывая ее изменение, но оказывая незначительное влияние на развитие корневой системы.

Таблица

**Влияние разных концентраций ионов Fe и Mn на рост ячменя
(контроль – абсолютные значения, варианты - % к контролю)**

Вариант	1	2	3	4	5	6	7
Контроль	55,35	9,88	2,78	4,62	0,88	0,31	0,86
Mn^{+2} 80мг/кг	100,10	66,59*	73,78*	77,14*	76,40*	76,27*	70,40*
Mn^{+2} 160мг/кг	88,65*	46,59*	50,77*	50,26*	58,71*	51,46*	39,47*
Mn^{+2} 240мг/кг	56,96*	22,03*	22,66*	23,08*	27,52*	24,06*	16,20*
Fe^{+2} 110 мг/кг	92,31	71,80*	73,90	120,70	87,69*	86,67*	211,34*
Fe^{+2} 200 мг/кг	88,65*	54,82*	59,43*	91,73	67,64*	72,40*	89,03*
Fe^{+2} 300 мг/кг	76,53*	38,62*	41,76*	64,11	44,14*	40,95*	54,20*

Примечание: 1 – высота растений, см; 2 – сырая масса стеблей и листьев, г; 3 – сырая масса стеблей, г; 4 – сырая масса корней, г; 5 – сухая масса листьев, г; 6 – сухая масса стеблей, г; 7 – сухая масса корней, г; * – отличия от контроля достоверны при $P < 0,05$

Таким образом, данные концентрации ионов Fe и Mn в условиях песчаной культуры оказывают отрицательное влияние на развитие растений. В кислых подзолистых почвах Северо-Востока происходит изменение содержания по-

движных форм данных элементов в течение вегетационного сезона, что зависит от многих почвенных факторов, например: окислительно-восстановительный потенциал, влажность, кислотность, содержание органического вещества, внесение удобрений. В результате влияния данных параметров концентрации подвижных форм железа и марганца могут увеличиваться и быть близкими к тем значениям, которые использовались в данном опыте. Следовательно, может происходить замедление роста растений и, возможно, снижение урожайности в результате токсического действия высоких концентраций ионов железа и марганца.

Литература

- Авдонин Н. С. Повышение плодородия кислых почв. Москва, 1969. 304 с.
Алексеев Ю. В. Тяжелые металлы в агроландшафте. СПб., 2008. 216 с.
Небольсин А. Н., Небольсина З. П. Теоретические основы известкования почв. СПб., 2005. 252 с.
Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве: Гигиенические нормативы. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. 15 с.
Гайдукова Н. Г., Кошеленко Н. А., Малюга Н. Г., Шоков Н. Р., Загоруйко А. В. Мониторинг содержания тяжелых металлов в системе почва-растение // Известия ВУЗов. Пищевая технология, 2000. С. 103–106.
Плотникова О. М., Ларионова А. П., Воронина Е. А., Голоднова Л. В. Повышение устойчивости растений к стрессовым явлениям в условиях загрязнения почвы ионами марганца и меди внесением соломы // Региональные проблемы природопользования и охраны окружающей среды. Курган, 2008. С. 203–213.
Шихова Л. Н. Содержание и динамика тяжелых металлов в почвах Северо-Востока европейской части России. Дисс. ... д-ра с.-х. наук. СПб - Пушкин, 2005. 317 с.

РЕАКЦИЯ СТОМАТОГРАФИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ *TRIFOLIUM PRATENSE* L. НА ХИМИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ СРЕДЫ

С. В. Гаренских, Т. В. Жуйкова

*Нижнетагильская государственная социальная педагогическая академия,
garenskihs@mail.ru*

В последние десятилетия в связи с быстрым развитием промышленности во всем мире усиливается загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами в масштабах, которые не свойственны природе (Добровольский, 1987; Башкин, Касимов, 2004).

Значительное увеличение содержания тяжелых металлов в окружающей среде сопровождается их накоплением в растениях, что оказывает негативное влияние на рост, развитие и продуктивность. Изучение реакции растений на действие тяжелых металлов вызывает не только большой научный, но и практический интерес. Круг вопросов, посвященных этой проблеме, весьма широк. Важное значение имеет отражение реакции растений на химическое загрязнение среды на анатомическом уровне. Одной из важнейших защитных тканей в растительном организме является эпидерма, которая может по-разному реаги-

ровать на химический стресс. Известно, что у растений, произрастающих в условиях химического загрязнения, может наблюдаться явление ксероморфизма, выражающееся в уменьшение размеров устьиц при увеличении их числа на единицу площади (Кулагин, 1974) может увеличиваться процент закрытых устьиц (Чернышенко, 1999). В этой связи изучение стоматографических признаков травянистых растений, произрастающих на техногенно нарушенных территориях, расширяет систему знаний о реакции биоты на техногенное воздействие.

Цель исследования – изучение реакции стоматографических признаков травянистых растений на химическое загрязнение среды.

Материал и методика. В качестве объекта исследования был выбран представитель семейства Бобовые (*Fabaceae* Lindl.), род Клевер (*Trifolium*) – клевер луговой (красный или дятлина) *Trifolium pratense* L. (Флора..., 1964). Повсеместная встречаемость, легкость и доступность идентификации в природе обуславливают возможность использовать данный вид в качестве объекта при исследованиях воздействия техногенной нагрузки на популяцию.

Исследования проводили на территории крупного промышленного центра Свердловской области (г. Нижний Тагил) в период 2010–2011 г. Материал отобран на пяти участках, почвы которых в разной степени подвержены загрязнению. Суммарная токсическая нагрузка на участках изменялась от 1,00 отн. ед. до 30,00 отн. ед. (Жуйкова, Мордвина, 2003). В каждой популяции материал собирали с 30 средневозрастных генеративных растений исследуемого вида. Для анализа отбирали взрослые, закончившие фазу интенсивного роста, листья срединной формации. Учет анатомических структур эпидермы производили методом реплик или клеокаст (Таршис, Таршис, 1995). Реплики брали между средней жилкой и краем листовой пластинки по пять штук с адаксиальной и абаксиальной сторон листа. Всего проанализировано 4000 полей зрения.

Результаты и их обсуждение. В ходе исследования установлено, что эпидерма листьев *T. pratense* гладкая. Основные эпидермальные клетки и устьица расположены без определенного порядка. Форма клеток – овально-волнистая. На основании классификации морфологических типов устьичных комплексов М. А. Барановой (1985) устьичные аппараты *T. pratense* отнесены к аномоцитному типу. Листья амфистомные – адаксиальная (АД) и абаксиальная (АБ) стороны несут один и тот же тип устьиц.

При анализе числа основных эпидермальных клеток установлено, что показатель варьирует в пределах от 911,15 до 1214,67 шт. клеток / мм² на АД и от 911,15 до 1123,76 шт. клеток / мм² на АБ стороне листа. Число основных клеток увеличивается с ростом токсической нагрузки, как на АД, так и АБ стороне. При сравнении числа основных клеток у растений с максимально загрязненных участков с таковым у остальных методом множественных сравнений Шефе, установлены статистически значимые различия между сравниваемыми группами (АД: $F = 9,58$; $df = 4$; 2245; $p < 0,01$; АБ: $F = 14,45$; $df = 4$; 2245; $p < 0,01$). Сравнение числа основных клеток на АД и АБ стороне однофакторным дисперсионным анализом выявило статистически значимые различие ($F=68,5$; $df=1$; 4498; $p<0,001$).

Длина основных клеток на АД стороне листа изменяется от 25,60 до 54,40 мкм и от 32,00 до 57,60 мкм на АБ. Методом множественных сравнений Шеффе выявлены статистически значимые различия между длиной основных клеток в градиенте увеличивающейся токсической нагрузки – АД: $F = 15,07$; $df = 4$; 2245; $p < 0,01$; АБ: $F = 30,91$; $df = 4$; 2245; $p < 0,01$. Различия между АД и АБ стороной листа подтверждены однофакторным дисперсионным анализом ($F = 88,6$; $df = 1$; 4498; $p < 0,001$).

При анализе ширины клеток установлено, что показатель варьирует от 19,20 до 35,20 мкм на АД и от 22,40 до 35,20 мкм на АБ. Ширина основных клеток значимо увеличивается с ростом токсической нагрузки (S -метод Шеффе) – АД: $F = 11,5$; $df = 4$; 2245; $p < 0,01$; АБ: $F = 14,83$; $df = 4$; 2245; $p < 0,01$. Различия между АД и АБ стороной листа подтверждены однофакторным дисперсионным анализом ($F = 0,3$; $df = 1$; 4498; $p < 0,6$).

Показатель «индекс клеток» изменяется от 1,00 до 2,00 как на АД, так и АБ стороне листа. Сравнение исследуемого показателя у растений, произрастающих на участках с различной степенью токсической нагрузки S -методом Шеффе, показало статистически значимые различия (АД: $F = 2,0$; $df = 4$; 2245; $p < 0,01$; АБ: $F = 3,5$; $df = 4$; 2245; $p < 0,01$). Различия между АД и АБ стороной листа подтверждено однофакторным дисперсионным анализом ($F = 26,10$; $df = 1$; 4498; $p < 0,001$).

При исследовании числа устьиц установлено, что данный показатель варьирует от 30,37 до 92,86 мкм на АД и от 60,74 до 242,12 мкм на АБ. Различия числа устьиц на АД и АБ сторонах листа подтверждены однофакторным дисперсионным анализом ($F = 2180,34$; $df = 1$; 4498; $p < 0,001$).

Химическое загрязнение приводит к уменьшению числа устьиц. Данный показатель наиболее выражен на АБ стороне листа. Методом множественных сравнений Шеффе подтверждены статистически значимые различия в числе устьиц на АД и АБ сторонах листа. У растений *T. pratense*, произрастающих на максимально загрязненных участках, показатель значимо отличается от такового на остальных биотах (АД: $F = 6,78$; $df = 4$; 2245; $p < 0,01$; АБ: $F = 22,36$; $df = 4$; 2245; $p < 0,01$).

Длины устьиц варьирует от 12,80 до 16,13 мкм на АД стороне и от 12,80 до 16,00 мкм на АБ стороне. Установлено, что длина устьиц увеличивается в градиенте токсической нагрузки как на АД стороне, так и на АБ. Выявлены статистически значимые различия данного показателя у растений буферной зоны с таковым у растений остальных биотопов (АД: $F = 21,0$; $df = 4$; 2245; $p < 0,01$; АБ: $F = 30,88$; $df = 4$; 2245; $p < 0,01$). Различия между АД и АБ стороной листа подтверждены однофакторным дисперсионным анализом ($F = 70,73$; $df = 1$; 4498; $p < 0,001$).

Ширина устьиц варьирует от 6,40 до 16,00 мкм на АД и от 1,07 до 16,00 мкм на АБ. Химическое загрязнение приводит к увеличению ширины устьиц (S -метод Шеффе): АД – $F = 7,3$; $df = 4$; 2245; $p < 0,01$; АБ – $F = 17,0$; $df = 4$; 2245; $p < 0,01$. Различия между АД и АБ стороной листа подтверждены однофакторным дисперсионным анализом ($F = 43,19$; $df = 1$; 4498; $p < 0,001$).

При анализе индекса устьиц установлено, что варьирование признака составляет от 1,33 до 2,50 на АД стороне и от 1,00 до 2,50 на АБ. Сравнение данного показателя методом Шеффе показало статистически значимые различия – АД: $F = 16,25$; $df = 4$; 2245 ; $p < 0,01$; АБ: $F = 13,75$; $df = 4$; 2245 ; $p < 0,01$). Различия между АД и АБ стороной листа подтверждены однофакторным дисперсионным анализом ($F = 18,61$; $df = 1$; 4498 ; $p < 0,001$).

Таким образом, реакция *T. pratense* на химическое загрязнение проявляется в увеличении числа основных эпидермальных клеток и уменьшении их размеров. Реакция устьичного аппарата на химическое загрязнение противоположна реакции эпидермальных клеток. Можно предположить, что растения с фонового участка не испытывают на себе действие поллютантов. Процессы газообмена и транспирации происходят за счет большего количества устьиц на единицу площади поверхности листа. У растений, произрастающих в загрязненных биотопах, процессы газообмена и транспирации протекают за счет больших размеров устьичной щели. При этом количество устьиц уменьшается, но за счет увеличения длины устьица – увеличивается устьичная щель. Последнее приводит к оптимизации процессов газообмена в фитоценозах, подверженных химическому загрязнению. Вышеуказанное приводит к выводу о различных стратегиях адаптации растения с фонового и загрязненных участков. В биотопах фоновой зоны нормализация газообмена и транспирации достигается за счет увеличения числа устьиц на единицу площади, а условиях химического загрязнения – за счет больших размеров устьичной щели.

Выводы. 1. Устьичные комплексы *T. pratense* относятся к аномоцитному типу. Адаксиальная и абаксиальная сторона листа несет один тип устьиц.

2. Реакцией на химическое загрязнение среды тяжелыми металлами проявляется в уменьшении числа устьиц. При этом число основных эпидермальных клеток увеличивается, а их размеры уменьшаются.

3. Стоматографические признаки (длина и ширина устьица, длина и ширина клетки, число устьиц и основных клеток, устьичный показатель) у *Trifolium pratense* L. различаются на адаксиальной и абаксиальной сторонах листа.

Литература

Добровольский В. В. География микроэлементов. Глобальное рассеивание. М.: Мысль, 1983. 272 с.

Башкин В. Н., Касимов Н. С. Биогеохимия. М.: Научный мир, 2004. 648 с.

Баранова М. А. Классификация морфологических типов устьиц // Ботанический журнал. 1985. Т. 70. № 12. С. 1585–1594.

Жуйкова Т. В. Трансформация травянистой растительности техногенно нарушенных территорий и оценка ее участия в биогенных циклах химических элементов // Ученые записки НТГСПА. Естественные науки. Нижний Тагил, 2003. С. 155–165.

Кулагин Ю. З. Древесные растения и промышленная среда. М., Наука, 1974. 250 с.

Таршис Г. И. Разнообразие и диагностическое значение структурных признаков лекарственных растений // Мат. I Междунар. симп. Пушино, 1995.

Флора СССР. М.: Наука, 1964. 415 с.

Чернышенко О. В. Поглощительная способность и газоустойчивость древесных растений в условиях города. М.: МГУЛ, 2001. 120 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРЕСС-САЛАТА ДЛЯ ОЦЕНКИ ТОКСИЧНОСТИ ЖИДКИХ ФАРМПРЕПАРАТОВ С ИСТЕКШИМ СРОКОМ ХРАНЕНИЯ

Д. В. Зейферт, Е. Ф. Гареева, Д. Т. Габбасова

*Государственное образовательное бюджетное учреждение
высшего профессионального образования*

*Филиал Уфимского государственного нефтяного технического университета,
dseifert@mail.ru*

Фитотестирование является распространенным методом определения степени токсичности отходов (Обоснование класса опасности..., 2007). Кресс-салат *Lepidium sativum* является одним из наиболее часто используемых тест-объектов для биотестирования вод, донных отложений почв, природных и техногенных субстратов, радиационного воздействия, воздействия синтезируемых химических веществ и их смесей (Зейферт, 2010). Нами проанализирована применимость методов биотестирования для анализа фитотоксичности лекарственных препаратов с истекшим сроком хранения, как компонента медицинских отходов (табл. 1).

Исследование проводили в период с ноября 2010 по май 2011 гг. при комнатной температуре. Проведена оценка степени фитотоксичности на следующие параметры кресс-салата: уровень прорастания семян (VCH, в %), среднюю длину проростка (L, в мм), средний сухой вес проростка (W, в мг). Исследования проводили по следующей методике: на фильтровальную бумагу, уложенную на дно чашки Петри, раскладывали по 30 семян кресс-салата.

Фильтровальную бумагу увлажняли растворами фармпрепаратов разной концентрации по следующей схеме: исходная концентрация (маточный раствор) и его растворы в двукратном, четырехкратном, восьмикратном и шестнадцатикратном разбавлениях. Все разбавления проводили в трех повторностях. В качестве контроля использовали водопроводную воду.

Продолжительность опыта составляла семь дней. После завершения опыта фиксировали процент проросших семян, длину проростков и их сухой вес, а также соотношения между длиной и сухим весом проростков.

Статистическую обработку данных проводили с использованием стандартных методов по программе «Statistica-5.0 for Windows». Оценку значимости различий среднеарифметических значений проводили с использованием t – критерия Стьюдента.

Таблица 1

Список тестируемых фармпрепаратов твердых лекарственных форм

	Название	Форма выпуска
1	Актовегин	Ампула
2	Бактериофаг (клебсиелла поливалентный очищенный)	Жидкость во флаконе
3	Бификол, сухой	Флакон; растворен в жидкости для растворения
4	Даларгин	Ампулы
5	Иммуновенин, сухой	Растворен в жидкости для инъекций

	Название	Форма выпуска
6	Интерферон человеческий лейкоцитарный	Ампула
7	Кокарбоксилазы гидрохлорид	Ампула
8	Кордиамин	Ампула
9	Лактобактерин, сухой	Флакон; растворен в жидкости для растворения
10	Магния сульфат	Ампула
11	Новокаин	Ампула
12	Преднизолон	Ампула
13	Простакор	Ампула
14	Ревалгин	Ампула
15	Эуфиллин	Ампула

Острая фитотоксичность наблюдается у 8-ми лекарственных препаратов, причем у Кордиамин и Ревалгина она проявляется во всем интервале разбавления (табл. 2).

В остальных случаях фиксировали следующие виды изменения: всхожести (рис. 1), средней длины проростков (рис. 2) и среднего сухого веса проростков.

Фиксируются три типа изменений всхожести при возрастании разбавления:

а) всхожесть достоверно возрастает при разбавлении. Примером такой зависимости является Эуфиллин;

б) всхожесть при разбавлении не меняется. Примером такой зависимости является Преднизолон. Подобный тип зависимости указывает, что данные тестируемые препараты являются наименее токсичными.

Таблица 2

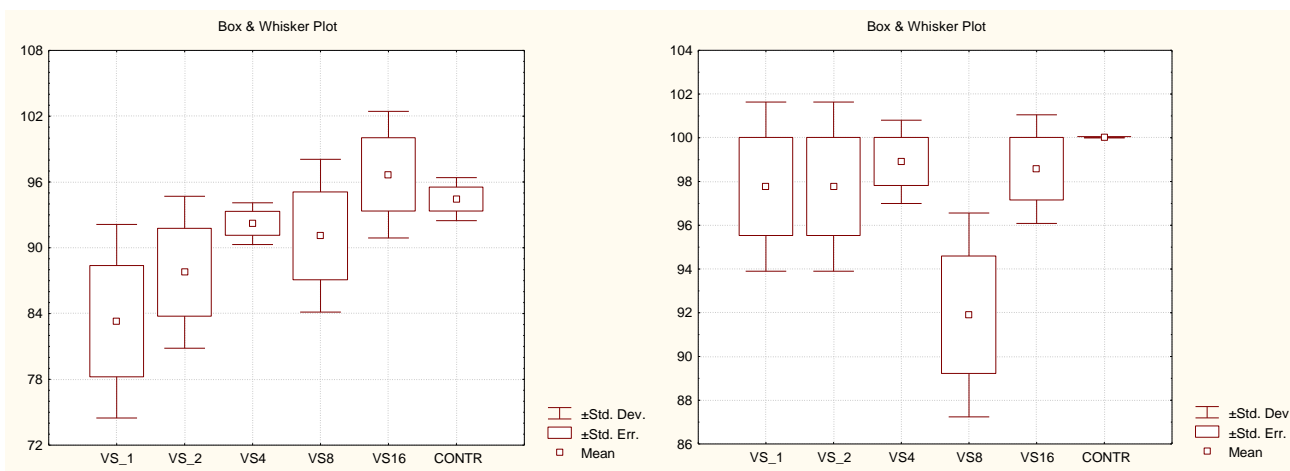
Проявление острой фитотоксичности у исследованных лекарственных препаратов

Название	Кратность разбавления				
	1	2	4	8	16
Кордиамин	■	■	■	■	■
Ревалгин	■	■	■	■	■
Актовегин	■	■	■	■	■
Бификол	■	■	■	■	■
Лактобактерин	■	■	■	■	■
Сульфат магния	■	■	■	■	■
Даларгин	■	■	■	■	■
Имуновегин	■	■	■	■	■

Фиксируются два типа изменений в средней длине проростков при возрастании разбавления:

а) средняя длина проростков достоверно возрастает при разбавлении. Примером такой зависимости является Кокарбоксилазы гидрохлорид.

б) средняя длина проростков при разбавлении не меняется. Примером такой зависимости является Преднизолон.

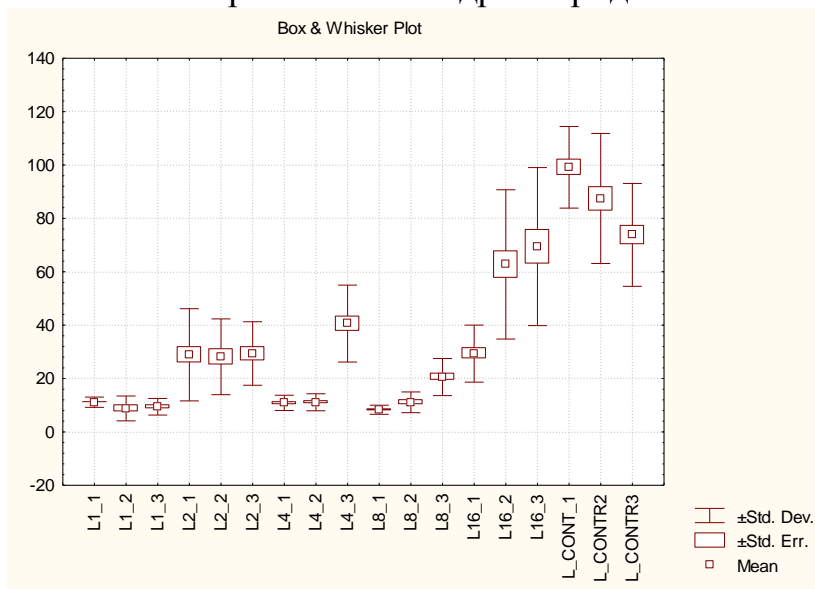


1. Эуфилин

2. Преднизолон

Рис. 1. Примеры различных типов изменения всхожести, %

1. Кокарбоксилазы гидрохлорид



2. Преднизолон

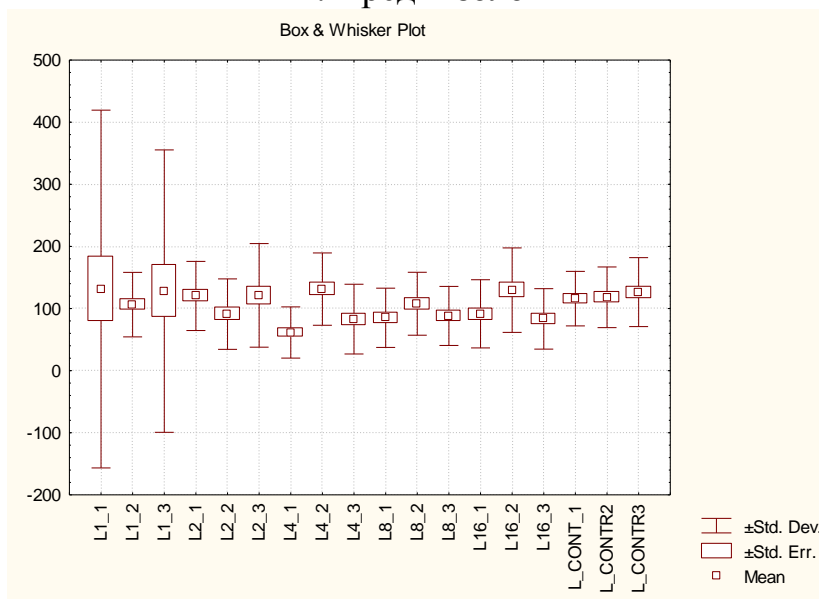


Рис. 2. Примеры различных типов изменения средней длины, мм

Средний сухой вес проростков при разных разбавлениях и в контроле не различается.

В настоящее время вновь возникает вопрос о разработке технического регламента по обращению с медицинскими отходами. Для его составления еще не в полной мере имеются показатели и критерии оценки опасности или их безопасности и соответствующая нормативная база по ним. Разработка организационно-распорядительной документации и насыщение ее необходимой информацией является одним из приоритетных направлений современных исследований (Русаков, 2009). Нами протестировано ничтожное число имеющихся фармпрепаратов. Но даже среди протестированных фармпрепаратов выявлены значительные различия по степени их токсичности.

Таблица 3

Вариации зависимости между длиной и весом проростков Новокаин

	1	2	3
1	0,36	0,43	0,16
2	-0,08	-0,02	0,02
4	0,17	0,13	0,23
8	0,26	-0,32	0,57
16	0,19	0,01	0,24
контроль	0,53	0,52	0,51

Бактериофаг

	1	2	3
1	0,79	0,38	0,35
2	0,55	0,30	0,38
4	0,32	-0,14	0,07
8	0,28	0,33	0,27
16	0,20	0,42	0,55
контроль	0,39	0,24	0,38

Примечание: жирным шрифтом выделены коэффициенты корреляции, достоверные при $\alpha > 0,95$

Литература

Зейферт Д. В. Использование кресс-салата как тест-объекта для оценки токсичности природных и сточных вод Стерлитамакского промузла // Башкирский экологический вестник, 2010. № 2. С. 39–0.

Методические рекомендации МР 2.1.7.2297-07. Обоснование класса опасности отходов производства и потребления по фитотоксичности.

Русаков Н. В. Итоги создания системы безопасного обращения с медицинскими отходами и пути ее совершенствования // V Международная конференция «Проблемы обращения с отходами лечебно-профилактических учреждений», 2009. М.: НИИ ЭЧ и ГОС, С. 26–32.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИТОТОКСИЧНОСТИ ИНСЕКТИЦИДА МАЛАТИОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕМЯН ОВСА

А. С. Олькова, Н. В. Толстоброва

*Вятский государственный гуманитарный университет,
morgan-abend@mail.ru*

Химическое загрязнение окружающей среды представляет глобальную экологическую проблему. Ежегодно в природные среды поступают различные по своей структуре и токсичности поллютанты. Загрязнение окружающей среды пестицидами и продуктами их деструкции представляет один из аспектов обозначенной проблемы.

Производители современных препаратов четко разграничивают спектр действия вещества, относя его к одному из разновидностей пестицидов: к гербицидам, акарицидам, инсектицидам и так далее. При этом часто указывается, что например, гербицид не будет оказывать негативного влияния на насекомых (пчел) и животных, а инсектицид не скажется губительно на культурных растениях. Это не всегда оказывается так.

Целью нашей работы стало определение фитотоксических свойств раствора малатиона, который относится к инсектицидной группе пестицидов.

Малатион является инсектицидом широкого спектра действия. Он входит в состав таких препаратов как Искра М, Карбофос, Карбофот, Бунчук, Фуфанон, Кемифос, Фенаксин Плюс, Карбофос-500. Следовательно, малатион может оказаться в окружающей среде в ходе сельскохозяйственной деятельности человека.

Производители препарата заявляют, что рабочие растворы, приготовленные согласно инструкции, не оказывают фитотоксического действия.

В ходе работы изучалось влияние раствора малатиона в разных концентрациях на всхожесть семян и линейный рост проростков семян овса. Полученные данные сравнивали с контрольными растениями, которые выращивали на дистиллированной воде. Эксперимент проводили согласно аттестованной методике (Методические рекомендации).

Тестируемые растворы содержали малатион в концентрациях, превышающих (в 10, 5, 2,5 раза), равных (0,525 г/л) и меньших рекомендуемых (в 2 и 4 раза).

Семена опытных растений проращивали на фильтровальной бумаге в чашках Петри в лабораторных условиях в течение 7 дней на испытуемых растворах. Для каждого варианта брали по 75 семян, которые раскладывали в 3 чашки Петри по 25 шт. В ходе проведения опыта на 3 сутки оценивали всхожесть семян, далее на 7 день после закладки опыта измеряли длину корней проростков. Статистическая обработка включала расчет среднего значения длины корней проростков, полученных в трех повторностях и стандартного отклонения. Полученные данные отражены в табл.

Влияние возрастающих доз малатиона на семена овса

Варианты опыта		Средняя длина корней (L_{cp}), мм	Средняя длина корней по сравнению с контролем, %	Фитоэффект, %
Концентрация раствора, г/л	Превышение рекомендуемой дозы, раз			
0	–	6,49±1,3	100	0
5,25	10	0	0	100
2,625	5	0,025±0,007	0,31	99,6
1,31	2,5	0,14±0,06	0,46	98,6
0,525	1 (рекомендуемый раствор)	1,37±0,32	21,11	78,8
0,262	0,5	3,82±0,15	59,32	41,1
0,131	0,25	5,42±0,06	83,51	16,49

Согласно методике оценка токсичности образца проводилась по показателю фитоэффекта, который рассчитывался по формуле $E_T = ((L_k - L_{оп}) / L_k) \cdot 100$, %. Фитотоксическое действие считается доказанным, если фитоэффект (E_T) составляет 20% и более.

По итогам эксперимента установлено, что растворы более концентрированные, чем рекомендованный, оказывают максимальный фитотоксический эффект, превышающий 90%. В то же время рекомендованный раствор инсектицида также оказывает значительный эффект угнетения на проростки овса – около 80%, что превышает допустимые значения в 4 раза. Разбавление рекомендованного раствора в 2 раза закономерно снижает токсичность, но и такой раствор малатиона характеризуется по используемой методике как фитотоксичный. Только снижение концентрации ещё в 2 раза даёт достаточно снижает фитотоксичность.

Таким образом, инсектицид малатион оказывает фитотоксическое действие в концентрациях, рекомендованных для использования в сельском хозяйстве.

Литература

Методические рекомендации МР 2.1.7.2297-07 Обоснование класса опасности отходов производства и потребления по фитотоксичности, 2007.

РЕАКЦИЯ РАСТЕНИЙ ЯЧМЕНЯ СОРТА БИОС-1 НА ОБРАБОТКУ ФУНГИЦИДАМИ В ПЕРИОД ВЕГЕТАЦИИ

М. В. Черемисинов

ФГБОУ ВПО Вятская государственная сельскохозяйственная академия

Важным достижением генетики явилось открытие индуцированного мутагенеза, то есть искусственного получения наследственных изменений с помощью физических, химических мутагенов. Экспериментальный мутагенез привлек внимание многих селекционеров как возможность индуцирования мутаций, изменения признаков у существующих сортов и получение особо цен-

ных форм, не встречающихся в природе при обычных условиях (Молчан и др., 1996).

Анализ генетической активности 400 пестицидов показал, что более 60% из них обладают мутагенным действием (Куринный, 1985). Индуцируя различные типы мутаций, такие вещества могут вызвать ухудшение хозяйственно-полезных признаков сортов и в конечном итоге приводить к потере ценных генотипов культурных растений.

Одной из основных на сегодняшний день проблем остается экологическая безопасность современного растениеводства.

Отрицательное действие фунгицидов на растения ячменя изучено недостаточно.

По данным кафедры селекции и семеноводства Вятской ГСХА микробиологический препарат агат-25К 40 г/т, фенорам – супер 2 л/т вызывал в МЗ как хлорофилльные, так и морфофизиологические изменения у растений ячменя сорта Биос-1 (Помелов, 2004).

Целью работы является изучение реакции растений ячменя на воздействие фунгицидов-стробилуринов в нулевом поколении.

Для проведения опыта были выбраны препараты: амистар-экстра, фалькон, колосаль, широко применяемые для защиты растений в период вегетации от грибных болезней. Схема опыта включала следующие варианты: амистар-экстра (0,1; 1; 5 л/га), фалькон (0,06; 0,6; 3 л/га) и колосаль (0,1; 1; 5 л/га).

Посев нулевого поколения (M_0) производился на делянках площадью 1 м^2 . В каждом варианте высевалось по 500 зерен на 1 м^2 .

Посевы ячменя сорта Биос-1 обрабатывались препаратами в фазу кущения с расходом рабочей жидкости 300 литров на гектар (30 мл рабочего раствора на 1 м^2).

Изучаемые в опыте факторы оказали различное влияние на процессы роста и развития ячменя в нулевом поколении. Так как обрабатывали растения в фазу кущения, то всхожесть растений ячменя сорта Биос-1 находилась в пределах ошибки опыта.

Наблюдались различия между вариантами при прохождении фаз развития у растений нулевого поколения. Максимальные нормы расхода вызывали фитотоксическое действие (растения выглядели подсушенными), сразу после обработки растений в фазу кущения. Рекомендованные нормы расхода препаратов амистар-экстра и фалькон способствовали раннему на 1–2 дня наступлению фаз выхода в трубку – молочная спелость. После обработки препаратами амистар-экстра 5л/га, фалькон 3 л/га фаза выхода в трубку наступала позднее на 4 дня.

Проводились учеты сетчатой и темно-бурой пятнистости ячменя.

Таблица 1

Распространенность сетчатой пятнистости в период вегетации, (%)

Варианты	Конец кущения	Выход в трубку	Середина колошения	Молочная спелость
1. Контроль	26,2	24,3	38,8	37,5
2. Амистар-экстра 0,1л/га	20,7	24,2	35,4	42,5
3. Амистар-экстра 1л/га	5,7	6,0	11,2	25,0

Продолжение таблицы 1

Варианты	Конец кущения	Выход в трубку	Середина колошения	Молочная спелость
4. Амистар-экстар 5 л/га	11,3	12,1	17,0	21,2
5. Фалькон 0,06л/га	22,2	27,4	44,2	43,0
6. Фалькон 0,6л/га	10,2	12,1	24,6	38,5
7. Фалькон 3л/га	15,8	19,0	29,2	44,2
8. Колосаль 0,1 л/га	24,2	28,2	37,2	39,8
9. Колосаль 1 л/га	10,8	20,6	28,8	34,4
10. Колосаль 5 л/га	12,1	14,3	26,0	31,2

Таблица 2

Распространенность темно-бурой пятнистости, (%)

Варианты	Конец кущения	Выход в трубку	Середина колошения	Молочная спелость
1. Контроль	15,9	31,7	48,8	46,2
2. Амистар-экстра 0,1л/га	14,2	36,8	40,0	43,2
3. Амистар-экстра 1л/га	8,1	18,8	25,0	35,0
4. Амистар-экстар 5 л/га	17,0	20,0	37,8	40,7
5. Фалькон 0,06л/га	17,3	31,2	38,8	45,2
6. Фалькон 0,6л/га	8,6	17,0	21,2	35,0
7. Фалькон 3л/га	16,6	22,6	39,4	44,1
8. Колосаль 0,1 л/га	18,0	21,0	36,2	41,2
9. Колосаль 1 л/га	9,4	20,0	25,0	34,6
10. Колосаль 5 л/га	8,0	17,0	20,7	32,1

В фазу кущения распространенность сетчатой пятнистости была 5,7–10,8%, а в фазу колошения – 11–28,8%. Растения, обработанные амистар-экстра 0,1 л/га, оказались наиболее пораженными этими видами пятнистостей. В вариантах с нормой расхода, увеличенной в 5 раз от рекомендованной, к фазе выхода в трубку наблюдалось снижение распространения пятнистостей, хотя к концу вегетации распространение болезней было на уровне контроля. Сразу после обработки наибольшими нормами расхода наблюдалось сильное фитотоксическое действие.

Во время уборки растений проводился подсчет выживших растений ячменя.

Выживаемость во всех изучаемых вариантах была ниже, чем в контроле. В блоке вариантов при обработке препаратом колосаль наблюдалось достоверное снижение выживаемости на 14,2%.

Препараты оказали влияние на элементы структуры продуктивности растений ячменя.

Общая кустистость уменьшилась под действием препарата амистар-экстра с нормой расхода 0,1 и 5 л/га. Наименьшая продуктивная кустистость наблюдалась у варианта с обработкой амистар-экстра 5 л/га – 1,8, в контроле – 2,2. С увеличением нормы расхода препарата колосаль с 0,1 до 5 л/га произошло существенное увеличение продуктивной кустистости от 2,8...3,8 (по сравнению с контролем). Достоверное снижение длины стебля наблюдалось в вари-

анте с обработкой амистар-экстра 5 л/га – 47,9 см, а существенное увеличение длины стебля произошло в варианте с обработкой колосалем 5 л/га – 53,8 см в контроле 51,6 см. препарат амистар-экстра 5 л/га достоверно снизил продуктивную кустистость. В блоке вариантов с препаратом колосаль произошло достоверное увеличение длины колоса на 1,2...1,6 см. Также в вариантах опыта с препаратом колосаль наблюдалось существенное увеличение количества зерен в колосе 19,5...20,9 шт., в контроле – 17,8 шт. В вариантах с обработкой препаратом амистар-экстра 0,1 л/га произошло существенное снижение количества зерен на 2,2 шт., а обработка нормой расхода 1 л/га этим же препаратом привело к увеличению количества зерен на 1,4 шт.

На снижение массы зерна с колоса повлияла обработка препаратом амистар-экстра 0,1 л/га, а обработка препаратом колосаль 5 л/га привела к существенному повышению массы зерна 1,04 гр.

Эффективность используемых факторов и реакция растений ячменя на их применение оценивалась с помощью среднего суммарного показателя стимуляции депрессии. При обработке растений ячменя в вариантах опыта с колосалем отмечалось только стимулирующее действие (7,7...18,6%) за счет увеличения продуктивной кустистости, длины колоса, количества зерен в колосе (рис. 1).

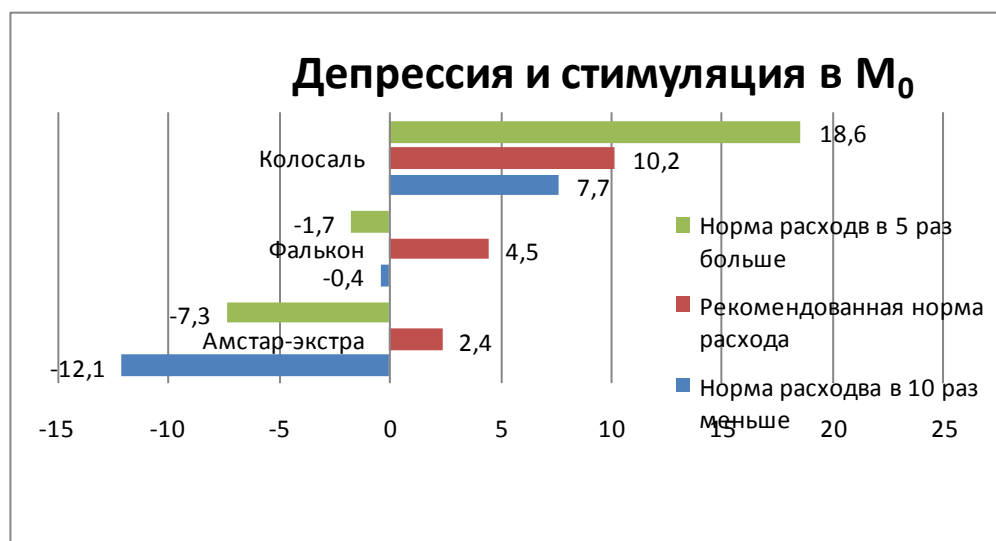


Рис. 1. Депрессия и стимуляция в M_0

При увеличении нормы расхода препарата фалькон наблюдается депрессирующее действие (-1,7%). Снижалась длина колоса и продуктивная кустистость.

Рекомендуемые нормы расхода препаратов амистар-экстра и фалькон вызвали стимулирующее действие (+2,4; +4,5 %). В варианте с препаратом амистар-экстра увеличивалась продуктивная кустистость, масса зерна с колоса, количество зерен в колосе, а под действием обработки препаратом фалькон возросла продуктивная кустистость и масса зерна с колоса.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. После обработки препаратами амистар-экстра 5л/га, фалькон 3 л/га фаза выхода в трубку наступала позднее на 4 дня, вследствие их фитотоксического действия.

2. Растения, обработанные амистар-экстра 0,1 л/га, оказались наиболее пораженными этими видами пятнистостей. В вариантах с нормой расхода, увеличенной в 5 раз от рекомендованной к фазе выхода в трубку, наблюдалось снижение распространения пятнистостей, хотя к концу вегетации распространение болезней было на уровне контроля.

3. При обработке растений ячменя в вариантах опыта с колосалем 7 отмечалось только стимулирующее действие (7,7...18,6%) за счет увеличения продуктивной кустистости, длины колоса, количества зерен в колосе.

4. Рекомендуемые нормы расхода препаратов вызвали стимулирующее действие.

Литература

Молчан И. М Ильина Л. Г., Кубарев П. И. Спорные вопросы в селекции растений // Селекция и семеноводство. 1996. № 1–2. С. 36–52.

Помелов А. В. Мутагенное действие фунгицидов-протравителей семян на культуру ячменя. Сб.: Материалы научной сессии. Кировский филиал РАН, Кировское областное отделение РАН. Киров, 2004. С. 204–206.

Куринный А. И. Биологическая индикация пестицидов мутагенов в окружающей среде по частоте аббераций хромосом у растений // Цитология и генетика. 1985. Т. 19. № 4. С. 268–269.

БИОИНДИКАЦИЯ НАНОРАЗМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ

Ю. В. Семенов

Институт развития образования Кировской области, kdov@yandex.ru

На сегодняшний день существует много способов определения качества окружающей среды. Это различные методы количественного химического анализа (КХА), физико-химического анализа, космического анализа, ГИС-технологии (геоинформационные системы). Одним из наиболее простых, подсказанным самой природой методом определения качества окружающей среды, является биоиндикация – сравнительно новый и достаточно эффективный метод анализа состояния окружающей среды.

Реализация биомониторинга сопровождается комплексом проблем (Экологический мониторинг, 2005), в том числе и поиском новых биоиндикаторов. Проведенные исследования воздуха (Семенов и др., 2011; Семенов и др., 2011), на наличие наноразмерных объектов актуализировали проблему поиска биоиндикаторов – растений – природных накопителей наноразмерных объектов. Новизна исследований определяется слабой разработанностью и отсутствием системных исследований в области изучения биоиндикаторов на наноразмерные объекты, а практическая значимость определяется относительной дешевизной и удобством использования и перемещения растений в сравнении с иной аппаратурой для накопления наноразмерных объектов с целью их дальнейшего изучения. Особенно важно это для системы образования (Семенов). При исследова-

ний свойств наноразмерных объектов установлено, что они достаточно легко проникают сквозь кожу человека, попадают в кровь, оказывая, в отдельных случаях, негативное влияние на защитные функции организма (снижая их) (Нанотехнологии ..., 2010). Эти данные усиливают актуализацию направления исследований поиска биоиндикаторов на наноразмерные объекты.

Целью нашей работы является поиск и описание новой группы биоиндикаторов, позволяющих отслеживать распределение в окружающей среде наноразмерных объектов с их последующей индентификацией. В ходе работы ставятся следующие задачи.

1. Выявить **растения – природные накопители** наноразмерных объектов.

2. Установить взаимосвязь между наличием наноразмерных объектов в воздухе и их наличием в исследуемых растениях.

3. Оценить влияние наноразмерных объектов на генезис растения (накопление информации о внешних проявлениях), установить внешние признаки проявления действия наноразмерных частиц на растение.

Использование данных растений позволит: существенно сократить время на сбор наноразмерных объектов для последующих анализов; быстро и эффективно готовить препараты для нанотехнологических исследований (в том числе и для системы образования).

При организации исследования на первом этапе мы исходили из того, что различные растения в силу особенностей строения первичной защитной покровной ткани *способны накапливать различные по физическим характеристикам* наноразмерные объекты. Планируемый второй этап исследований связан с предположением о том, что различные растения, в силу особенностей функционирования, *способны накапливать различные по свойствам* наноразмерные объекты.

В работе использовались сканирующие зондовые микроскопы СЗМ, набор зондов WT105Ed, устройство для их заточки SHP01 Ed, входящие в состав нанотехнологической лаборатории лица г. Советска. Дополнительно использовалось программное обеспечение для компьютерного моделирования отсканированных поверхностей (расшифровки) образцов. Фиксации подлежали число наноразмерных объектов в образце, их величина, распределение.

При выборе исследуемых растений (объектов) мы, в первую очередь, использовали комнатные растения. Данный выбор обусловлен их постоянным присутствием в среде обитания человека, определенной компактностью, мобильностью, возможностью круглогодичного исследования. На последующих стадиях исследования спектр растений будет расширен. К числу затруднений, выявленных при проведении исследовательской работы, следует отнести вопросы методики получения препаратов из сока растений для последующего сканирования.

Наиболее существенным препятствием в анализе результатов исследования является тот факт, что с точки зрения математики (обработки результатов исследования) поставленная задача биоиндикации наноразмерных объектов в

реальных условиях относится к классу плохо формализуемых задач, поскольку характеризуется следующими особенностями:

– существенной *многомерностью* факторов среды и измеряемых параметров экосистем $f=F(x,y,z,a,b..)$;

– сильной *взаимобусловленностью* всего комплекса измеренных переменных, не позволяющей выделить в чистом виде функциональную связь двух индивидуальных показателей (наночастицы в воздухе и в растении) $f= F(x)$; $f= F(y)$; $f=F(z)...$

– *нестационарностью* большей части объектов и сред $x=x(t)$; $y=y(t)$; $z=z(t)....$

– *трудоемкостью* проведения всего комплекса измерений в единых координатах пространства и времени, в результате чего обрабатываемые данные имеют обширные пропуски (время сканирования образца составляет от 30 до 50 минут).

В связи с этим, нахождение адекватной связи биоиндикаторов и индицируемых факторов является типичной операцией с «размытыми» множествами, а, следовательно, характеризуется существенной неопределенностью (стохастичностью).

В результате анализа результатов первых экспериментов выявлено влияние концентрации наноразмерных объектов в воздухе на их присутствие в растениях. В эксперименте использовались 16 комнатных растений. Выявлены растения, в большей степени накапливающие наноразмерные объекты. Выводы сделаны на основании визуальной обработки компьютерных моделей (анализа сканов). Накапливается статистика по другим видам растений.

На втором этапе исследований планируется использование дополнительно биолюминесцентного тестирования качественных характеристик наноразмерных объектов в образцах с использованием имеющегося опыта (Нанотехнологии ..., 2010).

Сформулированы первичные выводы о существовании и возможности использования растений – биологических накопителей наноразмерных объектов в качестве биоиндикаторов.

Первые итоги позволяют констатировать: в природе существуют растения – биологические накопители наноразмерных объектов. Есть основания выделить биологические накопители наноразмерных объектов в отдельную группу и использовать в сочетании с другими методами при проведении биомониторинга природных сред и объектов.

Работа проводится под общим руководством лаборатории биомониторинга ВятГГУ и Института биологии Коми НЦ УрО РАН. В исследованиях заняты учащиеся лица г. Советска.

Литература

Заворуев В. В., Заворуева О. В. Биолюминесцентная оценка токсичности аэрозоля жилых и офисных помещений // Оптика атмосферы и океана, Т. 24. 2011. № 06. С. 502–505.

Нанотехнологии. Азбука для всех. / Под ред. Ю. Д. Третьякова. М.:ФИЗМАТЛИТ, 2010. 2-е изд. 368 с.

Семенов Ю. В., Бадьина И. Г., Лукоянов Е., Седельников М. Исследование метода квантового воздействия на наноразмерные объекты, находящиеся в воздушной среде // Экология родного края: проблемы и пути их решения. Материалы Всероссийской молодежной научно-практической конференции молодежи 26–27 апреля 2011 г. Киров: ООО «Лобань», 2011. С. 234–236.

Семенов Ю. В., Скулкина Т. В., Попов А., Балыбердин А. Исследование силового воздействия электростатического и магнитного полей на наноразмерные объекты // Экология родного края: проблемы и пути их решения. Материалы Всероссийской молодежной научно-практической конференции молодежи 26–27 апреля 2011 г. Киров: ООО «Лобань», 2011. С. 232–234.

Семенов Ю. В. Повышение квалификации педагогов по основам нанотехнологии // Образование для сферы нанотехнологий: современные подходы и перспективы. В сб. тезисов второй международной конференции, <http://conference.ntmdt.ru>

Экологический мониторинг: Учебно-методическое пособие / Под ред. Т. Я. Ашихминой. М.: Академический Проект, 2005. 416 с.

ПЛАЗМЕННО-РАСТВОРНЫЕ СИСТЕМЫ В НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

В. Е. Зяблицев, Ю. В. Гырдымова

*Вятский государственный гуманитарный университет,
kaf_chem@vshu.kirov.ru*

Электролиз растворов при достаточно высоких значениях плотности тока и напряженности электрического поля может сопровождаться протеканием импульсного электрического (искровой, коронный, барьерный, тлеющий и др. виды) разряда (Николаев и др., 1977). Электрический разряд возникает в результате переноса импульсного тока через непроводящий барьерный слой (газ, осадок малорастворимого или нерастворимого соединения и др.), образующийся при электролизе на поверхности электрода, либо реализующийся в небольшом объеме раствора электролита (капилляр в диафрагме) или малопротяженной (техническая вода) жидкости (Николаев и др., 1977; Попцов, 1969; Импульсный ..., 2006; Плазмоэлектрические ..., 2005; Зяблицев и др., 1990). Малая продолжительность единичного импульса тока и локализация электрической энергии в ограниченном объеме раствора приводит к возникновению в зоне разряда электрогидравлического удара и повышения температуры до 3000 К (Николаев и др., 1977; Плазмоэлектрические ..., 2005). В результате этого в области разряда возникает значительное гидравлическое давление и образуется низкотемпературная неравновесная плазма, в зоне действия которой возможны структурно-энергетические и физические изменения раствора и твердого материала (Николаев и др., 1977; Плазмоэлектрические ..., 2005).

Плазменно-растворные системы нашли применение при решении ряда сложных технологических задач, возникающих при электрофизической и электрохимической обработке токопроводящих материалов: термическая обработка (нагрев и закалка), горячая обработка давлением, пайка и сварка, химико-термическая, электрохимическая размерная и анодно-механическая (электрообразивная) обработка, нагрев токопроводящих материалов в электролите, элект-

роконтатная (электроискровая и электроимпульсная), электроэрозионная и электровзрывная обработка (Попцов, 1969; Бураков и др.). Локальный электрический разряд на поверхности токопроводящего материала предложено использовать для получения оксидных покрытий на вентильных металлах (например, алюминий, титан) (Аверьянов, 1988). Имеются рекомендации по применению искрового и коронного разрядов на поверхности электрода для интенсификации процесса электрохимической очистки растворов и сточных вод от органических примесей, концентрирования водных растворов и повышения устойчивости суспензий, приготовления каталитически активных катодных материалов, удаления и оценки качества гальванических покрытий (Бураков и др.).

В начале XXI века возникло новое научное направление – разработка нанотехнологических процессов, позволяющих получать материалы, обладающие уникальными свойствами. К таким материалам, в частности, относят квантовые точки — наночастицы, выполненные на атомном уровне и обладающие по этой причине необычными свойствами. Одним из способов получения квантовых точек является эрозия (распыление) токопроводящего материала (электрода) в струе низкотемпературной плазмы электроимпульсного разряда. Возможность получения квантовых точек показана при протекании искрового разряда на поверхности вольфрамового электрода в растворе этанола.

Плазменно-растворные системы также нашли применение в спектральных методах анализа электролитов и токопроводящих материалов. Установлено, что использование плазмы тлеющего разряда позволяет расширить гамму анализируемых компонентов раствора, повысить чувствительность метода и обеспечивает компактность применяемого оборудования (Локальный ..., 2010). Импульсный электрический разряд на поверхности электрода успешно применен для послойного анализа и оценки качества переходной зоны многослойных покрытий (Локальный ..., 2010).

Таким образом, плазменно-растворные системы успешно применяются в промышленности при теплофизической и электрохимической обработке различных материалов, находящихся в жидком и твердом агрегатном состояниях. Сведения об использовании плазменно-растворных систем в промышленных нанотехнологических процессах отсутствуют. Системные исследования электроимпульсного газового разряда в электролитах начаты совсем недавно и опубликованные в печати результаты позволяют только прогнозировать применение плазменно-растворных систем в нанотехнологии (Физико-химические свойства ..., 2007).

Литература

- Аверьянов Е. Е. Справочник по анодированию. М.: Машиностроение, 1988. 224 с.: ил.
- Зяблицев В. Е., Зяблицева М. П., Камахов О. К. и др. Электрохимическая очистка от органических примесей растворов хлоридов щелочно-земельных металлов. Химия и технология воды, 1990. Т. 12. № 6. С. 527–561.
- Импульсный электрический пробой конденсированных сред (Достижения высоковольтников ТПУ за 60 лет). В. Я. Ушаков // Изв. Томского политехнич. университета, 2006. Т. 309. № 2. С. 58–63.

Локальный электрический разряд в жидкости как источник атомизации и возбуждения для атомно-эмиссионной спектроскопии. М. А. Соколов, И. А. Брытов. // Журнал аналитич. химии, 2010. Т. 65, № 11. С. 1144–1151.

Николаев А. В., Марков Г. А., Пшевицкий Б. И. Новые явления в электролизе // Изв. Сиб. отд-я АН СССР, Сер. хим. наук. 1977. Вып. 5. С. 32–33.

Плазмоэлектрохимические процессы в водных растворах электролитов / В. Е. Зяблицев, Е. В. Зяблицева // Сб. материалов Всерос. научной школы: Киров, 24–25 ноября 2005 г. Киров: Старая Вятка, 2005. С. 133–136.

Попцов Л. Я. Электрофизическая и электрохимическая обработка материалов. М.: Машиностроение, 1969. 150 с.

Захаров А. Г., Максимов А. И., Титова Ю. В. Физико-химические свойства плазменно-растворных систем и возможности их технологических применений // Успехи химии, № 76(3). 2007. С. 260–278.

ФАКТОРЫ И КРИТЕРИИ КАЧЕСТВА ЭКОЛОГО-АНАЛИТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ МЕТОДАМИ И СРЕДСТВАМИ БИОИНДИКАЦИИ И БИОМОНИТОРИНГА

З. Л. Баскин

*Вятский государственный гуманитарный университет,
kaf_chem@vshu.kirov.ru*

«Наука начинается с тех пор, как начинают измерять»

Д. И. Менделеев, основоположник российской метрологии.

«Каждая вещь известна лишь в той степени, в какой ее можно измерить»

Дж. Дж. Томсон, основоположник английской метрологии.

Современная экология – наука о правильном взаимодействии человека с природой, – начинается с измерения степени ее загрязнения. Экологическая опасность загрязнения природы известна лишь в той степени, в какой ее можно измерить.

Для измерений разработаны физические, химические, физико-химические и биологические методы и средства технолого-аналитического и эколого-аналитического контроля (ТАК и ЭАК). Наиболее информативным видом ЭАК является экологический мониторинг (ЭМ) – слежение за изменением состава и концентрации загрязняющих веществ (ЗВ) на контролируемых объектах.

Все антропогенные, техногенные и природные объекты ТАК и ЭАК можно разделить на статические и динамические. Статические объекты (СО) стабильны во времени и не изменяют свои параметры в течение цикла работы. Периодический анализ разовых проб, отобранных на СО, может достоверно характеризовать их состав, когда пробы представительны и правильно выбраны критерии пробоотбора. Динамические объекты (ДО) не стабильны во времени и изменяют свои параметры в течение цикла работы. Периодический отбор и анализ разовых проб на этих объектах во всех случаях не может достоверно характеризовать изменение их состава. Он недопустим потому, что не информативен, не достоверен и дорог.

Для контроля ДО необходим непрерывный или непрерывный сорбционный пробоотбор и автоматический или автоматизированный анализ отбираемых проб.

Главное в АК СО – определение состава отобранной пробы, введенной в аналитический прибор.

Главное в АК ДО – получение достоверной оперативной и статистической информации об изменении состава и концентрации веществ в контролируемом объекте, о динамических характеристиках объекта.

Интенсификация технологических процессов определила необходимость создания и развития методов и средств автоматизации получения этой информации. Но во многих случаях АК процессов ДО все еще осуществляют статическими методами путем периодического лабораторного анализа разовых проб (часто случайных и непредставительных). Это приводит к недопустимой погрешности измерений и неправильным научным, техническим и управленческим решениям.

Задачи техноаналитического и экоаналитического контроля ДО:

1 . Контроль источников загрязнения – техноаналитический контроль: измерение экологически значимых параметров технологических процессов, измерение состава, расхода и количества организованных выбросов и сбросов.

2 . Контроль воздушной среды – экоаналитический контроль: измерение состава и количества неорганизованных выбросов, утечек из технологического оборудования, газовыделений из химических веществ, материалов и изделий в воздух рабочих и производственных зон; измерение концентрации загрязняющих веществ (ЗВ) в воздухе жилых зон.

3. Индивидуальный химический дозиметрический контроль.

4. Токсикологический контроль: измерение концентрации ЗВ, выделяющихся из продуктов и товаров производственного и бытового назначения; исследование воздействия токсичных веществ на растения и животных в динамических условиях, соответствующих рабочим; установление предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочных безопасных уровней воздействия (ОБУВ) ЗВ.

Операции, определяющие качество ЭАК и ТАК динамических объектов: пробоотбор; анализ отобранных проб; метрологическое обеспечение измерений; обработка результатов измерений. От качества выполнения каждой из этих операций зависит качество АК ДО.

Пробоотбор – наиболее трудоемкая и наименее точная операция аналитического контроля. Более 90% суммарной погрешности измерений связано с пробоотбором. По времени отбора проб способы пробоотбора классифицируются на: разовый мгновенный пробоотбор – РМП; разовый сорбционный пробоотбор – РСП; непрерывный пробоотбор – НП; непрерывный сорбционный пробоотбор – НСП. РМП и РСП – статические способы пробоотбора. НП и НСП – динамические способы пробоотбора.

Требования к пробоотбору: отбор проб примесей газов с концентрацией менее 10–2% об. необходимо производить динамическими методами;

пробоотбор должен обеспечивать **представительность** отобранных проб за цикл контроля; для каждого объекта контроля должны быть выбраны значимые **критерии пробоотбора**.

В промышленном ТАК и ЭАК отобранная проба представительна, если она характеризует содержание анализируемых примесей не только за время отбора пробы, но и за цикл пробоотбора (время между двумя последовательно отобранными пробами).

Обеспечение представительности отобранных проб – важное условие получения достоверной информации о контролируемом объекте.

Представительный пробоотбор обеспечивает определение случайно появившихся примесей анализируемых ЗВ в контролируемом ДО.

Для обеспечения единства и высокого качества измерений пробоотборные устройства должны быть рабочими средствами измерений с нормированными техническими и метрологическими характеристиками.

Критерии пробоотбора – это факторы, условия, признаки, обеспечивающие правильный отбор проб. Критерии пробоотбора определяются: спецификой технологических процессов; условиями функционирования оборудования; физико-химическими свойствами и токсикологическими характеристиками анализируемых веществ; стабильностью производственной среды и уровнем её загрязнения; кратностью воздухообмена в контролируемых зонах; адсорбцией ЗВ на элементах схем пробоотбора, пробоподготовки и анализа и другими факторами, условиями и признаками. Каждый из них может стать значимым при выборе критериев пробоотбора в конкретных случаях ЭАК и ТАК.

Непрерывные хроматографические методы контроля загрязняющих веществ в воздухе были созданы на Кирово-Чепецком химическом заводе в связи с острой необходимостью обеспечения экологической безопасности ряда высокоопасных химических производств. Эта задача была успешно решена благодаря разработке автоматического хроматографического комплекса типа «искусственный нос» (электронный нос), основанного, как и системы обоняния человека и животных, на непрерывной сорбции микропримесей ЗВ из контролируемого потока воздуха, хроматографическом разделении и детектировании компонентов сконцентрированных примесей, когда концентрация их превышает предел обнаружения хроматографа.

Методы, основанные на непрерывном сорбционном пробоотборе, периодическом хроматографическом определении средних значений концентраций веществ, сорбированных за цикл пробоотбора, и метрологическом обеспечении хроматографических комплексов динамическими методами, мы назвали непрерывными хроматографическими методами – НХМ и считаем, что НХМ – это новое направление в ЭАК.

Способы анализа, реализованные в приборах, основанных на НХМ, обеспечивают высокую точность измерений благодаря динамическим методам метрологического обеспечения приборов в комплекте с системами пробоотбора и пробоподготовки в рабочих условиях.

Разработаны способы непрерывного динамического приготовления поверочных газовых смесей путем смешивания газовых потоков, диффузионного

дозирования и экспоненционно-сорбционного разбавления анализируемых веществ.

Наибольшее применение получили диффузионные дозаторы – фторопластовые стабильные источники микропотоков газов и паров СИМГП «Микрогаз» и фторопластовые динамические установки «МИКРОГАЗ-Ф» с их применением.

Установки «МИКРОГАЗ-Ф» и СИМГП «Микрогаз» метрологически аттестованы, сертифицированы Госстандартом РФ и включены в Государственный реестр средств измерений.

Разработаны СИМГП «Микрогаз», применяемые в качестве рабочих средств измерения (рабочих мер) для повседневной проверки работы приборов.

Автоматические аналитические приборы с непрерывным и непрерывным сорбционным отбором проб позволяют соблюдать установленные законодательной метрологией нормы и правила обеспечения требуемой точности, достоверности и единства измерений. При калибровке, поверке и во время работы автоматические аналитические комплексы позволяют учитывать время выхода прибора на стабильный режим работы (время переходного процесса) и выбирать требуемое число измерений при определении погрешностей. Для расчета случайных погрешностей многократных аналитических измерений с использованием микропроцессорной автоматизированной обработки данных может быть рекомендован статистический метод наименьших квадратов.

В промышленности, экологии и токсикологии НХМ применяются: для автоматического и автоматизированного контроля ЗВ в выбросных технологических газах; в воздухе рабочих и жилых зон; для непрерывного автоматизированного токсикологического контроля веществ, материалов и изделий производственного и бытового назначения, для индивидуального химического дозиметрического контроля (Баскин, 2008).

Разработанная и примененная в химических производствах концепция непрерывного промышленного экоаналитического контроля и экомониторинга может быть успешно использована учеными Экологического центра МО РФ и Саратовского института промышленной экологии при исследованиях, разработке конструкций и применении методов, способов и устройств биоиндикации и биомониторинга для оперативного контроля и статистического учета качества окружающей природной и техногенной среды (Бадтиев, Кулемин, 2001; Бадтиев, Кулемин, 2001; Батиев, Батиева, 2002; Новиков и др., 2002; Пикулик и др., 2004; Чупис и др. 2008).

В комплекте с динамическими установками МИКРОГАЗ – Ф НХМ могут быть применены: для создания и поддержания защитных атмосфер заданного состава в затравочных камерах при биологических исследованиях; для изучения количественного воздействия ЗВ на растения, животных и другие биологические объекты; для определения технических и метрологических характеристик биосенсоров, биоиндикаторов и биоанализаторов.

Заключение. 1. Критериями качества биологических индикаторов и анализаторов для количественного техноаналитического и экоаналитического контроля динамических объектов могут быть: непрерывный сорбционный пробо-

отбор, непрерывный хроматографический анализ отобранных проб, непрерывные динамические методы метрологического обеспечения измерений и приготовления газовых смесей заданного состава.

2. Для повседневного контроля качества техноаналитического и экоаналитического контроля необходимы рабочие средства измерений (рабочие меры) с нормированными техническими и метрологическими характеристиками.

3. Для широкого внедрения этих методов и средств в практику необходимы новые нормативные документы, регламентирующие их применение.

Литература

Бадтиев Ю. С., Кулемин А. А. Биоиндикация – малозатратный и эффективный метод познания // Экологический вестник России. М., 2001. № 1. С. 38–41.

Бадтиев Ю. С., Кулемин А. А. Методика биоиндикации окружающей природной среды // Экологический вестник России. М., 2001. № 4. С. 27–29.

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

Батиев Ю. С., Батиева Ф. К. Биоиндикация: методика подтвердилась на практике // Экологический вестник России. М., 2002. № 5. С. 47–50.

Новиков В. К. и др. Средства индивидуальной защиты личного состава войск (сил) от воздействия экологически опасных факторов окружающей среды // Экологический вестник России. М., 2002. № 12. С. 45–48.

Пикулик А. В. и др. Методика определения необходимого числа проб для оценки качества окружающей среды методами биоиндикации с заданной точностью // Экологический вестник России. М., 2004. № 6. С. 38–50.

Чупис В. Н. и др. Система биотестов для экологического мониторинга // Экология и промышленность России. М., 2008. № 1. С. 44–45.

БИОИНДИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ СЕВЕРО-ЗАПАДА РФ С ПОМОЩЬЮ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ *PINUS SYLVESTRIS* L.

М. Г. Опекунова, О. О. Черненко

Санкт-Петербургский государственный университет, m.opekunova@mail.ru

Ведущая роль в биоиндикации состояния окружающей среды принадлежит древесным растениям. Они способны поглощать и нейтрализовать часть атмосферных поллютантов, задерживать пылевые частицы, а также индцировать особенности загрязнения посредством разнообразия ответных реакций. К числу древесных пород, наиболее часто используемых на территории России в целях биологического мониторинга, относится сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* L., отвечающая всем требованиям, предъявляемым к биоиндикаторам. В зависимости от степени повреждения экосистем показатели ее состояния сильно различаются. В качестве фитоиндикационных признаков в сосновых древостоях Северо-Запада РФ были рассмотрены: средняя высота деревьев, средний диаметр стволов, радиальный прирост древесины ствола, надземная биомасса среднего дерева, возраст хвои, годовой прирост побегов, некроз и хлороз хвои, вес хвои, состояние генеративных органов и ростовых почек на побегах, сте-

пень деградации деревьев, наличие эпифитных лишайников, накопление фитотоксикантов в биомассе и др. Следует отметить, что морфологические признаки сосны настолько разнообразны, что в настоящее время отмечают до 150 ее разновидностей, часть из которых некоторыми авторами выделяется в качестве самостоятельных видов. При проведении биоиндикационных исследований необходимо учитывать, что в пределах Северо-Западной части РФ распространены две разновидности сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. – северная и южная. Сравнительный анализ состояния окружающей среды, уровня антропогенного стресса и различных морфологических признаков сосны показал, что изменение морфологических параметров носит неспецифический характер и напрямую не указывает на причину происходящих нарушений.

В практике биомониторинга широко применяется химический анализ хвои, ветвей, корки и древесины. При этом максимальные концентрации загрязняющих веществ накапливаются в корке деревьев, обладающей безбарьерным типом аккумуляции химических элементов.

Кислотность наружного слоя коры (корки) деревьев является распространенным и легко определяемым фитоиндикационным признаком. Значение рН водной суспензии при соотношении размолотой корки к воде 1:25 вне техногенной нагрузки составляет около 4,5–5,0. Анализ данных, полученных в различных районах Северо-Запада РФ, показывает, что величина рН водной вытяжки корки сосны варьируется в пределах 2,8–7,0 и зависит как от географического положения района исследования, так и биологических особенностей деревьев. В целом, отмечается увеличение величины рН при переходе с севера на юг. Однако в значительной степени она определяется условиями увлажнения ствола, морфологическими характеристиками кроны, возрастом деревьев и положением местообитаний в элементарном геохимическом ландшафте. Большое влияние на рН корки сосны оказывает антропогенное воздействие. При выпадении кислотных дождей наблюдается ее снижение до 2,7–4,0 и менее, а при подщелачивающих выбросах – увеличение до 6,0–7,0. Поэтому при проведении биомониторинга для уменьшения воздействия биологических факторов изучается одновозрастной древостой (40–60 лет), произрастающий на сходных формах рельефа.

Как показали результаты проведенных исследований, величина рН корки сосны обыкновенной, определенная для Кольского полуострова, составляет 2,7–3,6, для северных районов Карелии – 3,4–4,1, для южных районов Карелии – 3,51–4,45, для Ленинградской области – 3,7–6,9, для Эстонии – 3,6–4,2, для Среднего Урала – 2,8–3,4. В отдельных местообитаниях величина рН может существенно меняться. Так, например, в сообществах сосновых лесов на территории Костомукшского заповедника, среднее значение кислотности корки сосны составляет 3,83 и изменяется от 3,59 до 3,91. Эта величина несколько превышает значение кислотности корки сосны в ненарушенных условиях, что может объясняться влиянием выбросов Костомукшского ГОКа и трансграничным переносом загрязненных воздушных масс. Кроме того, минимальные значения величины рН корки сосны характерны для разреженных сосняков на вершинах

сельг (3,30–3,60, пос. Кузнечное, Ленинградская обл.). В сомкнутых древостоях оно увеличивается до 4,10–4,24.

Растительность прибрежной части акватории выступает своеобразным барьером на пути движения загрязненных воздушных масс. Именно здесь наблюдается максимальное воздействие поллютантов, содержащихся в воздухе. Так, в прибрежной зоне Финского залива в разреженных сосняках рН корки снижается до 3,75–4,00. С увеличением сомкнутости древесного яруса она возрастает до 4,20–4,50. При удалении от береговой линии в пределах 2–4 км рН корки сосны увеличивается до 4,60–4,90.

Величина рН корки находится в четкой корреляционной зависимости ($r=-0,7$) по отношению к содержанию сульфатов. Однако в условиях многокомпонентного антропогенного воздействия (особенно в крупных городах) при наличии как подщелачивающих, так и подкисляющих выбросов связь между величиной рН биомассы и интенсивностью выпадения кислотных осадков нарушается. Это значительно снижает информативность показателя рН корки и возможности его использования в биоиндикационных исследованиях.

Фоновое содержание сульфатов в пробах корки сосны в зависимости от особенностей местообитаний изменяется от 130 ± 40 мг/кг до 197 ± 11 мг/кг сух. в-ва, но в целом по региону не превышает 300 мг/кг. На слабо загрязненной территории оно изменяется от 300 до 740 мг/кг. Аэротехногенное загрязнение и выпадение кислотных дождей на расстоянии 10–12 км к югу от комбината «Североникель» (Кольский полуостров) привело к увеличению концентрации ионов SO_4^{2-} до 1570 мг/кг, а на расстоянии 40–50 км – до 1415 мг/кг.

Интенсивность техногенного загрязнения успешно оценивается по изменению химического состава отдельных органов (корки, древесины, хвои) сосны *Pinus sylvestris*. Наиболее надежные результаты дает химический анализ корки сосны. Зольность корки сосны обыкновенной в естественных незагрязненных условиях изменяется в пределах 0,4–1,5%. Многолетние исследования, проведенные на территории Ленинградской области, свидетельствуют о незначительном варьировании во времени ее средних значений от 1,05% до 1,22% в зависимости от погодных условий разных лет. В условиях слабого антропогенного загрязнения наблюдается достоверная корреляция между величиной зольности корки сосны и содержанием в ней As, Cd, Zn, Ga, Sb, Li, Sn, Bi, Sr, Co, Zr, Ti, V и Ba.

Исследования, проведенные на территории Северо-Запада Европейской территории РФ, показали, что фоновое содержание большинства ТМ в корке сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. ниже кларка по В.В. Добровольскому (1998). Безбарьерный тип аккумуляции корки сосны позволяет оценить интенсивность загрязнения в условиях антропогенного стресса. Многокомпонентное загрязнение ПТК под влиянием крупного мегаполиса Санкт-Петербурга проявляется в увеличении большинства ТМ, наиболее показательными из которых являются Pb, Cu, Zn, Ni, Fe и Cd. Аэротехногенное загрязнение на территории г. Костомукша индицируется повышенным содержанием Cd, Zn, Pb и Ni в пробах корки сосны. Максимальное количество поллютантов обнаружено в древесных насаждениях вблизи автостоянок, перекрестков дорог, АЗС и т.д.

Таким образом, проведенные исследования подтвердили, что сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* L. является надежным индикатором состояния окружающей среды и может быть рекомендована для широкого использования в экологических исследованиях. Ограничено ее применение лишь в крупных городах, где сосна отсутствует в составе зеленых насаждений в связи с чрезмерно высоким уровнем загрязнения воздуха. Сравнительный анализ различных биоиндикационных признаков сосны показал, что наиболее показательным параметром является изменение химического состава корки сосны.

АККЛИМАЦИИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ И ЕЛИ СИБИРСКОЙ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

М. А. Филиппова, Н. В. Пахарькова

Сибирский федеральный университет, maria_arkadia@mail.ru

Развитие флоры Земли происходило в условиях, отличных от сегодняшних: более чистый воздух, отсутствие антропогенной нагрузки. В настоящее время в условиях роста выброса загрязняющих веществ в атмосферу качественный состав воздушной среды изменяется в отрицательную сторону, что оказывает непосредственное влияние на стратегии развития растительного организма. Растения вырабатывают определенные ответные акклимации, позволяющие им приспосабливаться к новым стрессовым условиям и выжить в условиях загрязнения воздушной среды.

Логично предположить, что вследствие разнообразия растительных организмов акклимационных стратегий существует несколько. Для их определения необходим комплексный подход к изучению реакций растительного организма на изменение окружающей среды. Цель данной работы – сравнить развитие побегов сосны и ели для выявления различий или сходств в их акклимационных стратегиях.

В качестве объектов исследований использовались побеги отдельно стоящих деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) 30–40 лет. На пробной площади, находящейся в зоне г. Красноярск, проводился сбор данных по линейному приросту побега и хвои за период с 05.25.11 по 30.06.11 гг.

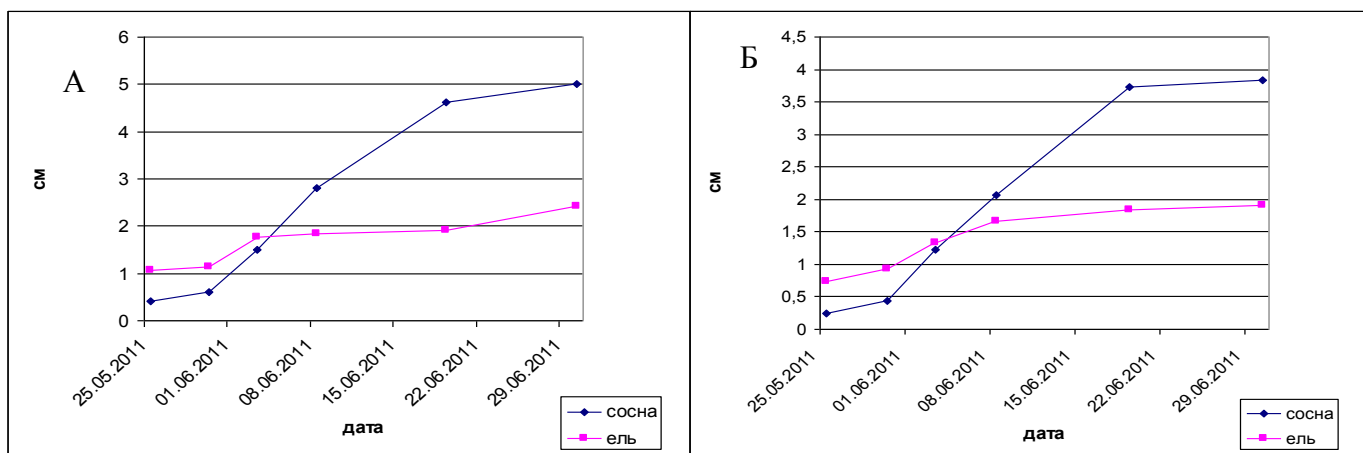


Рис. 1. Динамика роста хвои (основного (А), боковой (Б)) побега ели сибирской и сосны обыкновенной

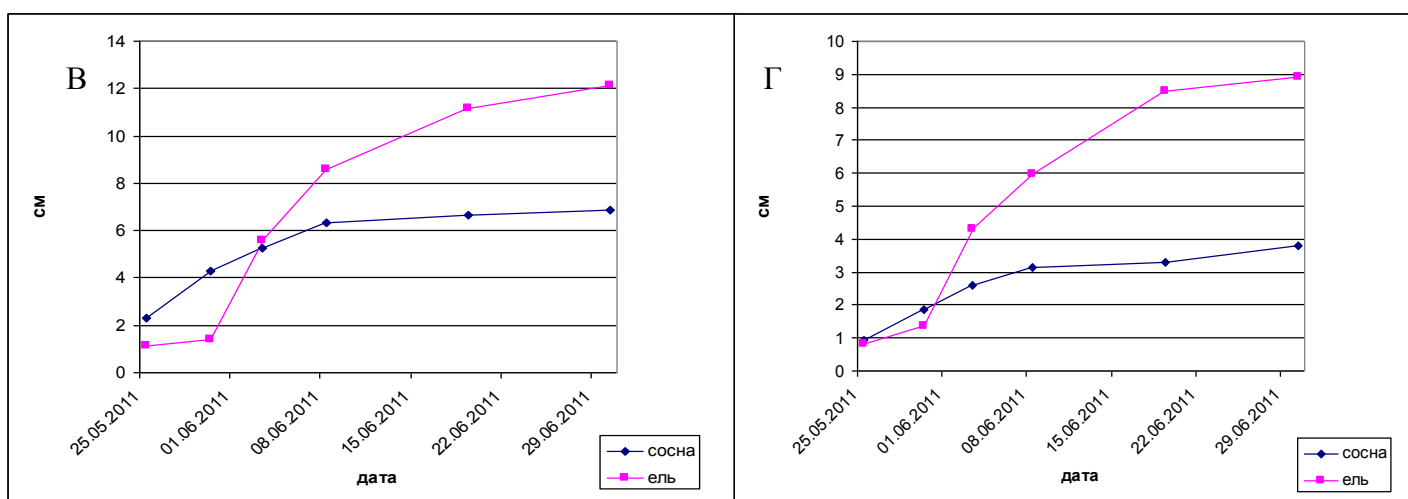


Рис. 2. Динамика роста побега (основной (В), боковой (Г)) ели сибирской и сосны обыкновенной

На рис. 1 и 2 хорошо видно, что у ели, в отличие от сосны, раньше начинается рост хвои, а линейный прирост побега задерживается. В свою очередь сосна сначала дает линейный прирост, а хвоя отстает. Причем такая картина характерна как для основного побега, так и для боковых. Учитывая особенности выхода растений из зимнего покоя, можно сказать, что ель раньше «разворачивает» свой фотосинтетический аппарат и начинает фотосинтезировать. Стоит также отметить, что процесс ассимиляции токсичных веществ из воздушной среды и, как следствие, старения хвои у ели начинается раньше из-за более ранней активации фотосинтеза, что подтверждается данными морфометрического анализа (Филиппова, Харкевич, 2010). Таким образом, можно предположить, что мы наблюдаем две разные стратегии развития побегов у ели и сосны, т.е. две разные акклимационные стратегии.

Литература

- Зитте П. Ботаника. М., 2007. Т. 4. 29 с.
Федоров А. А. Жизнь растений, М., 1978. Т. 4. 362 с.

Филиппова М. А., Харкевич К. Л. Соотношение данных морфометрического анализа и элементного состава хвои как индикатор состояния хвойных растений в городской среде // Сложные системы в экстремальных условиях: Тез. докл. XV всерос. симпоз. с междунар. участ. Красноярск, 2010. С. 79–80.

Филиппова М. А., Харкевич К. Л. Оценка состояния городских насаждений сосны обыкновенной // Экология России и сопредельных территорий: Тез. докл. XV междунар. экол. студ. конф. Новосибирск, 2010. С. 334–335.

ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА КОРЫ ДЕРЕВЬЕВ КАК СУБСТРАТА ДЛЯ РАЗВИТИЯ ЛИШАЙНИКОВ

Д. М. Иржигитова, Е. С. Корчиков
ФГБОУ ВПО «Самарский государственный университет»,
dzhanaichik@mail.ru, evkor@inbox.ru

Древесная кора, несмотря на многочисленные попытки её использования, обычно является отходом производства. Резко отличаясь по химическому составу от древесины, кора деревьев в отношении химического состава до сих пор остаётся слабо изученной (Шарков, 1938).

На территории Красносамарского лесного массива в Самарской области нами выбраны для исследования 8 типичных сообществ в пойме р. Самары и 8 – на надпойменной песчаной (арена) террасе. После общего геоботанического описания на каждой пробной площади выявляли видовой состав лишайников, а затем осуществляли выбор двух модельных деревьев, с которых по всей окружности на высотах 10–20 и 130–140 см собирали образцы корки толщиной 2–3 мм для лабораторного анализа. После тщательного измельчения растительного материала вручную скальпелем заливали его дистиллированной водой в соотношении 1:10 и выдерживали сутки при температуре +24 °С в термостате. Полученную вытяжку фильтровали, с фильтратом проводили дальнейшие манипуляции. Кислотность определяли потенциометрически на иономере универсальном «ЭВ-74». Для изучения содержания аммонийного азота проводился опыт с тетраидомеркуратом калия в щелочной среде (реактив Несслера) с образованием коричневой, нерастворимой в воде соли основания Милона, переходящей в коллоидную форму при малых концентрациях ионов аммония (Методика..., 2004 а). Метод определения нитратов основан на их взаимодействии с салициловой кислотой с образованием жёлтого комплексного соединения (Методика..., 1995). Определение нитритов основано на их способности диазотировать сульфаниловую кислоту и на образовании красно-фиолетового красителя диазосоединения с α -нафтиламином (Методика..., 2004 б). Определение фенольных соединений в коре определяли по методу Т. Свейна и У. Хиллиса (1959).

Кислотность коры. Проведённое нами изучение коры основных лесобразующих пород Красносамарского лесного массива показало, что значения рН носят видоспецифичный характер. Суточная вытяжка из измельчённой коры всех деревьев имеет кислую реакцию ($\text{pH} < 7$). Это объясняется присутствием в ней органических кислот разной природы: пальмитиновой, стеариновой, олеино-

вой, линолевой, арахидоновой, докозановой и тетракозановой и др. (Дейнеко, Дейнеко, Белов, 2007).

Анализируя рН суточной водной вытяжки из коры, отметим, что независимо от высоты по стволу наименее кислой является кора осины (*Populus tremula* L.) – 5,60–6,40; наиболее кислой – кора сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) – 3,67–4,68. Кора дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) и кора берёзы повислой (*Betula pendula* Roth) характеризуются промежуточной кислотностью: 4,66–5,38 и 4,26–5,15 соответственно.

Для всех изучаемых древесных пород выявляется следующая тенденция, а для берёзы повислой, осины и дуба черешчатого – закономерность. В комлевой части (10–20 см высотой) средние значения рН суточной водной вытяжки коры несколько ближе к нейтральным, что связано с вымыванием протоногенных компонентов талыми водами и дождевыми потоками. Также это связано со свойствами органического субстрата: живые ткани растений в силу своих защитных приспособлений оказывают выщелачиванию определённое сопротивление, а вымывание соединений из мёртвой корки деревьев происходит пассивно и находится поэтому в прямой зависимости от их содержания в коре (Мина, 1965). Вот почему кислотность коры в комлевой части ближе к нейтральным значениям, чем на высоте 130–140 см, для всех древесных пород независимо от вида. В результате в основании стволов деревьев кора по кислотности несколько приближается к гниющей древесине, что и обуславливает возможность произрастания здесь эпифито-эпиксильных видов лишайников, которые, как оказалось, предпочитают гниющую древесину, а произрастают в комлевой части деревьев только потому, что кора здесь действительно близка, по крайней мере, по кислотности к гниющему субстрату.

Анализируя кислотность коры деревьев в пойменных и аренных насаждениях, можно заметить следующую тенденцию. Значения рН коры стволов в пойменных сообществах несколько ниже таковых на арене р. Самары, что может быть связано с повышенной влажностью воздуха и низкой температурой в пойменных фитоценозах. В этих условиях развиваются целлюлозоразрушающие грибы, поднимающиеся до высоты 150 см на некоторых стволах, при метаболизме которых выделяются органические кислоты (Никитин, 1962). Кроме того, при объяснении данной закономерности нужно учитывать изменения рН коры, наблюдаемые с возрастом дерева. Действительно, содержащиеся в коре органические кислоты с течением времени при разрушении верхних слоёв корки выходят на поверхность, обуславливая более кислую реакцию среды. Видимо, выявленные различия между пойменными и аренными сообществами в химическом составе субстрата вносят вклад наряду с климатическими факторами в 1,1–3-кратное превышение проективного покрытия эпифитных лишайников на арене р. Самары.

Содержание доступных форм азота. Содержание доступной формы азота в виде ионов аммония в суточной водной вытяжке из коры деревьев не превышает 0,45 мг/г сухой коры. Наибольшее содержание нитритов отмечается в коре осины (0,0047 мг/г сухой коры), что примерно в 1,2–2 раза превышает содержание нитрит-ионов в коре других изучаемых древесных пород. Вообще же

содержание нитритов в коре примерно в 100 раз уступает содержанию водорастворимых аммонийных веществ для каждой древесной породы и в целом слабо влияет на формирование эпифитных лишайносинузий. Содержание нитрат-ионов в суточных водных вытяжках из коры изучаемых деревьев колеблется от 0,09 до 0,23 мг/г сухой коры.

Содержание доступных форм азота для эпифитных организмов в коре основных лесобразующих пород Красносамарского лесного массива крайне мало – менее 0,8 мг/г коры. Наибольшее содержание доступных форм азота в комлевой части зафиксировано в коре сосны обыкновенной (0,48–0,73 мг/г сухой коры), а на высоте 130–140 см – в коре осины (0,53–0,62 мг/г сухой коры). Наименьшее количество – в коре берёзы повислой (0,25–0,26 мг/г сухой коры). Промежуточное положение занимает кора дуба черешчатого (0,30–0,41 мг/г сухой коры). Прежде всего, наблюдаемые различия связаны с видовыми особенностями деревьев и с микроклиматическими условиями в сообществах. Отметим, что содержание ионов аммония, нитрат- и нитрит-ионов в коре зависит от положения в рельефе и существенно отличается на высоте 10–20 и 130–140 см, а суммарное количество доступных форм азота достоверных различий по указанным параметрам в целом не обнаруживает.

Прослеживается указанная в литературе (Мина, 1965) закономерность: деревья с растрескавшейся, бугристой поверхностью стволов дают более богатый сток, чем стволы с гладкой корой, а среди всех доступных форм азота в нашем случае концентрация ионов аммония в 10–100 раз превышает концентрацию других доступных форм азота, что, однако, более чем в 20 раз ниже порога чувствительности лишайников. Вот почему мы наблюдаем большее число видов эпифитных лишайников именно на грубоморщинистой коре дуба черешчатого и нижней части стволов берёзы повислой.

Подчеркнём, что именно аммонийные вещества являются основным источником неорганического азота для эпифитных лишайников. В этом отношении для эпифитов более значимы дождевые выщелачивания из кроны в вегетационный период, в которых содержится целый ряд физиологически активных, питательных веществ как органической, так и неорганической природы (Колесниченко, 1976), а количество вымываемого аммонийного азота в сосновом лесу может достигать 3,3 кг/га (Мина, 1965).

Содержание фенольных веществ. Содержание водорастворимых фенольных веществ носит видоспецифичный характер и убывает в ряду: осина > сосна обыкновенная > дуб черешчатый > берёза повислая.

Содержание фенольных веществ зависит от физиологической активности, интенсивности ростовых процессов, степени целостности органов растения (Высочина, 2004), а также от физико-химических особенностей коры. Однако несмотря на то, что содержание фенольных веществ в коре как структурных компонентов достаточно велико, в суточную вытяжку они переходят в незначительном количестве, где, в основном, представлены подвижные формы.

Для всех изученных древесных пород, кроме сосны обыкновенной, содержание водорастворимых фенольных веществ на высоте 10–20 см ниже, чем на высоте 130–140 см. Скорее всего, это также, как и содержание доступных

форм азота, связано, с одной стороны, с вымыванием фенольных веществ из коры в комлевой части талыми водами и дождевыми потоками, а с другой – с интенсивным их образованием именно в кроне, причём более существенным, чем соединения азота.

Однако, если сравнить значения проективного покрытия эпифитными лишайниками стволов деревьев с данными содержания в коре водорастворимых фенольных веществ, то выясняется, что фенольные вещества не только не ограничивают рост лишайников, но даже наоборот, косвенно способствуют их развитию, ослабляя рост других эпифитных организмов. Так, например, в Красносамарском лесном массиве при 2,7-кратном превышении содержания фенольных веществ в коре осины по сравнению с корой берёзы повислой, именно на стволах осины, мы наблюдаем проективное покрытие лишайников в 2 раза большее. Действительно, эпифитные лишайники произрастают на коре деревьев, в химической структуре которой обильны фенольные радикалы.

Таким образом, кора деревьев как субстрат для эпифитных лишайников содержит определённый запас доступных форм азотного питания, с одной стороны, а с другой – лимитирующие рост лишайников протоногенные компоненты. На наш взгляд, более или менее константные морфологические, физические и некоторые химические (рН) характеристики коры дерева определяют видовой состав возможных эпифитных лишайников, а от постоянно меняющегося содержания доступных форм азота, комплексного влияния дождевых выщелачиваний из кроны и коры с резко, но кратковременно колеблющейся кислотностью, наряду с трофотопом, гигротопом, гелиотопом и термотопом конкретного местообитания зависят реальный, наблюдаемый в природе видовой состав и степень развития лишайников, в частности – их проективное покрытие.

Литература

- Высочина Г. И. Фенольные соединения в систематике и филогении семейства гречишных. Новосибирск: Наука, 2004. 240 с.
- Дейнеко И. П., Дейнеко И. В., Белов Л. П. Исследование химического состава коры сосны // Химия растительного сырья. 2007. № 1. С. 19–24.
- Колесниченко М. В. Биохимические взаимодействия древесных растений. М.: Лесная промышленность, 1976. 184 с.
- Методика выполнения измерений массовой концентрации нитрат-ионов природных и сточных водах фотометрическим методом с салициловой кислотой. М., 1995. 16 с.
- Методика выполнения измерений массовой концентрации ионов аммония в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Несслера. М., 2004 а. 20 с.
- Методика выполнения измерений массовой концентрации нитрит-ионов в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Грисса. М., 2004 б. 16 с.
- Мина В. Н. Выщелачивание некоторых веществ атмосферными осадками из древесных растений и его значение в биологическом круговороте // Почвоведение. 1965. № 6. С. 7–17.
- Никитин Н. И. Химия древесины и целлюлозы. М.;Л.: Изд-во АН СССР, 1962. 711 с.
- Шарков В. И. Химический состав древесной коры // Бумажная промышленность. М.: Гослестехиздат, 1938. С. 32–36.
- Swain J., Hillis W. E. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. The quantitative analysis of phenolic constituents // Journal science food and agriculture. 1959. Vol. 10. № 1. P. 63–68.

ПУТИ УВЕЛИЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АНАЛИЗА МЕТОДОМ ИОННОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Е. В. Карманова¹, С. Г. Скугорева²

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет,*

² *Лаборатория биомониторинга Института биологии*

Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ, ecolab2@gmail.com

В настоящее время для оценки ионного состава воды используется много различных методов инструментального химического анализа, однако приоритетным методом остается ионная хроматография. Ионная хроматография – это высокоэффективная жидкостная хроматография для разделения катионов и анионов на ионообменниках низкой емкости. В методе ионной хроматографии используются поверхностно-слойные сорбенты с небольшой емкостью (10^{-2} – 10^{-1} ммоль · экв/г) и небольшим размером частиц (5–50 мкм), повышенное давление на входе в колонку (2–5 МПа) и высокочувствительные детекторы с автоматической записью сигнала. Данный метод позволяет определять неорганические и органические анионы, катионы щелочных и щелочноземельных металлов, катионы переходных металлов, амины и другие органические соединения в ионной форме. Метод ионной хроматографии обладает высокой чувствительностью, селективностью, воспроизводимостью и скоростью анализа, поэтому данный метод часто используется в целях экологического мониторинга.

Цель работы: поиск путей увеличения эффективности анализа методом ионной хроматографии.

Определение содержания неорганических ионов в воде проводили методом ионной хроматографии на хроматографе «Стайер» («Аквилон», Москва) (Методика ..., 2008; Методика ..., 2008). Все отобранные пробы фильтровали, концентрации ионов рассчитывали в программе «МультиХром для Windows XP» версии 2х и Microsoft Excel 2003.

Диапазоны измерений концентраций ионов согласно методике следующие: для ионов калия, натрия и аммония – от 0,1 до 20 мг/дм³, для ионов магния, кальция и стронция – от 1 до 20 мг/дм³, для хлорид-ионов, фторид-ионов, нитрат-ионов от 0,1 до 20 мг/дм³, для фосфат-ионов и сульфат-ионов – от 0,2 до 20 мг/дм³ (Методика ..., 2008; Методика ..., 2008). Если содержание определяемого иона меньше или близко к значению нижнего предела обнаружения (рис. 1), то в химическом анализе часто используют концентрирование пробы или добавку данного компонента. Однако методикой (Методика ..., 2008; Методика ..., 2008) не предусмотрено концентрирование. Для обнаружения исследуемого компонента в необходимом диапазоне эффективен метод добавок. Метод добавок применяется к пробам, которые содержат определяемые компоненты в очень малых концентрациях (Внутренний контроль ..., 2008). Добавка обычно составляет от 50 до 150% от исходной концентрации компонента (рис. 2). При расчете концентрации компонента из полученного значения вычитают заведомо известное значение добавки и получают необходимое значение.

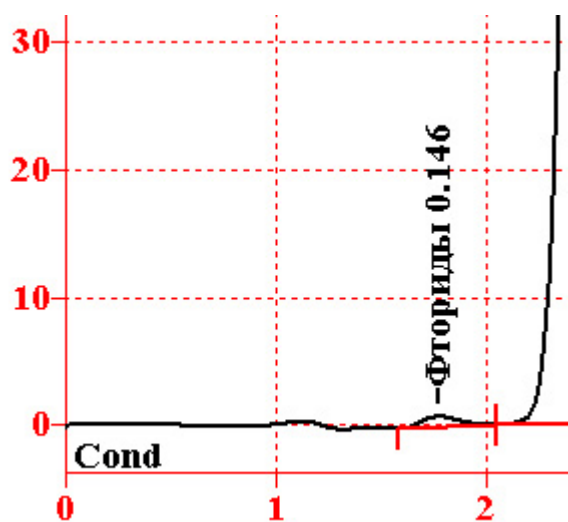


Рис. 1. Участок хроматограммы без использования добавки

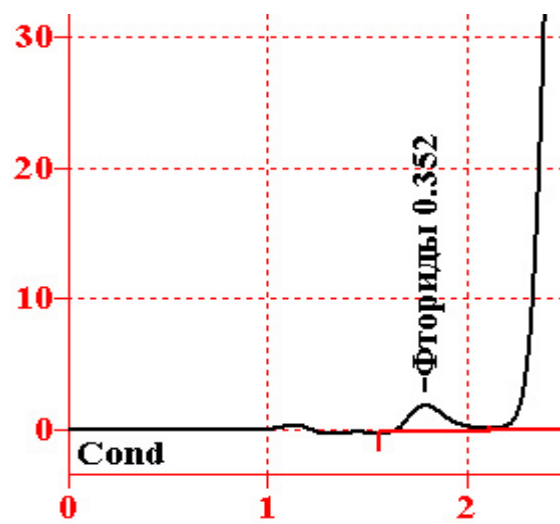


Рис. 2. Участок хроматограммы с использованием добавки в пробу фторидов 0,2 мг/дм³

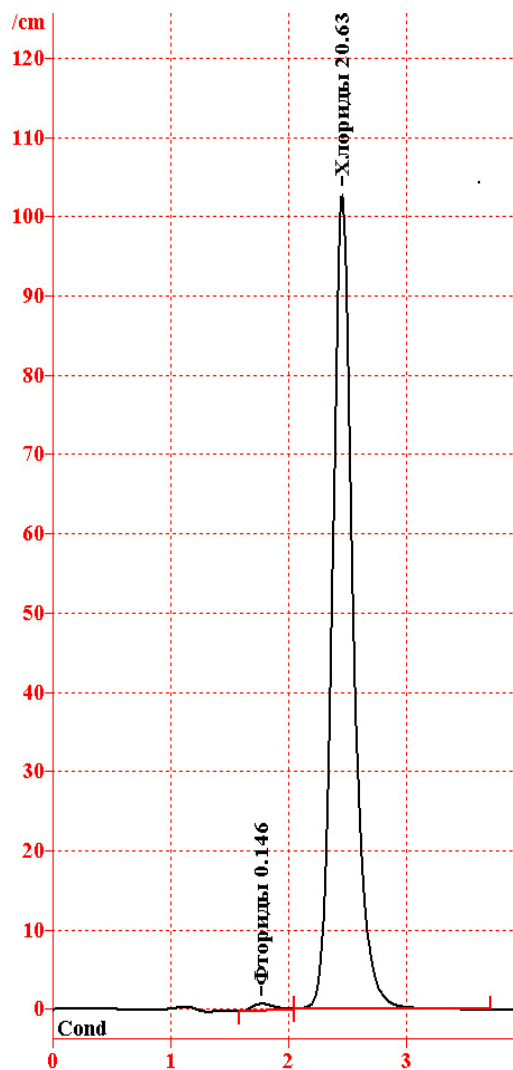


Рис. 3. Участок хроматограммы без использования метода разбавления

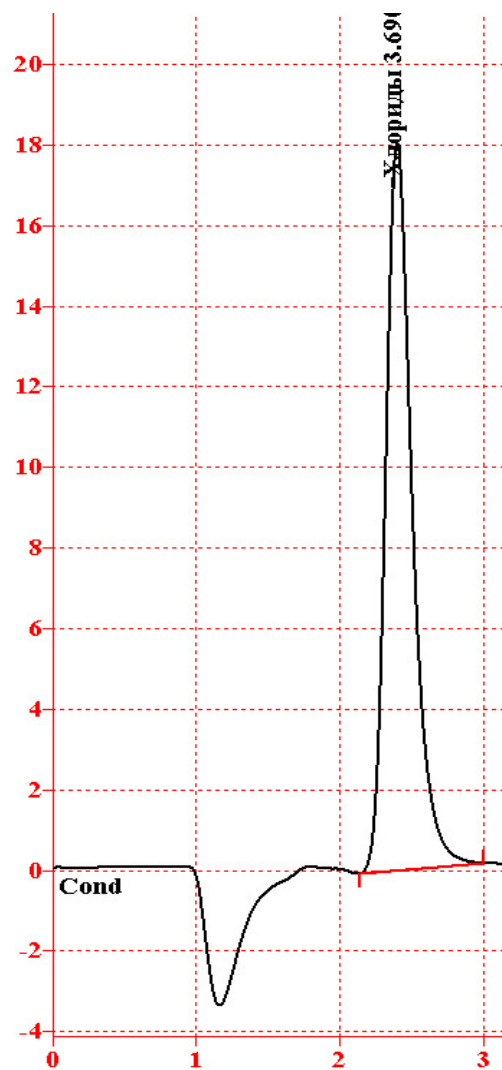


Рис. 4. Участок хроматограммы при разбавлении пробы в 5 раз

К пробам, содержащим большое количество ионов, превышающим верхнюю границу диапазона измерений (20 мг/дм³) применяют метод разбавления. На практике нами использованы разбавления проб от 2 до 5000 раз. При расчете концентрации компонента полученную величину умножают на коэффициент разбавления и получают истинное значение концентрации. При плохом разрешении, когда хроматографические пики плохо разделяются, можно использовать сочетание приемов разбавления и добавки, это учитывают при расчете концентрации.

Кроме выше перечисленных приемов, для эффективного хроматографического разделения ионов необходимо подобрать оптимальные параметры: состав подвижной фазы (элюента), скорость потока элюента, температуру проведения хроматографического разделения, объем вводимой пробы и т. д.

Таким образом, для увеличения эффективности хроматографического анализа при оценке ионного состава воды очень эффективно использовать приемы разбавления и добавки, а так же их сочетание.

Литература

Методика выполнения измерений массовой концентрации фторид-, нитрат-, фосфат- и сульфат-ионов в пробах питьевой, минеральной, столовой, лечебно-столовой, природной и сточной воды методом ионной хроматографии. ФР.1.31.2005.01724. М.: «Аквилон», 2008. 26 с.

Методика выполнения измерений массовой концентрации катионов аммония, калия, натрия, магния, кальция, стронция в пробах питьевой, минеральной, столовой, лечебно-столовой, природной и сточной воды методом ионной хроматографии. ФР.1.31.2005.01738. М.: «Аквилон», 2008. 30 с.

Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа: РМГ 76-2004. М., 2008. 81 с.

МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПОИСКАХ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А. П. Лемешко¹, Е. В. Дабах^{2,3,4}, Е. А. Домнина⁴

¹ ООО «Геосервис», *alem@apl.kirov.ru*

² *Вятская государственная сельскохозяйственная академия,*

³ *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,*

⁴ *Вятский государственный гуманитарный университет*

В 50-е годы прошлого столетия при поисках углеводородного сырья на территории бывшего СССР были опробованы и перспективные структуры Кировской области. По результатам проведенных работ было открыто несколько небольших месторождений, одно из которых – «Золотаревское» в настоящее время разрабатывается. Однако, по мнению ряда ученых, перспективы нефтеносности Кировской области не до конца изучены.

В 2010 г. по результатам геологического изучения Сырьянского лицензионного участка в Белохолуницком районе Кировской области было открыто но-

вое месторождение нефти «Проворовское», названное так в честь геолога Виктора Михайловича Проворова – уроженца этого района.

Практический интерес на данном этапе исследований представляют девонские отложения, залегающие в интервале глубин от 1500 до 2000 м, в которых и ранее отмечались нефтепроявления. Поисковые работы ведутся традиционным способом – путем бурения скважин, места заложения которых корректируются по результатам наземных геофизических работ.

При проведении поисковых работ на углеводородное сырье осуществляется мониторинг окружающей природной среды по согласованной программе. Основные оцениваемые компоненты среды – атмосферный воздух, горные породы, подземные воды, почвы и растительность.

При проведении буровых работ в воздух могут поступать сероводород, углекислый газ, соединения азота. По результатам анализа проб воздуха отмечено, что ни по одному из показателей не превышены предельно допустимые концентрации. Содержание ряда веществ в атмосферном воздухе за время наблюдений представлено в табл.

Таблица

Концентрации веществ в атмосферном воздухе на поисковом участке месторождения «Проворовское»

Определяемое вещество	Концентрация, мг/м ³					ПДК м.р. мг/м ³
	2006 г	2007 г	2008 г	2009 г	2010 г	
Взвешенные вещества	<0,26	<0,26	<0,26	<0,26	<0,26	0,5
Диоксид азота	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,2
Диоксид серы	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	0,5
Сероводород	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,008
Оксид углерода	0,7	0,4	0,4	0,6	0,3	5
Бензол	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,3
Толуол	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,6
Аммиак	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,2
Фенол	0,008	0,008	<0,004	0,008	<0,004	0,01
Формальдегид	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,035
Метанол	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,0

Почвы участка относятся к подзолистым и дерново-подзолистым. До недавнего времени большая часть территории распахивалась. Преобладают кислые почвы с низким содержанием обменных кальция и магния, не насыщенные основаниями, содержание органического вещества в них невысокое. В валовом составе почв ни по одному из элементов не превышены ПДК, ОДК, фоновые значения показателей для почв Кировской области. Исключением может быть довольно высокое содержание мышьяка, но оно, тем не менее, ниже ОДК, а фоновые концентрации мышьяка в почвах Кировской области не определены. Максимальное количество нефтепродуктов, обнаруженное в почвах после рекультивации, около 200мг/кг. Нормативы на содержание нефтепродуктов не установлены.

Наиболее разработана нормативная база по содержанию нефтепродуктов в почвах в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре. Согласно этим нор-

мативам в нефтедобывающих регионах загрязненными считаются почвы с концентрацией нефтепродуктов 1000 мг/кг. Тем не менее, по сравнению с фоновым участком, расположенным в 1,5 км от скважины, где содержание нефтепродуктов составляет 32,5 мг/кг, содержание нефтепродуктов около скважины выше в 6 раз.

На территории участка отмечается зональный тип растительности – еловый лес с характерным подлеском, состоящим из рябины, можжевельника обыкновенного, жимолости, шиповника иглистого. Значительную площадь участка первоочередного освоения занимают заросшие и зарастающие поля, относящиеся к антропогенному производному типу растительного покрова. Луга в динамическом отношении представляют начальные и зрелые стадии развития с господством корневищных и рыхлокустовых злаков, что свидетельствует о благоприятных механических свойствах почв и хорошей аэрации. Изменений морфологического характера у видов, произрастающих на площадках мониторинга, не зафиксировано.

Недра на площади участка первоочередного освоения находятся в стабильном состоянии. Проявлений экзогенных процессов не выявлено, их активизация под влиянием природных и техногенных факторов – исключается.

Территория месторождения располагается в пределах Камско-Вятского артезианского бассейна, где можно выделить несколько водоносных комплексов. Уржумский водоносный комплекс является источником хозяйственно-питьевого водоснабжения. Его кровля залегает на глубине 50–60 м. Вода данного комплекса гидрокарбонатная сульфатно-хлоридная с минерализацией до 350 мг/дм³. В составе катионов возрастает доля щелочных металлов: калия и натрия.

Подземные воды четвертичного водоносного комплекса залегают на глубине 6,5–7,6 м. По химическому составу воды щелочные гидрокарбонатные кальциево-магниевые и магниевые-кальциевые, минерализация до 400 мг/дм³.

С глубины 100 м водообмен затруднен, в результате чего минерализация подземных вод увеличивается до 3–4 г/дм³. Повышенных концентраций нефтепродуктов в подземных водах не обнаружено, что в целом подтверждает отсутствие влияния проводимых работ.

Таким образом, по результатам мониторинга природного комплекса на территории месторождения углеводородного сырья «Проворовское» существенных признаков загрязнения атмосферного воздуха, почв и подземных вод не выявлено.

СЕКЦИЯ 4 ЭКОЛОГИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ

БИОРЕМЕДИАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕННОЙ НЕФТЬЮ И ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ВОДЫ ПРЕПАРАТАМИ МИКРОБНЫХ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

*А. П. Софилканич, А. Д. Конон,
И. В. Квятковская, С. А. Парфенюк, Т. П. Пирог*
Национальный университет пищевых технологий, apno_july@mail.ru

В результате добычи, транспортировки и переработки нефти часто происходят аварийные выбросы токсических веществ в окружающую среду, последствием которых является колоссальная нагрузка на природу. Попадая в почву и воду, даже небольшая концентрация нефти нарушает экологическое равновесие систем, что проявляется в ингибировании жизнедеятельности большинства групп живых организмов (Tuagi, Fonseca, Carvalho, 2011). Также в окружающую среду попадает значительное количество тяжелых металлов (свинец, медь, кадмий, никель, кобальт, ртуть, и др.), которые достаточно хорошо сорбируются частичками почвы и растворяются в воде (Kavamura, Esposito, 2010). Присутствие металлов отрицательно влияет на деградацию органических веществ – загрязнителей экосистем, что обусловлено смешанным характером загрязнения и усложняет процессы ремедиации (Jayabarath et al., 2009). Известные методы выделения металлов из почв (затвердевание, стабилизация, промывание и термический метод) (Wang, Mulligan, 2009) являются дорогостоящими, малоэффективными, сложными в реализации и зависящими от свойств удаляемого металла. На сегодняшний день все больше внимания уделяется биологической очистке (биоремедиации) (Kavamura, Esposito, 2010), в основе которой лежит использование микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности, например, поверхностно-активных веществ (ПАВ), а также растений (Wang, Mulligan, 2009). Этот метод позволяет быстро и эффективно, а главное экологически безопасно очистить экосистемы от различных загрязнителей.

В предыдущих исследованиях из загрязненных нефтью образцов почвы нами были выделены нефтеокисляющие бактерии, идентифицированные как *Rhodococcus erythropolis* ИМВ Ac-5017 и *Acinetobacter calcoaceticus* ИМВ B-7241, и установлена способность этих штаммов синтезировать метаболиты с поверхностно-активными и эмульгирующими свойствами при культивировании на различных гидрофобных (гексадекан, жидкие парафины) и гидрофильных (глюкоза, этанол) субстратах (Пирог и др., 2004; Пирог и др., 2009).

Цель настоящей работы – изучить влияние ионов тяжелых металлов на рост и синтез поверхностно-активных веществ *Acinetobacter calcoaceticus* ИМВ

В-7241 и *Rhodococcus erythropolis* ИМВ Ас-5017, а также исследовать возможность их применения в процессах биоремедиации загрязненной воды.

Для исследования влияния тяжелых металлов в среду культивирования вносили 0,01–0,5 мМ Cu^{2+} , Cd^{2+} , и Pb^{2+} в виде стерильных 1% растворов солей $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ и $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COOH})_4$ в начале процесса культивирования, в середине экспоненциальной и в стационарной фазе роста.

Для исследования биодеструкции нефти препаратами ПАВ (в виде постферментационной культуральной жидкости) на поверхность модельных водоемов, которыми служили емкости с 2 л артезианской воды, наносили 2,6–3,6 г/л нефти. В каждый образец воды как источник азота и фосфора вносили диаммонийфосфат в количестве 0,01 % от объема воды.

Установлено, что внесение 0,1–0,5 мМ Cu^{2+} в среду культивирования *A. calcoaceticus* ИМВ В-7241 не сопровождалось изменением показателей роста и биосинтеза поверхностно-активных веществ, что свидетельствовало об устойчивости культуры к действию этого металла. Увеличение условной концентрации ПАВ в 2–4 раза и индекса эмульгирования на 10–20% наблюдали после пересева клеток на питательную среду без меди, что свидетельствовало об интенсификации биосинтеза ПАВ.

Внесение Cu^{2+} (0,01 мМ) в экспоненциальной фазе роста *R. erythropolis* ИМВ Ас-5017 сопровождалось увеличением условной концентрации ПАВ на 36% по сравнению с культивированием бактерий на среде без Cu^{2+} . При этом индекс эмульгирования оставался без изменения (на уровне 45%). Это может быть связано с тем, что Cu^{2+} в низкой концентрации является активатором ферментов, которые участвуют в биосинтезе ПАВ.

При добавлении Pb^{2+} в среду культивирования штамма ИМВ Ас-5017 наблюдали интенсификацию синтеза метаболитов с эмульгирующими свойствами (увеличение индекса эмульгирования на 50%, по сравнению с контролем).

В отличие от штамма *R. erythropolis* ИМВ Ас-5017 ионы кадмия и свинца стимулировали биосинтез ПАВ *A. calcoaceticus* ИМВ В-7241 (в 2–4,5 раза), при этом индекс эмульгирования оставался на постоянном уровне (45%).

На следующем этапе исследовали защитные функции ПАВ *A. calcoaceticus* ИМВ В-7241 и *R. erythropolis* ИМВ Ас-5017. Установлено, что в присутствии ПАВ выживание клеток штаммов ИМВ Ас-5017 и ИМВ В-7241 при действии Cu^{2+} (0,01–0,1 мМ) составляло 63–65 %. В отличие от *R. erythropolis* ИМВ Ас-5017, штамм *A. calcoaceticus* ИМВ В-7241 также был устойчив к влиянию катионов Cd^{2+} (0,01 мМ): при этом выживало до 93 % клеток.

На следующем этапе препараты ПАВ (5 %) использовали для очистки воды от комплексных загрязнений (нефть + катионы меди). Из данных, представленных в таблице, видно, что наличие Cu^{2+} интенсифицировало процесс биодеструкции нефти на 25–45%, по сравнению с вариантами без меди. Контроль микрофлоры воды, проводимый в течение эксперимента, показал увеличение на 1–2 порядка общего количества микроорганизмов во всех образцах, обработанных ПАВ. Мы предполагаем, что ПАВ, попадая в загрязненную воду, образуют

комплексы с медью, а также эмульгируют нефть, в результате чего происходит детоксикация Cu^{2+} и повышается биодоступность нефти как для природной нефтеокисляющей микрофлоры, так и *R. erythropolis* ИМВ Ас-5017 (табл.).

При исследовании роли ПАВ *A. calcoaceticus* ИМВ В-7241 в биоремедиации комплексных загрязнений концентрацию нефти в воде увеличили до 3,6 г/л, а Cu^{2+} – до 0,1 и 0,5 мМ. После обработки препаратами ПАВ степень деструкции нефти в присутствии Cu^{2+} составляла 50–70%, в то время как в варианте без Cu^{2+} разложилось 92% нефти (рис.).

Таблица

**Очистка воды от нефти препаратами ПАВ *R. erythropolis* ИМВ Ас-5017
в присутствии ионов меди**

Вариант загрязнения	Концентрация остаточной нефти, г/л	Степень деструкции нефти, %
Нефть	1,01±0,05	50±2,5
Нефть + Cu^{2+} 0,01 мМ	0,1±0,005	95±4,75
Нефть + Cu^{2+} 0,05 мМ	0,5±0,025	75±3,75
Контроль (без ПАВ)	1,82±0,091	9±0,45

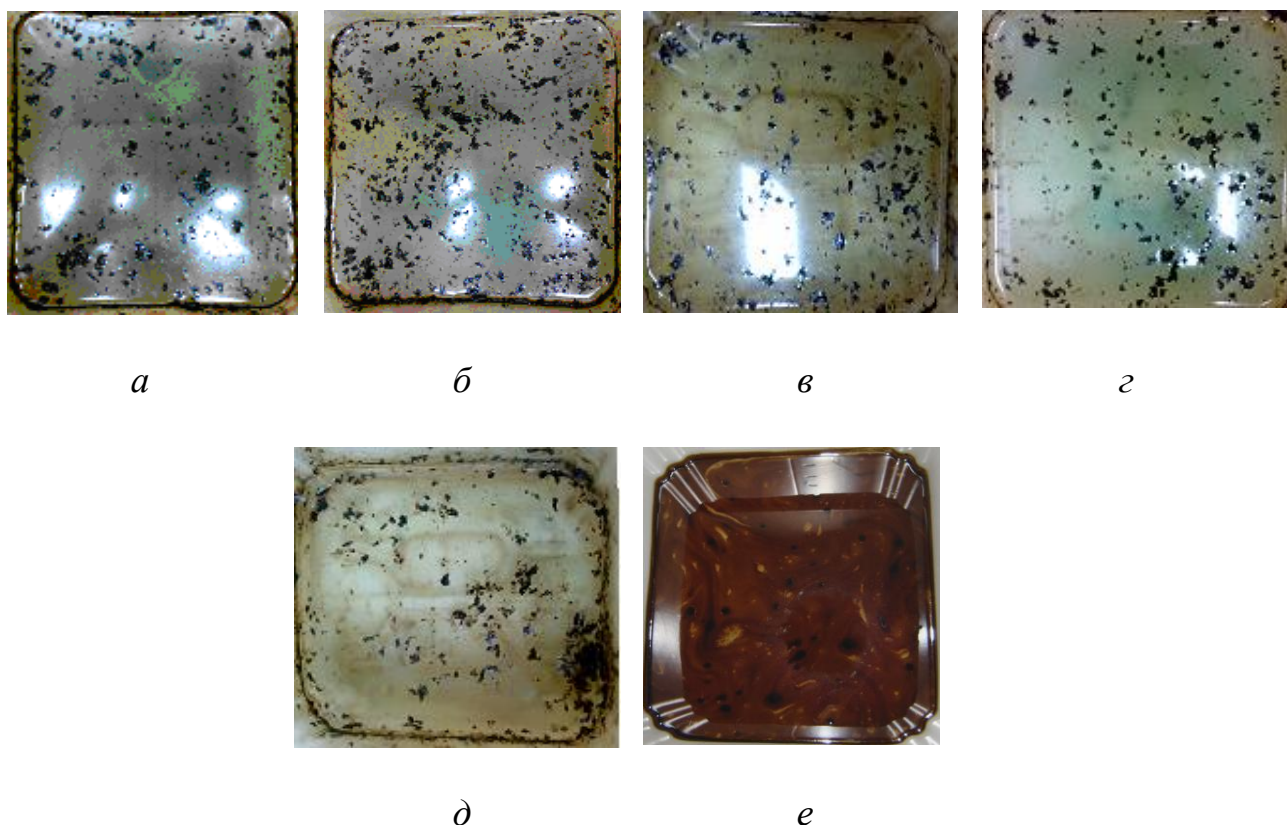


Рис. Деструкция нефти на 21 сутки после обработки препаратами ПАВ *A. calcoaceticus* ИМВ В-7241

а, б – наличие в воде 0,1 и 0,5 мМ Cu^{2+} , соответственно; неадаптированная культура; *в, г* – то же самое, культура адаптированная; *д* – отсутствие меди в воде; неадаптированная культура; *е* – контроль (без обработки)

В связи с этим осуществляли предварительную адаптацию клеток штамма ИМВ В-7241 к ионам меди с целью интенсификации процесса биодеструкции.

Для этого в середине экспоненциальной фазы роста (48 ч) в питательную среду для культивирования продуцента вносили 0,1 мМ Cu^{2+} . Этот прием позволил увеличить степень деструкции нефти в воде, содержащей 0,1 и 0,5 мМ Cu^{2+} , до 95 и 93%, соответственно.

Таким образом, полученные результаты являются основой для разработки комплексной природоохранной технологии для биоремедиации загрязненных нефтепродуктами почв и воды, в том числе и в присутствии тяжелых металлов.

Литература

Пирог Т. П., Шевчук Т. А., Волошина И. Н., Карпенко Е. И. Образование поверхностно-активных веществ при росте штамма *Rhodococcus erythropolis* ЭК-1 на гидрофильных и гидрофобных субстратах // Прикладная биохимия и микробиология. 2004. Т. 40. № 5. С. 470–475.

Пирог Т. П., Антонюк И. С., Карпенко Е. В., Шевчук Т. А. Влияние условий культивирования штамма *Acinetobacter calcoaceticus* К-4 на синтез поверхностно-активных веществ // Прикл. биохимия и микробиология. 2009. Т. 45. № 3. С. 304–310.

Jayabarath J., Sundar S.S., Arulmurugan R., Giridhar R. Bioremediation of heavy metals using biosurfactants // Int. J. Biotechnol. App. 2009. V. 1. N. 2. P. 50–54.

Kavamura V. N., Esposito E. Biotechnological strategies applied to the decontamination of soil polluted with heavy metals // Biotechnol. Adv. 2010. V. 28. P. 61–69.

Tyagi M., Fonseca M. M., Carvalho C. C. R. Bioaugmentation and biostimulation strategies to improve the effectiveness of bioremediation processes // Biodegrad. 2011. N 22. P. 231–241.

Wang S., Mulligan C. N. Rhamnolipid biosurfactant-enhanced soil flushing for the removal of arsenic and heavy metals from mine tailings // Process Biochem. 2009. N. 44. P. 296–301.

СИНТЕЗ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ *ACINETOBACTER CALCOACETICUS* ИМВ В-7241 И *RHODOCOCCLUS ERYTHROPOLIS* ИМВ АС-5017 В ПРОЦЕССЕ БИОКОНВЕРСИИ ГЛИЦЕРИНА

М. А. Шулякова, А. Д. Конон, О. Ю. Мащенко, Т. А. Шевчук, Т. П. Пирог
Национальный университет пищевых технологий, mariejanvier@rambler.ru

Интерес к глицерину как субстрату для микробного синтеза обусловлен тем, что в последние годы в связи с расширением производства биодизеля в мире этот спирт из разряда «целевых» технологических продуктов перешел в категорию отходов. Так, например, Procter and Gamble и другие косметические компании прекратили выпуск собственного глицерина. Сверхбыстрое увеличение производства биодизеля создало избыток технического глицерина (побочного продукта трансэтерификации растительных масел и животных жиров), что привело к снижению цены на этот продукт в 10 раз только за последние годы. Одним из альтернативных путей утилизации глицерина является его использование в технологиях микробного синтеза практически ценных продуктов (da Silva, Mack, Contiero, 2009).

В предыдущих исследованиях (Пирог и др., 2011) нами была показана возможность синтеза поверхностно-активных веществ (ПАВ) при культивировании *Nocardia vaccinii* К-8 на глицерине, а штаммов *Rhodococcus erythropolis*

ИМВ Ас-5017 и *Acinetobacter calcoaceticus* ИМВ В-7241 – на гидрофильных и гидрофобных субстратах: гексадекан, жидкие парафины, этанол, глюкоза (Pirog et al., 2004; Pirog et al., 2009). По химической природе ПАВ *R. erythropolis* ИМВ Ас-5017 являются комплексом глико-, фосфо- и нейтральных липидов, а *A. calcoaceticus* ИМВ В-7241 – глико-, amino- и нейтральных липидов. Гликолипиды всех штаммов представлены трегалозомиколатами.

Цель данной работы – исследовать возможность использования глицерина в качестве субстрата для получения ПАВ *R. erythropolis* ИМВ Ас-5017 и *A. calcoaceticus* ИМВ В-7241.

Показатели роста и синтеза ПАВ – концентрация биомассы, поверхностное натяжение (σ_s) свободной от клеток культуральной жидкости, условная концентрация ПАВ (ПАВ*, безразмерная величина), индекс эмульгирования культуральной жидкости (E_{24} , %) – определяли, как описано в наших предыдущих работах (Пирог и др., 2011; Pirog et al., 2004; Pirog et al., 2009).

Исследование роста и образования ПАВ *A. calcoaceticus* ИМВ В-7241 и *R. erythropolis* ИМВ Ас-5017 на среде с глицерином показало, что штаммы способны ассимилировать этот субстрат и синтезировать метаболиты с поверхностно-активными и эмульгирующими свойствами.

Однако условная концентрация синтезируемых на глицерине ПАВ обоих штаммов была ниже, чем при использовании традиционных субстратов (гексадекан, этанол) (Pirog et al., 2004; Pirog et al., 2009). В связи с этим следующий этап исследований был посвящен поиску путей повышения синтеза ПАВ *A. calcoaceticus* ИМВ В-7241 и *R. erythropolis* ИМВ Ас-5017 на среде с глицерином. Установленная широкая субстратная специфичность нитрозо-N,N-диметиланилин(НДМА)-зависимых алкогольдегидрогеназ штаммов ИМВ Ас-5017 и ИМВ В-4271 позволила нам выдвинуть предположение о том, что можно повысить синтез ПАВ, используя для этого смесь энергетически неравноценных ростовых субстратов, в частности, энергетически избыточного гексадекана и энергетически дефицитного глицерина.

Поскольку показатели и роста, и синтеза целевого продукта на смешанных субстратах зависят от качества инокулята (Подгорский, Иутинская, Пирог, 2010), на следующем этапе исследовали влияние природы источника углерода в среде для получения посевного материала на образование ПАВ *A. calcoaceticus* ИМВ В-7241 и *R. erythropolis* ИМВ Ас-5017. Максимальное значение условной концентрации ПАВ на смеси гексадекана и глицерина наблюдалось при использовании инокулята, выращенного на моносубстрате гексадекане. В таких условиях культивирования *A. calcoaceticus* ИМВ В-7241 показатель ПАВ* был в 1,5 и 3,6, а *R. erythropolis* ИМВ Ас-5017 – в 1,3 и 1,6 раза выше, чем на гексадекане и глицерине соответственно.

В дальнейшем исследовали синтез ПАВ *A. calcoaceticus* ИМВ В-7241 и *R. erythropolis* ИМВ Ас-5017 в зависимости от концентрации моносубстратов в смеси. Полученные результаты показали, что и при повышении в два раза концентрации моносубстратов в смеси условная концентрация ПАВ и индекс эмульгирования культуральной жидкости *A. calcoaceticus* ИМВ В-7241 и *R.*

erythropolis ИМВ Ас-5017 были выше, чем при культивировании бактерий на гексадекане и глицерине.

При культивировании микроорганизмов на смешанных субстратах для обеспечения максимальной конверсии углерода в целевой продукт необходимо установление оптимального для его синтеза молярного соотношения концентраций моносубстратов в смеси (Babel, Müller, 1985; Подгорский, Иутинская, Пирог, 2010; Пирог, Коваленко, Кузьминская, 2003). А это в свою очередь требует проведения теоретических расчетов энергетических потребностей синтеза ПАВ и биомассы на энергетически дефицитном субстрате глицерине. Для осуществления таких расчетов необходимо знать пути метаболизма этого моносубстрата.

Наши исследования особенностей метаболизма глицерина у продуцентов ПАВ *A. calcoaceticus* ИМВ В-7241 и *R. erythropolis* ИМВ Ас-5017 показали, что оба штамма могут метаболизировать этот субстрат до дигидроксиацетонфосфата как через глицерин-3-фосфат, так и дигидроксиацетон (табл. 1).

Таблица 1

Активность ферментов путей катаболизма глицерина у *A. calcoaceticus* ИМВ В-7241 и *R. erythropolis* ИМВ Ас-5017

Путь катаболизма глицерина	Фермент	Активность (нмоль·мин ⁻¹ ·мг ⁻¹ белка)	
		ИМВ Ас-5017	ИМВ В-7241
Дигидрокси-ацетоновый	Пирролохинолинхинон - зависимая глицериндегидрогеназа	93±4	107±5
	НДМА-зависимая алкогольдегидрогеназа	24±1,2	32±1,6
	Дигидроксиацетонкиназа	288±14	336±16
Глицерин-3-фосфатный	Глицеринкиназа	800±40	780±39
	НАД ⁺ -зависимая глицерин-3-фосфатдегидрогеназа	108±5	159±8

Так, теоретически рассчитанное для штамма *A. calcoaceticus* ИМВ В-7241 молярное соотношение гексадекана и глицерина в среде составляло 1:6,9, а для *R. erythropolis* ИМВ Ас-5017 – 1:4,6, что было подтверждено экспериментальными данными.

Поскольку при изменении молярного соотношения концентраций гексадекана и глицерина в среде меняется и соотношение углерод/азот, исследовали синтез ПАВ при постоянном значении C/N (табл. 2). Эксперименты показали, что и в таких условиях культивирования наиболее значимое увеличение показателей синтеза ПАВ было отмечено для ранее установленных оптимальных молярных соотношений концентраций гексадекана и глицерина – количество синтезированных ПАВ составляло 350 и 265% от концентрации на моносубстратах глицерине и гексадекане для *A. calcoaceticus* ИМВ В-7241, а для *R. erythropolis* ИМВ Ас-5017 – 226 и 121% соответственно.

Влияние соотношения углерод/азот в среде с гексадеканом и глицерином на синтез ПАВ *A. calcoaceticus* ИМВ В-7241 *R. erythropolis* ИМВ Ас-5017

Штамм	Соотношение С/Н	ПАВ, г/л	ПАВ (г/л), % от концентрации на моносубстрате	
			глицерине	гексадекане
ИМВ В-7241	20	1,7±0,08	170±8	150±7
	30	2,5±0,12	350±17	265±13
	40	2,3±0,11	288±14	200±10
ИМВ Ас-5017	24	3,6±0,18	118±6	119±6
	33	4,0±0,20	226±11	121±6
	47	3,85±0,19	193±10	115±6

Таким образом, в результате проведенной работы показана возможность биоконверсии глицерина (побочного продукта производства биодизеля) в поверхностно-активные вещества штаммами *A. calcoaceticus* ИМВ В-7241 и *R. erythropolis* ИМВ Ас-5017.

Литература

Пирог Т. П., Коваленко М. А., Кузьминская Ю. В. Энергетические и биохимические аспекты интенсификации синтеза экзополисахаридов *Acinetobacter sp* на смеси этанола и глюкозы // Микробиология. 2003. Т. 72. № 3. С. 348–355.

Пирог Т. П., Гриценко Н. А., Хомяк Д. И., Конон А. Д. Оптимизация синтеза поверхностно-активных веществ *Nocardia vaccinii* К-8 при конверсии отходов производства биодизеля // Микробиол. журнал. 2012. Т. 74. № 1.

Подгорский В. С., Иутинская Г. О., Пирог Т. П. Интенсификация технологий микробного синтеза. К.: Наук. думка, 2010. 327 с.

Babel W., Müller R. H. Mixed substrate utilization in microorganisms: biochemical aspects and energetics // J. Gen. Microbiol. 1985. 131. № 1. P. 39–45.

da Silva G., Mack M., Contiero J. Glycerol: A promising and abundant carbon source for industrial microbiology // Biotechnol. Adv. 2009. 27, № 1. P. 30–39.

Pirog T. P., Shevchuk T. A., Voloshina I. N., Karpenko E. V. Production of surfactants by *Rhodococcus erythropolis* strain EK-1, grown on hydrophilic and hydrophobic substrates // Appl. Biochem. Microbiol. 2004. 40, № 5. P. 470–475.

Pirog T. P., Antonuk S. I., Karpenko Y. V., Shevchuk T. A. The influence of conditions of *Acinetobacter calcoaceticus* K-4 strain cultivation on surface-active substances synthesis // Appl. Biochem. Microbiol. 2009. 45, № 3. P. 272–278.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ СПОСОБ УТИЛИЗАЦИИ ГЛИЦЕРИНА С ПОЛУЧЕНИЕМ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

А. Д. Конон, Н. А. Гриценко, Д. И. Хомяк, К. А. Покора, Т. П. Пирог
Национальный университет пищевых технологий, *КононА@meta.ua*

Глицерин – простой спирт (1,2,3-пропантриол) является одним из основных продуктов трансэтерификации растительных масел и животных жиров. На сегодняшний день этот спирт в огромных количествах образуется при производстве биодизеля в качестве побочного продукта технологии, и с каждым го-

дом его накапливается все больше и больше (Da Silva, Mack, Contiero, 2009; Ciesielski, Pokoj, Klimiuk, 2010). Отметим, что на каждые 100 л биодизеля образуется приблизительно столько же технического глицерина. Только за период с 2004 по 2006 гг. цена на глицерин снизилась более чем в 10 раз. Известные потребители глицерина – парфюмерно-косметическая промышленность, военно-промышленный комплекс – не способны обеспечить достаточный уровень его утилизации (Yazdani, Gonzalez, 2007). Поэтому необходим поиск альтернативных путей решения этой проблемы.

Некоторые стратегии утилизации глицерина базируются на химической и биологической переработке. Биологическая модификация позволяет обойти недостатки химического катализа (низкая специфичность, использование высокого давления и температуры) и получить огромное количество разнообразных практически ценных продуктов, в том числе и микробные поверхностно-активные вещества (ПАВ).

В последние годы ПАВ микробного происхождения являются объектом интенсивных теоретических и прикладных исследований, что обусловлено их возможным практическим использованием в различных отраслях промышленности, а также для очистки окружающей среды. Преимуществами микробных ПАВ, по сравнению с химическими аналогами, является биodeградability, нетоксичность, постоянство физико-химических свойств в широком диапазоне pH и температуры (Vanat et al., 2010).

В предыдущих исследованиях из загрязненных нефтью образцов почвы выделены нефтеоокисляющие бактерии, идентифицированные как *Nocardia vaccinii* K-8 (Пирог и др., 2005). Установлена возможность очистки воды, загрязненной нефтью (100 мг/л), иммобилизованными на керамзите клетками *N. vaccinii* K-8, показана способность изолированного штамма к синтезу ПАВ на питательной среде, содержащей гексадекан, глюкозу, этанол в качестве субстратов.

Цель данной работы – исследовать возможность образования поверхностно-активных веществ *N. vaccinii* K-8 на глицерине и установить условия культивирования бактерий на этом субстрате, обеспечивающие повышение синтеза ПАВ.

На первом этапе изучали влияние некоторых условий культивирования на синтез ПАВ *N. vaccinii* K-8. Так, исследование зависимости образования поверхностно-активных веществ от природы источника азотного питания показало, что оптимальным источником азота для *N. vaccinii* K-8 является нитрат натрия.

Изучение влияния качества инокулята на синтез ПАВ *N. vaccinii* K-8 показало, что использование для получения посевного материала среды, содержащей дрожжевой экстракт (0,25 г/л) и сульфат железа (0,001 г/л), сопровождалось повышением в 2 раза показателей синтеза ПАВ. Установлена оптимальная концентрация посевного материала, составляющая 10%.

Использование математических методов планирования эксперимента позволило оптимизировать состав питательной среды для биосинтеза ПАВ *N. vaccinii* K-8. Повышение условной концентрации ПАВ на 23% по сравнению

с результатами однофакторных исследований наблюдали при концентрации глицерина 1,5% (по объему), нитрата натрия – 0,5 г/л, дрожжевого экстракта – 0,3 г/л (табл.).

Данные, представленные в таблице, свидетельствуют о том, что после оптимизации состава среды с использованием математических методов удалось повысить количество синтезированных ПАВ в 4 раза.

Таблица

Влияние концентрации глицерина на синтез ПАВ *Nocardia vaccinii* К-8

Концентрация глицерина, %	Концентрация ПАВ, г/л	Выход ПАВ от заданного субстрата, %
1,5	9,6±0,21	51±2,5
	12,6±0,24	67±3,3
2,0	7,8±0,19	31±1,5
	12,2±0,22	49±2,4
2,5	7,6±0,18	24±1,2
	12,3±0,23	39±2,0

Примечание. При культивировании *N. vaccinii* К-8 на неоптимизированной среде количество синтезированных ПАВ составляло 3 г/л

В последующих экспериментах анализировали химический состав ПАВ, синтезированных в оптимальных условиях культивирования штамма К-8 на глицерине. Низкомолекулярные микробные ПАВ по своей химической природе являются, как правило, комплексом липидов (нейтральных, глико-, amino- и фосфолипидов) как внеклеточных, так и ассоциированных с клетками (Banat et al., 2010). Изучение качественного состава липидов, экстрагированных из культуральной жидкости и супернатанта *N. vaccinii* К-8, показало, что основными компонентами органического экстракта являются глико-, amino- и нейтральные липиды. Нейтральные липиды представлены, в основном, миколовыми и *n*-алкановыми кислотами, а гликолипиды – трегалозодиацилатами и трегалозо-6,6'-димиколатами. Отметим, что по качественному составу липиды, выделенные из культуральной жидкости и супернатанта, практически не отличались между собой.

Исходя из химической природы ПАВ, мы предположили, что можно повысить эффективность процесса их биосинтеза путем внесения в среду цитрата натрия – регулятора синтеза липидов и C₄-дикарбоновых кислот (фумарата) – предшественников глюконеогенеза, функционирующего при выращивании бактерий на неуглеводных субстратах. Эксперименты показали, что внесение как цитрата, так и фумарата в среду с глицерином сопровождалось повышением синтеза ПАВ, однако максимальные показатели (повышение условной концентрации ПАВ на 35–40%, индекса эмульгирования на 20%) были достигнуты при одновременном добавлении фумарата и цитрата (по 0,1%) в начале стационарной фазы роста.

Установлено, что ПАВ, синтезированные *N. vaccinii* К-8 в концентрации 0,9–1,8 мг/мл, проявляли антимикробное действие по отношению к некоторым фитопатогенным бактериям-возбудителям болезней пасленовых и крестоцветных растений. Так, в присутствии препаратов ПАВ количество клеток *Xan-*

thomonas translucens 7696, *Xanthomonas vesicatoria* 7790, *Pseudomonas savantanoi* pv. *glicinea* 8571, *Pseudomonas corrugata* 9070, *Pseudomonas syringae* 8511, *Pseudomonas syringae* pv. *coronafaciens* 9129, *Pectobacterium carotovorum* 8982 снижалось на 72–100%.

Таким образом, результаты данной работы могут быть использованы при разработке экологически безопасной технологии переработки глицерина (побочного продукта производства биодизеля) с одновременным получением поверхностно-активных веществ, которые могут быть использованы как антифитопатогенные агенты.

Литература

Пирог Т. П., Шевчук Т. А., Волошина И. Н., Гречирчак Н. Н. Использование иммобилизованных на керамзите клеток нефтеокисляющих микроорганизмов для очистки воды от нефти // Прикладная биохимия и микробиология. 2005. 41, № 1. С. 58–63.

Banat I., Franzetti A., Gandolfi I., Bestetti G., Martinotti M., Fracchia L., Smyth T., Marchant R. Microbial biosurfactants production, applications and future potential // Appl. Microbiol. Biotechnol. 2010. 87, N 2. P. 427–444.

Ciesielski S., Pokoj T., Klimiuk E. Cultivation-dependent and independent characterization of microbial community producing polyhydroxyalkanoates from raw glycerol // J. Microbiol. Biotechnol. 2010. 20, N 5. P. 853–861.

Da Silva G., Mack M., Contiero J. Glycerol: A promising and abundant carbon source for industrial microbiology // Biotechnol. Adv. 2009. 27, N 1. P. 30–39.

Yazdani S., Gonzalez R. Anaerobic fermentation of glycerol: a path to economic viability for the biofuels industry // Curr. Opin. Biotechnol. 2007. 18, N 3. P. 213–219.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕФТЕОКИСЛЯЮЩИХ БАКТЕРИЙ *NOCARDIA VACCINII* К-8 В ПРИРОДООХРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

А. Д. Конон, А. П. Софилканич, Н. А. Гриценко, С. А. Парфенюк, Т. П. Пирог
Национальный университет пищевых технологий, KononA@meta.ua

Одним из ключевых отрицательных факторов антропогенного влияния на экосистему планеты является загрязнение окружающей среды нефтью и нефтепродуктами, поэтому актуальным остается разработка природоохранных технологий, позволяющих снизить такую нагрузку. Одним из сравнительно новых подходов к очистке воды и почвы от ксенобиотиков является использование микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности, например, поверхностно-активных веществ (ПАВ) (Pacwa-Plóciniczak et al., 2011; Jayabarath et al., 2009). Применение ПАВ дает возможность существенно увеличить биодоступность углеводородов для нефтеокисляющих микроорганизмов и аборигенной микрофлоры загрязненных экосистем. Кроме того, ПАВ способны увеличивать гидрофобность клеточной стенки биодеструкторов, что существенно облегчает ассимиляцию нефти и нефтепродуктов клетками. Такая схема очистки отличается от других технологий низкими эксплуатационными затратами и высокой надежностью, так как обеспечивает практически полную деградацию органических веществ в условиях *in situ* (Tyagi, da Fonseca, de Carvalho, 2011; Zhang et al., 2010).

В предыдущих исследованиях из загрязненных нефтью образцов почвы был выделен штамм нефтеокисляющих бактерий, идентифицированный как *Nocardia vaccinii* К-8 и показана его способность синтезировать метаболиты с поверхностно-активными и эмульгирующими свойствами (Пирог, Манжула, 2008). Исследованы закономерности синтеза ПАВ на глицерине и оптимизирована питательная среда для культивирования *N. vaccinii* К-8 на этом субстрате с использованием математических методов планирования эксперимента.

Цель данной работы – изучение влияния клеток и препаратов ПАВ *N. vaccinii* К-8 на процессы микробной деструкции нефти в загрязненной воде, почве и песке.

Для получения суспензии клетки *N. vaccinii* К-8, выращенные на глюкозо-картофельной агаризированной среде (ГКА) в течении двух суток, смывали стерильной водопроводной водой и определяли их концентрацию по методу Коха. Как препараты ПАВ использовали нативную культуральную жидкость, полученную после культивирования штамма К-8 на среде с глицерином, а также стерильный супернатант культуральной жидкости. Количество синтезированных ПАВ (условная концентрация ПАВ) оценивали, как описано нами ранее в работе (Пирог, Манжула, 2008).

Для моделирования загрязненных нефтью систем в емкость с 2 л бюветной воды вносили нефть (2,6 г/л), а потом суспензию клеток *N. vaccinii* К-8 определенной концентрации, либо в 1 кг почвы или стерильного песка добавляли 20 мл нефти, после чего образцы обрабатывали препаратами ПАВ в концентрации 100–300 мл. Как источник биогенных элементов, необходимых для жизнедеятельности нефтеокисляющих бактерий, использовали диаммонийфосфат (0,01% по объему).

Во всех вариантах контролем служили загрязненная нефтью вода, почва и песок без препаратов *N. vaccinii* К-8.

Содержание нефти в исследованных образцах определяли весовым методом. Сначала проводили трехкратную экстракцию гексаном (в соотношении 1:1). Полученный органический экстракт упаривали до постоянной массы на роторном испарителе ИР – 1М2 (Россия) при температуре 55 °С и абсолютном давлении 0,4 атм.

На первом этапе исследовали возможность очистки загрязненной нефтью воды при помощи суспензии клеток *N. vaccinii* К-8. На протяжении первой недели во время визуального наблюдения существенных изменений на поверхности модельных водоемов не наблюдали (рисунок). В дальнейшем нефть быстро деградировала и изменяла свою начальную структуру. Пленка утрачивала маслянистость, превращалась в скопление небольших сухих пластинок, меньшая часть которых находилась на поверхности воды, а большая – оседала на дно емкости после перемешивания. К 25-м суткам на пластинках нефти в водоемах, куда вносили суспензию клеток, было хорошо заметно развитие микрофлоры в виде прозрачной слизистообразной массы (рис.).



1 сутки

15 сутки

25 сутки

контроль

Рис. Изменение структуры нефтяной пленки после обработки суспензией клеток *N. vaccinii* К-8

Определения остаточной концентрации нефти весовым методом (табл. 1) показало, что наибольшая степень деструкции нефти (до 94 %) на 25 сутки была достигнута после обработки загрязненной воды суспензией клеток штамма К-8 с большей концентрацией ($9,8 \cdot 10^7$ КОЕ/мл). С уменьшением концентрации клеток в суспензии в 2 раза процент деструкции нефти снижался на 34%.

Микробиологический контроль общего количества микроорганизмов, проводимый на протяжении всего эксперимента, показал, что концентрация клеток нативной микрофлоры к концу эксперимента увеличивалась на порядки. Такие результаты могут быть объяснены тем, что клетки *N. vaccinii* К-8 способны ассимилировать нефть и переводить ее в легкоусваиваемую, доступную для других микроорганизмов форму за счет синтеза ПАВ. Нативная микрофлора водоема начинает активно развиваться за счет полученных углеводов веществ.

Таблица 1

Зависимость степени деструкции нефти от концентрации клеток *N. vaccinii* К-8 в суспензии

Концентрация клеток в суспензии, КОЕ/мл	Остаточная концентрация нефти, г/л	Процент деструкции нефти, %
$9,8 \cdot 10^7$	$0,16 \pm 0,008$	$94 \pm 4,2$
$4,9 \cdot 10^7$	$1,04 \pm 0,052$	$60 \pm 3,0$
Контроль	$2,52 \pm 0,13$	$3 \pm 0,15$

Примечание. Начальная концентрация нефти составляла $2,6 \pm 0,13$ г/л.

На следующем этапе изучали эффективность деструкции нефти в почве под действием препаратов ПАВ (табл. 2). Так, в присутствии 300 мл препарата ПАВ в виде культуральной жидкости удавалось достичь максимальной степени деструкции нефти, которая составляла 84%. При использовании супернатанта культуральной жидкости степень деструкции была ниже (55–72%). Полученные результаты могут свидетельствовать о том, что не только ПАВ принимают участие в разложении нефти как активаторы природной микрофлоры в почве, но и сами клетки *N. vaccinii* К-8, обладающие нефтеокисляющей способностью.

**Степень деструкции нефти в почве под действием препаратов ПАВ
N. vaccinii К–8**

Препараты ПАВ	Концентрация препарата ПАВ, мл/кг почвы	Концентрация остаточной нефти в пробе, г/кг почвы	Степень деструкции нефти, %
Культуральная жидкость	100	5,9±0,18	71±2,1
	200	5,3±0,16	74±2,3
	300	3,4±0,10	83,5±2,5
Супернатант	100	9,2±0,28	55±1,7
	200	7,9±0,24	61,2±1,8
	300	5,6±0,17	72,7±2,2
Контроль	0	19,4±0,97	3±0,15

Примечание. Начальная концентрация нефти составляла 20,0±1,0 г/кг. Условная концентрация ПАВ: культуральная жидкость – 2,4±0,09; супернатант – 2,2±0,096.

Для более полной оценки возможности применения ПАВ *N. vaccinii* К–8 в природоохранных технологиях проводили исследования по очистке загрязненного нефтью песка. В данном эксперименте использовали стерильный песок для исключения фактора влияния нативной микрофлоры на деструкцию нефти. При этом под действием препаратов ПАВ штамма К-8 разложилось незначительное количество нефти (до 10 %). Известно, что песок имеет большую площадь контакта, поэтому хорошо адсорбирует нефть на своей поверхности, а поверхностно-активные вещества за счет способности к снижению поверхностного и межфазного натяжения способны переводить ее в растворимое состояние и способствовать вымыванию. Нефтеотмывающие свойства культуральной жидкости *N. vaccinii* К–8 оценивали по количеству неотмытой с поверхности песка нефти (табл. 3).

**Нефтеотмывающие свойства культуральной жидкости
N. vaccinii К–8**

Количество внесенного препарата, мл	Количество остаточной нефти, мг	Процент отмытой нефти, %
10	12,6±0,63	65±3,3
20	7,9±0,40	78±3,9
30	3,0±0,15	92±4,6

Примечание. Количество остаточной нефти в контрольном образце 36±1,8 мг. Условная концентрация ПАВ: 2,5±0,13.

Так, при внесении максимально исследованного количества культуральной жидкости штамма К-8 (30 мл) очистка песка от нефти составляла 92%, что свидетельствует о высоких нефтеотмывающих свойствах ПАВ *Nocardia vaccinii* К–8.

Таким образом, результаты данной работы оказывают возможность эффективного применения клеток и препаратов ПАВ *N. vaccinii* К–8 в природоохранных технологиях для очистки экосистем от нефтяных загрязнений.

Литература

Пирог Т. П., Манжула Н. А. Штамм бактерий *Nocardia vaccinii* К-8 как потенциальный продуцент поверхностно-активных веществ // Пищевая промышленность. 2008. № 7. С. 29–32.

Jayabarath J., Shyam Sundar S., Arulmurugan R., Giridhar R. Bioremediation of heavy metals using biosurfactants // Int. J. Biotechnol. Appl. 2009. V. 1, № 2. P. 50–54.

Pacwa-Płociniczak M., Płaza G.A., Piotrowska-Seget Z., Cameotra S.S. Environmental applications of biosurfactants: recent advances // Int. J. Mol. Sci. 2011. № 12. P. 633–654.

Tyagi M., da Fonseca M.M.R., de Carvalho C.C.C.R. Bioaugmentation and biostimulation strategies to improve the effectiveness of bioremediation processes // Biodegrad. 2011. № 22. P. 231–241.

Zhang Z., Gai L., Hou Z., Yang C., Ma C., Wang Z., Sun B., He X., Tang H., Xu P. Characterization and biotechnological potential of petroleum-degrading bacteria isolated from oil-contaminated soils // Bioresour. Technol. 2010. № 101. P. 8452–8456.

УТИЛИЗАЦИЯ ПЕРЕЖАРЕННОГО МАСЛА С ПОЛУЧЕНИЕМ МИКРОБНЫХ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

А. П. Софилканич, С. О. Антонюк, И. А. Монастерецкая, Т. П. Пирог
Национальный университет пищевых технологий, анто_july@mail.ru

Количество отходов, загрязняющих окружающую среду в результате функционирования промышленных предприятий, постоянно возрастает. Мировое производство масел и жиров ежегодно составляет примерно 2,5–3 млн. тонн, из которых 75% получают из растительного сырья. Большую часть этой продукции используют в пищевой промышленности, которая в результате производит значительное количество отходов, одним из которых является пережаренное масло, использованное для приготовления пищи. Известно, что при этом масло изменяет состав и содержит до 30% полярных токсических соединений (Nitschke, Costa, Contiero, 2010). Очевидно, что неконтролируемое попадание таких отходов может нанести серьезный вред окружающей среде.

Наиболее важной задачей, стоящей перед человечеством на современном этапе, является поиск экологически безопасного и экономически выгодного способа утилизации отходов. Сегодня только биотехнология может обеспечить решение этой проблемы. Синтез практически ценных метаболитов, в том числе микробных поверхностно-активных веществ (ПАВ), на основе промышленных отходов позволит существенно снизить себестоимость конечного продукта, а также поможет предприятиям решить вопрос утилизации вредных отходов (Carlsson, 2009; Barros, Ponezi, Pastore, 2008) В свою очередь микробные ПАВ могут быть использованы в природоохранных технологиях для очистки окружающей среды от алифатических и ароматических углеводородов, тяжелых металлов и других ксенобиотиков (Batista et al., 2010; Ren et al., 2007). Открытые недавно антимикробные свойства ПАВ по отношению к многим патогенным штаммам, резистентных к большинству традиционных антибиотиков, дают новые возможности для применения микробных ПАВ в медицине, в пищевой промышленности, сельском хозяйстве (Benitez et al., 2011; Lyon et al., 2011).

В предыдущих исследованиях из загрязненных нефтью образцов почвы был выделен штамм нефтеокисляющих бактерий, идентифицированный как *Rhodococcus erythropolis* ЕК-1 и зарегистрированный в Депозитарии микроорганизмов Института микробиологии и вирусологии НАН Украины под номером Ас-5017. Установлена способность этого штамма синтезировать метаболиты с поверхностно-активными и эмульгирующими свойствами при культивировании на различных гидрофобных (гексадекан, жидкие парафины) и гидрофильных (глюкоза, этанол) субстратах (Пирог и др., 2004).

Ранее нами была показана возможность использования глицерина – побочного продукта производства биодизеля, а также отходов пищевых производств (жировой, сахарной промышленности) в качестве субстратов для получения микробных ПАВ. Установлено, что исследуемый штамм Ас-5017 способен к деструкции фенола (0,5 г/л) с одновременным синтезом ПАВ, при этом показатель условной концентрации ПАВ достигал 3,7, что не уступает показателям на традиционных субстратах.

Цель настоящей работы – поиск путей интенсификации биосинтеза ПАВ *Rhodococcus erythropolis* ИМВ Ас-5017 на пережаренном подсолнечном масле, использовавшемся в учреждениях общественного питания для приготовления пищи.

Способность штамма ИМВ Ас-5017 к синтезу ПАВ оценивали по таким показателям (Пирог и др., 2004): поверхностное натяжение свободной от клеток культуральной жидкости (σ_s , определяли по методу Вильгельми на полуавтоматическом автотензиометре LAUDA); условная концентрация ПАВ (ПАВ*, определяли как степень разведения супернатанта в точке резкого увеличения поверхностного натяжения на графике зависимости σ_s от логарифма разведения, абсцисса точки пересечения кривой соответствует значению ПАВ*); индекс эмульгирования (E_{24} , %, субстрат для эмульгирования – подсолнечное масло).

На первом этапе устанавливали оптимальный способ подготовки инокулята, в частности исследовали влияние природы источника углерода (пережаренное подсолнечное масло, этанол, n-гексадекан, меласса, глюкоза и глицерин) в среде для получения посевного материала на синтез ПАВ при культивировании штамма на среде с пережаренным маслом (2% по объему). Установлено, что при использовании посевного материала, выращенного на мелассе, конечная концентрация поверхностно-активных веществ была в два раза выше, по сравнению с инокулятом, полученным на пережаренном масле: $3,2 \pm 0,4$ и $1,7 \pm 0,3$ г/л, соответственно.

Учитывая химический состав ПАВ *R. erythropolis* ИМВ Ас-5017 (гликолипиды – трегалозомиколаты), исследовали возможность интенсификации биосинтеза при внесении в среду с пережаренным маслом предшественников биосинтеза (глюкоза, меласса и n-гексадекан) в концентрации 0,1–0,8% (по объему).

Показано, что добавление n-гексадекана (0,1 %) в стационарной фазе роста сопровождалось незначительным увеличением концентрации конечного продукта (с 1,7 до 2,1 г/л).

Внесение глюкозы в начале процесса культивирования (0,1%) и в экспоненциальной фазе роста (0,2%) приводило к увеличению конечной концентрации ПАВ на 400% и 260%, соответственно, по сравнению с контролем (табл.).

Учитывая, что глюкоза является довольно дорогим субстратом, на следующем этапе исследований было предложено использовать мелассу в качестве ее дешевой альтернативы.

Показано, что при замене глюкозы на мелассу концентрация ПАВ снижалась на 60%, однако и в этом случае превышала в 1,5–4 раза количество ПАВ, синтезированное на среде без предшественников.

Таблица

Синтез ПАВ *R. erythropolis* ИМВ Ас-5017 на маслосодержащей среде в зависимости от концентрации и момента внесения глюкозы

Момент внесения глюкозы	Концентрация глюкозы, %	Показатели синтеза ПАВ	
		Е ₂₄ , %	Концентрация ПАВ, г/л
Начало культивирования	0,1	47,1±2,7	6,8±1,2
	0,2	45,0±2,2	3,6±1,1
	0,3	39,2±0,5	2,1±0,5
Середина экспоненциальной фазы	0,1	42,2±0,7	2,5±0,8
	0,2	42,6±1,1	4,5±1,6
	0,3	40,5±0,2	3,1±0,7
Начало стационарной фазы	0,1	38,2±0,3	2,8±0,5
	0,2	49,8±0,2	2,6±0,2
	0,3	51,5±0,6	2,9±0,3
Контроль	–	42,1±0,9	1,7±0,3

В результате использования дешевой питательной среды, содержащей пережаренное масло в качестве субстрата (2%) и минимум минеральных солей (2,24 г/л), для биосинтеза ПАВ *R. erythropolis* ИМВ Ас-5017 были получены препараты различной степени очистки для изучения их антимикробных свойств. Установлено антифитопатогенное действие раствора ПАВ, экстрагированных из супернатанта культуральной жидкости смесью хлороформ:метанол (2:1) на *Xanthomonas vesicatoria* 7790, *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* 8003, *Pseudomonas corrugata* 9070, *Pseudomonas syringae* 8511, *Pseudomonas syringae* pv. *coronafaciens* 9129, *Pectobacterium carotovorum* 8982. Выживание клеток фитопатогенных бактерий снижалось на 11–90% через 2 часа экспозиции.

Таким образом, результаты данной работы могут быть использованы для увеличения выхода целевого продукта в биотехнологии поверхностно-активных веществ. Предложенные подходы, а именно использование промышленных отходов или пережаренного масла в качестве субстратов в сочетании с глюкозой (0,1 г/л) или мелассой (0,4 г/л) в качестве предшественников биосинтеза, позволят существенно удешевить технологию ПАВ, а также решить проблему утилизации отходов. Полученные таким образом препараты микробных ПАВ могут использоваться в качестве эффективных и экологически безопасных антимикробных агентов в сельском хозяйстве.

Литература

Пирог Т. П., Шевчук Т. А., Волошина И. Н., Карпенко Е. И. Образование поверхностно-активных веществ при росте штамма *Rhodococcus erythropolis* ЭК-1 на гидрофильных и гидрофобных субстратах // Прикладная биохимия и микробиология. 2004. Т. 40. № 5. С. 544–550.

Barros F. F. C., Ponezi A. N., Pastore G. M. Production of biosurfactant by *Bacillus subtilis* LB5a on a pilot scale using cassava wastewater as substrate // J. Ind. Microbiol. Biotechnol. 2008. N 35. P. 1071–1078.

Batista R. M., Rufino R. D., Luna J. M., Souza J. E. G., Sarubbo L. A. Effect of medium components on the production of a biosurfactant from *Candida tropicalis* applied to the removal of hydrophobic contaminants in soil and water // Environ. Research. 2010. V 82. N 5. P. 418–425.

Benitez L., Correa A.P., Daroit D., Brandelli A. Antimicrobial activity of *Bacillus amyloliquefaciens* LBM 5006 is enhanced in the presence of *Escherichia coli* // Curr. Microbiol. 2011. N 62. P. 1017–1022.

Carlsson A. S. Plant oils as feedstock alternatives to petroleum – a short survey of potential oil crop platforms // Biochim. N 91. 2009. P. 665–670.

Lyon J. P., Santos F. V., Moraes P. C. G., Moreira L. M. Inhibition of virulence factors of *Candida* spp. by different surfactants // Mycopathol. 2011. N 171. P. 93–101.

Nitschke M., Costa S. G. V. A. O., Contiero J. Structure and applications of a rhamnolipid surfactant produced in soybean oil waste // Appl. Biochem. Biotechnol. 2010. N 160. P. 2066–2074.

Ren H. S., Wang Y., Zhao H. B., Cai B. L. Isolation and identification of phenol-degrading strains and the application in biotreatment of phenol-containing wastewater // Mycopathol. 2007. N 164. P. 183–188.

ОСОБЕННОСТИ БИОГЕННОСТИ ПРЕОБРАЗОВАННЫХ И НОВООБРАЗОВАННЫХ ПОЧВ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В. С. Артамонова, И. В. Лютых

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, artamonova@issa.nsc.ru

Проблема сохранения лесных почв, обеспечивающих важнейшие экологические функции, на урбанизированных и техногенных территориях чрезвычайно сложна. Почвы городских лесов и парков подвержены рекреационным нагрузкам, выгоранию, изъятию под спортивные и гостевые объекты, частное строительство, что ведет к перезонированию и сокращению их доли в почвенном покрове. В индустриально развитых регионах лесные почвы загрязняются поллютантами и экотоксикантами складированных отходов, разрушаются, погребаются при добыче и переработке полезных ископаемых и их концентратов. Практическая реализация системы химического мониторинга лесных почв в зонах влияния промышленных предприятий в Северной Европе и функционирование сети мониторинговых площадей в России, оборудованных по международным стандартам программы ISP Forest, обеспечили развитие концепции питательного режима лесов. Вместе с тем, вопросы лесовосстановления и озеленения техногенных территорий Сибири до конца не решены. Филлосфера и корни саженцев восприимчивы к присутствию экотоксикантов, нередко присутствующих в геохимически аномальных количествах. В этой связи, расшифровка механизмов, участвующих в детоксикации и поддержании плодородия сибирских почв, актуальна. Зрелые почвы прошли долгий эволюционный путь

развития, сохранив интразональные реликтовые признаки генезиса, олиготрофность поверхностного грубогумусового горизонта. Его загрязнение и разрушение не могут не отразиться на живом веществе почв, их биогенных барьерах, временной и пространственной изменчивости питательного режима. Вопросы адаптации и дезадаптации микробиоты, как и видообразования в техногенных системах, не изучены.

Ранее мы уже отмечали – микроорганизмы проявляют культурально-морфологическую вариабельность в почвах урбанизированных экосистем – диссоциирование, пигментирование, токсинопродуцирование. Биохимическая активность микробных олиготрофов приурочена к трофическим центрам – очаговым скоплениям низших и высших растений, мезофауны (первичная биогенность), растительного опада, зоогенным и бытовым отходам (поверхностная биогенность), к корнеобитаемой зоне, либо локализована в прикорневых почвенных агрегатах (глубинная биогенность). В данной работе представлена информация о морфофизиологической гетерогенности бактериальных колоний в условиях урбанизации и лесной рекультивации (на углеотвалах, золошлаках, рудных шламах). Интерес к полиморфизму, внутривидовой изменчивости бактерий в условиях техногенеза обусловлен проявлением ее в экстремальных природных местообитаниях. Разнокачественность колоний в городских и новообразованных почвах регистрировалась нами на голодных и полуголодных средах, имитирующих дефицит доступного питания в природной среде. Содержание $C_{орг}$ в сухом агаре не превышало 0,15% по определению на СНН-анализаторе. Использованные среды традиционны для микробиологического высева. Их выбор объясняется выявленным ранее влиянием экологического фактора, связанного с режимом питания (составом сред), при постоянно высоком уровне значимости.

Почвенно-микробиологические исследования выполнены при финансовой поддержке региональных программ Правительства мегаполиса и Кузбасса.

Вследствие сложившейся экологической ситуации в г. Новосибирске сформирован Координационный Совет по вопросам состояния и сохранения лесов. Он решает вопросы их текущего состояния и перспективного развития, охраны от пожаров и нерадивого населения (к настоящему времени установлено 6 видеокамер наружного наблюдения), вопросы содержания и воспроизводства. Планируется осуществление дополнительного финансирования академических институтов для продолжения периодического изучения почвенных свойств. Городские леса в мегаполисе составляют около 9 тыс. га, и большая их часть находится в федеральной собственности, что гарантирует им некоторую защищенность от горожан, но не от аэрогенных поллютантов, болезней и вредителей. Наибольшую тревогу вызывают сосновые леса, которые в начале прошлого века присутствовали в правобережье повсеместно. В свою очередь, в г. Новокузнецке (ранее Кузнецк, затем Сталинск) ситуация более сложная. Это крупнейший многоотраслевой индустриальный узел ведущих отраслей (черной и цветной металлургии, химической и энергетической промышленности) и организационно-хозяйственный центр Южного Кузбасса. Облесенность г. Новокузнецка и его окрестностей низка, она обеспечивается преимущественно ли-

стопадными породами. К настоящему времени исчезли кедровые леса, сосновые боры, тополиная роща. Потерю лесов усугубили: наводнение 1958 г. (значительная часть территории была засыпана техногенным субстратом мощностью 2 м), расширение границ города, аэрогенное загрязнение (по выбросам промышленных предприятий город не уступает 2-е место ни одному из промышленных городов России), рост площадей, занимаемых техногенными отвалами (к настоящему времени только угольная промышленность изъяла около 100 тыс га плодородных земель).

В такой обстановке педо- и лесовосстановление невозможно без материальных и энергетических субсидий. В настоящее время лесная рекультивация проводится с использованием почвоулучшителей, фитоклонов, адаптогенов, микроорганизмов сибирских почв, ориентируясь на ускорение сукцессии, активизацию режима питания в корнеобитаемом слое саженцев.

Наши наблюдения подтверждают присутствие тяжелых металлов (ТМ) и токсичных неметаллов в верхнем слое почв, хвое и листьях деревьев, их коре и ветках, газонной траве в значительных количествах.

Биогенными барьерами в природно-техногенных системах выступают цианобактериальные популяции в виде биопленок, которые содержат 39% С и 4% N. Кроме этого, они активно мобилизуют группу экотоксикантов (рис. 1).

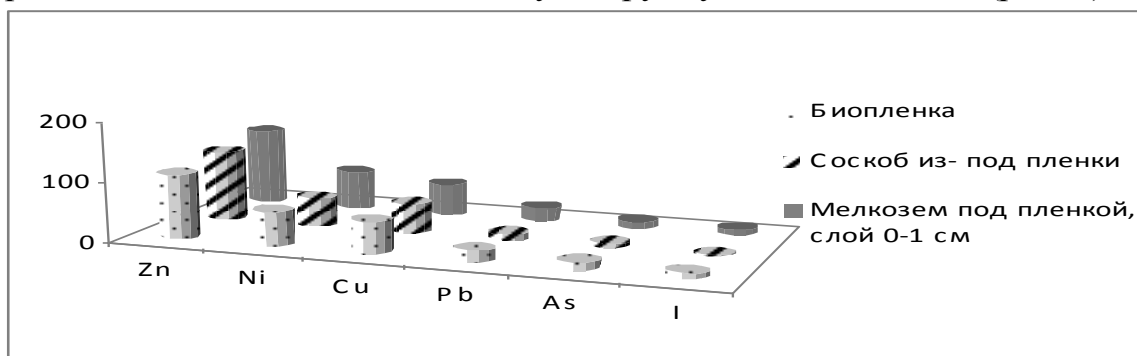


Рис. 1. Химический состав экотоксикантов биопленок и мелкозема

В городе выживают крупные и средние формы колоний бактерий, но обнаруживают жизнеспособность мелкоколониальные формы бактерий (рис. 2).

Тенденция направлена на повышение долевого участия точечных (карликовых) форм. Мелкоколониальные формы микрофлоры рассеяния вероятно, легче переносят неблагоприятные условия среды обитания: непрочность почвенной структуры, дефицит водопрочных агрегатов в присутствии ТМ и дефицита пищи. По сведениям сотрудников ИПА СО РАН подзолистые почвы, например, Новосибирского научного центра характеризуются самыми низкими запасами гумуса среди почв правобережной части Оби (Смоленцев, Сысо, Ильин, 2007). Они отличаются легким гранулометрическим составом с очень малым содержанием физической глины и ила, что обуславливает высокую фильтрационную способность и низкую водоудерживающую. Максимум органического вещества приходится на лесную подстилку и гумусовый горизонт, где гумус не превышает 2%. В горизонте распространения корней гумуса мало, поскольку основные запасы сосредоточены в слое 0–20 см. В его составе преобла-

дают подвижные и агрессивные фульвокислоты. Сумма поглощенных оснований (Ca+Mg) также низкая (5–10 мг-экв./ 100 г) и очень мала в остальной части профиля (менее 5 мг-экв./ 100 г). Реакция среды почвенных растворов – средне- и сильноокислая. Буферная способность почв очень слабая.

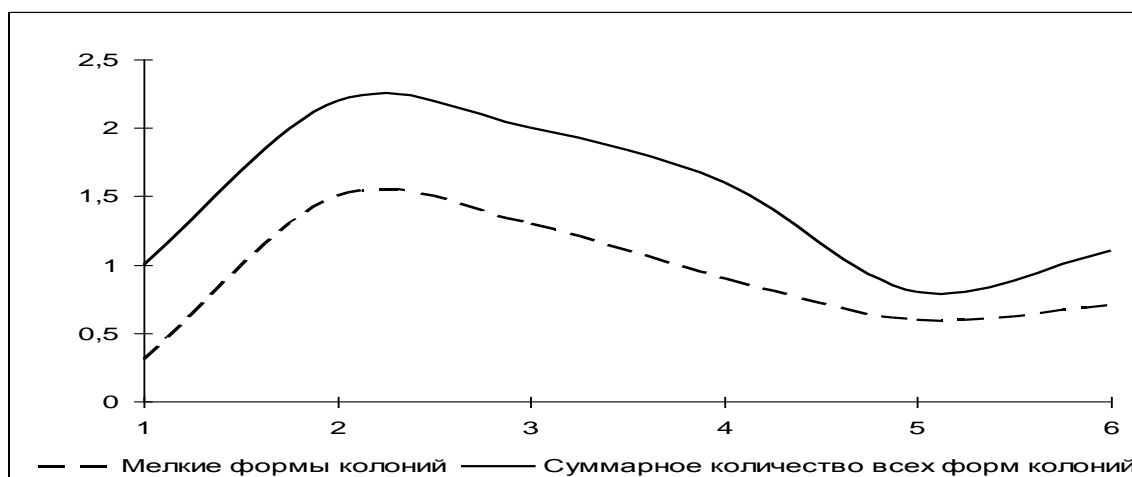


Рис. 2. Полиморфизм колоний (в млн КОЕ/г) олиготрофных бактерий в почвах лесной зоны: 1 – лесопосадка, Цветной проезд; 2 – ложбина стока, Институт катализа СО РАН; 3 – лесопосадка, ИЯФ СО РАН; 4 – свалка ИЯФ СО РАН; 5 – липовый лес, берег р. Зырянка; 6 – липовый лес, пойма р. Зырянка

В условиях лесной рекультивации зарегистрирован полиморфизм колоний и разнокачественность физиологии бактерий (табл.).

Таблица

Жизнеспособный пул мелких форм олиготрофных бактерий

Место отбора	Общее число психрофильных бактерий, млн КОЕ/г	Психрофилы, d в мм		Общее число мезофильных бактерий, млн КОЕ/г	Мезофилы, d в мм	
		≤ 0,2	0,2–0,4		≤ 0,2	0,2–0,4
		%			%	
Угольный отвал (УО)	9,6±0,3	83,4	16,6	6,1±0,5	90,3	9,7
Золоотвал	7,5±0,2	61,8	38,2	7,4±0,5	97,1	2,9
Рудный шлам	6,4±0,2	83,5	16,5	10,2±0,2	95,9	4,1
Пирогенный участок (УО)	4,9 ±0,2	79,1	21	9,6±0,3	84,3	15,7
Постпирогенный участок (УО)	8,6±0,2	33,7	66,3	8,9±0,6	77,6	22,4

Выживание мелкоклеточных форм разной физиологии в новообразованных почвах происходит в присутствии высоких запасов трудно- и среднеокисляемых соединений при рН среды 5,64–7,08. Пирогенные процессы, протекающие на угольных отвалах, способствуют поддержанию тепла и повышению зольности. Это активизирует рост мезофильных бактерий в 1,6 раза и термофильных грибов – до 42 тыс. КОЕ/г. Возможно, экологически значимый пул микробов обеспечивается также и реализацией самобытных адаптивных резервов микробоценоза – способности использовать окисленные угли, алюмосили-

каты, фиксировать атмосферный азот на фоне ослабленной трансформации лигнина, воскосмол и других полимеров. Таким образом, в современном почвообразовании (в природно-техногенных системах) важную роль играет гибкость морфо-физиологических реакций микроорганизмов, которая обеспечивает поддержание биогенности в урбано- и эмбриоземах.

Литература

Смоленцев Б. А., Сысо А. И., Ильин В. Б. Почвенный покров Новосибирского научного центра // Природа Академгородка: 50 лет спустя. Новосибирск, 2007. С. 25–31.

БАКТЕРИИ И ВОДОРОСЛИ ТОКСОБНЫХ ВОДОЕМОВ В ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТАХ

В. С. Артамонова, И. В. Лютых

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, artamonova@issa.nsc.ru

Токсобность – способность организмов существовать в водах, содержащих токсичные вещества минерального и органического происхождения. На территории Западной Сибири существует огромное количество природных высокоминерализованных водоемов с различным химизмом легкорастворимых солей и техногенных геохимически разнообразных водоемов – прудов и озер карьерных полигонов рудных полей. Развитие промышленности и интенсификация сельского хозяйства обуславливают вторичное загрязнение природных минеральных озер как вблизи населенных мест, так и в местах контакта (геохимического сопряжения) природных и техногенных экосистем. Мелководные минеральные озера: карбонатные (содовые), сульфатные (горько-соленые), хлоридные (соленые) и их переходные варианты, периодически пересыхающие в маловодные годы и сезоны, трансформируются в солончаки и солонцы солончаковатые, которые обычно используются под выпас. В снежные годы талые воды, а летом – дождевые, могут вновь вызвать обводнение засоленных территорий и частичное растворение солей. Различный генезис водоемов и химизм их солей чрезвычайно интересны в отношении биологического освоения. Выяснение особенностей распределения экотоксикантов в толще воды, донных осадках, зоо- и фитопланктонном материале, грибном мицелии чрезвычайно актуально в аспекте проявления мутагенности, репродуктивной токсичности, микозов рыб, растений, беспозвоночных животных и т. д. Влияние легкорастворимых солей, тяжелых металлов, экотоксичных неметаллов, удобрений, поверхностно-активных веществ, загрязнителей органической природы на толерантность гидробионтов, их видовую и популяционную изменчивость недостаточно освещено в литературе. Расшифровка механизмов самоочищения засоленных и техногенно загрязненных водоемов, выявление особенностей гетерогенности популяций, их морфологических и культуральных изменений, как приспособительных реакций, требуют мониторинговых наблюдений.

Цель работы заключалась в микробиологическом и альгологическом обследовании высокоминерализованных озер (Барабинские степи, Новосибирская

область) и техногенно загрязненных малых рек (р. Ельцовка 1, р. Ельцовка 2, г. Новосибирск). Исследованы также р. Байдаевка и р. Томь промышленного центра Кузбасса (г. Новокузнецк, Кемеровская область), чей водосбор проходит через селитебные и промышленные зоны, полигоны угле-, золоотвалов и рудных шламов. Кроме этого, они подвержены привносу аэрогенных агентов загрязнения с выбросами предприятий металлургической и химической промышленности, алюминиевого комбината и др. Задачи исследований включали выявление гетерогенности популяций, морфофизиологических особенностей колоний бактерий и водорослей, их таксономическую принадлежность.

Установлено, что природный содовый и хлоридно-сульфатный химизм засоления мелководных (пересыхающих) озер обуславливает выживание экологически значимого пула прокариот (7–11,2 тыс. КОЕ/мл) с максимумом колоний – в опресненных водах. Единновременно присутствуют типичные формы (по размерным и структурным критериям), а также олиготрофные по углероду и азоту – точечные и мелкие (рис. 1).

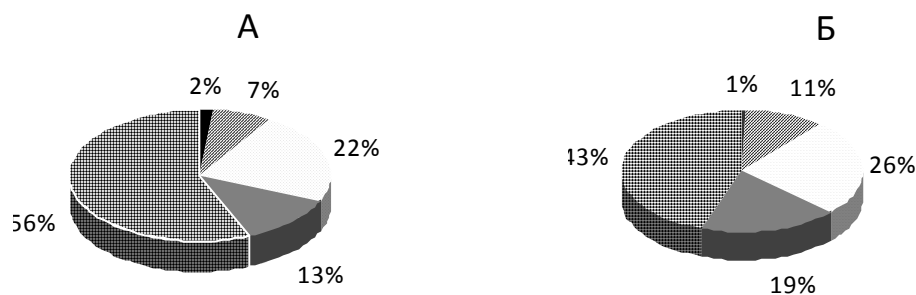


Рис. 1. Содержание бактерий в минеральных озерах:

А – слабоминерализованное, Б – высокоминерализованное. Обозначения:

- ОМЧ, мясо-пептонный агар;
- мелкие колонии, голодный агар (ГА);
- точечные колонии, ГА;
- мелкие колонии, среда Мишустинной;
- точечные колонии, среда Мишустинной.

В рассолах выживают высокоспециализированные (в физиологическом отношении) экстремальные галофилы, которые сохраняют жизнеспособность в ситуации добавки NaCl (от 2 до 10%) в исходно высокоминерализованные воды (до 300 г/л). Физиологическое разнообразие микробов представлено психро-, мезо-, термо-, алкало-, ацидо-, галофилами. Это подтверждает факты прогрева воды и илов летом до 65° и их переохлаждения зимой.

В малых реках г. Новосибирска, загрязненных промышленными и бытовыми стоками, выживают микроорганизмы разной морфофизиологии, в том числе бактерии группы кишечной палочки и клостридии. На голодных средах регистрируется полиморфность бактериальных колоний с высоким долевым участием измельченных форм (до 90%). Абсолютные значения высеванных за-

чатков олиготрофов превышают суммарное число микробов на белковой и крахмало-аммиачной средах до 10 раз.

Жизнеспособный пул микроорганизмов в техногенно-загрязненной воде (акватория водозабора) оказался также высоким. Максимум водных обитателей выявлен по ходу прохождения водотока через жилмассив, который обусловил повышенное содержание микроорганизмов, в том числе термофильных бактерий и цианобактерий – 16320 КОЕ/мл (табл.). Здесь же прямым микроскопированием выявлено широкое разнообразие гетероцистных и безгетероцистных цианобактерий (синезеленых водорослей) нитчатой и колониальной организации, зеленых водорослей разной организации, а также диатомовых, эвгленовых, пиропитовых водорослей в том числе р. *Coelastrum*.

Таблица

Структура бактериопланктона в городской воде

Место отбора пробы	Бактериопланктон, в КОЕ/мл			Всего
	ОМЧ	Термофилы	Цианобактерии	
Р. Томь до впадения р. Байдаевки	380±24	100±25	1273±93	1753
Р. Байдаевка	9870±559	1110±83	5340±1232	16320
Насосная станция 1-го подъема, из ковша	2940±124	103±3	1190±92	4233
Пруд-охладитель	1923±305	703±143	2246±305	4872
Холодный канал, в районе 2-го подъема	1490± 52	740±27	1037±52	3267

Массового развития достигают β -мезосапробы в окружении слизистых цианобактерий *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena flos-aque*. Это диатомовые водоросли рр. *Diatoma*, *Fragillaria*, *Synedra*. Одновременно наблюдается формирование цианобактериями и пальмелловидными зелеными водорослями биопленок. При этом спорообразование у цианобактерий не обнаружено.

В р. Томь, до впадения р. Байдаевка, монодоминант – *Anabaena flos-aque* присутствует в состоянии спорообразования и в незначительном количестве. Единично встречаются также виды сем. *Stigonemataceae*, рода *Stigonema*, зеленые «протококковые» водоросли, быстро размножающиеся в присутствии доступного азота, что в целом позволяет характеризовать анализируемую воду условно «чистой» из-за сходства с «чистоводными» биотопами полноводных водотоков. Пробы воды прозрачные, без запаха, что обусловлено протеканием процессов самоочищения. На камнях вдоль береговой линии микрофлора обрастания представлена обильно развивающимися разнообразными диатомовыми водорослями, в том числе крупными формами, что также присуще сравнительно чистым водоемам.

В воде насосной станции 1-го подъема преимущественного развития достигает полидоминантный комплекс мезосапробных видов *Microcystis aeruginosa* + *Scenedesmus quadricauda* + представители порядка *Chlorococcales* + *Ankistrodesmus*. На их фоне развиваются мелкоклеточные навикулоидные диатомовые водоросли и узкотрихомные безгетероцистные цианобактерии. На камнях обильны нитчатые цианобактерии *Microcoleus vaginatus*, *Phormidium*

paulsenianum f. takyricum, *Ph. pavlovskoense*, *Lyngbya lagerheimii*, зеленые нитчатые и диатомовые водоросли, в том числе крупные виды. В пруду-охладителе доминантный комплекс представлен мезо- и полисапробными видами. Обильны гетероцистные цианобактерии: *Anabaena flos-aque*, *Anabaena solicola*, *A. Bergii*, а также безгетероцистные представители сем. *Oscillatoriaceae*: роды *Phormidium*, *Oscillatoria*, виды – *Oscillatoria deflexa*, *Phormidium fragile*, *Ph. valderiae*, *Ph. laminosum* с разной шириной трихомов. Субдоминанты: *Microcystis aeruginosa*, *M. pulvereae*, *Scenedesmus quadricauda*, *Scenedesmus sp.*, *Ankistrodesmus sp.*, *Chlorococcales*. Диатомовые водоросли малообильны, представлены мелкоклеточными видами р. *Nitzschia*, *Fragillaria*, *Navicula*. Присутствуют также полисапробные десмидиевые водоросли р. *Cosmarium*, мезосапробные водоросли р. *Pediastrum*. На камнях развит слизеобразующий комплекс видов р. *Microcystis*, зеленых хлорококковых водорослей, мелкотрихонных цианобактерий, в том числе *Phormidium foveolarum*, узкоклеточных диатомей. В холодном канале, в районе 2-го подъема, массового развития достигают мезосапробы: диатомовые водоросли р. *Fragillaria* и *Microcystis aeruginosa*. Осцилляториевые цианобактерии – субдоминанты и представлены лишь узкотрихонными видами. Зеленые одноклеточные и колониальные водоросли единичны, вероятно, из-за дефицита азота.

Следовательно, исходно засоленные и техногенно загрязненные водные экосистемы, имеющие высоко щелочные и нейтральные значения рН, пригодны для обитания сапротрофных и фототрофных микроорганизмов. В высокоминерализованных экосистемах (рН достигает 10,2) наблюдается развитие мелкоколониальных форм бактерий. Галоморфизм поддерживается, вероятно, и поглощением калия микробной клеткой вместо натрия. Однако в целом пул прокариот снижается на фоне засоления и загрязнения, что согласуется с литературными данными. Техногенное загрязнение лучше выносят цианобактерии. Они формируют гетерогенные колонии в форме слизистых агрегатов и биопленок, в которых обильны водоросли различных таксономических групп. *Microcystis*, *Anabaena* имеют высокий верхний предел использования аммонийного азота, что объясняет частое совместное развитие их с зеленой водорослью – *Chlorella*. Адаптация к техногенно загрязненной среде обеспечивается способностью поддерживать щелочную реакцию среды, которая формируется изначально сбросами промышленных отходов, а с другой – токсинопродукцированием (за исключением хлореллы). Генезис отравляющих и раздражающих веществ различен – это эндо- и экзотоксины самих микроорганизмов, а также автотоксины – продукты окисления растворенной в воде органики под влиянием перекиси водорода, выделяемой цианобактериями в процессе дыхания. Токсины вызывают (по литературным данным) свыше 60 заболеваний, прежде всего желудочно-кишечного тракта и слизистых оболочек, повышают суммарную акватоксичность, тем самым обеспечивая поддержание выживания условных патогенов.

Таким образом, гетерогенность популяций бактерий обеспечивает временное переживание солевого стресса и полиметаллической нагрузки. Измельчение колоний и присутствие олиготрофных «карликовых» – точечных форм

можно использовать в качестве диагностических признаков неблагоприятных условий жизни гидробинтов в токсобных водоемах, экологическом мониторинге природно-техногенных экосистем.

ОКИСЛЕНИЕ СУБСТРАТОВ ЦЕЛЫМИ КЛЕТКАМИ МЕТИЛОТРОФНЫХ БАКТЕРИЙ В АЭРОБНЫХ УСЛОВИЯХ

В. А. Чибисов, Т. А. Кузнецова

Тульский государственный университет, vadim-chibisov@yandex.ru

Аэробные метилотрофные бактерии, использующие метан и его окисление или замещенные производные в качестве источников углерода и энергии, составляют особую физиологическую группу микроорганизмов, обладающих уникальной способностью строить все клеточные компоненты из C_1 -соединений. Метилотрофы способны окислять токсичные одноуглеродные соединения и могут служить основой при создании биоаналитических систем мониторинга C_1 – соединений в природных и антропогенно загрязненных экосистемах, а также в культуральной жидкости метилотрофов при биосинтезе полезных соединений – биопротекторов (эктоин) и биополимеров (полигидроксibuтират) (Доронина, 1999; Троценко и др., 2001; Zheng, Bruice, 1997; Oubrie, Dijkstra, 2000; Smolander et al., 1993).

Микробные сенсоры, представленные иммобилизованными на преобразователях различных типов (оптических, электрохимических) клетками микроорганизмов, позволяют достаточно простыми методами производить оценку концентрации многих органических соединений, осуществимую в ряде случаев лишь с помощью длительных химических процедур анализа. Наиболее часто используют преобразователи электрохимического типа. Принцип работы микробных биосенсоров заключается в окислении органических соединений микроорганизмами. В результате окисления уменьшается концентрация кислорода в анализируемом образце, появляются продукты окисления субстратов. Эти изменения непосредственно регистрируются электрохимическими датчиками, например, кислородным электродом или рН-метром (Современная микробиология ..., 2005).

Целью данной работы является изучение особенностей окисления различных субстратов целыми клетками метилотрофных бактерий штаммов *Methylovorus mays* ВКМ В-2221, *Methylobacterium mesophilicum* JCM 2829 и *Methylobacterium dichloromethanicum* DM4 в аэробных условиях. Данные штаммы были предоставлены лабораторией метилотрофных бактерий УРАН Института биохимии и физиологии микроорганизмов имени Г. К. Скрябина.

Электрохимические измерения проводили при помощи гальванопотенциостата «IPC2000» («Kronas», Москва), интегрированного с ПК. Для измерений кислородный электрод с иммобилизованными клетками погружали в электролитическую ячейку объемом 10 мл, содержащую раствор фосфатного буфера рН 7,2. Измерения выполняли при постоянном перемешивании. Зависимость силы тока электрода от времени регистрировали при фиксированном

потенциале ($E = -700$ мВ). Измеряемым параметром сигнала сенсора в процессе каталитического окисления субстрата являлся максимальная скорость развития отклика биосенсора.

На первом этапе работы определяли окислительную активность целых клеток микроорганизмов в зависимости от фазы роста. Для определения продолжительности роста каждого из исследуемых в работе штаммов метиловых бактерий микроорганизмы выращивали методом периодического культивирования в жидкой среде при использовании метанола в качестве единственного источника углерода и энергии. Для получения кривых роста измеряли оптическую плотность (A) на спектрофотометре СФ-103 (фирма «Аквилон») при длине волны 540 нм и толщине кюветы 1 см через определенные промежутки времени (~ 2 часа). Полученные кривые роста исследуемых штаммов имеют сигмоидальную форму и являются типичными кривыми роста бактерий (рис. 1). Окислительную активность бактерий измеряли амперометрически на разных стадиях роста микроорганизмов на субстрат метанол (рис. 2).

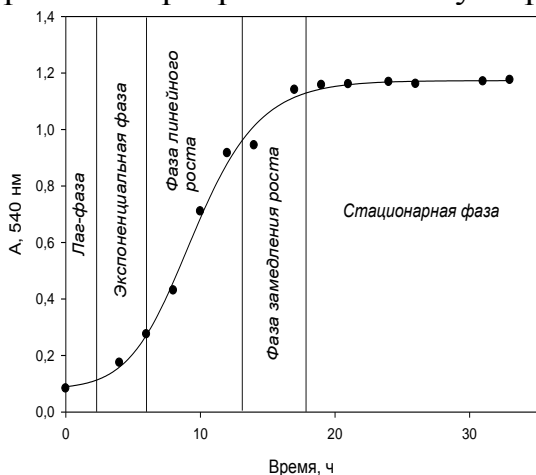


Рис. 1. Кривая роста *Methylovorus mays* ВКМ В-2221

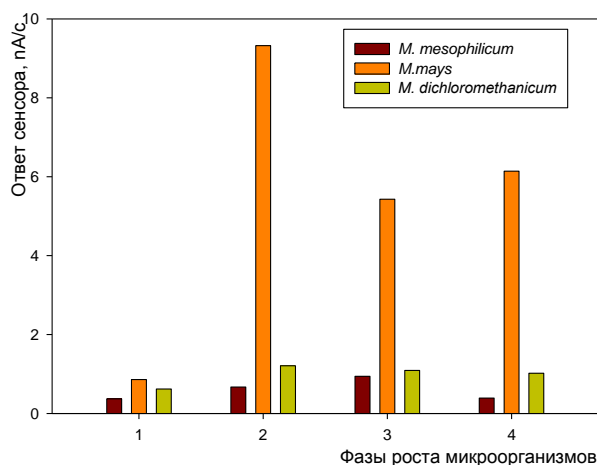


Рис. 2. Зависимость окислительной активности бактерий (ответ сенсора, нА/с) от фазы роста: 1 – линейная фаза; 2 – начало фазы замедления; 3 – конец фазы замедления; 4 – стационарная фаза

Из диаграммы видно, что для штамма *M. mays* наибольшая активность наблюдается в начале фазы замедления роста и сохраняется высокой в стационарной фазе. Для штамма *M. mesophilicum* – в конце фазы замедления роста. Штамм *M. dichloromethanicum* обладает наибольшей активностью в фазе замедления роста.

Из полученных данных видно, что штамм *M. mays* характеризуется более высокими значениями окислительной активности по отношению к метанолу на всех стадиях роста, что может быть связано с более развитой ферментативной системой у клеток данного штамма. Для дальнейших исследований клетки микроорганизмов отбирали на стадии замедления роста и использовали в качестве основы биорецепторов.

Для выявления спектра окисляемых субстратов целыми клетками метилотрофных бактерий исследовали естественное окисление различных субстратов

в аэробных условиях. Селективность биосенсорного анализа определяется специфичностью биорецептора, которая напрямую зависит от свойств биоматериала. Специфичность биорецепторов оценивали по величине откликов сенсора на одну и ту же концентрацию субстрата. В качестве субстратов использовали спирты различного строения, амины, галометаны, глюкозу, так как есть сведения о способности метилотрофных бактерий окислять данные субстраты, а также нитросоединения, амиды карбоновых кислот, сложные эфиры (Anthony, 1982; Mountfort, 1990).

Результаты естественного окисления различных субстратов, полученные с помощью амперометрической биосенсорной системы с биорецептором на основе метилотрофных бактерий представлены в виде диаграммы (рис. 3).

Наибольшие ответы для всех трёх штаммов получены на метанол, этанол и формальдегид, так же на пропанол-1, бутанол-1, муравьиную кислоту и изоамиловый спирт. Известно, что метанолдегидрогеназа не является высокоспецифичным ферментом и, кроме метанола, этот фермент способен окислять другие первичные спирты (C1–C5), но незначительно взаимодействует с их вторичными и третичными изомерами, а также формальдегидом. Высокий ответ биосенсора на формальдегид, возможно, обусловлен высокой активностью формальдегиддегидрогеназы – фермента пути прямого окисления формальдегида, а также может быть связан с неспецифическим окислением гидратированной формы формальдегида (геминального диола) метанолдегидрогеназой.

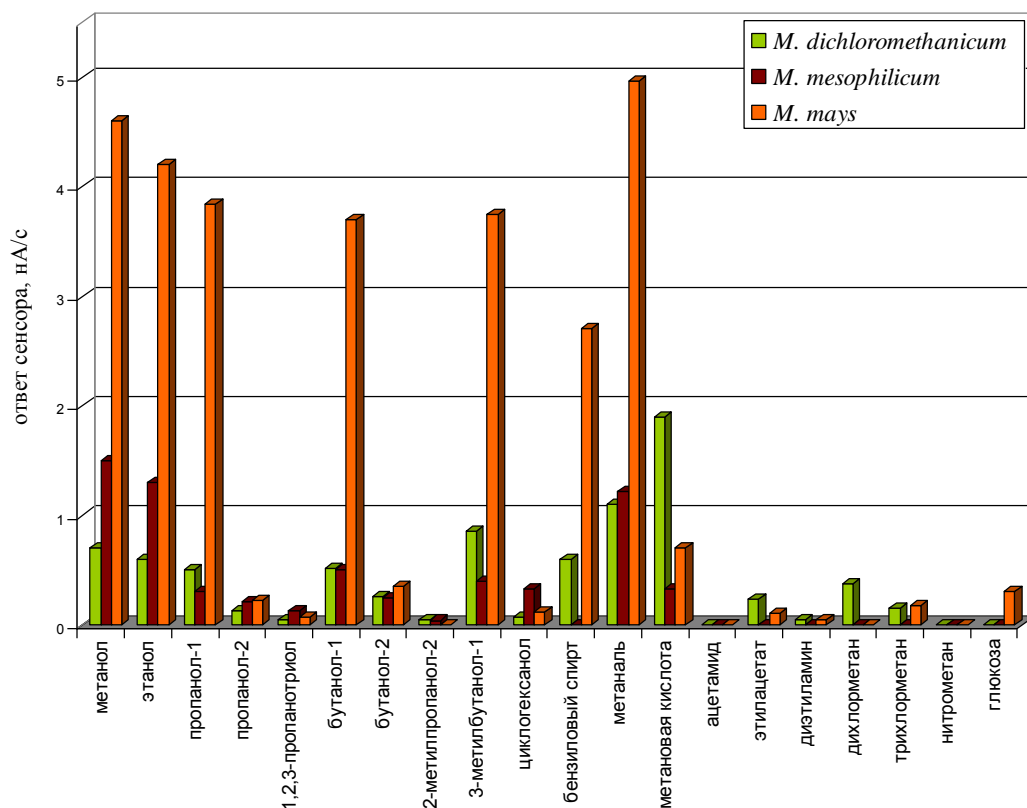


Рис. 3. Субстратная специфичность биорецепторов на основе метиловых бактерий в условиях естественного окисления субстратов

Известно, что некоторые штаммы метилотрофных бактерий достаточно хорошо окисляют ароматические спирты, что подтверждается полученными данными: отклик биосенсора на бензиловый спирт составил для *M. maus* 58% относительно метанола. Полученные данные хорошо согласуются с литературными, по которым окислительная активность относительно метанола составляет от 45 до 60%. Бактерии *M. dichloromethanicum* способны участвовать в окислительной деструкции галометанов. Однако ферментные системы, участвующие в превращениях галометанов необходимо индуцировать. Так, при использовании дихлорметана в качестве ростового субстрата этих бактерий наблюдается увеличение активности ферментных систем, участвующих в окислительных превращениях галометанов, при этом способность окислять метанол у таких бактерий снижается (Leisinger, Braus-Stromeyer, 1995).

В целом, штамм *M. maus* характеризуется более высокими значениями окислительной активности по отношению практически ко всем субстратам, что может быть связано с более развитой ферментативной системой у бактерий этого штамма.

Работа выполнена при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (2009–2013 гг.) (ГК № 02.740.11.0296) и РФФИ (грант 11-04-97544-р_центр_а).

Литература

- Доронина Н. В. Биоразнообразие и таксономия аэробных метиловых бактерий: Дис. ... докт. биол. наук. Пушкино, 1999. 180 с.
- Современная микробиология. Прокариоты: В 2-х томах. Т. 1. Пер. с англ. / Под ред. Й. Ленгелера, Г. Древса, Г. Шлегеля. М.: Мир, 2005. 656 с.
- Троценко Ю. А., Иванова Е. Г., Доронина Н. В. Аэробные метилотрофные бактерии как фитосимбионты // Микробиология, 2001. Т. 70. № 6. С. 725–736.
- Anthony C. The biochemistry of methylotrophs // Academic Press. London. 1982. P. 251.
- Leisinger T., Braus-Stromeyer S. A. Bacterial growth with chlorinated methanes // Environ. Health Perspect. 1995. V. 103. P. 33–36.
- Mountfort D. O. Oxidation of Aromatic Alcohols by Purified Methanol Dehydrogenase from *Methylosinus trichosporium* // Bacteriology J. 1990. V. 172, № 7. P. 3690–3694.
- Oubrie A., Dijkstra B. W. Structural requirements of pyrroloquinoline quinone dependent enzymatic reactions // Protein Science. 2000. № 9. P. 1265–1273.
- Smolander M., Buchert J., Viikari L. Large-scale applicable purification and characterization of a membrane – bound PQQ-dependent dehydrogenase // Biotech. J. 1993. № 29. P. 287–297.
- Zheng Y. J., Bruce T. C. Conformation of coenzyme pyrroloquinoline quinone and role of Ca²⁺ in the catalytic mechanism of quinoprotein methanol dehydrogenase // Biochemistry. 1997. V. 94. P. 11881–11886.

АКТИВНОСТЬ АЗОТОБАКТЕРА В ПОЧВАХ ПРОМЫШЛЕННЫХ И РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН г. САМАРЫ В СВЯЗИ С СОДЕРЖАНИЕМ В НИХ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Н. А. Морозова, Н. В. Прохорова, Т. А. Овчинникова
ФГБОУ ВПО «Самарский государственный университет»,
ecology@ssu.samara.ru, catiov4@mail.ru

Бактерии рода *Azotobacter* являются весьма эффективными азотфиксаторами почв лесостепной зоны, так как в них создаются необходимые для этого условия: относительно высокое содержание гумуса и близкая к нейтральной величина рН. Азотобактер является классическим биотестом, который традиционно используется как индикатор химического загрязнения почв (Колешко, 1981).

Целью настоящей работы было исследование индикационных возможностей азотобактера и изучение его активности в связи с содержанием тяжёлых металлов. Отбор проб проводился в июне, июле, августе 2008 г. (горизонт 0–5 см) на территории города Самары в пределах санитарно-защитных зон крупных промышленных предприятий (4 пробных площади) и на территории рекреационных (4 пробных площади) в тех же районах города. Выделение азотобактера из почв проводили методом почвенных комочков на безазотистой среде Эшби. Состояние азотобактера оценивали по показателям относительной численности (процент обрастания почвенных комочков). Об активности бактерий судили по диаметру колоний и интенсивности их пигментации на седьмые сутки инкубации. Физико-химическое состояние почв характеризовали по содержанию органического углерода и её рН. Количественное определение тяжёлых металлов в почве проводили методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии.

Содержание тяжёлых металлов характеризовалось следующим элементарным рядом: $Zn > Cu > Pb > Ni > Cr > Cd$. Обнаружено, что содержание тяжёлых металлов ни в одной из исследуемых почвенных проб не превосходило предельно допустимых концентраций и ориентировочно допустимых количеств. Достоверно более высокими были уровни аккумуляции тяжёлых металлов в некоторых почвах промышленной зоны. Для почв рекреационных зон были характерны более низкие значения рН (6,9–7,9) и более высокое содержание органического углерода (2,55–3,38%), для почв промышленной зоны значение рН колебалось от 7,3 до 8,3, а содержание органического углерода – от 2,3 до 2,8.

Анализ микробиологических характеристик колоний азотобактера на среде Эшби обнаружил, что в почвах промышленной зоны г. Самары относительная численность была низкой и колебалась от 0 до 27%, в то время как в почвах парковой зоны – от 0 до 100%. Отмечалось снижение численности азотобактера от июня к августу во всех исследуемых почвенных образцах за исключением почв рекреационной зоны исходно богатых гумусом (более 3%), где содержание азотобактера оставалось высоким на протяжении всего летнего периода.

Максимальный диаметр колоний и максимальная интенсивность их пигментации так же отмечались для почвенных образцов с максимальной числен-

ностью. Азотобактер проявил достоверную и высокую положительную корреляцию с содержанием гумуса ($r=0,71$), однако значимых корреляций относительной численности азотобактера с содержанием тяжёлых металлов в почвах города не обнаружено.

Литература

Колешко О. И. Азотфиксирующие бактерии. Минск, 1981. 230 с.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ НА ОБРАЗОВАНИЕ БИОМАССЫ БАКТЕРИЯМИ *PSEUDOMONAS AUREOFACIENS*

Ю. А. Бурова, А. А. Лукаткин, С. А. Ибрагимова

*Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарёва,
burova13@gmail.com*

Исследовано накопление биомассы бактериями *Pseudomonas aureofaciens* при культивировании на субстрате, содержащем в основе жидкую фракцию послеспиртовой барды. В ходе эксперимента варьировали начальный рН среды, скорость перемешивания среды. Показано, что для максимального образования биомассы бактерий необходимо создание динамических условий. Оптимальная скорость перемешивания, в зависимости от рН, составила 150–220 об/мин. Выявлено, что для роста и образования биомассы бактериями рода *Pseudomonas* наилучшей является среда с начальным рН 7,0.

Одной из острых экологических и экономических проблем спиртовой промышленности России является утилизация отходов и побочных продуктов, образующихся при производстве этилового спирта из зернового сырья. Барда – один из основных отходов спиртовой промышленности – утилизируется с трудом и представляет опасность для окружающей среды вследствие низкого рН (4,3 и ниже), высокого содержания нуклеиновых кислот. Вследствие содержания большого количества минеральных веществ барда непригодна для непосредственного скармливания животным. Кроме того, при её перевозках отмечаются потери питательных веществ и создаются условия для загрязнения окружающей среды, а через 5–6 теплых месяцев барда вообще не находит спроса (Маринченко, 1981; Антипов, 2005). Сейчас известны технологии утилизации послеспиртовой барды с получением кормовых дрожжей, упаренной обессоленной барды на корм скоту, кормового витамина В₁₂ и т. д.. Упаренная послеспиртовая барда – исходное сырье для производства гранулированного органо-минерального удобрения, используется как пластификатор бетона, разжижитель сырьевого шлама для производства цемента (Тома, 1991; Олийничук, 2006). Однако эти технологии несовершенны и не позволяют в полной мере решить проблему утилизации барды. Альтернативой могло бы стать выращивание бактерий рода *Pseudomonas* на субстрате, в основе своей имеющем барду, с последующим использованием культуральной жидкости для обработки растений с целью защиты от фитопатогенов.

В связи с этим целью работы стал подбор оптимальных условий культивирования бактерий рода *Pseudomonas* на барде для получения максимального количества биомассы.

Материалы и методы исследования. Исходным посевным материалом служили бактерии *Pseudomonas aureofaciens*, выращенные на скошенном питательном агаре. Культуру поддерживали на твердой среде следующего состава, г/л: глюкоза – 5; пептон – 5; дрожжевой экстракт – 3; агар – 18, рН 7,0. Выращивание бактерий проводили в жидкой питательной среде, основу которой составляла жидкая фракция послеспиртовой барды. Колбы Эрленмейера объемом 250 мл со 100 мл среды засеивали 1-суточным инокулятом бактерий (10%). Послеспиртовая зерновая барда была предоставлена предприятием ОАО «Мордовспирт». Культивирование проводили в статических и динамических (150 об/мин) условиях в течение 27 часов при температуре 28°C. Отбор проб проводили через 2 ч после внесения инокулята и каждые 2 ч, начиная с 17 ч культивирования бактерий, также определяли биомассу бактерий методом высушивания по стандартной методике.

В первой серии опытов определяли влияние начального рН среды на образование биомассы бактерий рода *Pseudomonas* в статических условиях. Использовали следующие значения рН жидкой фракции барды: 4,3, 5,0, 6,0, 6,5, 7,0, 7,5, 8,0. Во второй серии опытов исследовали влияние скорости перемешивания субстрата (100, 150, 180 и 220 об/мин) на динамику накопления микробной массы *Pseudomonas*.

Все результаты получены не менее чем в двух последовательных опытах, каждый из которых состоял из пяти повторностей. Результаты обрабатывали статически по общепринятым в биологии методам (Лакин, 1980). Сравнение вариантов опытов проводили при 5% уровне значимости по t-критерию Стьюдента.

Результаты и обсуждение. Рост микроорганизмов в значительной степени зависит от рН субстрата, поэтому на первом этапе проводили подбор оптимального начального рН для образования максимального уровня биомассы *Pseudomonas*, варьируя его значение от 4,3 (рН нативной послеспиртовой барды) до 8,0. Отмечено, что в вариантах с начальным рН среды 4,3; 7,0; 7,5 и 8,0 пик образования биомассы отмечен через 23 ч роста; при рН 5,0 и 6,5 – через 21 ч, а при рН 6,0 – спустя 25 ч. При этом максимальное количество биомассы отмечено при рН 7,0 через 23 ч культивирования (15,74 г/л), что превысило начальное значение биомассы клеток в 10,55 раз. Смещение рН среды в кислую и щелочную сторону приводило к значительному уменьшению роста бактерий. Самый низкий уровень биомассы получен на среде с рН 4,3 (6,12 г/л). Таким образом, для следующего эксперимента использовалось оптимальное значение рН среды 7,0.

Так как лимитирование роста микроорганизмов в статическом режиме может происходить из-за исчерпания запасов кислорода в среде, целесообразно было изучить влияние скорости перемешивания на рост *Pseudomonas aureofaciens*. В опыте использовали четыре варианта перемешивания: 100, 150, 180 и 220 об/мин. Во всех режимах динамического культивирования пик образования

биомассы наблюдался через 19 часов роста. Увеличение числа оборотов до 180 об/мин приводило к некоторому снижению уровня биомассы, по сравнению с вариантом культивирования при 150 об/мин, и был равен 12,28 г/л. Максимальное значение биомассы составило 17,28 г/л (150 об/мин), при скорости вращения 220 об/мин данное значение также было высоко (17,30 г/л).

Анализируя полученные данные, можно отметить, что в варианте с рН 7,0 и скорости перемешивания 150 и 220 об/мин наблюдается максимальный выход биомассы, однако, экономически выгоднее использовать режим культивирования при 150 об/мин.

Таким образом, показана принципиальная возможность использования жидкой фракции послеспиртовой барды для выращивания бактерий *Pseudomonas aureofaciens*. Полученная культуральная жидкость может применяться в биологической защите растений от фитопатогенных грибов.

Литература

Антипов, С. Т., Журавлев, А. В. Производство спирта и ликероводочных изделий. 2005. Т. 4. С. 9–11.

Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высшая школа. 1980. 293 с.

Маринченко В. А., Смирнов В. А., Устинов Б. А. Технология спирта. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. 416 с.

Олейничук С. Т., Кошель М. И., Каранов Ю. А. Техника и технология. 2006. Т. 2. С. 42–43.

Томас М. К., Ruklisha, M. P., Vanags, J. J., et al. Biotechnol. Bioeng. 1991. V. 38. P. 552–556.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА РОСТОВЫЕ СВОЙСТВА *FUSARIUM SAMBUCINUM* ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ В ЖИДКИХ ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕДАХ

А. А. Ханжин, В. Ю. Охупкина

Вятский государственный гуманитарный университет,
verona2205@mail.ru

Целью настоящих исследований являлось проведение модельных экспериментов по оценке влияния различных концентраций солей тяжелых металлов в среде культивирования на интенсивность роста, продуктивность и морфологические особенности глубинных культур фузарий.

Опыты проводились с использованием лабораторной культуры штамма вида *Fusarium sambucinum*, продуцирующего биологически активные метаболиты с биоцидным действием. Оценивали влияние содержания тяжелых металлов на интенсивность роста культуры штамма при глубинном культивировании в жидкой питательной среде в условиях аэрации и интенсивного массообмена.

С этой целью в жидкую питательную среду, содержащую 2% мелассы, 0,3% нитрата аммония, 0,2% калия фосфорнокислого однозамещенного, 1,2% сахарозы, вносили кратные количества соединений кобальта и меди до достижения конечных концентраций 5, 25 и 50 по ПДК. Указанные соединения в

опытах с использованием агаризованной среды оказали наиболее значимое влияние на рост культуры фузарий.

Посевной материал выращивали в жидкой питательной среде. В колбы объемом 500 мл, содержащие по 100 мл испытуемых сред, засеивали по 10 мл (10% по объему) глубинной культуры. Выращивание осуществляли на шуттель-аппарате при частоте качаний платформы 200 оборотов·мин⁻¹ при температуре 25±1 °С в течение 3 сут.

В качестве интегрального показателя влияния внешних условий определяли накопление биомассы мицелия. Для этого культуральную жидкость центрифугировали в течение 30 мин. при 4000 оборотов·мин⁻¹, декантировали супернатант и оценивали массу полученного влажного осадка с последующим перерасчетом на единицу объема культуральной жидкости.

Наряду с этим по окончании культивирования проводили микроскопическую оценку морфологических особенностей растущей культуры в нативных мазках «раздавленная капля». Полученные результаты представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Характеристики роста культуры штамма *Fusarium sambucinum* в жидкой питательной среде, содержащей различные концентрации кобальта (Co²⁺), n=3

Конечная концентрация в среде, ПДК	Накопление бимассы, г·мл ⁻¹ культуральной жидкости, X±I ₉₅	Морфологические особенности культуры
КОНТРОЛЬ	0,45±0,04	Образование макроконидий в большом количестве
5	0,59±0,17	Количество макроконидий больше, чем в контроле
25	0,54±0,02	Количество макроконидий больше, чем в контроле
50	0,41±0,01	Количество макроконидий больше, чем в контроле; макроконидии короче, чем в контрольной пробе

Таблица 2

Характеристики роста культуры штамма *Fusarium sambucinum* в жидкой питательной среде, содержащей различные концентрации меди (Cu²⁺), n=3

Конечная концентрация в среде, ПДК	Накопление бимассы, г·мл ⁻¹ культуральной жидкости, X±I ₉₅	Морфологические особенности культуры
Контроль	0,34±0,01	Большое количество макроконидий
5	0,32±0,01	Количество макроконидий меньше, чем в контроле
25	0,26±0,03	Небольшое количество макроконидий; макроконидии короче, чем в контрольной пробе; спорообразование
50	0,04±0,01	Спорообразование

Анализ данных табл. 1 свидетельствует, что внесение кобальта в среду культивирования в концентрации от 5 до 25 ПДК привело к стимулирующему эффекту на накопление биомассы (в 1,2–1,3 раза).

Данные, приведенные в табл. 2, показывают, что добавление в жидкую питательную среду меди привело к выраженному угнетающему действию, что проявлялось уменьшением накопления биомассы в 1,3 раза при содержании токсиканта 25 ПДК, в 8,5 раз при содержании токсиканта 50 ПДК и выраженным спорообразованием при обеих концентрациях.

Полученные данные полностью подтверждают закономерность, выявленную при изучении ростовых свойств культуры фузарий на агаризованных питательных средах с добавлением указанных токсикантов в аналогичных количествах. Соединения меди обладают выраженным ингибирующим действием на рост микромицетов, в то время как кобальт оказывает стимулирующий эффект на накопление биомассы грибов.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА РОСТОВЫЕ СВОЙСТВА *FUSARIUM SAMBUCINUM* ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ НА ПЛОТНЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕДАХ

А. А. Ханжин, В. Ю. Охапкина

*Вятский государственный гуманитарный университет,
verona2205@mail.ru*

Известно, что компонентный состав почвенной микробиоты во многом определяется комплексным эффектом внешних действующих факторов. Конкурентоспособность отдельных ее представителей в условиях внешнего воздействия подвергается существенному изменению. Микромицеты рода *Fusarium* – продуценты микотоксинов, обладающих свойствами потенциальных антибиотиков, имеют определенные преимущества в отношении потенциальных конкурентов.

Многочисленными исследованиями показано, что в условиях загрязнения тяжелыми металлами и некоторыми другими ксенобиотиками отмечается увеличение в составе почвенной микробиоты удельного веса фузариев (Домрачева, Вараксина, 2005; Корнейкова, Лебедева, 2010; Кормильцева, 2011). При этом зачастую среди них доминируют вирулентные штаммы, характеризующиеся выраженным признаком токсинообразования, и потенциально опасные для теплокровных и человека (Шумилова, Куимова, 2010; Рафикова, 2010).

Целью настоящих исследований являлось проведение модельных экспериментов по оценке влияния различных концентраций солей тяжелых металлов в среде на интенсивность роста и морфологические особенности агаровых культур фузарий.

Опыты проводились с использованием лабораторной культуры штамма вида *Fusarium sambucinum*, продуцирующего биологически активные метаболиты с биоцидным действием. В плотную питательную среду Чапека традицион-

ного состава вносили кратные количества соединений кобальта (Co²⁺), свинца (Pb²⁺) и меди (Cu²⁺) до достижения конечных концентраций 5, 25 и 50 по ПДК.

Посевную культуру выращивали на пищевом субстрате (зерна пшеницы). В качестве инокулята использовали одно контаминированное зернышко, которое помещали в центр среды в чашке Петри. Выращивание осуществляли при температуре 25±1 °С в течение 7 сут. Ежедневно учитывали диаметр колоний.

В качестве интегрального показателя влияния внешних условий рассчитывали и сравнивали с контролем радиальную скорость роста колоний микроорганизмов (K_r). Расчет показателя осуществляли на 5 сут. наблюдения по формуле:

$$K_r = (d_2 - d_1) : (t_2 - t_1), \text{ где}$$

d₁ и d₂ – диаметр колонии (мм) в начальный и конечный моменты измерения соответственно, d₁ принята равной 0,5 мм – диаметр взятого для засева зерна пшеницы;

t₁ и t₂ – время начального и конечного измерения (часы).

Наряду с этим, по окончании культивирования проводили микроскопическую оценку морфологических особенностей растущей культуры в нативных мазках «раздавленная капля».

Полученные результаты представлены в табл. 1–3.

Таблица 1

Характеристики роста культуры штамма *Fusarium sambucinum* на агареи Чапека, содержащем различные концентрации кобальта (Co²⁺), n=3

Конечная концентрация в среде, ПДК	Диаметр колонии на ... сут. наблюдения, мм, X±I ₉₅					Радиальная скорость роста колоний, мм·ч ⁻¹	Морфологические особенности культуры
	1	2	3	5	7		
Контроль	12,5±1,5	29,3±1,2	42,8±1,5	72,0±2,0	Рост по всей площади чашки	0,59	Большое количество макроконидий
5	9,5±0,5	30,0±1,5	41,0±0,5	77,5±2,5		0,64	То же
25	9,5±0,5	28,0±2,0	40,5±0,5	72,5±2,5		0,60	Количество макроконидий меньше, чем в контроле
50	9,0±1,0*	27,5±2,5**	39,5±1,5**	57,5±2,5**		72,5±2,5**	0,48

Примечание – «*» – большее опушение зерен, чем рост по среде; «**» – рост от центра к периферии различается, основной диаметр колонии плотный; как и в контрольной пробе, но затем на протяжении 10 мм слабый рост в виде отдельных нитей.

Анализ данных табл. 1 показывает, что внесение в плотную питательную среду соединений кобальта в концентрации около 5 ПДК приводит к стимуляции роста фузарий (радиальная скорость роста в 1,1 раза больше, чем в контроле), при концентрации 25 ПДК рост не отличается от контроля. Лишь при со-

держании токсиканта в среде на уровне 50 ПДК отмечается угнетение роста культуры (радиальная скорость роста в 1,2 раза меньше, чем в контроле) и морфологически обнаруживается образование спор, свидетельствующее о неблагоприятных для микроорганизма условий культивирования.

Таблица 2

Характеристики роста культуры штамма *Fusarium sambucinum* на агаре Чапека, содержащем различные концентрации свинца (Pb^{2+}), n=3

Конечная концентрация в среде, ПДК	Диаметр колонии на ... сут. наблюдения, мм, $X \pm I_{95}$					Радиальная скорость роста колоний, мм·ч ⁻¹	Морфологические особенности культуры
	1	2	3	5	7		
Контроль	11,5± 0,5	28,0± 1,0	44,5± 1,5	69,0± 2,0	Рост по всей площади чашки	0,57	Большое количество макроконидий
5	10,0± 1,0	27,0± 1,0	44,0± 2,5	68,5± 1,5		0,57	То же
25	12,0± 2,0	29,5± 3,5	44,5± 0,5	67,0± 2,5		0,55	То же
50	12,5± 1,5	29,5± 0,5	45,5± 0,5	69,5± 1,0		0,58	Макроконидии короче, чем в контроле

Данные, представленные в табл. 2, указывают на то, что добавление в среду свинца во всех исследованных концентрациях не оказывали заметного влияния на ростовые свойства фузарий.

Таблица 3

Характеристики роста культуры штамма *Fusarium sambucinum* на агаре Чапека, содержащем различные концентрации меди (Cu^{2+}), n=3

Конечная концентрация в среде, ПДК	Диаметр колонии на ... сут. наблюдения, мм, $X \pm I_{95}$					Радиальная скорость роста колоний, мм·ч ⁻¹	Морфологические особенности культуры
	1	2	3	5	7		
Контроль	12,5± 0,5	30,0± 1,0	46,0± 2,0	62,0± 1,5	Рост по всей площади чашки	0,51	Большое количество макроконидий
5	9,0± 0,5	24,5± 0,5	39,0± 1,0	57,5± 2,5		0,48	То же
25	8,5± 0,5	24,0± 0,5	36,0± 1,5	52,3± 2,5		0,43	Спорообразование
50	4,5± 0,5	7,0± 1,0	14,0± 2,0	21,0± 2,5		39,0± 1,0	0,17

В то же время внесение в среду соединений меди приводило к значительному подавлению ростовых свойств фузарий, прямо пропорционально зависящему от содержания токсиканта (табл. 3). Так, при содержании ионов меди в агаре в концентрации 25 ПДК, радиальная скорость роста уменьшается в

1,2 раза, по сравнению с контролем, при содержании ионов меди 50 ПДК данный показатель уменьшается в 3 раза, по сравнению с контролем. Кроме того, начиная с концентрации 25 ПДК и выше, в культуре отмечено обильное спорообразование.

Таким образом, различные тяжелые металлы оказывают неоднозначное воздействие на ростовые свойства культуры фузарий. Особый интерес представляют данные, полученные в отношении соединений кобальта, который в небольших концентрациях способен стимулировать рост микромицетов.

Литература

Домрачева Л. И., Варакина А. И. Изменение структуры альго-микологических комплексов под влиянием свинца // Материалы Всероссийской научной школы «Актуальные проблемы регионального экологического мониторинга: научный и образовательный аспекты», Киров, 24–25 ноября 2005 года. Выпуск 3. Киров, 2005. С. 69–72.

Кормильцева И. П. Изменение биологической активности чернозема выщелоченного при внесении 2,4,6-тринитротолуола. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Казань, 2011. 24 с.

Корнейкова М. В., Лебедева Е. В. Комплексы микроскопических грибов при загрязнении подзолов Кольского полуострова газовым конденсатом (в условиях модельного опыта) // Иммунопатология. Аллергология. Инфектология. 2010. № 1. С. 66.

Рафикова Г. Ф. Влияние нефтяного загрязнения и биоремедиации на накопление потенциально патогенных и фитотоксичных микромицетов // Иммунопатология. Аллергология. Инфектология. 2010. № 1. С. 73–74.

Шумилова Л. П., Куимова Н. Г. Микроскопические грибы как показатель экологического состояния городской среды // Иммунопатология. Аллергология. Инфектология. 2010. № 1. С. 79–80.

ОТКЛИК ВОДОРОСЛИ *ATTHEYA USSURENSIS* НА ИЗМЕНЕНИЕ СОЛЕННОСТИ СРЕДЫ НА УРОВНЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ КЛЕТОК И ПОПУЛЯЦИИ

В. А. Курочкина, Л. В. Ильяш, С. И. Погосян

*Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,
v.kuro4kina@gmail.com*

Соленость является одним из факторов, контролирующих видовой состав, обилие и фотосинтетическую активность фитопланктона, особенно в эстуарных экосистемах. Способность водорослей приспосабливаться к изменяющимся факторам среды в значительной степени определяется различием отдельных клеток в пределах одной популяции по функциональным параметрам. Сведения о гетерогенности функциональных параметров отдельных клеток в пределах популяции при изменении солености до настоящего времени отсутствовали. Далее под акклимацией к изменению солености, согласно (Reed, 1984), понимается «биохимические, биофизические и физиологические изменения в функционировании и структуре клетки, происходящие в результате осмотического стресса».

Исходным материалом для экспериментов служила альгологически чистая культура морской водоросли *Attheya ussurensis* Stonik, Orlova et Crawford

(Bacillariophyta), выращиваемая в течение нескольких месяцев на среде с соленостью 17,5 ‰ (основа – искусственная морская вода). В ходе эксперимента водоросли высевали на среды с соленостью 8,8 ‰, 17,5 ‰ (контрольная среда) и 35 ‰, обогащенные по прописи среды f/2 (Guillard, Ryther, 1962). Водоросли культивировали в накопительном режиме 35 суток при температуре 20 °С, освещенности 75 мк Е/(м²·с) и продолжительности светового периода 14 часов в сутки. По мере роста культур каждые 2–3 дня у отдельных клеток измеряли параметры флуоресценции под люминесцентным микроскопом ЛЮМАМ И-3, оснащенный микрофлуорометрической насадкой ФМЭЛ-1А. У адаптированных к темноте клеток измеряли флуоресценцию при открытых (F_o) и закрытых (F_m) реакционных центрах фотосистемы 2. По полученным значениям F_o и F_m рассчитывали относительный выход переменной флуоресценции F_v/F_m , равный $(F_m - F_o)/F_m$. Величина F_v/F_m является мерой потенциальной фотосинтетической активности.

В накопительных культурах по мере роста водорослей и изъятия ими ресурсов из среды, концентрация биогенных элементов в среде снижается до порогового уровня, при котором потребление необходимых ресурсов уже невозможно. Соотношение содержания азота и фосфора в среде f/2 равняется 24, что согласно общепринятым взглядам (Ryther., Dunstan, 1971) обуславливает ограничение развития водорослей недостатком азота. Дальнейшее накопление биомассы идет за счет внутриклеточных запасов азота. По мере исчерпания запасов клеточный дефицит азота возрастает. Соответственно, с увеличением биомассы водорослей в накопительных культурах возрастает степень их азотного лимитирования.

Рост численности *A. issurensis* наблюдался до 14 суток при контрольной и высокой солености и до 31 суток при низкой (рис. 1.). На среде с соленостью 8,8 ‰ отмечена длительная (до 18 суток) фаза задержки роста, но затем в результате интенсивного увеличения числа клеток достигалась численность, превышающая таковую на средах с контрольной и высокой соленостью. Однако, из-за меньших объемов клеток на этой среде максимальные значения накопленной биомассы у культур на средах с разной соленостью достоверно не различались ($p \leq 0,05$).

По мере роста культур среднее для популяции значение относительного выхода переменной флуоресценции (F_v/F_m^{cp}) снижалось при контрольной и высокой солености (рис. 2.). Уменьшение F_v/F_m^{cp} обусловлено снижением концентрации биогенных элементов в среде. При солености 8,8 ‰ наблюдалось

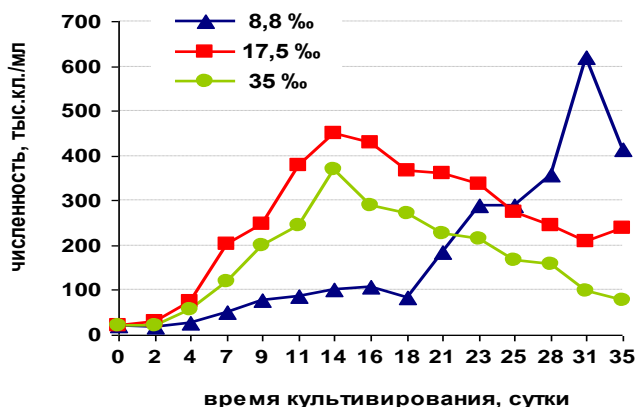


Рис. 1. Динамика численности в популяциях *A. issurensis*, росших при разной солености

два периода возрастания Fv/Fm^{cp} , совпадающих с периодами увеличения численности водорослей.

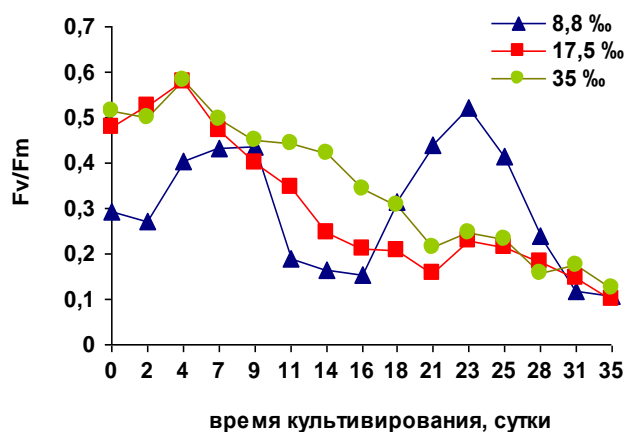


Рис. 2. Средние значения относительного выхода переменной флуоресценции в популяциях *A. ussurensis*, росших при разной солености

23 сутки, что соответствует периоду активного увеличения численности после продолжительного периода задержки в росте.

При всех уровнях солености выявлена высокая внутривидовая вариабельность величины относительного выхода переменной флуоресценции отдельных клеток (Fv/Fm^n). Для сравнения степени варьирования Fv/Fm^n в популяциях, росших при разной солености, были использованы коэффициент вариации Fv/Fm^n (CV) и показатель асимметрии распределения числа клеток с разным значением Fv/Fm^n (Ka).

На начальных этапах акклимации к изменению солености значения CV и Ka были достоверно выше в популяции, росшей при 8,8‰ (рис. 3). При низкой солености доля клеток с низкими значениями Fv/Fm^n была значительно больше, чем при контрольной и высокой солености. В конце периода задержки роста на среде с низкой соленостью отмечено существенное снижение CV . В популяции начали преобладать клетки с $Fv/Fm^n > 0,50$. Далее, по мере активного роста водорослей, CV увеличивался.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что у водоросли *A. ussurensis* в условиях обеспеченного минеральными ресурсами роста внутривидовая вариабельность при акклимации к снижению солености выше, чем вариабельность при акклимации к повышению солености. Акклимация к пониженной солености происходит медленнее, включает стадию задержки роста, при которой клетки с низкой активностью (низкими значениями Fv/Fm^n), по-видимому, отмирают. Активное увеличение численности популяции происходит за счет небольшого количества клеток, оказавшихся способными поддерживать высокие значения Fv/Fm^n в условиях гипосмотического стресса. И в итоге, популяция накапливает такую же биомассу, как и популяции, росшие в отсутствие осмотического стресса (17 ‰) и при гиперосмотическом стрессе (35‰). Это свидетельствует о том, что у водоросли *A. ussurensis* величина

На начальных этапах акклимации к изменению солености значение Fv/Fm^{cp} было достоверно меньше у водорослей, акклимирующихся к низкой солености. На стадии активного роста водорослей на средах с контрольной и высокой соленостью (4–9 сутки) значения Fv/Fm^{cp} не различались, по мере приближения к стационарной фазе роста (9–14 сутки) значение Fv/Fm^{cp} при высокой солености было выше такового в контроле. Наибольшие значения Fv/Fm^{cp} в культуре, росшей при низкой солености, отмечены на

накопленной биомассы определяется количеством доступных ресурсов и не зависит от динамики структурных и функциональных показателей в период акклимации к осмотическому стрессу.

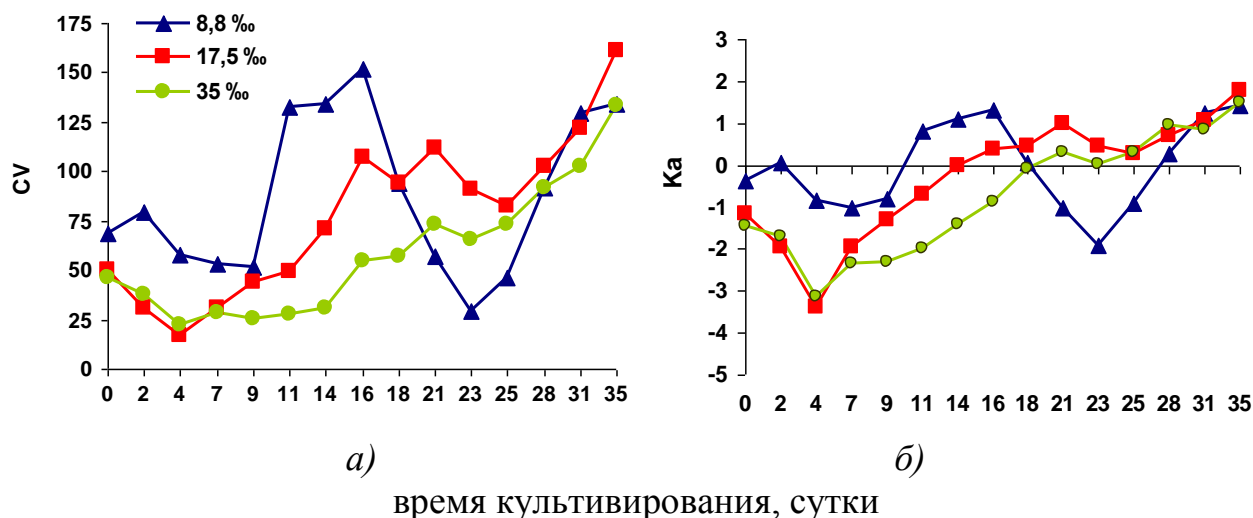


Рис. 3. Коэффициент вариации (а) относительного выхода переменной флуоресценции и коэффициент асимметрии (б) в популяциях *A. ussurensis*, росших при разной солености

Различия в динамике относительного выхода переменной флуоресценции, который является мерой фотосинтетической активности водорослей, при акклимации к гипо- и гиперосмотическому стрессу, по-видимому, обусловлены разнонаправленностью метаболических механизмов акклимации к снижению и повышению солености. При повышении солености в клетках идет синтез осмолитов – метаболически инертных веществ с выраженным осмотическим действием, таких, например, как пролин, глицерин и др. (Hellebust, 1985). Этот процесс требует повышения фотосинтетической активности. При снижении солености в клетках происходит расщепление осмолитов и ряда других клеточных веществ до промежуточных продуктов, которые могут использоваться в клеточном метаболизме. Наличие такого «дополнительного» источника промежуточных продуктов ведет к снижению фотосинтетической активности (Rijstenbil et al., 1989).

Литература

- Fujii S., Hellebust J. A. Release of intracellular glycerol and pore formation in *Dunaliella tertiolecta* exposed to hypotonic stress // *Can. J. Bot.* 1992. V. 70. P. 1313–1318.
- Guillard R. R. L., Ryther J. H. Studies on marine diatoms. I. *Cyclotella nana* Hustedt and *Detonula confervacea* (Cleve) Gran. // *Can. J. Microbiol.* 1962. V. 8. P. 229–239.
- Hellebust J. A. Mechanisms of response to salinity in halotolerant microalgae // *Plant and Soil.* 1985. V. 89. P. 69–81.
- Reed R. H. Use and abuse of osmo-terminology // *Plant, Cell and Environment.* 1984. V. 7. P. 165–170.
- Rijstenbil J. W., Wijnholds J. A., Sinke J. J. Implications of salinity fluctuations for growth and nitrogen metabolism of the marine diatom *Ditylum brightwellii* in comparison with *Skeletonema costatum* in continuous cultures // *Mar. Biol.* 1989. V. 101. № 1. P. 131–141.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФОТОТРОФНЫХ МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВ ПОЧВ РАЗЛИЧНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Т. С. Елькина¹, Л. И. Домрачева^{1,2}

¹ *Вятская государственная сельскохозяйственная академия,
nm-flora@rambler.ru*

² *Лаборатория биомониторинга Института биологии
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ*

Особое место в почвах различных типов занимают фототрофные микробные сообщества, структурообразователями которых являются водоросли и цианобактерии (ЦБ). Этим микроорганизмам принадлежит главная роль продуцентов органического вещества в педоценозах. За счёт фотосинтетической деятельности микрофототрофов в почве создаётся продукция, исчисляемая сотнями килограммов на 1 га (Кондакова, Домрачева, 2007).

Цель работы – сравнить особенности альго-цианобактериальных комплексов в почвах таких экосистем, как лес (елово-сосновый), луг (злаково-разнотравный), поле (после посева овса), огород, а также на антропогенно нарушенных территориях: свалках твёрдых бытовых отходов (ТБО) и промышленных отходов (ПО).

Результаты. При определении группового состава фототрофов было отмечено, что в почвах содержатся эукариоты (зеленые и диатомовые водоросли) и прокариоты (цианобактерии = синезеленые водоросли). Численность зелёных водорослей колеблется от 480 до 770 тыс. клеток/г, диатомовых – от 140 до 970 тыс. клеток/г, цианобактерий – от 930 до 3067 тыс. клеток/г (табл. 1). По численности ЦБ являются рекордсменами, их количество исчисляется миллионами клеток на 1 г почвы. В то время как численность водорослей – всего лишь сотнями тысяч.

Максимальное обилие фототрофов выявлено в луговой и полевой почвах, а также в почве, занятой промышленными отходами, в данном случае – отходами лесопилок. При этом численность водорослей во всех экосистемах, кроме экосистемы ТБО, ниже, чем численность ЦБ, что отчётливо видно при сравнении структуры популяций альго-цианобактериальных комплексов в почвах различных экосистем (рис. 1).

**Количественная характеристика комплексов
почвенных микро-фототрофов различных экосистем (тыс. клеток/г почвы)**

Экосистма	Водоросли		Цианобактерии	Суммарная численность
	зелёные	диатомовые		
Елово-сосновый лес	580	140	1367	2087
Луг	620	400	2130	3150
Поле	480	180	3067	3727
Огород	520	430	1400	2350
ТБО	770	970	930	2670
ПО	650	370	2500	3520

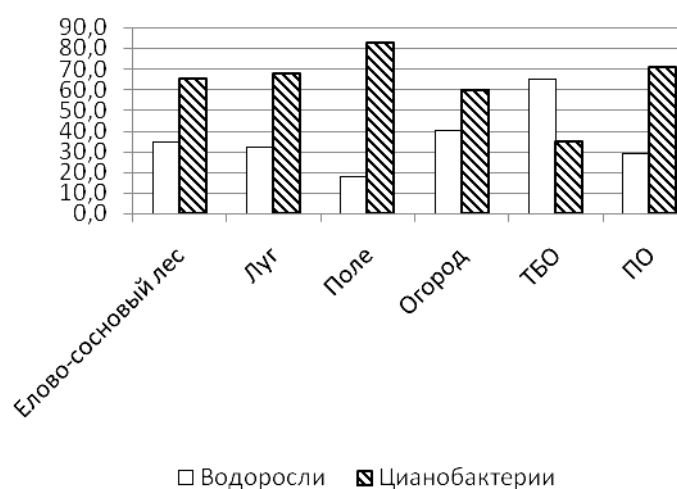


Рис. 1. Структура популяций фототрофов по численности клеток (%)

При определении биомассы фототрофов установлено, что для этого показателя в разных экосистемах характерна незначительная амплитуда колебаний. Так, биомасса альгофлоры (включая ЦБ) в почве под ТБО составляет около 500 кг/га (табл. 2) и является максимальной в почвах исследуемых экосистем. Наименьшая биомасса фототрофов выявлена в почвах елово-соснового леса (103,0 кг/га).

Несмотря на незначительную численность водорослевых клеток, они обладают объемом большим, чем у ЦБ. Вследствие этого биомасса водорослей в 2-3, а иногда и в 20 раз больше, чем биомасса ЦБ (экосистема ТБО).

Таблица 2

Биомасса фототрофов (кг/га)

Экосистема	Водоросли	Цианобактерии	Суммарная биомасса
Елово-сосновый лес	74,8	28,2	103,0
Луг	192,9	42,5	235,4
Поле	100,5	69,5	170,0
Огород	232,3	31,8	264,1
ТБО	479,1	19,2	498,3
ПО	202,1	56,5	258,6

При сравнении вклада водорослей и ЦБ в суммарную фототрофную биомассу, очевидно, что в структуре популяций во всех почвах преобладающими являются водоросли (рис. 2).

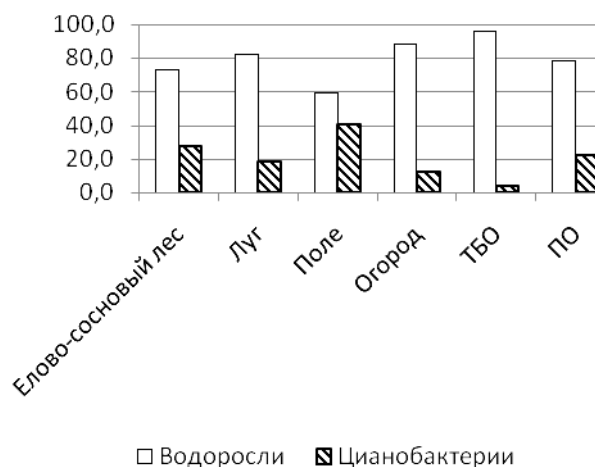


Рис. 2. Структура альго-цианобактериальных комплексов по биомассе (%)

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что во всех экосистемах, кроме ТБО, преобладающей группировкой фототрофов по численности клеток, являются ЦБ, что согласуется с результатами многочисленных исследований, свидетельствующих о том, что завершающая фаза сезонной сукцессии связана с абсолютным доминированием ЦБ. Очевидно, при сравнении вклада водорослей и ЦБ в суммарную фототрофную биомассу установлено, что максимальный показатель характерен для водорослей (до 96% в экосистеме ТБО).

Литература

Кондакова Л. В., Домрачева Л. И. Флора Вятского края. Часть II. Водоросли. Киров, 2007. 192 с.

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПЛЕКСОВ МИКРОМИЦЕТОВ В ЛУГОВОЙ И ЛЕСНОЙ ПОЧВАХ

Л. И. Домрачева^{1,2}, Т. С. Елькина¹

¹ *Вятская государственная сельскохозяйственная академия,
nt-flora@rambler.ru,*

² *Лаборатория биомониторинга Института биологии
Кому НЦ УрО РАН и ВятГГУ*

При оценке природного потенциала различных экосистем и степени их трансформации под влиянием антропогенных факторов необходимо иметь базу данных об особенностях развития той или иной группы организмов в регионах, подверженных минимальным техногенным воздействиям.

Среди постоянных компонентов любых педоценозов особое место принадлежит микромицетам как основным деструкторам растительного опада. Уникальное значение грибов в почвенных процессах обусловлено многими

факторами, к числу которых относятся: мощный ферментативный гидролитический аппарат, высокая скорость размножения, надежные адаптационные резервы, широкая экологическая валентность, способность к синтезу антибиотиков и токсинов (Мирчинк, 1988; Марфенина, 2005).

В определении реального вклада микромицетов в протекание микробиологических процессов в почве большую роль сыграло совершенствование методов количественного учета микроорганизмов с применением прямой микроскопии. Благодаря этому показано, что биомасса микроскопических грибов в почве может быть очень велика и порой существенно превышать биомассу бактерий.

Цель работы – изучить сезонную динамику количественных показателей микромицетных комплексов в почвах коренных фитоценозов региона с минимальной техногенной нагрузкой.

Исследования были проведены с образцами почвы, отобранных в почве злаково-разнотравного луга и елово-соснового леса на территории Даровского района Кировской области, который относится к числу наиболее благополучных в экологическом плане районов области.

Почвенные образцы отбирали в течение вегетационного сезона 2010 г. с мая по октябрь в середине месяца с глубины 0–5 см по стандартным микробиологическим методикам. Исследуемые почвы: под лесом – подзолистая, под лугом – пойменная, pH_{KCl} не превышает 4,4, т.е. почвы кислые. Содержание гумуса около 2%.

На мазках методом прямого микроскопирования определяли следующие показатели состояния микромицетных комплексов: длину мицелия (с помощью окуляр-микрометра) с дифференцировкой на бесцветные и окрашенные (меланизированные) формы, а также численность грибных фрагментов (пропагул). На основании полученных результатов дополнительно вычисляли среднюю длину фрагментов и грибную биомассу на 1 гектар, исходя из усредненной массы 1 м грибного мицелия и массы почвенного горизонта слоем 0–5 см с учетом плотности почвы.

Результаты исследования показывают, что в условиях аномально жаркого и сухого лета 2010 г. максимальная длина грибного мицелия зарегистрирована в почве луга в мае (894 м/г), а в почве леса в октябре (659 м/г). В жаркие летние месяцы этот показатель в обеих экосистемах находится в пределах 200 м/г, снижаясь до 85 м/г в луговой почве в августе (табл. 1). Полученные данные в целом лежат в пределах результатов по длине грибного мицелия, регистрируемого в почвах лесных и луговых экосистем Кировской области (Домрачева, Кондакова, 2009).

В целом, и в луговой, и в лесной почвах наблюдается неуклонный спад в развитии грибного мицелия (от мая до августа), наиболее существенный в луговой почве (в 10,5 раз). Однако в октябре отмечено стремительное возрастание длины мицелия. Примечательно, что пики максимальной длины в разных почвах наблюдаются в разные сроки: для луга это май (894,2 м/г), для леса – октябрь (658,6 м/г). Вероятно, это связано с тем, что после необычайно сухого и жаркого лета последовали дождливые осенние месяцы. И, следовательно, такой

показатель, как суммарная длина мицелия микромицетов в почве, отражает её водный режим, независимо от типа исследуемой экосистемы.

Таблица 1

Сезонные изменения длины мицелия в луговой и лесной почвах

Месяц	Длина мицелия в почве (м/г)	
	Луг	Лес
Май	894,2±45,4	292,4±42,2
Июнь	238,0±31,0	285,6±38,1
Июль	213,2±42,2	241,4±29,9
Август	85,0±5,3	176,8±22,1
Октябрь	372,0±21,4	658,6±50,7

Количество фрагментов грибного мицелия может служить косвенным доказательством интенсивности вегетативного размножения грибов. Результаты, представленные в табл. 2, показывают, что максимальная численность грибных спорозоидов зарегистрирована в октябре, что напрямую связано и с максимальным количеством растительного опада, поступающего в почву, приводящему к усилению деструкционной деятельности грибов, и с благоприятным водным режимом, способствующим их размножению.

Таблица 2

Численность грибных спорозоидов в почве (тыс./г)

Месяц	Экосистема	
	Луг	Лес
Май	2700±320	2000±56
Июнь	1300±140	2000±84
Июль	1000±56	1300±140
Август	1100±92	1500±42
Октябрь	3380±370	8650±270

Наряду с динамикой длины мицелия и численности грибных спорозоидов наблюдаются сезонные изменения в структуре микокомплексов, обусловленные изменением соотношения группировок микромицетов с бесцветным и окрашенным мицелием (табл. 3). Неожиданно резко возрастает в октябре доля меланизированных микромицетов в лесной почве, тогда как во все предыдущие сроки наблюдения в почвах обеих экосистем доминировали грибы с неокрашенным мицелием. Как правило, факт доминирования популяций темноокрашенных микромицетов связывают или с загрязнением почвы, или с ужесточением экологических условий. В данном случае никакого сверхординарного выброса загрязняющих веществ не происходило. Можно предположить, что после необычайно сухого лета и последующих осадков в лесной почве, в первую очередь, началось стремительное размножение темноокрашенных грибов, обладающих более мощным адаптационным потенциалом, по сравнению с бесцветными популяциями.

Динамические изменения присущи и такому важнейшему показателю состояния популяций микромицетов, как биомасса (рис.). Максимальные значения биомассы (свыше 1 т/га) зарегистрированы в мае (в луговой почве) и ок-

тябре (в лесной почве). Спад в накоплении биомассы отмечается во все летние месяцы, что обусловлено не только низкой влажностью, но и минимальным растительным опадом.

Таблица 3

Соотношение микромицетов с бесцветным и окрашенным мицелием в структуре популяций микромицетов (%)

Месяц	Луг		Лес	
	Микромицеты с бесцветным мицелием	Микромицеты с окрашенным мицелием	Микромицеты с бесцветным мицелием	Микромицеты с окрашенным мицелием
Май	59,2	40,8	86,0	14,0
Июнь	69,2	30,8	52,4	47,6
Июль	60,0	40,0	57,7	42,3
Август	54,5	45,5	80,8	19,2
Октябрь	53,8	46,2	22,0	78,0

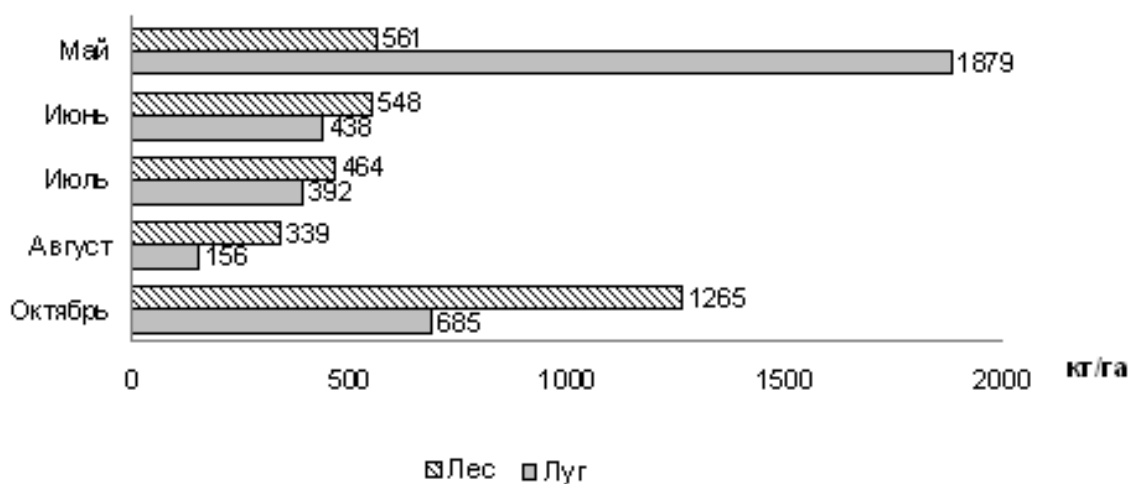


Рис. Сезонные изменения грибной биомассы в лесной и луговой почве

Таким образом, выявлены сезонные изменения количественных характеристик популяций микромицетов, имеющие практически однотипный характер в лесной и луговой почвах. Пик развития микромицетов (по показателям длины мицелия, численности спор, биомассы) приурочен к месяцам с максимальным уровнем влажности и растительного опада.

Литература

Домрачева Л. И., Кондакова Л. В. Микромицеты лесных почв – количественная характеристика // Сборник материалов 7 международной конференции «Проблемы лесной фитопатологии и микологии». Пермь, 2009. С. 58–60.
 Марфенина О. Е. Антропогенная экология почвенных грибов. М.: Медицина для всех, 2005. 196 с.
 Мирчинк Т. Г. Почвенная микология. М.: Изд-во МГУ, 1988. 220 с.

СТРУКТУРА МИКРОБНОЙ БИОМАССЫ НАРУШЕННЫХ И НЕНАРУШЕННЫХ ПОЧВ

Т. С. Елькина¹, Л. И. Домрачева^{1,2}

¹ Вятская государственная сельскохозяйственная академия,
nm-flora@rambler.ru,

² Лаборатория биомониторинга Института биологии
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ

Размеры микробной биомассы различных почв интересуют не только микробиологов. Данные, сопоставляющие биомассы почвенной микробиоты, проникают и в научно-популярную, и в агрономическую литературу. Так, Э. Пфайффер (1994) в книге, описывающей почвенные биодинамические процессы, приводит ориентировочные данные по весу в почве бактерий, грибов, водорослей и простейших (табл. 1), подчёркивая, что здоровье и богатство почвы, в частности, основаны на процветании обитающих в ней организмов.

Таблица 1

Биомасса почвенных микроорганизмов (по Пфайфферу, 1994)

Группы микроорганизмов	Биомасса, кг/га
Грибы и водоросли	500
Актиномицеты	700
Бактерии	550
Простейшие	850

Биомассу почвенной микробиоты непременно учитывают в общем балансе биомассы экосистем в целом (Рикфлес, 1979; Работнов, 1984; Одум, 1986; и др.). Точность определения микробной биомассы повышает точность оценки относительного вклада каждой группы организмов в функционирование как всей экосистемы, так и её микрокосмов (Домрачева, 2005).

Цель данной работы – изучить структуру микробной биомассы нарушенных и ненарушенных почв и оценить относительный вклад каждой группы организмов.

Объекты и методы. Исследования были проведены в Даровском районе Кировской области. Образцы исследуемой почвы отбирались в 6-ти точках: лес (елово-сосновый), луг (злаково-разнотравный), поле (после посева овса), огород, свалка твёрдых бытовых отходов (ТБО) и свалка промышленных отходов (ПО), в данном случае отходов лесопилок. При выборе участков к ненарушенным почвам относили почвы леса и луга, т.к. это естественные фитоценозы, не тронутые хозяйственной деятельностью человека. А почвы поля, огорода и свалок мы отнесли к антропогенно нарушенным территориям, т.к. почвы поля и огорода используются в сельскохозяйственном производстве, а свалки – для хранения ТБО и ПО, с последующим их уничтожением. Почвенные образцы были отобраны с глубины 0–5 см по стандартным микробиологическим методикам. Далее был проведён альго-микологический анализ. Подсчёт микроорганизмов проводился на фиксированных мазках под микроскопом в 9-кратной повторно-

сти. Биомассу фототрофов определяли объемно-расчётным методом, принимая их удельную массу за единицу. Клетки водорослей уподобляли определённым геометрическим фигурам, высчитывая их объём. При определении биомассы грибов исходили из того, что 1 м мицелия весит $3,9 \cdot 10^{-6}$ г. Для перевода показателей на 1 га брали массу почвенного горизонта слоем 0–5 см с учетом плотности почвы.

pH_{KCl} исследуемых почв не превышает 4,4. Содержание гумуса не превышает 2%.

Результаты и обсуждения. Сравнение обилия альго- (включая цианобактерии) и микофлоры, выраженное в показателях их биомассы, показывает, что во всех экосистемах, кроме ТБО, основной вклад в создание микробной биомассы вносят микромицеты, биомасса которых может достигать более тонны на 1 га (табл. 2). Максимальные показатели микробной биомассы характерны для ненарушенных почв леса и луга, так как это естественные фитоценозы и вся растительная масса не отчуждается. На антропогенно нарушенных территориях (свалках ТБО и ПО) также отмечено высокое накопление микробной биомассы, но не за счёт растительного опада, а за счёт постоянного внесения отходов жизнедеятельности человека, включая и промышленные отходы. Минимальный показатель характерен для нарушенных почв, используемых в сельском хозяйстве для получения продукции растениеводства (поле и огород). Степень отчуждения органического вещества очень высокая. Так, в почве огорода этот показатель практически равен 100%, и биомасса микофлоры минимальная (222 кг/га).

Таблица 2

Показатели биомассы альго- и микофлоры в почвах различных экосистем (кг/га)

Экосистема	Альгофлора	Микофлора	Всего
Елово-сосновый лес	103,0	1265	1368,0
Луг	235,4	685	920,4
Поле	170,0	427	597,0
Огород	264,1	222	486,1
ТБО	498,3	398	896,3
ПО	258,6	677	935,6

Примечание: жирным шрифтом выделены максимальные показатели биомассы альгофлоры и микофлоры.

Анализ результатов, приведённых в табл. 2, показывает, что максимальные и минимальные показатели биомассы альгофлоры различаются незначительно, всего в 2 раза. Подобную тенденцию имеют и показатели биомассы микофлоры. Однако, разница между максимальным и минимальным значениями составляет 6 раз. Суммарные запасы альго-микологической биомассы колеблются от 486 кг/га (огород) до 1368 кг/га (лес). Примерно одинаковые запасы микробной биомассы (в пределах 900 кг/га) сосредоточены в почве луга, ТБО и ПО.

В почвах исследованных экосистем выявлены резкие различия в структурных особенностях биомассы альго-микологических комплексов. Так, доля

биомассы фототрофов максимальна в экосистеме ТБО (53,3%), а у микромицетов доля в структуре биомассы достигает 88,8 % в экосистеме леса (рис.).

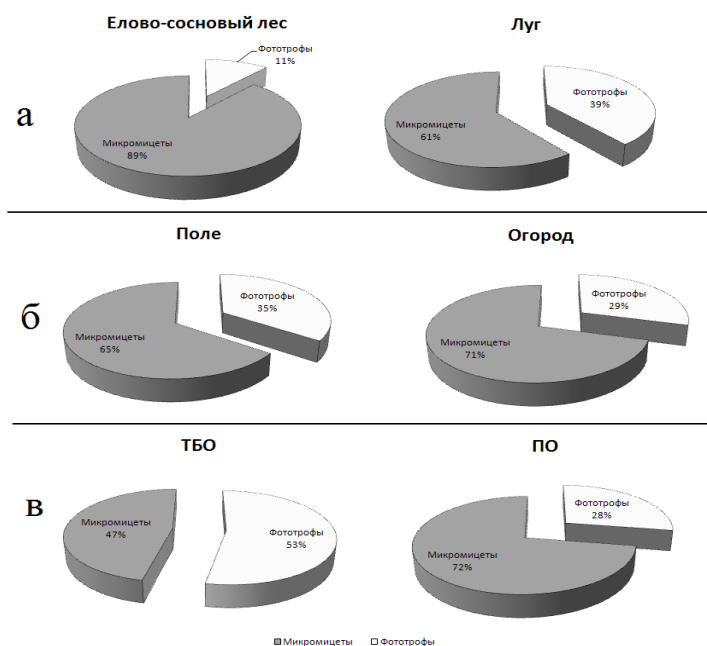


Рис. Структура альго-микологических комплексов в почвах различных экосистем (%): а – в естественных фитоценозах; б – в сельскохозяйственно нарушенных; в – в техногенно нарушенных

Таким образом, анализ структуры биомасс чётко диагностирует величину растительного опада или иных объектов, попадающих в почву и служащих субстратом для массового развития микроорганизмов, а также отрицательного воздействия неправильного ведения сельского хозяйства.

Литература

- Домрачева Л. И. «Цветение» почвы и закономерности его развития. Сыктывкар, 2005. 336 с.
- Одум Ю. Экология. Т. 1. М.: Мир, 1986. 328 с.
- Пфайффер Э. Плодородие почвы. Калуга: Духовное познание, 1994. 304 с.
- Рикфлес Р. Основы общей экологии. М.: Мир, 1979. 424 с.
- Работнов Т. А. Луговедение. М.: Изд-во МГУ, 1984. 320 с.

ВЛИЯНИЕ ЦИАНОБАКТЕРИЙ *NOSTOC PALUDOSUM* 18 НА ДИНАМИКУ СОДЕРЖАНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ПОЧВЕ

А. А. Дымова, Е. С. Морозова, А. И. Фокина
Вятский государственный гуманитарный университет,
annadmv@mail.ru

Одной из основных групп веществ, антропогенно поступающих в почву в условиях города, являются нефтепродукты (НП). Источниками НП служат как транспорт, так и промышленные предприятия. Последствия воздействия данной группы соединений двоякое: с одной стороны углеводороды могут оказывать

положительное воздействие на почвенную микробиоту, с другой – угнетать жизнедеятельность. Действие зависит от специфики веществ, входящих в загрязняющую смесь и типа почвы. Из-за двойственности влияния до сих пор не установлено значений ПДК для нефтепродуктов. Природная экосистема способна самоочищаться от небольших нефтяных загрязнений силами естественных природных микроорганизмов-биодеструкторов. Одной из распространённых групп почвенных микроорганизмов являются цианобактерии (ЦБ).

Целью работы стало исследование влияния ЦБ *Nostoc paludosum* 18 на динамику содержания НП в почве после загрязнения бензином марки А-92.

Почву для закладки опыта отобрали летом 2011 г. с территории Александровского сада г. Кирова. Опыт состоял из двух серий: почва с внесением бензина и ЦБ и с внесением бензина, но без внесения ЦБ. Количество клеток ЦБ на 1 грамм почвы составило $8,13 \cdot 10^5$. Загрязняли почву бензином марки А-92 в количестве 2000 мг/кг и 10 000 мг/кг. Доза для внесения выбрана в соответствии с ранжированием почв по степени загрязнённости (Экологический мониторинг ..., 2007). Отобранная почва относится к допустимому уровню по содержанию НП, при внесении 2000 мг/кг почва по уровню загрязнения переходит на третий уровень (низкий), при добавлении 10000 мг/кг загрязнение уже очень высокое. Контролем была почва без добавления бензина. Тщательно перемешанные с вносимыми компонентами образцы раскладывали слоем 5 см в картонные коробки. Повторность двукратная. Отбирали пробы для определения остаточного содержания нефтепродуктов через сутки после внесения, через 7 суток и 51 сутки. Время выбрано произвольно. Для анализа использовали два метода: ИК-спектроскопии и флуориметрии. Для определения содержания НП универсального метода пока нет, каждый из них характеризует специфику с определенной стороны, поэтому при определении содержания НП целесообразно использовать комплексный подход. Измерения проводили на приборах «Флюорат 02-3М» и «КН-2М» (Методика измерения ..., 1998 Методика выполнения, ... 1998).

Значения содержания НП, определенные методом ИК-спектроскопии, отражены на рис. 1.

Значения содержания НП, определенные методом флуориметрии, отражены на рис. 2.

Содержание НП в пробах почв значительно уменьшается в течение первых суток (в 10–20 раз, определяемых методом флуориметрии и 2–20 раз – методом ИК-спектроскопии). Причём значительно снижается количество алифатических фракций в вариантах с внесением ЦБ (в 4 раза при дозе внесения 2000 и в 20 раз при дозе внесения 10000 мг/кг). В дальнейшем такого сильного изменения содержания НП в пробах почв не происходит. К концу опыта содержание НП во всех вариантах приближается к контролю. Интересен тот факт, что в пробах с внесением бензина через сутки появляются ароматические углеводороды. Чем больше доза внесения, тем выше содержание ароматических соединений в почве. Внесённые ЦБ не являются причиной их появления. Причиной

появления «ароматики» в почве могут быть процессы, происходящие в почве с НП независимо от внесённых организмов, либо внесение ее с бензином.

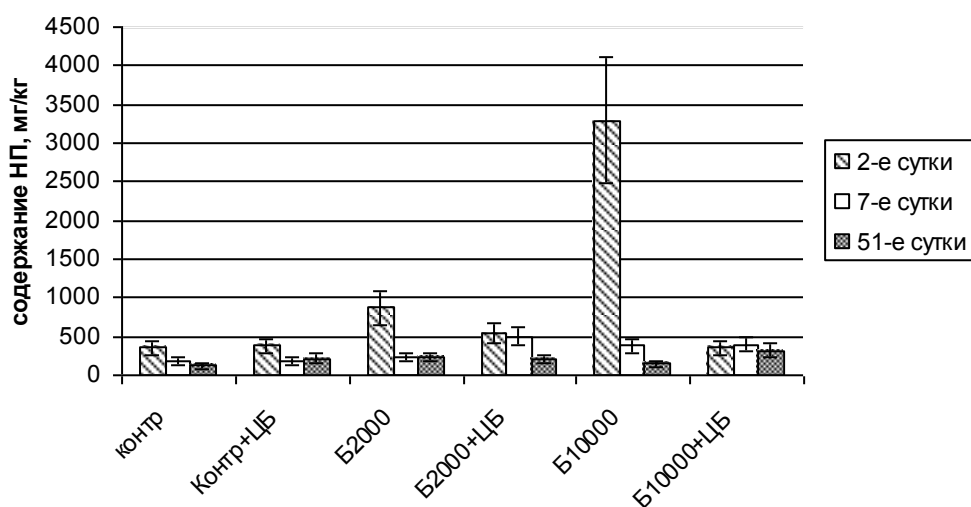


Рис. 1. Значения содержания НП, определенные методом ИК-спектроскопии. Контроль (почва); контр. + ЦБ (почва + цианобактерии); Б2000 (почва + 2000 мг/кг бензина); Б2000 + ЦБ (почва + 2000 мг/кг бензина + цианобактерии); Б10000 (почва + 10000 мг/кг бензина); Б10000 + ЦБ (почва + 10000 мг/кг бензина + цианобактерии)

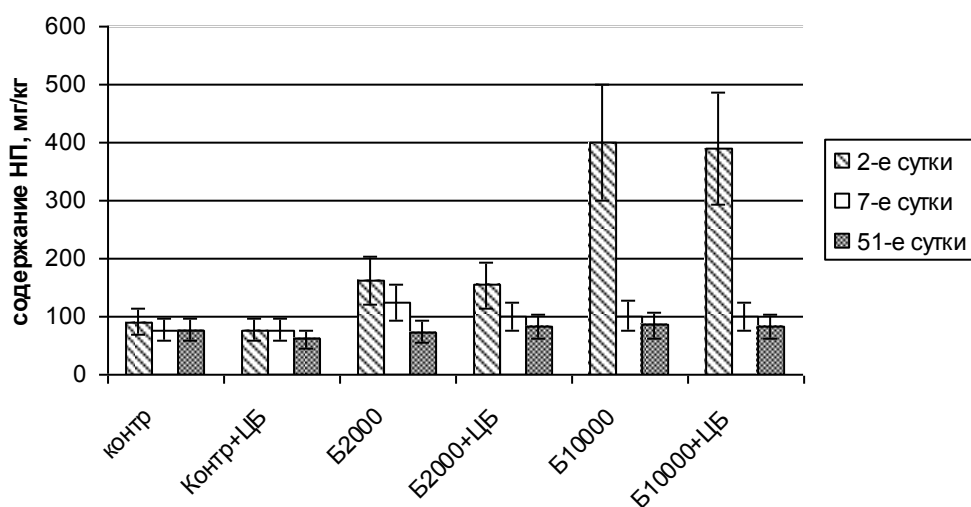


Рис. 2. Значения содержания НП, определенные методом флуориметрии. Контроль (почва); контр. + ЦБ (почва + цианобактерии); Б2000 (почва + 2000 мг/кг бензина); Б2000 + ЦБ (почва + 2000 мг/кг бензина + цианобактерии); Б10000 (почва + 10000 мг/кг бензина); Б10000 + ЦБ (почва + 10000 мг/кг бензина + цианобактерии)

Итак, ЦБ количество НП уменьшается в первые дни за счет влияния ЦБ на легкие фракции бензина марки А-92. В почве после загрязнения появляются фракции, содержащие ароматические углеводороды, но их появление не зависит от внесения *Nostoc paludosum* 18. Образующаяся «ароматика» быстро раз-

рушается и от неё не остаётся в почве заметных количеств. По содержанию НП, уже за время проведения опыта, почва приближается к состоянию контроля.

Литература

Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв и грунтов флуориметрическим методом с использованием анализатора жидкости «Флюорат-02» ПНД Ф 16.1:2.21-98 Москва 1998.

Методика измерения массовой доли нефтепродуктов в почве и донных отложениях методом ИК-спектроскопии. Количественный химический анализ почв. ПНД Ф 16.1:2.2.22-98.

Мотузова Г. В., Безуглова О. С. Экологический мониторинг почв: учебник. М.: Академический проект; Гаудеамус, 2007. 237 с.

ВЛИЯНИЕ ЦИАНОБАКТЕРИЙ И ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ПШЕНИЦЫ

А. А. Калинин, Е. В. Зыкова, Н. А. Кудряшов

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия,
nm-kalinin@rambler.ru*

В настоящее время одной из серьезных проблем, связанных с хозяйственной деятельностью человека, является накопление в почве и сельскохозяйственной продукции тяжелых металлов (ТМ), что, в свою очередь, оказывает негативное влияние на здоровье людей. Поэтому актуальна разработка способов детоксикации почвы и снижения поступления ТМ в культурные растения. Перспективным направлением является разработка биологических способов защиты растений с использованием микроорганизмов, в частности, цианобактерий (ЦБ) (Фокина и др., 2008). Однако, большинство исследований по изучению защитных свойств ЦБ проведено в лабораторных условиях (Домрачева, Кондакова, 2011).

Целью работы было изучение в полевых условиях действия двух видов ЦБ как биопротекторов на яровую пшеницу при загрязнении почвы медью и никелем.

Опыт заложен на опытном поле ВГСХА с использованием эмалированных сосудов Митчерлиха, с отверстием на дне, которые врезали в почву на уровне пахотного горизонта. Почва дерново-подзолистая, среднесуглинистая, следующего агрохимического состава: рН 5,3, гидролизуемая кислотность 2,3 мг-экв./100 г почвы, гумус 1,74%, P₂O₅ 219,8 мг/кг почвы, K₂O 151,6 мг/кг почвы. В каждый сосуд высевали по 10 семян пшеницы сорта «Ирень». Семена предварительно замачивали в суспензии ЦБ в течение 12 часов. Объем суспензии 10 мл, титр цианобактерии *Nostoc paludosum* шт.18 $6,31 \cdot 10^7$ кл/1 семя, *Nostoc linckia* шт. 271 – $8,21 \cdot 10^7$ кл/1 семя. Контрольный вариант – семена замачивали в артезианской воде. Повторное внесение ЦБ проведено в фазу колошения по 10 мл суспензии на опытный сосуд с общим титром клеток *Nostoc paludosum* $4,80 \cdot 10^8$ и *Nostoc linckia* – $1,60 \cdot 10^9$.

**Влияние цианобактерий *Nostoc paludosum*, *Nostoc linckia* и тяжелых металлов меди, никеля
на рост и развитие пшеницы сорта Ирень**

Вариант	Фаза развития растений									
	Выход в трубку		Начало цветения		Цветение		Молочная спелось		Полная спелось	
	Ксеромасса, г/1 растение									
	Корни	Стебли, листья	Корни	Стебли, листья	Корни	Стебли, листья	Корни	Стебли, листья	Корни	Стебли, листья
1. Контроль	0,05±0,01	0,21±0,02	0,10±0,01	0,60±0,04	0,10±0,02	0,66±0,04	0,15±0,02	0,81±0,07	0,22±0,03	1,09±0,08
2. Ni	0,06±0,02	0,18±0,01	0,10±0,02	0,44±0,05	0,14±0,02	0,70±0,03	0,16±0,02	0,96±0,11	0,96±0,11	1,27±0,10
3. <i>Nostoc paludosum</i> + Ni	0,05±0,01	0,22±0,01	0,11±0,02	0,57±0,03	0,12±0,01	1,19±0,18	0,25±0,05	1,30±0,15	0,79±0,12	1,72±0,22
4. <i>Nostoc linckia</i> + Ni	0,05±0,01	0,20±0,03	0,09±0,01	0,81±0,08	0,12±0,02	1,27±0,20	0,17±0,03	1,45±0,18	0,23±0,04	1,47±0,15
5. Cu	0,04±0,01	0,17±0,01	0,10±0,01	0,68±0,05	0,12±0,01	0,91±0,11	0,14±0,02	0,80±0,08	0,21±0,03	1,31±0,12
6. <i>Nostoc paludosum</i> + Cu	0,04±0,01	0,24±0,02	0,08±0,01	0,54±0,03	0,18±0,03	1,06±0,12	0,38±0,06	1,27±0,13	0,68±0,14	1,82±0,20
7. <i>Nostoc linckia</i> + Cu	0,06±0,02	0,21±0,01	0,12±0,01	1,04±0,16	0,15±0,02	1,23±0,15	0,18±0,02	1,48±0,12	0,33±0,03	1,78±0,24

В сосуды внесены: медь в виде $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ из расчета 5 ПДК и никель в виде $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 5 ПДК на 1 кг почвы. Сосуды размещали на уровне пахотного слоя. Расстояние между вариантами 20 см.

Предварительный анализ данных, основанных на динамике ксеромассы растений, показал, что внесение меди и никеля не оказало достоверного негативного эффекта при культивировании пшеницы. В то же время обработка семян и последующее внесение ЦБ имело выраженный стимулирующий эффект, проявление которого отмечено, начиная с фазы цветения (табл.). Увеличение ксеромассы растений в варианте с *Nostoc paludosum* + Ni составило: в фазу молочной спелости масса корней $0,25 \pm 0,05$ г/растение, а в варианте *Nostoc paludosum* + Cu $0,38 \pm 0,06$ г/растение, что на 66% и 153% больше контроля. Увеличение массы верхней вегетативной части составило 60% и 56%, соответственно. В фазу полной спелости разница была еще значительней: по ксеромассе корней превышение отмечено на 259% и 209%, стеблей и листьев – на 57% и 66% по сравнению с контрольным вариантом, соответственно.

Влияние *Nostoc linckia* выражено менее значительным, чем действие *Nostoc paludosum*. В фазу молочной спелости достоверное увеличение отмечено только по ксеромассе стеблей и листьев, на 79% и 82%. В фазу полной спелости ксеромасса корней в варианте *Nostoc linckia* + Ni была 36%, а в варианте *Nostoc linckia* + Cu на 50% больше контроля. Увеличение верхней вегетативной части оставило 34% и 63%, соответственно.

Таким образом, на данном этапе исследований установлен стимулирующий эффект ЦБ, степень которого во много определяется видом цианобактерии.

Литература

Фокина А. И., Домрачева Л. И., Широких И. Г., Кондакова Л. В., Огородникова С. Ю. Микробная детоксикация тяжелых металлов (обзор) // Теоретическая и прикладная экология. № 1. 2008. С. 4–11.

Домрачева Л. И., Кондакова Л. В. Биоремедиационные возможности почвенных цианобактерии // Биологический мониторинг природно-техногенных систем / Под общ. ред. Т. Я. Ашихминой, Н. М. Алапкиной. Сыктывкар, 2011. С. 26–38.

САМОСБОРКА ПРИРОДНЫХ БИОПЛЕНОК С ДОМИНИРОВАНИЕМ *NOSTOC COMMUNE*

Л. В. Кондакова¹, Е. А. Горностаева², Л. И. Домрачева^{2,3}

¹ Вятский государственный гуманитарный университет,

² Вятская государственная сельскохозяйственная академия,

nm-flora@rambler.ru,

³ Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

В последние десятилетия экспериментально доказано, что биопленки представляют особую форму существования сапротрофных бактерий. Сообщество микробных пленок характеризуется сложной структурой и разнообразными клеточными взаимодействиями. Даже в простой биопленке, состоящей из клеток одного вида, каждая клетка занимает определенную экологическую

«микронишу». Еще большей сложностью обладает структура природных биопленок, содержащих различные виды микроорганизмов, которые взаимодействуют между собой, осуществляя кооперативное использование субстрата, межвидовой перенос электронов и др. процессы. Подобное «общественное» поведение бактерий получило название «чувство кворума» (quorum sensing, кворум-сенсинг). Чувство кворума позволяет бактериям на популяционном уровне регулировать поведение и отвечать на изменения в окружающей среде. Большинство процессов, регулируемых с помощью чувства кворума, осуществляются не единичными клетками, а по достижении определенной плотности популяций, одновременно большим числом клеток. Таким образом, возникает некий аналог многоклеточного организма (Costerton, 1995; Gross, 2002; Waters et Bassier, 2005).

Доказательством морфологической и функциональной целостности биопленок было обнаружение явления самосборки (Раилкин, 1994). При разрушении природных сообществ микроорганизмов, состоящих из водорослей, бактерий и одноклеточных животных, механически удаленных из природных местобитаний, наблюдалось восстановление топической и трофической структуры. Самосборка микрообрастаний из суспензии клеток в лабораторных условиях на дне чашки Петри завершалась за 24 часа. Качественный и количественный состав полученного в лаборатории сообщества почти не отличался от состава природных сообществ.

К числу наиболее древних микробных разрастаний относятся биопленки из цианобактерий (ЦБ), которые свыше 3 млрд лет распространены в самых разных биотопах Земли. Они могут выживать более 50 лет без воды и представляют собой своеобразную «дышащую кожу» Земли (Levit et al., 1999).

Среди безусловных цианобактериальных доминантов-космополитов, формирующих биопленки в любых регионах планеты, выделяется *Nostoc commune* – вид, способный вступать в многообразные консортивных связей с другими ЦБ, водорослями, бактериями, грибами и беспозвоночными, а также обладающий высокой сорбционной способностью по отношению к ряду поллютантов, в частности, к тяжелым металлам (Штина, Голлербах, 1976; Патова и др., 2000; Закирова, 2006; Домрачева, Кондакова, 2007). Данные биопленки представляют собой классические, длительно существующие микробные экосистемы с определенным складом трофических отношений и протеканием сезонных и аутогенных сукцессий (Домрачева и др., 2009).

Цель работы – изучить возможность самовосстановления (самосборки) природных биопленок *Nostoc commune*.

Материалы и методы. Для исследования использованы биопленки с доминированием *N. commune*, которые были собраны у железной дороги в г. Дзержинске Нижегородской области.

Качественный состав биопленки определяли методом прямого микроскопирования. Определения количественного и группового состава микроорганизмов в данном сообществе проводили в суспензии. Для её получения первоначально с помощью кисточки пленки освобождали от частиц почвы и песка до получения незагрязненной биомассы, которую механически измельчали. Отбирали среднюю пробу 1 г и гомогенизировали (9000 оборотов в минуту) в 100 мл

стерильной дистиллированной воды. В дальнейшем из суспензии по стандартной методике готовили мазки и вели количественный учет фототрофных микроорганизмов и определение длины грибного мицелия под микроскопом для определения исходного состава материнской биопленки.

Чтобы изучить возможность разрушенного сообщества к самосборке, оставшуюся после микроскопирования суспензию клеток вносили в чашки Петри со стерильным песком. Экспозиция опытных образцов продолжалась в течение 7 недель при температуре 22–25 °С и 12-часовом освещении до появления поверхностных разрастаний, занимающих всю поверхность песка в чашках Петри. Для количественного учета микроорганизмов во вновь образованных биопленках, с помощью почвенного бурика диаметром 1 см² отбирали 10 см² восстановленных почвенных разрастаний и разбавляли дистиллированной водой до соотношения 1:10.

Результаты и обсуждения. Комплекс фототрофов материнской биопленки представлен 6 видами, из которых 2 относятся к гетероцистным азотфиксирующим ЦБ, 3 – к безгетероцистным ЦБ и 1 – зеленая водоросль (табл. 1).

Таблица 1

Видовой состав фототрофного комплекса *Nostoc commune*

Группы фототрофов	Виды
Азотфиксирующие гетероцистные (ГЦ) цианобактерии	1. <i>Nostoc commune</i>
	2. <i>Nostoc punctiforme</i>
Безгетероцистные (БГЦ) цианобактерии	3. <i>Phormidium autumnale</i>
	4. <i>Phormidium molle</i>
	5. <i>Leptolyngbya fragilis</i>
Одноклеточные зеленые водоросли	6. <i>Chlorella murabilis</i>

Плотность организмов в данном сообществе чрезвычайно велика и составляет около 2 млрд клеток в 1 г сухой биопленки, при этом более 80% приходится на долю доминанта (табл. 2).

Таблица 2

Фототрофный комплекс в природной биопленке *Nostoc commune*

Группы фототрофов	Численность, клеток/г(х10 ⁹)	Содержание(%)
<i>Nostoc commune</i>	1,61±0,21	81,64
Другие гетероцистные цианобактерии	0,05±0,01	2,53
БГЦ цианобактерии	0,21±0,019	10,85
Одноклеточные зеленые водоросли	0,10±0,015	4,98
Всего	1,972	

При размножении в природных или лабораторных условиях неповрежденных биопленок дочерние колонии начинают формироваться на материнской в виде маленьких шариков, которые затем отслаиваются и заселяют новые территории. При заселении субстрата из гомогенизированной массы пленок (суспензии одиночных клеток и нитей) формирование биопленок пошло по другому пути: поверхность песка затягивалась налетом фототрофов, которые, в

отличие от материнской колонии *N. commune*, невозможно отделить от субстрата. Поэтому в дальнейшем количественный учет микроорганизмов проводили не на 1 г биопленки, а на 1 см² «цветущего» песка (табл. 3). При невозможности прямого сравнения конкретных результатов количественного учета фототрофов в двух типах биопленок, тем не менее, можно легко сравнить результаты, характеризующие структуру данных сообществ (табл. 2 и 3, рис.).

Таблица 3

Фототрофный комплекс в восстановленной биопленке *Nostoc commune*

Группы фототрофов	Численность, клеток/г(x10 ⁷)	Содержание(%)
<i>Nostoc commune</i>	2,527±0,083	85,16
Другие гетероцистные цианобактерии	0,078±0,004	7,88
БГЦ цианобактерии	0,232±0,014	2,65
Одноклеточные зеленые водоросли	0,127±0,02	4,31
Всего	2,264	

Анализ структурных особенностей материнской и восстановленной биопленок показывает, что и в дочерней биопленке доминирование сохраняется за *N. commune*, причем в дочерней пленке степень его доминирования даже возрастает. Полностью сохраняет свою позицию одноклеточная зеленая водоросль *Chlorella murabilis*. Но изменяется представительство других гетероцистных форм ЦБ (в сторону возрастания) и безгетероцистных их форм (в сторону снижения долевого участия). В целом соотношение между азотфиксирующими и безгетероцистными формами в исходной и восстановленной пленках меняется несущественно (92,87% к 7,13% – в материнской; 94,85% к 5,15% – в дочерней). Все выявленные изменения в структуре дочерней биопленки столь невелики, что можно постулировать доказанным процесс самосборки биопленки *N. commune* из механически разрушенного сообщества.

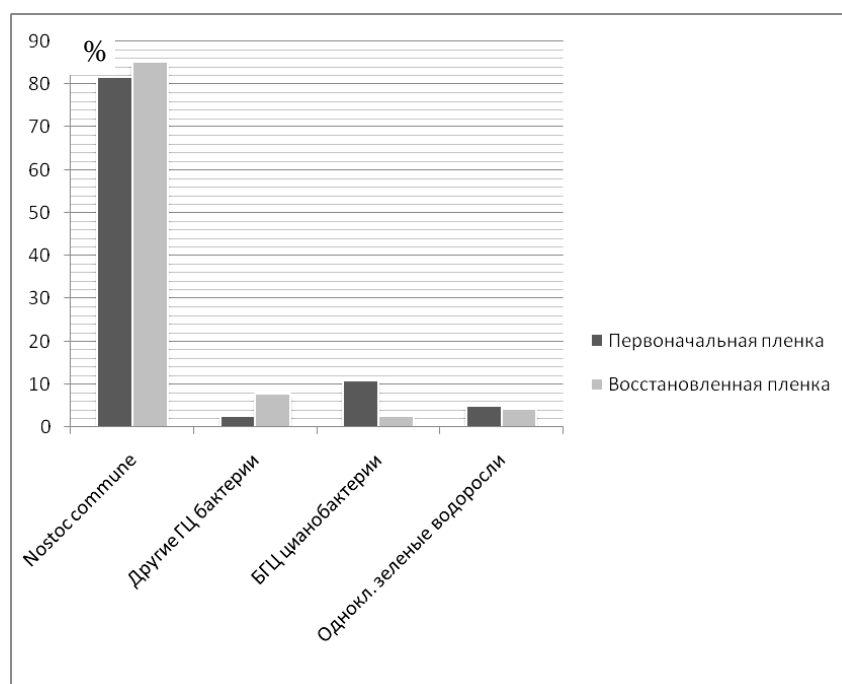


Рис. Структура фототрофных комплексов в материнских и дочерних биопленках с доминированием *Nostoc commune*

Наличие поверхностных микробиологических пленок имеет ещё один экологический аспект, связанный как с выделением клетками слизи, так и массовым размножением нитчатых и мицелиальных форм. Доказано, что в результате развития биопленок увеличивается устойчивость почвенных агрегатов, сетчато-нитчатая цианобактериальная структура скрепляет почвенные частицы и играет определенную противоэрозионную роль (Дубовик, 1995: Malam et al., 2001).

Данные, приведенные в табл. 4, показывают, что длина нитей фототрофных комплексов в природной и восстановленной биопленках *Nostoc commune* чрезвычайно велика и достигает ок. 9 км/г природной пленки и свыше 100 м/см² – восстановленной.

Таблица 4

**Длина нитей фототрофных комплексов в биопленках
*Nostoc commune***

Группы фототрофов	Длина нитей фототрофного комплекса природной биопленки, м/г	Длина нитей фототрофного комплекса восстановленной биопленки, м/см ²
<i>Nostoc commune</i>	8050	126
Другие гетероцистные цианобактерии	150	2
БГЦ цианобактерии	630	7
Всего	8830	135

Существенную роль в агрегации биопленок и скреплении с частицами почвы имеет также мицелий микромицетов, длина которого превышает 2 км на 1 г или на 1 см² биопленки (табл. 5). При этом, если в материнской биопленке вклад микромицетов в формировании сетчато-мицелиальной структуры составляет всего 22%, то в восстановленной биопленке этот показатель равен 94,1%.

Таблица 5

**Соотношение нитчатых и мицелиальных форм мицелия в биопленках
*Nostoc commune***

Биопленки	Длина нитей цианобактерий	Длина мицелия	Суммарная длина нитей и мицелия
Природная, м/г	8830	2489	11319
Восстановленная, м/см ²	135	2151	2286

Таким образом, природные биопленки с доминированием *Nostoc commune* – это многовидовые структурированные сообщества с большой плотностью клеток организмов разных таксономических групп, обладающие высокой способностью к самосборке при их механическом разрушении. Впервые показано, что во вновь образованных пленочных структурах при относительно сбалансированном участии фототрофных партнеров существенно повышается ценозоообразующая роль микромицетов.

Литература

- Домрачева Л. И., Зыкова Ю. Н., Кондакова Л. В. Поллютанты как пусковой механизм сукцессий альгоценозов (модельные опыты) // Теоретическая и прикладная экология. 2009. № 3. С. 23–27.
- Домрачева Л. И., Кондакова Л. В. Биопленки *Nostoc commune* – особая микробная сфера // Теоретическая и прикладная экология. 2007. № 1. С. 15–19.
- Дубовик И. Е. Водоросли эродированных почв и альгологическая оценка почвозащитных мероприятий. Уфа, 1995. С. 3–6.
- Закирова З. Р. Синезеленые водоросли (цианобактерии) антропогенно нарушенных почв и их консортивные связи: Дис. ... канд.биол. наук. Уфа, 2006. 208 с.
- Патова Е. Н., Сивков М. Д., Гецен М. В. Аккумуляция металлов почвенной азотфиксирующей водорослью *Nostoc commune* в условиях Восточно-Европейских тундр // Альгология. 2000. Т. 10. № 3. С. 250–256.
- Раилкин А. И. Самосборка сообщества морского микрообрастания // ДАН, 1994. Т. 337. № 1. С. 140–140.
- Штина Э. А., Голлербах М. М. Экология почвенных водорослей. М.: Наука, 1976. 143 с.
- Costerton J. W. Microbial interaction in biofilms // Microb. Physiol. and Gene Regul.: Emerg. Princ. and Appl. 1995. P. 20–21.
- Gross M. All together now // Chem. Brit. 2002. V. 38. № 9. P. 22.
- Levit G. S., Gorbuchina A. A., Krumbein W. E. Geophysiology of cyanobacterial biofilms and the «dissymmetry» principle // Bull. Inst. ocnogr. 1999. P. 175–196.
- Malam I. O., Le Bissonnais Y., Defarge C., Trichet J. Role of a cyanobacterial cover on structural stability of sandy soils in Sahelian part of western Niger // Geoderma, 2001. V. 101. № 3–4. P. 15–30.
- Waters C. M., Bassler B. L. Quorum sensing: Cell-t-cell communication in bacteria // Annual Review of Cell and Developmental Biology. 2005. V. 21. P. 319–346.

КАЧЕСТВЕННЫЕ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ «ЦВЕТЕНИЯ» ПОЧВ В РАЙОНАХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ г. КИРОВА

В. А. Ефремова, Л. В. Кондакова
Вятский государственный гуманитарный университет,
VitalinaRose@gmail.com

Промышленность городов характеризуется исключительно сложной структурой и интенсивным воздействием на окружающую среду. Изучение водорослей урбанизированных территорий представляет практический интерес.

Альгоиндикация является одним из надёжных методов оценки экологического состояния почв.

Известно, что микрофототрофы могут существовать в почве в двух фазах – глубинной, при которой водоросли и цианобактерии распространены в толще почвы диффузно, и наземной, связанной с формированием поверхностных разрастаний, получивших название «цветение» почвы. В отдельных случаях эти разрастания легко отделяются от субстрата и имеют вид плёнок или корочек (Домрачева, Кондакова, 2009). Как правило, «цветение» почвы бывает кратковременным и возникает при благоприятной погоде – достаточной, но не избыточной влажности почвы. Сильному развитию водорослей также способствует

два обстоятельства: разреженность высшей растительности и присутствие в почве, близко к поверхности, относительно уплотнённого горизонта, который задерживает просачивание воды в глубину и способствует обильному увлажнению поверхностного слоя. При «цветении» почвы возникают тесные классические типы отношений фототрофов с гетеротрофными партнёрами на уровне физических, трофических и аллелопатических контактов, во многом сходных с фитоценотическими. Количество видов, формирующих наземные альгоценозы, намного меньше их видового пула в почве. Пресс экологических и антропогенных факторов позволяет выживать и вегетировать на поверхности от 10 до 50% видов, выявляемых в почве (Домрачева, 2005).

Альгофлора промышленной зоны г. Кирова продолжает изучаться (Кондакова, Висич, 2010). Однако литературных сведений, касающихся «цветения» почвы в промышленных зонах городов очень мало.

Цель работы – изучить качественные и количественные показатели «цветения» почв в промышленной зоне г. Кирова.

Объектом исследования являлись почвы районов размещения промышленных предприятий г. Кирова. Отбор проб на выявление видового состава почвенных водорослей проводился с глубины 0–5 см в 2008–2011 гг. и 0–1 см при «цветении» почв весной и летом 2011 г. Видовой состав водорослей определяли методом чашечных культур со стёклами обрастания и микроскопирования свежевзятой почвы (Голлербах, Штина, 1969; Штина, Голлербах, 1976). Численность клеток определяли методом прямого микроскопирования (Домрачева, 2005).

В промышленной зоне г. Кирова были изучены пробы с участков Биохимического завода, завода «Искож», Станкостроительного завода, ОЦМ, ТЭЦ–5. На территории промышленных предприятий обнаружено 65 видов почвенных водорослей, в т. ч. *Cyanophyta* – 24 вида (37%), *Bacillariophyta* – 10 (15%), *Xanthophyta* – 4 (6%), *Eustigmatophyta* – 3 (5%), *Chlorophyta* – 24 (37%). В альгогруппировках преобладали представители отделов *Cyanophyta* и *Chlorophyta*. Среди *Cyanophyta* выявлены виды 2 порядков: *Oscillatoriales* – 19 видов родов *Pseudanabaena*, *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Lyngbya*, *Microcoleus*, *Plectonema*; *Nostocales* – 5 родов *Nostoc*, *Scytonema*, *Cylindrospermum*. Самым многочисленным оказался род *Phormidium* – 13 видов.

Отдел *Chlorophyta* представлен следующими порядками: *Chlorococcales*, встречены представители родов *Bracteacoccus*, *Chlorella*, *Macrochloris*; п. *Chlamydomonadaceae* представлен 4 видами рода *Chlamydomonas*; п. *Chlorosarcinales* представлен 2 видами родов *Chlorosarcinopsis* и *Tetracystis*, п. *Ulotrichales* родом *Stichococcus*.

Среди *Bacillariophyta* встречались типичные почвенные диатомеи, представители родов *Hantzschia*, *Luticola*, *Nitzschia*, *Pinnularia*. Отдел *Xanthophyta* представлен видами родов *Xanthonema*, *Characiopsis*, *Pleurochloris*. Среди отдела *Eustigmatophyta* обнаружены представители родов *Eustigmatos* и *Vischeria*.

Комплекс доминирующих видов был разнообразен и включал представителей 3 отделов: *Cyanophyta* – *Phormidium autumnale*, *Microcoleus vaginatus*, *Leptolyngbya frigidum*, *L. foveolarum*; *Bacillariophyta* – *Hantzschia amphioxys*,

Luticula mutica var. *mutica*, *L. mutica* var. *nivalis*; Chlorophyta – *Chlamydomonas gloeogama*, *Chlorella vulgaris*.

Изучение качественных и количественных показателей сообществ почвенных водорослей в промышленной зоне г. Екатеринбурга показало, что в условиях сильного загрязнения тяжёлыми металлами и кислотами формируются сообщества с преобладанием зелёных водорослей. При загрязнении органическими веществами и подщелачивании почвы в альгогруппировках преобладают синезелёные (Кабилов, Шилова, 1994).

Весной и летом 2011 г. в районах завода ОЦМ и ТЭЦ–5 были собраны поверхностные разрастания почвенных водорослей. Прямым микроскопированием плёнки «цветения», взятой в районе ОЦМ, обнаружено 17 видов почвенных водорослей. Доминирующее положение занимали представители родов *Phormidium*: *Phormidium autumnale*, *Ph. formosum*, *Ph. uncinatum*, *Leptolyngbya foveolarum*, *L. frigidum* и *Nostoc*: *Nostoc punctiforme*, *N. paludosum*, *N. linckia*. Общая численность клеток составляла $137 \pm 12,5$ тыс. кл./см² почвы. По численности преобладал отдел *Cyanophyta* – $131,6 \pm 12,5$ тыс. кл./см² почвы (табл.).

Таблица

**Характеристики альгогруппировок в районах промышленных
Предприятий г. Кирова (1-число видов, 2-процент,
3-численность клеток, тыс. кл./см²)**

Отделы	ОЦМ			ТЭЦ – 5		
	1	2	3	1	2	3
<i>Cyanophyta</i>	13	76	$131,6 \pm 12,5$	11	44	$160 \pm 10,6$
<i>Bacillariophyta</i>	3	18	$5,6 \pm 1,8$	4	16	$40,6 \pm 2,9$
<i>Xanthophyta</i>	–	–	–	–	–	–
<i>Eustigmatophyta</i>	–	–	–	1	4	–
<i>Chlorophyta</i>	1	6	–	9	36	$21 \pm 3,1$
Всего	17	100	$137 \pm 12,5$	25	100	$221 \pm 10,6$

В поверхностных плёнках, взятых в районе ТЭЦ–5, видовое разнообразие было представлено 25 видами. Доминантами сообщества также являлись представители отдела *Cyanophyta* – *Microcoleus vaginatus*, *Phormidium autumnale*, *Ph. formosum*. В другой плёнке «цветения», взятой в этом же промышленном районе ситуация несколько иная. Здесь доминирующее положение занимали представители отдела *Chlorophyta* – *Bracteacoccus minor*, *Chlorella vulgaris*, а среди диатомей *Nitzschia palea*. Общая численность клеток цианобактерий и водорослей составила $221 \pm 10,65$ тыс. кл./см² почвы, это почти в 1,5 раза больше, чем в поверхностных разрастаниях, отобранных в районе ОЦМ. Преобладающим отделом по численности также остаётся *Cyanophyta* – $160 \pm 10,6$ тыс. кл./см² почвы.

Таким образом, альгофлора промышленной зоны г. Кирова в изученных районах достаточно разнообразна и представлена 65 видами почвенных водорослей. По качественным и количественным характеристикам преобладают синезелёные водоросли. Сравнительный анализ плёнок «цветения», отобранных в разных промышленных районах, показал на доминирующее положение отдела *Cyanophyta*, в частности рода *Phormidium*. В поверхностных разрастаниях, отобранных в районе ТЭЦ–5 также доминировали виды отдела *Chlorophyta* –

Bracteacoccus minor, *Chlorella vulgaris*. Наибольшая численность клеток почвенных водорослей также наблюдалась в плёнках, отобранных в районе ТЭЦ–5.

Литература

- Голлербах М. М., Штина Э. А. Почвенные водоросли. Ленинград.: Наука, 1969. 228 с.
Домрачева Л. И. «Цветение» почвы и закономерности его развития. Сыктывкар, 2005. 336 с.
Домрачева Л. И., Кондакова Л. В., Зыкова Ю. Н. Поллютанты как пусковой механизм сукцессий альгоценозов // Теоретическая и прикладная экология. 2009. № 3. С. 23–27.
Кабилов Р. Р., Шилова И. И. Сообщества почвенных водорослей на территории промышленных предприятий // Экология. 1994. № 6. С. 16–20.
Кондакова Л. В., Висич В. А. Флора почвенных водорослей г. Кирова // Водоросли и цианобактерии в природных и сельскохозяйственных экосистемах, 2010. С. 177–182.
Штина Э. А., Голлербах М. М. Экология почвенных водорослей. М.: Наука, 1976. 143 с.

ГРУППИРОВКИ ПОЧВЕННЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ СЕЛИТЕБНОЙ ЗОНЫ г. КИРОВА

О. С. Пирогова, Л. В. Кондакова
Вятский государственный гуманитарный университет,
kaf_eco@vshu.kirov.ru

Почвенные водоросли являются составной частью почвенной биоты, их видовое разнообразие отражает экологические особенности почвы. Альгоиндикация как один из методов биоиндикации имеет достаточно широкое применение в экологической оценке состояния почвенной среды. Почвы городских территорий, или урбаноземы, существенно отличаются от естественных экосистем. Имеются сведения по альгофлоре промышленной, транспортной и рекреационной зон г. Кирова, в меньшей степени изучена селитебная зона.

Целью данного исследования является изучение группировок почвенных водорослей селитебной зоны г. Кирова.

Город Киров – областной центр, в котором проживает третья часть населения области и сконцентрирована основная промышленность.

Объектом исследования являлись почвы дворов, различающиеся уровнем антропогенной нагрузки. Пробы были отобраны в сентябре – октябре 2010 г. во дворах многоэтажных кирпичных зданий и малоэтажных деревянных. Всего было отобрано 25 проб: с наличием растительного покрова (8 проб) и его отсутствием (17 проб).

Выявление видового состава альгофлоры проводили с использованием чашечных культур со стеклами обрастания (Штина, Голлербах, 1976).

В изученных пробах было выявлено 55 видов почвенных водорослей, в том числе: *Cyanophyta* – 28 видов (51%), *Chlorophyta* – 12 (22%), *Bacillariophyta* – 11 (20%), *Xanthophyta* и *Eustigmatophyta* – 4 (7%). Преобладание видового разнообразия синезеленых водорослей связано с сезонной динамикой их развития. Согласно имеющимся литературным данным, синезеленые водоросли яв-

ляются доминирующим отделом в составе городской альгофлоры (Кондакова, Висич, 2010).

В изученных пробах с селитебной территории города видовое разнообразие водорослей варьирует от 6 до 24 видов. Более богатое видовое разнообразие отмечено на участках, лишенных растительности, на которых доминантами сообществ являлись безгетероцистные синезеленые водоросли, тяготеющие к голым участкам почвы: *Phormidium autumnale*, *Ph. uncinatum*, *Ph. molle*, *Lep-
tolyngbya foveolarum*, *Microcoleus vaginatus*. Из азотфиксирующих синезеленых водорослей встречены *Nostoc punctiforme*, *Anabaena sphaerica*. Из зеленых водорослей постоянно встречались: виды рода *Chlamydomonas*, *Coccomyxa conflu-
ens*, *Chlorella vulgaris*, *Stichococcus chodatii*. Диатомовые водоросли представ-
лены распространенными в почвах видами: *Hantzschia amphioxys*, *Luticola muti-
ca*, *L. mutica var. nivalis*, *Nitzschia palea*. *Hantzschia amphioxys* была встречена во
всех пробах. Желтозеленые и эустигматофитовые водоросли были обнаружены
в 6 из 25 проб. *Xanthonema exilis* была встречена в 6 пробах, *Botrydiopsis eriensis*
– в 4, *Vischeria helvetica* – в одной.

В культурах и при прямом микроскопировании почвы выявлялись альго-
ценозы, состоящие, в основном, из представителей синезеленых и диатомовых
водорослей, в состав которых входили и другие организмы – актиномицеты,
микробицеты, протонема мхов.

Таким образом, видовой состав альгофлоры селитебной зоны города до-
статочно разнообразен. По числу видов преобладают синезеленые водоросли. В
изученных пробах встречено мало азотфиксирующих видов, что может указы-
вать на азотное загрязнение почв. Отмечено малое видовое разнообразие и сла-
бое развитие в культурах желтозеленых и эустигматофитовых водорослей. Бы-
ли выявлены морфологические изменения клеток у диатомовых и синезеленых
водорослей.

Литература

Штина Э. А., Голлербах М. М. Экология почвенных водорослей. М.: Наука, 1976.
143 с.

Штина Э. А., Зенова Г. М., Манучарова Н. А. Альгологический мониторинг почв //
Почвоведение. 1998. № 12. С. 1449–1461.

Кондакова Л. В., Висич В. А. Флора почвенных водорослей г. Кирова // Водоросли и
цианобактерии в природных и сельскохозяйственных экосистемах: Мат. Международной
научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора
Эмилии Адриановны Штиной (11–15 октября 2010 г.) 2010. С. 177–182.

АЛЬГОМОНИТОРИНГ ВОДНО-НАЗЕМНОГО ЭКОТОНА В УСЛОВИЯХ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

А. Б. Уразбахтина, М. Ю. Шарипова
Башкирский Государственный Университет,
aliya_urazbahtina@mail.ru, sharipovamy@mail.ru

Загрязнение природной среды нефтью и сопутствующими загрязнителями – острейшая экологическая проблема во всем мире (Бурмистрова и др., 2003). Экотонным системам принадлежат важная роль в биосфере, поскольку они исполняют функции барьеров, мембран, аккумуляции, фильтрации. Будучи особо чувствительными к экстремальным воздействиям, они способны становиться очагами повышенной экологической опасности. Исследование роли водорослей как компонента водных и водно-наземных экотонных сообществ позволит более нарисовать картину жизнедеятельности экотонных сообществ (Шарипова, 2006).

Целью нашей работы являлось выяснение влияния нефтяного загрязнения на трансформацию альгоценозов водно-наземного экотона.

Изучение влияния нефтяного загрязнения на альгоценозы водно-наземного экотона проводилось на территории озера Нефтяник Кармаскалинского района Республики Башкортостан на расстоянии 10–15 метров от самого озера, где находятся нефтяные качалки. Каждую из них окаймлял земляной вал высотой 50–70 см. Пробы отобраны на 8 участках по двум трансектам: 4 участка со стороны нефтяных качалок (уч. 1–4); 4 – с противоположной стороны озера (уч. 5–8)

Материалом для исследования послужили 72 почвенных и 80 бентосных образцов. Пробы отбирали в течение 4 месяцев, с июня по сентябрь 2010 г., с периодичностью раз в месяц. На каждом участке отбиралось по 3 смешанных пробы. На участках литоральной зоны отбирались по 10 проб фитобентоса один раз в месяц. Сбор и обработка альгологического материала проводились по общепринятым в альгологии методам исследований (Вассер, 1989).

Пробы бентоса отбирали трубкой диаметром 1 см смешением отдельных образцов. Сбор почвенных образцов осуществлялся по общепринятой методике.

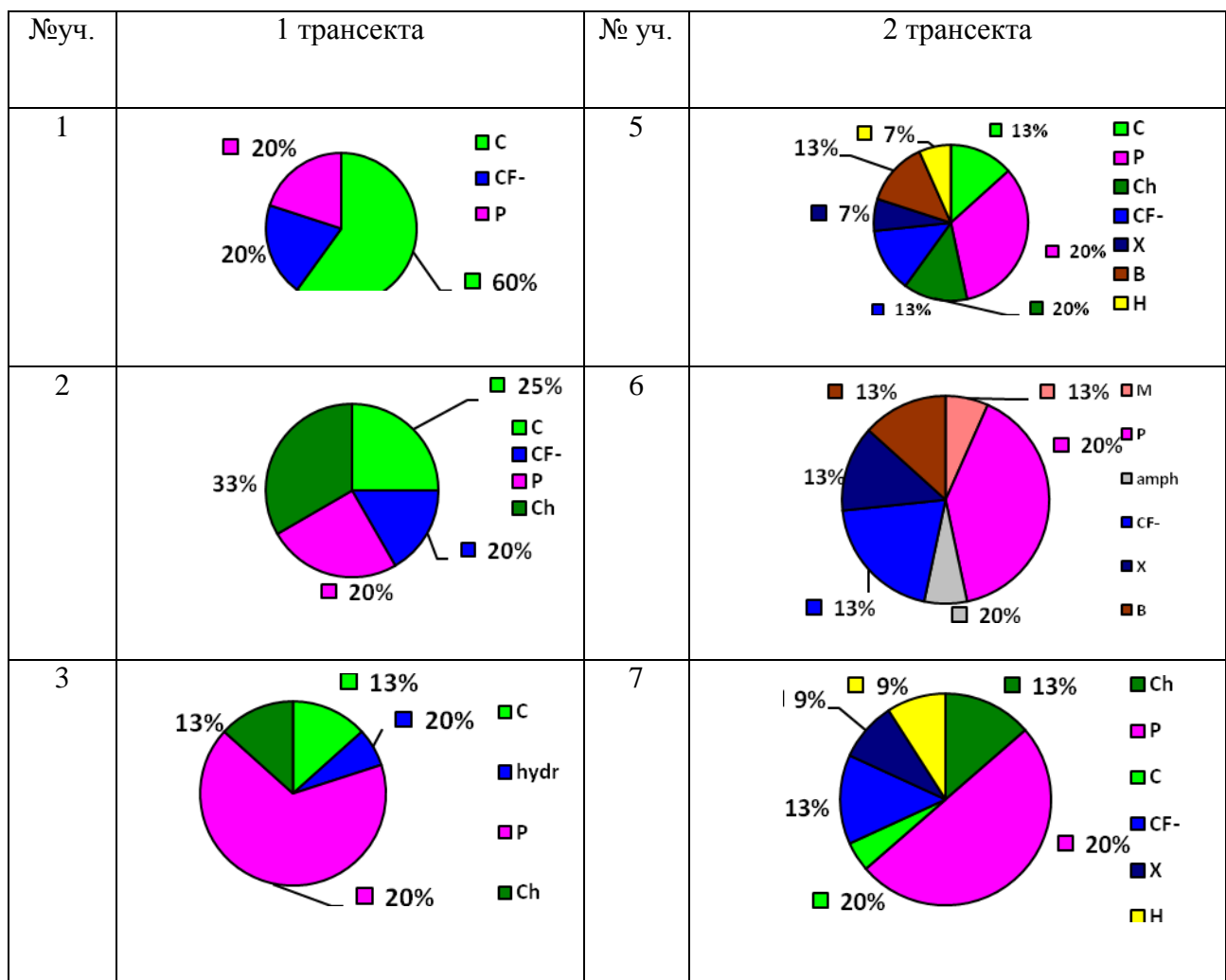


Рис. Спектр экобиоморф почвенных водорослей на пойменных участках

Флористический анализ почвенной альгофлоры проводили в чашечных культурах со «стеклами обрастания» (Голлербах, Штина, 1969). Обилие водных и почвенных водорослей оценивали по 5-балльной шкале (Дубовик и др., 2004). Общее (суммарное) обилие водорослей определялось как сумма обилия баллов отдельных видов и разновидностей. Также проведен анализ почвенной альгофлоры по спектру экобиоморф (Штина, Голлербах, 1976).

Система водорослей приведена по сводке И. И. Васильевой-Кралиной (1999) с уточнением (Вассер, Царенко, 2004).

Альгофлора участков различалась по спектрам жизненных форм. Она наиболее бедна на участке 1, под нефтяной качалкой. На участках с противоположной стороны озера спектр жизненных форм становится более разночленным.

Экологический анализ бентосной альгофлоры показал, что всего из 39 таксонов выявленного вида, по местообитанию 14 из них приурочены к бентосу (52%), по отношению к галобности и к реакции среды лидируют индифференты – 21 (75%), по отношению к загрязнению преобладают β-мезосапробы – 13 (59,1%)

**Экологический спектр бентосной альгофлоры
литоральной зоны озера Нефтяник**

Группы	Число таксонов	% от числа таксонов группы
Местообитания		
<i>Планктонные (P)</i>	10	37
<i>Бентосные (B)</i>	14	52
<i>Планктонно-бентосные (P-B)</i>	3	11
<i>Всего:</i>	27	100
Категории галобности		
<i>Галофобы (hb)</i>	1	3,6
<i>Индифференты (i)</i>	21	75
<i>Галофилы (hl)</i>	4	14,3
<i>Мезагалофы (mh)</i>	1	3,6
<i>Всего:</i>	28	100
Категории индикаторов рН		
<i>Алкалифы (alf)</i>	6	37,5
<i>Индифференты (ind)</i>	8	50
<i>Ацидофилы (acf)</i>	1	6,25
<i>Алкалибионты (alb)</i>	1	6,25
<i>Всего:</i>	16	100
Категории сапробности		
<i>o</i>	2	9,1
<i>β</i>	13	59,1
<i>β-α, α-β, α</i>	7	32
<i>Всего:</i>	22	100

Таким образом, альгомониторинг водно – наземного экотона показал, что техногенное загрязнение локальное на участке 1, об этом свидетельствует спектр экобиоморф (рис.). На всех участках экотона вода-суша были выявлены следующие закономерности: диатомовых водорослей больше всего в литоральной зоне (39). В пойме же наблюдается широкий спектр видов синезеленых водорослей (21). При переходе от поймы к литорали нами обнаруживались представители отдела желтозеленых и диатомовых водорослей (наиболее чувствительных к нефтяному загрязнению). Появление желтозеленых водорослей в литоральной зоне озера можно рассматривать как признак целостности водной экосистемы и отсутствия техногенного загрязнения.

Литература

- Бурмистрова Т. И., Алексеева Т. П., Перфильева В. Д., Терещенко Н. Н., Стахина Л. Д. Биодegradация нефти и нефтепродуктов в почве с использованием мелиорантов на основе активированного торфа // Химия растительного сырья. 2003. № 3. С. 69–72.
- Водоросли / Справочник под ред. С. П. Вассера. Киев: Наукова думка, 1989. 608 с.
- Голлербах М. М., Штина Э. А. Почвенные водоросли. Л.: Наука, 1969. 142 с.
- Дубовик И. Е., Шарипова М. Ю., Минибаев Р. Г. Основы ботаники. Альгология. Учебное пособие. Уфа: РИОБаш-ГУ, 2004. 150с.
- Шарипова М. Ю. Водоросли экотонных сообществ: Монография. Уфа: РИО БашГУ, 2006. 182 с.

ОЦЕНКА ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЁННЫХ ТЯЖЁЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ, ПО СТЕПЕНИ РАЗВИТИЯ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП МИКРООРГАНИЗМОВ

*Е. А. Горностаева¹, Д. А. Мельков², З. В. Кабалоев³,
Т. С. Геревич³, С. С. Злобин³, Г. И. Березин³*

¹ *Вятская государственная сельскохозяйственная академия,
nm-flora@rambler.ru*

² *Северо-осетинский государственный университет им. К. Л. Хетагурова,*

³ *Вятский государственный гуманитарный университет,*

В России значительное количество территорий постоянно подвергается техногенному воздействию. Одним из видов техногенного воздействия является загрязнение тяжёлыми металлами (ТМ). Загрязнения в особо высоких дозах носят название – аномалии. В Российской Федерации площадь загрязнённых ТМ земель составляет более 70 млн. га, из них около 1 млн. га имеют чрезвычайно опасный уровень загрязнения. Например, такие аномалии прослеживаются вокруг Норильского горно-металлургического комбината, комбината «Североникель» (Корельский, 2008). Иногда степень воздействия просто ужасающая. По данным медицинских исследований, даже в третьем поколении людей, уже не проживающих на территории аномалии, наблюдаются мутации, связанные с вышеуказанным воздействием. Что делать? Возможно ли решить проблему, не останавливая работы предприятия? Ведь они являются источником дохода большинства семей таких городов.

Известно, что природа может бороться с подобными катастрофами. В большинстве случаев механизмы защиты заключаются в почве, в её биоте. Но чтобы бороться, биота в агрессивной обстановке должна выживать.

Цель работы – выявить группы организмов, выживающих в грунтах с опасным уровнем загрязнением тяжёлыми металлами.

Исследования были проведены с образцами почв и грунтов, взятых на территории одного из горно-металлургических комбинатов г. Владикавказа (Республика Северная Осетия-Алания). В качестве фоновой точки была взята проба почвы на территории, расположенной в 80 км от предприятия, вблизи сельского поселения Озрек.

Пробы отобраны с трёх площадок, которые располагались в вершинах равнобедренного треугольника со сторонами 58 и 50 метров (рис.). Светлое «облако» – загрязнение солями ТМ, видимое даже на снимках из космоса. Пробы отбирались с поверхности и на глубине 5 см.

Содержание ТМ в почве определяли методом ААС (Методика .., 2007).

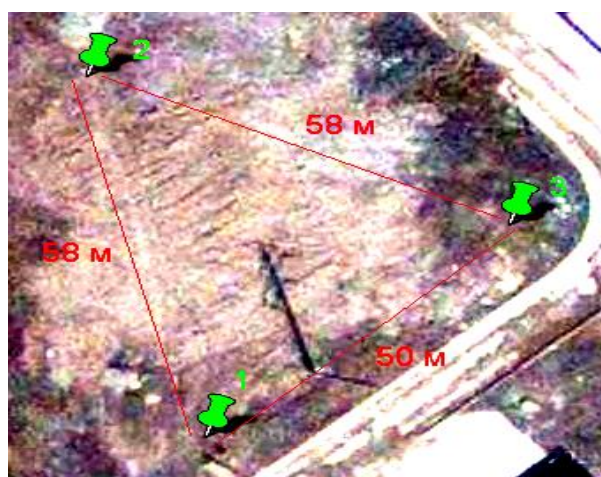


Рис. Вид сверху исследуемой территории горно-металлургического предприятия (аэрокосмическая фотосъемка)

Микробиологическое исследование проводили путем посева водного раствора почвы на различные питательные среды: мясо-пептонный агар, Чапека, глюкозо-аммонийную среду, крахмало-аммиачный агар (КАА), с целью выявления определенных групп микроорганизмов, а именно, аммонификаторов, микромицетов, актиномицетов и дрожжей соответственно.

Результаты и обсуждения. Химический анализ почвенных образцов показал, что на всех опытных участках содержание валовых и подвижных форм таких элементов как Pb, Ni, Cu, Cd и Zn во много раз превышает значения ПДК (табл. 1).

Таблица 1

Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почве (мг/кг)

Место пробоотбора		Pb	Ni	Cu	Cd	Zn
Фоновая территория		6,05±0,15	1,18±0,004	0,49±0,02	0,09±0,01	71,00±0,71
1 точка	0 см	2525±14,14	28,89±0,25	417,75±1,78	296,75±1,77	24800,00±70,70
	5 см	185,00±17,20	25,01±0,10	46,25±0,35	119,00±18,00	1400±106,06
2 точка	0 см	10412,00±194,45	562,26±5,30	4637,50±53,00	478,00±23,90	86708,30±58,90
	5 см	7736,00±5,65	42,75±0,36	2895,75±3,18	298,75±4,59	8187,50±159,00
3 точка	0 см	13112,50±300,52	20,12±0,09	1548,75±77,25	156,00±0,71	23587,50±265,1
	5 см	829,25±14,5	5,80±0,31	91,50±1,41	34,25±0,35	3350,00±144,0
ПДК		6,0	4,0	3,0	0,5	23,0

Как видно из табл. 1, в фоновой точке показатели не превышают значения ПДК, кроме содержания цинка, которое выше в 3 раза. Максимальное превы-

шение содержания подвижных форм Pb в 1735 и в 2185 раз наблюдаются в поверхностных слоях второго и третьего участка пробоотбора – 10412,0 и 13112,5 мг/кг соответственно. Самой загрязнённой оказалась проба, отобранная с поверхности второго участка. Концентрация ТМ настолько велика, что даже в процессе пробоподготовки окраска раствора была яркой зеленовато-голубой, обусловленной наличием солей никеля (II) и меди (II). На глубине 5 см содержание ТМ снижается, хотя остаётся на уровне выше ПДК в десятки и тысячи раз. Соотношение содержания подвижных форм металлов на поверхности с содержанием на глубине 5 см приведено в табл. 2.

Таблица 2

**Отношение содержания подвижных форм тяжелых металлов
в глубинном и поверхностном слоях**

Место пробоотбора	Pb	Ni	Cu	Cd	Zn
1 точка	1:13,65	1:1,16	1:9,03	1:2,49	1:17,71
2 точка	1:1,35	1:13,15	1:1,60	1:1,60	1:10,59
3 точка	1:15,81	1:3,47	1:16,93	1:4,55	1:7,04

Наименее загрязнены участки № 1 и 3. Во всех случаях прослеживается закономерность уменьшения концентрации металлов с глубиной. Это говорит о том, что основная часть ТМ находится в поверхностном слое, в виде пленки. Судя по содержанию ТМ в пробе фоновой территории, даже на расстоянии 80 км заметно влияние комбината.

Был также проведен микробиологический анализ почв на различных средах, результаты которого представлены в табл. 3.

Таблица 3

**Численность различных групп микроорганизмов из почв и грунтов
промышленной зоны горно-металлургического комбината, КОЕ/г**

Содержание ТМ	Аммонификаторы	Актиномицеты	Микромицеты	Дрожжи	
Фоновая точка	1015000	630000	12500	32000	
1 точка	0 см	120000	165000	5000	3500
	5 см	55000	110000	45000	18000
2 точка	0 см	5000	3000	300	400
	5 см	50000	30000	10000	200
3 точка	0 см	15000	65000	2000	500
	5 см	30000	145000	10000	31500

Фоновая территория характеризуется численностью микроорганизмов, типичной для любых типов почв: десятки тысяч КОЕ/г микромицетов и дрожжей, миллионов КОЕ/г аммонификаторов, сотни тысяч КОЕ/г актиномицетов. Во всех опытных образцах численность микроорганизмов существенно ниже, по сравнению с фоновой территорией. Так, большое угнетение бактерий и грибов наблюдается в поверхностных слоях 2 и 3 участка, дрожжей – во второй пробе, а актиномицетов – также на втором участке и поверхностных слоях 1 и 3 участка.

По нашим данным, наиболее токсичным элементом для микроорганизмов является Zn, содержание которого почти в 4000 раз превышает значение ПДК.

Но и при таких условиях микроорганизмы остаются жизнеспособными, что говорит об их адаптационных возможностях даже в таких экстремальных условиях.

Таким образом, результаты микробиологического исследования показывают, что практически все группы микроорганизмов оказались неустойчивыми к химическому загрязнению ТМ в таких концентрациях. Степень угнетения разная, но особенно сильную степень подавления испытывают актиномицеты и микромицеты.

Сравнивая результаты количественного состава микроорганизмов в трех исследуемых точках в поверхностном и глубинном слоях (табл. 4), можно сделать вывод, что ТМ оказывают сильное влияние как на поверхностные группы микроорганизмов, так и на глубинные, но в особенности – на поверхностные, что объясняется более высоким содержанием ТМ в верхнем слое.

Таблица 4

Соотношение количества микроорганизмов в глубинном и поверхностном слое грунта промышленной зоны горно-металлургического комбината

Содержание ТМ	Бактерии	Грибы	Актиномицеты	Дрожжи
1 точка	1:0,458	1:8,00	1:0,66	1:5,14
2 точка	1:10,00	1:33,33	1:10,00	1:2,50
3 точка	1:2,00	1:5,00	1:2,23	1:63,00

Химический анализ почвы показал, что её токсикоз для микроорганизмов связан с накоплением ТМ и, в первую очередь, цинка. Это проявляется в резком снижении численности всех групп бактерий и грибов.

Однако, ни в одном случае полной стерильности почвы не обнаружено. Выросшие на питательных средах из токсичных образцов представители микробиоты можно рассматривать как перспективные биоагенты для ремедиации загрязненных ТМ почв и грунтов.

Литература

Корельский Д. С. Оценка уровня загрязнения приповерхностного слоя почв в зоне воздействия металлургического предприятия // Горный информационно-аналитический бюллетень. М.: МГГУ, № 9, 2008. С. 330–333.

Методика выполнения измерений массовых долей токсичных металлов в пробах почв атомно-абсорбционным методом. ФР.1.31.2007.04106. М., 13 с.

**РЕАКЦИЯ АКТИНОМИЦЕТОВ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВЫ
В МОДЕЛЬНОМ ОПЫТЕ**

Е. С. Соловьёва, И. Г. Широких

*Лаборатория биомониторинга Института биологии
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ, irgenal@mail.ru*

Наиболее важным компонентом формирующейся в условиях урбанизации геосистемы является почва, так как она, в отличие от воздушной и водной сред, испытывает наиболее сильное влияние урбанистического пресса, быстро по-

глощает поллютанты и очень медленно их трансформирует. Городские почвы, в отличие от природных, характеризуются нейтральной или слабощелочной реакцией почвенного раствора, а также высоким содержанием тяжелых металлов, в том числе свинца (Строганова, 1997; Касимов, 1995). Поскольку оба фактора оказывают влияние на комплекс почвенных актиномицетов в условиях городской среды одновременно, представляло интерес выяснить степень воздействия на почвенные актиномицеты каждого из них.

Цель работы заключалась в определении факторного влияния подщелачивания почвы, загрязнения свинцом и стадии сукцессии на общую численность почвенных актиномицетов, а также изучение ответной реакции на воздействие указанных урбаногенных факторов со стороны отдельных компонентов актиномицетного комплекса: стрептомицетов, микромонопор и олигоспоровых форм.

Исследования проведены в модельном опыте, схема закладки которого предусматривала обработку результатов методом многофакторного дисперсионного анализа (Лакин, 1990). Рассмотрено влияние следующих факторов: А – подщелачивание (добавление в почву 1 и 5% CaCO_3 от веса почвы, без добавления), В – загрязнение свинцом (добавление в почву 20 и 40 мкг/г Pb^{2+} , без добавления), С – стадия сукцессии (4-е, 11-е и 18-е сутки с момента увлажнения почвы).

Результаты трёхфакторного дисперсионного анализа показали, что варьирование общей численности актиномицетов и рода *Streptomyces* в почве существенно ($p < 0,001$) обусловлены стадией сукцессии и изменением реакции среды, а численность микромонопор зависит только от стадии сукцессии ($p < 0,0001$). На численность олигоспоровых видов в трёхфакторном дисперсионном комплексе ни один из рассмотренных факторов не оказал достоверного влияния. Дальнейший анализ факторных воздействий на мицелиальные прокариоты проводили, рассматривая отдельно двухфакторные дисперсионные комплексы на каждом этапе сукцессии.

На начальном этапе сукцессии (4-е сутки) наблюдали снижение общей численности актиномицетов (с $1,18 \pm 0,19 \times 10^5$ до $0,76 \pm 0,06 \times 10^5$ КОЕ/г) и стрептомицетов (с $1,09 \pm 0,13 \times 10^5$ до $0,71 \pm 0,05 \times 10^5$ КОЕ/г) под воздействием 20 мкг/г Pb^{2+} . При внесении свинца в более высокой дозе (40 мкг/г Pb^{2+}) значительных изменений в численности мицелиальных прокариот по сравнению с исходной почвой не выявлено. Т.е. реакция стрептомицетов на загрязнение почвы ионами Pb^{2+} носила различный характер, в зависимости от интенсивности токсического воздействия. Рост стрептомицетов при воздействии низкой интенсивности был подавлен (стратегия «выжидания»), а при воздействии более высокой интенсивности, напротив, активизирован (стратегия «убегания»). В связи с неоднозначностью реакции стрептомицетов на загрязнение почвы свинцом при дисперсионном анализе влияние фактора В оценивалось как недостоверное, а существенное влияние на варьирование численности представителей рода *Streptomyces* ($F=5,11$, $p < 0,0175$) и общей численности актиномицетов ($F=6,15$, $p < 0,0091$) оказывал фактор подщелачивания почвы (А). Средние по вариантам значения численности стрептомицетов при повышении рН исходной почвы на

0,5 и 1,0 ед. снижались с $1,01 \pm 0,25 \times 10^5$ КОЕ/г до $0,82 \pm 0,18 \times 10^5$ и $0,89 \pm 0,14 \times 10^5$ КОЕ/г соответственно.

Варьирование в опыте численности микромонопор, в отличие от полиспоровых актиномицетов, существенно зависело как от фактора подщелачивания ($F=33,98$, $p<0,0001$), так и загрязнения почвы ионами Pb^{2+} ($F=5,51$, $p<0,01$). Наиболее существенное возрастание численности представителей рода *Micromonospora* в начале сукцессии отмечено в почве, подвергнутой одновременно подщелачиванию и загрязнению свинцом.

На численность олигоспоровых видов актиномицетов на первом этапе сукцессии оказали достоверное влияние также оба фактора: А ($F=7,39$, $p<0,0011$) и В ($F=2,9$, $p<0,008$). При этом средняя численность олигоспор в результате моделирования урбаногенного воздействия по сравнению с исходной почвой, на первом этапе снижалась (с $0,08 \pm 0,05 \times 10^5$ до $0,04 \pm 0,01 \times 10^5$ КОЕ/г), а на последующих этапах сукцессии, наоборот, увеличивалась, в особенности при одновременном воздействии исследуемых факторов.

Факторное влияние подщелачивания ($F=13,62$, $p<0,0003$) на численность олигоспоровых актиномицетов в середине (11-е сутки) наблюдаемой сукцессии превосходило влияние загрязнения почвы свинцом ($F=8,58$, $p<0,002$), но оба фактора действовали в одном направлении.

В отношении стрептомицетов и монопор на этой стадии сукцессии значимым ни один из рассматриваемых факторов не был, а общая численность актиномицетов в почве достоверно определялась только взаимодействием факторов А×В ($F=2,97$, $p<0,048$).

На более позднем этапе сукцессии (18 сутки) общая численность актиномицетов в исходной почве снизилась на 30%, а в почве с добавлением 40 мкг/г свинца – на 50% к первоначальному уровню. В почве с добавлением 5% $CaCO_3$ (сдвиг рН на 1 ед. в щелочную сторону) общая численность актиномицетов, напротив, увеличилась на 32% к первоначальному уровню. Аналогичные тенденции отмечены и в отношении сукцессионной динамики численности стрептомицетов в различных вариантах опыта. Менее выраженные изменения в этот период наблюдались в численности представителей рода *Micromonospora* и олигоспоровых актиномицетов. Так, численность микромонопор возросла в варианте с добавлением в почву 5% $CaCO_3$ в 8,3 раза, а при добавлении 40 мкг/г ионов свинца снизилась в 6,5 раза. Однако по результатам дисперсионного анализа, на поздней стадии сукцессии, общая численность актиномицетов и представителей родов *Streptomyces* и *Micromonospora*, достоверно определялись только фактором А – подщелачиванием среды, а фактор загрязнения почвы ионами Pb^{2+} (В) расценивался как несущественный.

Наиболее существенное изменение (снижение в 7,8 раза по отношению к первоначальному уровню) численности олигоспоровых актиномицетов было обусловлено естественными сукцессионными процессами и произошло в почве без внесения добавок. Факторы А и В, а также их взаимодействие А×В не оказали на поздней стадии сукцессии значимого влияния на варьирование численности олигоспоровых форм.

Таким образом, полученные в модельном опыте результаты показали, что реакция почвенных актиномицетов на такие факторы городской среды, как подщелачивание и загрязнение почвы ионами свинца, в значительной степени зависит от стадии почвенной сукцессии и наиболее выражена на первом этапе её развития, что необходимо учитывать при выборе сроков почвенного обследования. При одновременном воздействии на мицелиальные прокариоты рассмотренных факторов на первый план выступает влияние подщелачивания. Факторное влияние ионов свинца на варьирование численности актиномицетов в почве, как правило, уступает фактору щёлочности.

Наибольшей диагностической значимостью в отношении факторов городской среды обладают представители рода *Micromonospora*, увеличение численности которых достоверно обусловлено влиянием обоих рассмотренных факторов, а также их взаимодействием.

Литература

Строганова М. Н., Мягкова А. Д., Прокофьева Т. В. Роль почв в городе // Почвоведение. 1997. № 1. С. 16–24.

Лакин Г. Ф. Биометрия: Учеб. пособие для биол. спец. вузов. М.: Высш. шк., 1990. 352 с.

Экогеохимия городских ландшафтов / Под ред. Н. С. Касимова. М.: Изд-во МГУ, 1995. 336 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ МАРШРУТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ КСИЛОБИОНТНЫХ МИКСОМИЦЕТОВ ЗАПОВЕДНИКА «НУРГУШ»

А. А. Широких, О. П. Шихалёва

Вятский государственный гуманитарный университет, irgenal@mail.ru

Миксомицеты – типичные сапротрофные организмы, обитающие на остатках растительного, реже животного происхождения. Они встречаются обычно на гнилой древесине и коре отмерших деревьев, листовом опаде, на старых плодовых телах грибов, изредка на живых растениях. Эти организмы являются важным структурным элементом лесных экосистем, они принимают активное участие в процессах круговорота веществ, оказывают влияние на состав и численность бактерий и дрожжей в почве, листовой подстилке и гниющей древесине (Madelin, 1984). При этом миксомицеты остаются малоизученной группой организмов, а на территории Кировской области предпринимались лишь единичные попытки их изучения (Хижнякова, Ронько, 2009; Широких, 2009; Широких, Широких, 2010).

Особенно интересными для изучения миксомицетов являются охраняемые заповедные территории – уникальные природные лаборатории, где влияние антропогенного фактора сведено к минимуму, а все процессы в биогеоценозах протекают естественным образом. Такие естественные экосистемы, как нельзя лучше подходят для изучения биоразнообразия и биотических связей между организмами – компонентами биогеоценозов. В Кировской области уни-

кальной естественной экосистемой является пойменный смешанный лес, расположенный на территории заповедника «Нургуш».

Целью наших исследований являлось выявление ксилобионтных миксомицетов, обитающих на территории заповедника «Нургуш», где наиболее выражены признаки окружающих ландшафтов и сохранены практически все компоненты природных биомов. Сбор образцов миксомицетов осуществляли в лесном биотопе маршрутным методом. Для рекогносцировочных исследований были выбраны два маршрута – 1 – от входа в заповедник до научного стационара (3,5 км); 2 – от научного стационара вдоль протоки между озёрами Нургуш и Кривое (0,5) км. На всём протяжении выбранных маршрутов осматривали стволы поваленных деревьев и трухлявые пни. С упавших стволов отбирали образцы трухлявой древесины для последующего исследования в лабораторных условиях. Выявленные виды миксомицетов фотографировали в полевых условиях с использованием камеры Canon EOS 5D Mark II и приспособлений для макросъемки (макрообъектив, удлинительные кольца). Идентификацию миксомицетов проводили по стандартной методике с использованием светового микроскопа Leica DM 2500 и определителя Ю. К. Новожилова (1993).

Обнаруженные в заповеднике «Нургуш» ксилобионтные виды миксомицетов имеют относительно крупные спорофоры, для образования которых необходимо достаточно высокое и продолжительное увлажнение среды, а также большой запас и разнообразие питательных веществ. Такие условия обитания хорошо обеспечивают гниющие древесные остатки. Виды миксомицетов, обнаруженные при рекогносцировочном исследовании в заповеднике «Нургуш», являются космополитами и имеют широкое распространение на территории России.

В начале лета 2011 г. в районе исследований количество атмосферных осадков было значительным и в этот же период наблюдался массовый выход *Ceratomyxa fruticulosa*. В то же время, при таком лидирующем положении этого миксомицета порядка *Protosteliales*, наиболее широко распространенными видами, постоянно обнаруживаемом на пнях и стволах упавших деревьев, являются *Lycogala epidendrum* и *L. exiguum* – представители семейства *Reticulariaceae*. Вторым по количеству обнаруженных видов являются семейства *Physaraceae* и *Stemonitaceae*. Представители этих семейств сравнительно часто обнаруживались на древесных остатках хвойных пород. Из видов семейства *Stemonitaceae* особенно часто на территории заповедника отмечался миксомицет *Comatricha typhoides*. Этот вид широко распространён по территории России, включая Восточную Сибирь и Дальний Восток. В то же время значительно реже, чем в других лесах области, отмечался другой широко распространённый в России представитель этого семейства – *Stemonitis fusca*.

На развитие миксомицетов большое влияние оказывают погодные условия года, что связано с увлажнением субстратов, на которых эти организмы развиваются. Пик спороношения большинства видов миксомицетов приходится на начало лета (май – июль) и середину осени (сентябрь – октябрь). В середине июля по маршрутам исследований наблюдалось резкое снижение встречаемости большинства видов миксомицетов, что связано с повышением температуры

и резким снижением количества осадков. Последующая затем засуха привела к снижению процессов спороношения и в августе спорофоры ксилобионтных миксомицетов практически не обнаруживались.

Таким образом, условия лесного биоценоза заповедника «Нургуш» являются в целом благоприятными для развития ксилобионтных миксомицетов. Большое количество стволов упавших деревьев и гниющей древесины обеспечивают развитие в заповеднике различных видов этих организмов. В то же время, на видовое разнообразие миксомицетов оказывают существенное влияние погодные условия вегетационного периода. В засушливые периоды, при сильном высыхании субстратов, количество обнаруживаемых в заповеднике видов ксилобионтных миксомицетов может резко снижаться.

Отобранные в результате маршрутных исследований образцы трухлявой древесины различных пород деревьев в настоящее время культивируются методом влажных камер в лабораторных условиях при контролируемой температуре, влажности и ежедневном наблюдении. Использование этого метода позволит выявить виды миксомицетов, которые не удалось обнаружить в полевых условиях. Возможно, что для изучения видового разнообразия миксомицетов заповедника лабораторный метод влажных камер окажется более подходящим, чем метод полевых маршрутных исследований.

Литература

Новожилов Ю. К. Определитель грибов России. Отдел Мухомycota. Вып. 1. СПб.: Наука, 1993. 588 с.

Хижнякова А. С., Ронько Р. В. Миксомицеты заповедника «Нургуш» / Мат. Всерос. научно-практической конференции «Научные исследования как основа охраны природных комплексов заповедников и заказников» Киров, 29 октября. 2009. С. 159–160.

Широких А. А. Предварительные данные о миксомицетах государственного заповедника «Нургуш» / Мат. Всерос. научно-практической конференции «Научные исследования как основа охраны природных комплексов заповедников и заказников» Киров, 29 октября. 2009. С. 178–183.

Широких А. А., Широких И. Г. Разнообразие миксомицетов в лесопарковой зоне г. Кирова // Иммунопатология, аллергология, инфектология. 2010. № 1. С. 54–55.

Madelin M. F. Mухomycete data of ecological significance // Trans.Br.Mycol.Soc. 1984. Vol. 83. N 1. P. 1–19.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК МАКЕТА БПК-БИОСЕНСОРА КЮВЕТНОГО ТИПА НА ОСНОВЕ ДРОЖЖЕВОГО ШТАММА *DEBARYOMYCES HANSENI*, ИММОБИЛИЗОВАННОГО В ПОЛИВИНИЛОВЫЙ СПИРТ, МОДИФИЦИРОВАННЫЙ N-ВИНИЛПИРРОЛИДОМ

А. С. Зайцева, Н. Ю. Юдина, В. А. Арляпов
Тульский государственный университет, chem@tsu.tula.ru

В настоящее время имеет место жесткое ограничение потребности человека в водных ресурсах. Масштабные объемы потребления воды для удовлетворения бытовых нужд, применение воды в технологических процессах приводит к истощению водных запасов и острой необходимости производить регенерацию использованных объемов воды. Для оценки степени загрязненности чистоты воды органическими веществами в настоящее время применяют параметр, определенный как «индекс биохимического потребления кислорода (БПК)». Существующий метод определения БПК, регламентируемый в ПНДФ (ПНДФ 14. 1:2:3:4. 123-97), основан на тестах, продолжительность которых составляет 5, 10 или 20 суток. В силу значительной продолжительности процедуры метод не является адекватным в современных условиях жизни, поскольку представляет результаты анализа со значительной задержкой (минимум 5 суток от момента поступления пробы). По указанной причине возникают экологически опасные ситуации, при которых остаются незамеченными поступление на водоочистные сооружения аварийно загрязненных вод или наоборот, недоочистка их в процессе регенерации. Сегодня все водоочистные сооружения РФ используют для повседневного рутинного анализа сточных вод упомянутый метод БПК₅.

В данном проекте предлагается разработка прибора, предназначенного для экспресс-оценки индекса БПК. В основу прибора положен многофункциональный анализатор Эксперт-001, интегрированный с персональным компьютером (рис. 1). Датчиком является кислородный электрод типа Кларка с иммобилизованными клетками микроорганизмов. В работе был использован дрожжевой штамм *Debaryomyces hansenii* ВКМ У-2482, полученный во Всероссийской коллекции микроорганизмов УРАН Института биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрябина (Пущино). Данный штамм обладает широкой субстратной специфичностью и способен окислять многие спирты, углеводы, аминокислоты и другие органические вещества (Pereira, 2007).

Формирование рецепторного элемента проведено включением клеток микроорганизмов в гель поливинилового спирта (ПВС), модифицированного N-винилпирролидоном (ПВП). ПВС химически и микробиологически стабилен, нетоксичен и биосовместим, а также способен образовывать пленки с ПВП (Базилук, Мельник, 2003). Использование в работе сополимера ПВС с ПВП в качестве матрицы для иммобилизованных клеток увеличивает пористость, долговременную и операционную стабильности биорецепторных элементов.

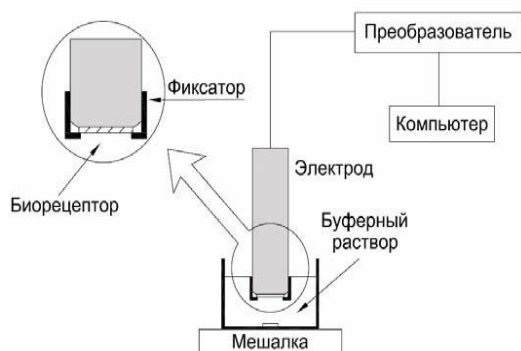


Рис. 1. а) Схема работы биосенсора кюветного типа; б) Внешний вид лабораторной модели БПК-биосенсора кюветного типа

С использованием модельной системы на основе глюкозо-глутаматной смеси (ГГС) определены аналитические (длительность единичного анализа, время функционирования биосенсора без замены рецепторного элемента, селективность анализа) и метрологические (диапазон определяемых содержаний, рабочий интервал, правильность, воспроизводимость, повторяемость, чувствительность, предел обнаружения) характеристики используемого дрожжевого штамма. Результаты исследования приведены на рис. 2 и в табл. 1.

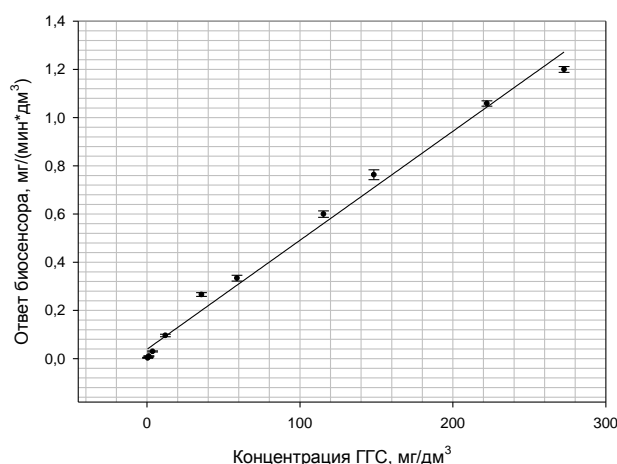


Рис. 2. Линейный участок зависимости ответа сенсора от концентрации субстрата

Таблица 1

Характеристики разработанного рецепторного элемента

Характеристика	Значение
Операционная стабильность, %	4,2
Долговременная стабильность, сутки	20
Коэффициент чувствительности, мин ⁻¹	0,0045±0,0003
Предел обнаружения ГГС, мг/дм ³	0,4
Нижняя граница определяемых концентраций ГГС, мг/дм ³	1
Диапазон определяемых концентраций БПК ₅ , мг/дм ³	0,7–204
Развитие ответа сенсора, мин	1–2
Время восстановления активности рецепторного элемента после измерения (промывание), мин	5–7
Длительность одного измерения, мин	6–9

Субстратная специфичность микроорганизмов *Debaryomyces hansenii*, иммобилизованных в поливиниловый спирт, модифицированный N-винилпирролидоном, приведена на рис. 3. Биорецепторный элемент, способен окислять ОЧЕНЬ широкий спектр органических веществ, относящихся к разным классам, которые могут быть обнаружены в стоках различных производств, что является перспективными с точки зрения возможности их использования при оценки БПК.

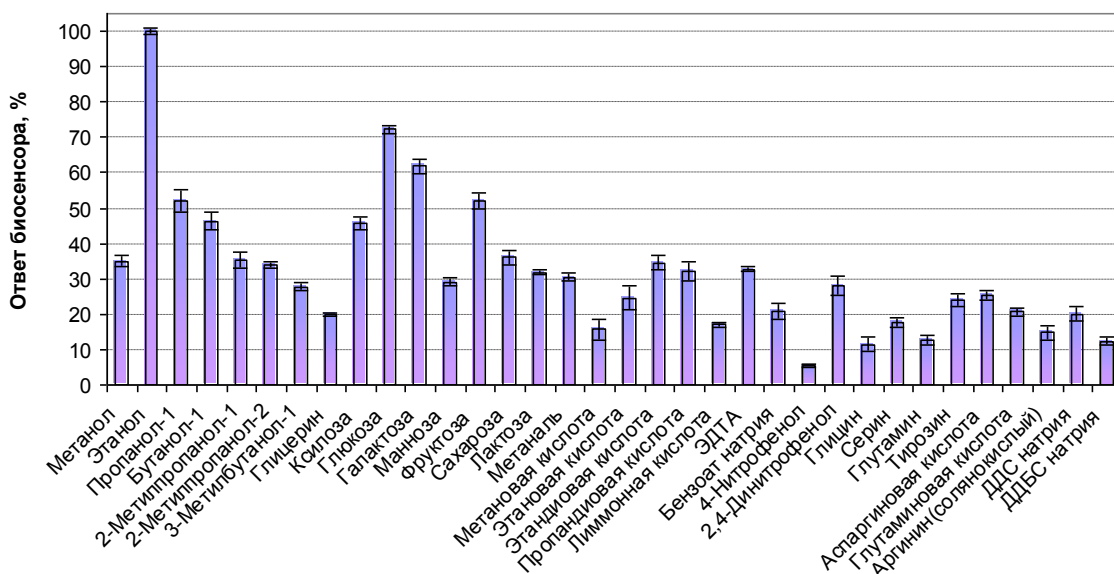


Рис. 3. Субстратная специфичность рецепторного элемента на основе дрожжей *Debaryomyces hansenii*, иммобилизованных в поливиниловый спирт, модифицированный N-винилпирролидоном

Проведено сравнительно определение БПК₅ сточных вод очистных сооружений стандартным методом и с применением разработанного биосенсора. Результаты анализа приведены в табл. 2. Таким образом, значение БПК₅, определенное с помощью биосенсора на основе дрожжевого штамма *Debaryomyces hansenii*, иммобилизованных в сополимер ПВС с ПВП, во всех случаях показывает хорошую корреляцию со стандартной методикой: значения БПК, определенные с помощью биосенсора на основе дрожжевого штамма *Debaryomyces hansenii* совпадают со значениями, полученными стандартным методом с учетом доверительных интервалов (табл. 2).

Таблица 2

Результаты измерения БПК, полученные с использованием биосенсора и стандартным методом

Анализируемые образцы сточных вод	БПК, измеренное с помощью биосенсора, мг/дм ³	БПК ₅ , измеренное стандартным методом, мг/дм ³
ЗАО «Индустрия сервис» Талые воды	11,1±0,1	11±2
ЗАО «Водоканал» пос. Грицовский	4,0±0,2	3,5±0,5
ЗАО «Водоканал» «Наладка»	61,6±0,4	60±10

Выводы. Определены основные аналитические и метрологические характеристики БПК-биосенсора кюветного типа на основе дрожжевого штамма *Debaryomyces hansenii*, иммобилизованного в сополимер ПВС с ПВП. Показано, что биосенсор обладает высокой долговременной стабильностью (20 суток) и широким диапазоном определяемых концентраций БПК₅ (0,7–204 мг/дм³).

Показано, что микроорганизмы *Debaryomyces hansenii*, иммобилизованные в сополимер ПВС с ПВП, способны окислять очень широкий круг субстратов, относящихся к разным классам органических соединений, которые могут быть обнаружены в стоках различных производств, что является очень перспективными с точки зрения возможности их использования для оценки БПК.

Проведено определение БПК сточных вод очистных сооружений с использованием разработанного макета БПК-биосенсора. Впервые показано, что использование дрожжевых клеток *Debaryomyces hansenii*, иммобилизованных в сополимер ПВС с ПВП как основы рецепторного элемента биосенсора для определения БПК сточных вод, позволяет получать данные с высокой корреляцией к стандартному методу.

Таким образом, анализаторы нового поколения могут быть использованы для оснащения промышленных предприятий и систем водоочистки РФ, для использования станциями санитарно-эпидемиологического контроля, службами МЧС, МинПрироды, экологическими структурами.

Литература

Базилук Т. Н., Мельник Н. П., Менжерес Г. Я. Модификация поливинилового спирта поли-N-винилпирролидоном // Вопросы химии и химической технологии, 2003. № 1. С. 57–60.

ПНДФ 14. 1:2:3:4. 123-97. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений биохимической потребности в кислороде после n-дней инкубации (БПК_{полн}) в поверхностных пресных, подземных (грунтовых), питьевых, сточных и очищенных сточных водах. М., 1997. 25 с.

Pereira M. S. A Portait of State-of-the-Art Research at the Technical University of Lisbon Part VII. :Springer Netherlands, 2007. P. 457–464.

СЕКЦИЯ 5 ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ. СОЦИАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ВОСПИТАНИЕ В УЧРЕЖДЕНИЯХ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Т. Я. Ашихмина¹, Л. В. Кондакова²

¹ *Лаборатория биомониторинга Института биологии
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ, ecolab@gmail.com*

² *Вятский государственный гуманитарный университет*

В вузах г. Кирова созданы многие годы и действуют кафедры экологии. Особое внимание уделяется как профессиональной подготовке экологов и переподготовке специалистов экологов различных предприятий, так и их руководителей.

На базе Вятского государственного университета ведётся профессиональная подготовка инженеров по двум специальностям: «Промышленная санитария и безопасность жизнедеятельности», «Охрана окружающей среды и рациональное природопользование». Кроме того, руководители, специалисты промышленных и сельскохозяйственных предприятий г. Кирова и области проходят профессиональную экологическую переподготовку на базе кафедр экологии Вятского государственного университета, Вятского государственного гуманитарного университета и Вятской государственной сельскохозяйственной академии.

На базе Вятского государственного гуманитарного университета проводится подготовка бакалавров и специалистов по специальности «Экология и природопользование». При подготовке специалистов и бакалавров по специальности «Фундаментальная и прикладная химия», введена специализация «Химия окружающей среды. Экологическая безопасность». Кроме профессиональной подготовки, по данным специальностям в соответствии с государственными образовательными стандартами первого и второго поколений, курс «Экология» читается на многих факультетах Вятского государственного гуманитарного университета, где имеет место подготовка учителей для учреждений образования. Это способствует реализации многопредметной модели экологического образования в учреждениях образования Кировской области и экологической подготовке в вузе учителей разных школьных предметов для этих целей.

У работников кафедры экологии и лаборатории биомониторинга ВятГГУ установились тесные контакты с общеобразовательными учреждениями, эколого-биологическим центром, областным центром технического творчества, со

специалистами Управления охраны окружающей среды и природопользования, природоохранных служб и ведомств. Лицей естественных наук г. Кирова многие годы является экспериментальной экологической площадкой химического факультета ВятГГУ.

Сотрудничество лаборатории биомониторинга, кафедры экологии ВятГГУ с природоохранными органами обеспечивается с целью выполнения исследовательских проектов в рамках региональных программ по экологии, а также в области образовательной деятельности.

Преподавателями кафедры экологии, специалистами и учёными лаборатории биомониторинга ВятГГУ проводятся лекционные, семинарские и практические занятия, тематические, индивидуальные и групповые консультации для учителей, осуществляется научное руководство индивидуальной работой учащихся по экологическим исследованиям своей местности в рамках областной программы «Школьный экологический мониторинг».

Для обеспечения учебного процесса, внеклассной работы по экологии учёными лаборатории биомониторинга, преподавателями кафедры экологии, химии, географии ВятГГУ подготовлено и издано 17 учебно-методических пособий и монографий. Учебно-методические пособия: «Экология родного края», «Население и хозяйство Кировской области», «Школьный экологический мониторинг», «Экологический мониторинг», «По страницам Красной книги Кировской области», «Фенология и региональный экологический мониторинг», «Сборник программ элективных курсов по экологии», учебное пособие для студентов и школьников «Региональная экология», исследовательский практикум «Мониторинг природных сред и объектов», «Рабочая тетрадь школьника по экологии», «Задачи, вопросы и упражнения экологического содержания по химии, «Прикладная экология» (практикум по охране окружающей среды для специалистов-экологов и студентов вузов), «Региональная экология»; «Школа – здоровье», «Экология своей местности» V класс. Монографии: «Экологическая безопасность региона. Кировская область на рубеже веков», «Окружающая природная среда Кировской области», «Комплексный экологический мониторинг региона на примере Кировской области», «Природа. Хозяйство. Экология региона», «Леса Кировской области», «Биоиндикаторы и биотестсистемы в оценке окружающей среды техногенных территорий», «Биологический мониторинг природно-техногенных систем», «Флора Кировской области» в трёх частях. Энциклопедия земли Вятской, том «Природа», «Природа, хозяйство, экология Кировской области» (с участием).

Большинство вышеотмеченных учебно-методических пособий и монографий издавались за счет бюджетных средств в рамках областной целевой программы «Экология и природные ресурсы Кировской области» и переданы в школы Кировской области на безвозмездной основе.

Учёные, преподаватели кафедр экологии, химии, лаборатории биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ участвуют в подготовке и проведении научно-практических конференций с экологической тематикой, областных и городских экологических конкурсов, олимпиад, выставок творческих и исследовательских работ учащихся.

Для молодых учителей, аспирантов, студентов и учащихся старших классов лабораторией биомониторинга проводится областная молодежная конференция «Экология родного края», в рамках которой работает секция «Экологическое образование». Традиционно в конце ноября проводится Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием. В этом году она пройдет по теме «Биологический мониторинг природно-техногенных систем». На данной конференции представлены доклады академической фундаментальной, вузовской науки и школьной педагогической практики. Ежегодно на конференциях работает секция «Экологическое образование», с докладами выступают педагоги вуза и учителя школ области. По материалам конференций издаются сборники.

На базе кафедр экологии, химии и лаборатории биомониторинга ВятГГУ открыты две аспирантуры «Геоэкология» и «Экология», в которых обучается 27 аспирантов и магистратуры по специальностям «Экология и природопользование», «Химия окружающей среды», «Химия окружающей среды, экспертиза и экологическая безопасность» где обучается 27 магистрантов.

Коллектив лаборатории биомониторинга в рамках тематического плана Института биологии Коми НЦ УрО РАН выполняет фундаментальные исследования по теме «Изучение воздействия поллютантов на природные среды и живые организмы методами биоиндикации». Работа над данной темой позволяет привлечь к исследовательской деятельности имеющих специалистов в вузах и НИИ города, в том числе молодежь, часть из них проводят исследования в рамках подготовки диссертационных работ по данной тематике исследований. В 2010 г. на базе кафедры химии создана новая научно-исследовательская экоаналитическая лаборатория, которая в феврале 2011 г. прошла аккредитацию в системе СААЛ по 86 методикам химико-аналитических и токсикологических анализов: почвы, воды природной (поверхностной, подземной), сточных вод, воды из централизованных и нецентрализованных источников потребления, донных отложений, растительности.

С 2006 г. на базе лаборатории биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ издаётся общественно-научный рецензируемый журнал «Теоретическая и прикладная экология», в котором среди других включена рубрика «Экологическая культура, образование, воспитание». На страницах журнала печатаются результаты научных исследований учёных, аспирантов в области экологических исследований, представлен опыт ведущих НИИ, исследовательских и природоохранных организаций Кировской области. С 2010 г. данный журнал включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёных степеней доктора и кандидата наук.

На базе ВятГГУ, в плане научных исследований по экологии, создан и действует научно-образовательный центр «Экология и рациональное природопользование», научная школа «Эколого-биологический мониторинг и сохранение биотического потенциала экосистем», научно-исследовательская лаборатория биомониторинга, которые принимают активное участие в конкурсной, проектной деятельности в рамках ФЦП «Научные, научно-педагогические кадры

инновационной России», «Уничтожение запасов химического оружия в РФ», «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности в 2008 и на период до 2015 г.» и др. Студенты, магистранты, аспиранты принимают активное участие в исследовательской деятельности.

На кафедрах экологии и химии работают высококвалифицированные специалисты, педагоги, среди которых 8 докторов наук – Т. Я. Ашихмина, С. В. Хитрин, З. Л. Баскин, В. П. Савиных, А. А. Широких, В. Ю. Охупкина, Л. И. Домрачева, И. Г. Широких, 4 профессора – А. М. Слободчиков, Е. А. Шишкин, Н. А. Бурков, Е. В. Береснева. Большинство преподавателей данных кафедр имеют ученые степени кандидатов наук.

На химическом факультете созданы, оборудованы современными приборами и действуют научно-исследовательские лаборатории: спектроскопических и хроматографических методов анализа, биотестирования и биоиндикации, физико-химических методов анализа природных сред и объектов, нанохимии и нанотехнологии. На базе данных лабораторий выполняются дипломные работы, магистерские и кандидатские диссертации. Таким образом, Вятский государственный гуманитарный университет имеет хороший кадровый потенциал, научную и материально-техническую учебную базу для подготовки профессиональных кадров – экологов, широко востребованных в регионе.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Е. Ю. Платонова, М. В. Лукашева

*Сыктывкарский государственный университет,
dega37@yandex.ru, masha-anton@inbox.ru*

Экологические проблемы непосредственно связаны с процессом образования населения – его недостаточность или полное отсутствие породили потребительское отношение к природе. Обретение экологической культуры, экологического сознания, мышления – это единственный выход из сложившейся ситуации. Экологическое образование и воспитание играет в этой связи важнейшее социальное значение.

Экологическое образование – процесс и результат усвоения систематических знаний, умений и навыков в области воздействия на окружающую среду, состояния окружающей среды и последствий изменения окружающей среды. Термин введен на конференции, организованный Международным союзом охраны природы (МСОП) в 1970 г.

Экологическое образование было выдвинуто ЮНЕСКО и Программой ООН по охране окружающей среды в разряд основных средств гармонизации взаимодействия человека и природы. Начиная с 1970-х гг. XX века вопросы экологического образования и воспитания поднимаются на международном уровне. Стокгольмская конференция по охране окружающей среды в 1972 г. приняла рекомендацию о создании международной программы по образованию в области окружающей среды. Практическая реализация идей устойчивого развития связывалась с изменением стереотипа культуры взаимоотношений чело-

века и природы. Конференция ООН Рио-де-Жанейро в 1992 г., обсуждавшая проблемы окружающей среды и развития образования, в своих документах и решениях также подчеркнула огромное значение экологического образования в реализации стратегии выживания и устойчивого развития человечества.

В настоящее время важности для человечества экологического воспитания и образования во всем мире уделяется большое внимание. В развитых государствах разработаны и совершенствуются различные программы и концепции развития экологического образования, программы и планы подготовки специалистов-экологов современного уровня. Сегодня не только экологи-специалисты обладают экологическими знаниями. Можно сказать, что наше время – это период тотального экологического «всеобуча», когда основы экологических знаний преподают всем, начиная с детских садов, в школах, вузах, на различных семинарах и курсах, по радио и телевидению и заканчивая повышением уровня экологического образования руководителей всех рангов во всех странах, на всех континентах. Во многих высших учебных заведениях созданы кафедры или факультеты экологического профиля, проводятся сотни экологических национальных и международных семинаров, конференций, съездов.

В Российской Федерации вопросы экологии и экологической грамотности, экологической культуры ввиду их чрезвычайной важности стали предметом обсуждения на самом высоком правительственном уровне. Статьей 42 Конституции Российской Федерации каждому гражданину гарантировано право на благоприятную окружающую среду и достоверную информацию о её состоянии. Президент России Дмитрий Медведев поставил вопрос о необходимости преподавания в школе основ экологии, поскольку основы экологических знаний, заложенные в школьном образовании, позволят вырастить экологически грамотное поколение (Экологическое образование..., 2010)

Действующая в настоящее время в стране система экологического образования носит непрерывный, комплексный, междисциплинарный и интегрированный характер, с дифференциацией в зависимости от профессиональной ориентации. Созданы центры по экологическому образованию населения, апробируется экологическая компонента содержания профессионального образования. Специалисты экологического профиля готовятся сегодня более чем в 40 университетах и академиях и 30 педагогических вузах России. В 1992 г. состоялся первый выпуск бакалавров первого в России негосударственного высшего учебного заведения экологического профиля – Международного независимого эколого-политологического университета (МНЭПУ).

За последние годы в России также были разработаны программы и концепции развития экологического образования и воспитания, опубликованы пособия и учебники по экологии, зародилось много журналов эколого-экономического, эколого-географического содержания («Ойкумена», «Мир в ладонях», «Подснежник», «Росток», «Родная природа» и др.). Кроме того, источниками экологического образования могут служить созданные в последние десятилетия в России и зарубежом научно-популярная и публицистическая литература, научно-просветительские и художественные фильмы экологической направленности, специализированные сайты. Большую эколого-просветительс-

кую работу проводят во всем мире организации «зеленых», общества по охране природы, среди них такие известные как «Гринпис», «Легамбиенте» и др.

Проблемы экологии особенно актуальны для Республики Коми, поэтому вопросам экологического воспитания уделяется много внимания на самых разных уровнях. Программы эковоспитания реализуются в детских садах, в школах, в том числе в классах с биологическим уклоном (например, школы № 16, 18, 25 г. Сыктывкара). Функционирующий в Сыктывкаре Коми республиканский эколого-биологический центр работает со школьниками всей республики, организует различные эколого-биологические мероприятия, а также осуществляет консультирование и повышение квалификации и учителей.

В вузах республики готовят инженеров-экологов (Сыктывкарский лесной институт (филиал ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С. М. Кирова» (СЛИ), Ухтинский государственный технологический университет) и экологов на базе Сыктывкарского государственного университета. В Сыктывкарском государственном университете (СыктГУ) организована кафедра экологии, которая наряду с образовательной деятельностью, осуществляет и научную работу. В СыктГУ студенты-экологи также получают дополнительную специальность «Преподаватель экологии». Они проходят педагогическую практику не только в школах, но и в центрах дополнительного образования школьников, на кафедре экологии. В 2010 г. на базе кафедры экологии был организован летний экологический лагерь, собравший школьников со всей республики. В Коми научном центре Уральского отделения РАН не только проходят практику студенты-экологи СыктГУ и СЛИ, проводятся научные конференции разного уровня, а также сотрудники Института ведут внеучебные занятия со школьниками, организуют летние экологические лагеря.

Экологическое образование реализуется и в учреждениях культуры. В Национальном музее РК отделом природы организуются различные выставки, экскурсии, акции эколого-просветительского характера. В муниципальных библиотеках республики проводятся различные экологические акции, выставки литературы и игровые мероприятия для дошкольников и школьников (акции: «Мусорный ветер», «Марш парков», «Наш двор», «Сквер на пустыре», экологические десанты; литературные выставки: «Они нуждаются в нашей защите», «Люблю березку русскую» и т. д.). В Национальной библиотеке РК (НБРК) проводятся конференции на экологические темы, в которых участвуют не только студенты-экологи, но и главные экологи промышленных предприятий г. Сыктывкара, а также представители администрации города. На базе НБРК при поддержке Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды РК в 2004 г. при отделе патентно-технической и экономической литературы создан Информационно-ресурсный центр по экологическому просвещению населения, который осуществляет деятельность по информированию в области экологии педагогов, студентов и учащихся, специалистов и ученых, предоставляет информацию по экологическим проблемам не только региона, но и всей России, а также издает списки литературы **по экологии, охране природы,**

природопользованию по электронным базам данных НБРК в сети Интернет (Информационно-ресурсный центр..., 2011).

Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми, Администрация муниципального образования городского округа «Сыктывкар» и Общественный совет проводят «Речную ленту», мероприятие по очистке рек, посвященное Международному Дню очистки дна водоемов. Изначально акция проводилась «Комитетом спасения Печоры» по очистке берегов рек Печорского бассейна, а в 2010 г. она приобрела республиканский статус.

Общественные организации тоже принимают активное участие в улучшении экологии городов и экологическом просвещении населения. Например, приют бездомных животных «Друг» в г. Сыктывкаре, общественная группа «Экологи Коми» (сайт группы – <http://www.eco11.ru>).

Увеличивается значение социальных сетей (ВКонтакте, твиттер, блоги) в воспитании экологической культуры населения. Активная молодежь организует мероприятия по очистке города, парков и лесопарковых зон. Проводит флешмобы экологической тематики.

Таким образом, экологическое образование в современном мире играет все большую роль. Сегодня оно реализуется не только государством, но и обычными людьми, что в значительной степени способствует осознанию каждым человеком важности того, что мы не только потребители природных ресурсов, но и часть природы от состояния которой мы зависим.

Литература

Информационно-ресурсный центр по экологическому просвещению населения // Сайт Национальной библиотеки Республики Коми. URL: <http://www.nbrkomi.ru/page/297> (дата обращения 7.10.2011).

Экологическое образование и воспитание экологической культуры // Департамент природных ресурсов и государственного экологического контроля Краснодарского Края 2005-2009, 2010. URL: <http://www.dprgek.ru/content/section/364/detail/54/> (дата обращения 7.10.2011).

РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ КАК ОСНОВА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ АГРАРНОГО СЕКТОРА

А. С. Пономарева

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
Коми НЦ УрО РАН, anita-85_07@mail.ru*

*«Научиться ведать природу – значит приобщиться к ней,
быть ей не чужим, а близким своим».*

Д. Н. Кайгородов

Два последних столетия человеческой истории прошли под знаком процесса техногенной цивилизации. Сейчас наступил период смены приоритетов, переоценки ценностей, формирования новых алгоритмов и векторов развития.

Проблема устойчивого развития обсуждается в последнее время на всех уровнях, как экономики, так и политики. Она достаточно сложна и многогран-

на, поэтому при ее исследовании необходимо опираться на междисциплинарный комплексный подход. Переход к устойчивому развитию ориентирован на обеспечении благоприятной окружающей среды, сохранение природно-ресурсного потенциала, рационализацию природопользования с целью сбалансирования в решении социальных, экологических и экономических вопросов.

Агропромышленный комплекс является самым крупным народнохозяйственным комплексом и одним из важнейших в экономике страны. На его долю приходится более 30% работников отраслей материального производства, 25% основных фондов. От устойчивого функционирования аграрного сектора в значительной степени зависит уровень жизни населения.

Единственным условием обеспечения сельскохозяйственного производства, его стабильности и устойчивого развития на современном этапе является разработка и внедрение систем земледелия, основанных на новых принципах природопользования, ресурсосбережения, биологических приемах повышения плодородия почв (Королева, 2010).

Переход к новой стратегии развития, основанной на постепенном отказе от природоразрушающей (природоёмкой) техногенной парадигмы и переходе к модели (стратегии) экологически устойчивого и экономически сбалансированного развития, является жизненно важным этапом социально-экономического прогресса. В целом, обострение экологической ситуации становится препятствием на пути устойчивого социально-экономического развития страны, ведет к ограничениям в размещении производства и инфраструктуры, потере конкурентоспособности национальной экономики, росту уровня бедности, социальной напряженности, усилению негативного влияния экологического фактора на состояние агроэкосистем, здоровья населения и др.

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, оскудением генетического разнообразия, ухудшением качества воды и воздуха, изменением климата. Сельское хозяйство в последние годы по масштабам загрязнения вышла на одно из первых мест. Это связано с двумя обстоятельствами. Первое – увеличение строительства крупных животноводческих комплексов при отсутствии какой-либо отчистки образующихся отходов и их утилизации и второе – рост применения минеральных удобрений и ядохимикатов, которые вместе с дождевыми потоками и подземными водами попадают в реки и озера, нанося серьезный ущерб бассейнам крупных рек, их рыбным запасам и растительности.

Не менее тяжелые негативные последствия связаны с быстрым ростом площади пустынь, деградацией земель в засушливых, полузасушливых и сухих регионах. Среди наиболее важных причин – низкая культура земледелия, чрезмерная нагрузка на пастбища и выпас скота, уничтожение лесов и засоление орошаемых земель. В настоящее время опустынивание потенциально угрожает странам, обладающим засушливыми землями. Таким образом, человечество стоит на пороге глобального кризиса, преодоление которого объективно требу-

ет осуществления кардинальных изменений в экономической, социальной, экологической и нравственно-этической сферах, максимально согласованных с законами развития биосферы и вытекающими отсюда ограничениями и запретами (Процун, 2010).

Стабильное развитие АПК в большей степени связано с повышением устойчивости земледелия. Однако для современного аграрного сектора характерно сохранение тенденций формирования техногенного природоразрушающего типа развития. Это выражается в крупномасштабной деградации и потере сельскохозяйственных угодий ввиду эрозии, уменьшения содержания в почве гумуса и питательных веществ, засолении, заболачивании, перегрузке техникой, падении естественного плодородия, загрязнении водных ресурсов химическими продуктами и отходами животноводства. Сохранение техногенных подходов к природопользованию может привести к масштабному экологическому кризису в большинстве аграрных районов России. В результате начинается существенное ухудшение качественных свойств десятков миллионов гектаров земель, порождающее падение урожайности, что крайне отрицательно скажется на продовольственном балансе страны. Истощающее сельскохозяйственное земледелие – основной фактор деградации почвенного покрова, представляющей реальную угрозу национальной безопасности страны.

Экологическая проблема сельского хозяйства России обусловлена, помимо прочих причин и проблем, катастрофически быстрым сокращением пашни и кормовых угодий за счет эрозийных процессов, а также истощением почвенного плодородия.

Ключевым моментом в формировании региональной политики являются поиск в обеспечении баланса ресурсно-экономических факторов с экологическими ограничениями для конкретной территории. Для аграрно-ориентированных регионов важно дополнительно акцентироваться на обеспечении рационального аграрного природопользования, которое должно быть адекватно процессу естественного восстановления плодородия земель сельскохозяйственного назначения.

Природопользование выступает специфическим элементом производственной системы, обеспечивает саму возможность эффективной долгосрочной деятельности. Под природопользованием понимают возможность использования человеком полезных свойств окружающей природной среды – экологических, экономических, культурных и оздоровительных. Аграрное природопользование, в свою очередь, рассматривается как совокупность хозяйственных отраслей и видов деятельности, связанных с производством и переработкой сельхозпродукции, а также использованием и воспроизводством аграрно-природного потенциала территории и его отдельных компонентов (Кожевина, 2007).

Таким образом, важнейшие предпосылки перехода к устойчивому развитию является необходимость регулирования природопользования в рамках территориальных и отраслевых эколого-экономических систем, особенно в тех, функционирование и развитие которых в значительной степени связаны с эксплуатацией природных ресурсов и условий окружающей среды. Аграрный сек-

тор является одним из основных природоэксплуатирующих секторов, негативно влияющих на состояние региональной и глобальной среды. Поэтому проблема регулирования аграрного природопользования в контексте перехода сельского хозяйства к устойчивому развитию приобретает особое значение.

Важнейшей предпосылкой здесь служит то обстоятельство, что потребность в рационализации природопользования и охраны окружающей среды не может быть реализована вне рамок производственной деятельности. Учитывая важность природы для развития общества, следует констатировать, что решение задачи соединения природоохранной деятельности государства с его экономической деятельностью невозможно без сознательного, планомерного регулирования природопользования и охраны окружающей среды.

Реализация современной политики экологически сбалансированного развития сельского хозяйства (и АПК в целом) должна исходить из того, что смягчение противоречий между необходимостью дальнейшего развития аграрного сектора и возможностью сохранения окружающей природной среды возможно лишь при условии параллельного и одновременного решения двух задач: первая – изменение характера сельскохозяйственного производства, и вторая – превращение его в экологически безопасную и «чистую» отрасль экономики. Решение этой стратегически важной задачи во многом зависит от формирования эффективности политики сочетания производственной и природоохранной деятельности в сельском хозяйстве, направленной на обеспечение экономического роста и сохранение качества аграрных и других экосистем.

Для обеспечения реального решения экологических проблем при формировании действенных механизмов регулирования природопользования в сельском хозяйстве последнее должно рассматриваться с позиции конечных экономических результатов, целостной природо-продуктивной системы и снижения техногенной нагрузки на природную среду с целью обеспечения стабильного, сбалансированного и равновесного развития аграрной экономики с учетом экологических ограничений (Процун, 2010).

Следовательно, углубление экологических проблем требует пересмотра сложившейся техногенной практики ведения агропроизводства. Необходим переход к устойчивому развитию аграрного сектора. Главным принципом развития аграрно-ориентированных территорий должна стать экологизация всех мероприятий по развитию сельского хозяйства с обязательным учетом природных особенностей функционирования ресурсов. Руководствуясь этим принципом, следует осуществлять мероприятия по оптимизации бизнес-природопользования с учетом механизации, химизации, мелиорации и внедрения достижений научно-технического прогресса.

Устойчивое развитие аграрного природопользования должно отражать экономические, социальные и экологические аспекты удовлетворения потребностей современного поколения без ограничения потребностей будущих поколений. Чтобы развитие могло считаться устойчивым, оно должно осуществляться с учетом достижения экономического роста, но при обеспечении его сбалансированности с интересами общества по улучшению качества жизни и

политикой, направленной на преодоление деградации окружающей среды (Кожевина, 2007).

Литература

Кожевина О. В. Стратегическое управление устойчивым развитием аграрного природопользования // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2007. № 1(27). С. 46–55.

Королева Е. В. Государственное регулирование экономики природопользования // Управление экономическими системами: электронный научный журнал, 2010. № 2 (22). Режим доступа: <http://uecs.mcnip.ru>.

Процун С. И. Концепция устойчивого развития и принципы регулирования сельскохозяйственного природопользования // Terra Economicus, 2010. № 4. Т. 8. С. 57–614.

ОБРАЗОВАНИЕ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ: ЭТИКА ЖИЗНИ В СИСТЕМЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ

Г. Н. Зими́на

*Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского,
ziminm@mail.ru*

Период 2005–2014 гг. объявлен ООН декадой по образованию для устойчивого развития (Проект Стратегии ЕЭК ООН для образования в интересах устойчивого развития). Интерес к образованию для устойчивого развития (ОУР) не ослабевает и в России.

В соответствии со стратегией ОУР, во многих государственных вузах и школах корректируются программы учебных курсов, создаются отдельные планы занятий, посвященные рассмотрению проблем устойчивого развития (Урсул 2005).

Несколько меньшее внимание уделяется этой проблеме в сфере дополнительного образования детей (ДОД). Так, руководитель детского экологического движения «Зеленая планета» к.п.н. М. В. Медведева (2007) отмечает, что учреждений, занимающихся непосредственно экологическим образованием детей, около 6% от общего числа учреждений ДОД.

Тем важнее становится накопление достаточного методического багажа, позволяющего перейти к новым этапам образования в соответствии с мировыми тенденциями.

Традиционная система образования ориентирована, в первую очередь, на передачу знания. В соответствии с современными образовательными тенденциями в системе образования происходят основательные изменения в связи с переориентацией на личностно-ориентированную парадигму. Подобная переориентация позволяет сконцентрироваться не только на информационной, знаниевой части биологического образования, но рассматривать психосоциальную индивидуальность каждого учащегося, работать с психологическим компонентом, позволяя формировать собственные устойчивые нравственные основания. В современных образовательных программах эта ниша нередко пустует, или заполнена лишь нравственным примером педагогов, преподающих те или иные

разделы биологии и экологии. Почему можно утверждать, что биоэтика способна заполнить сложившуюся традиционно пустоту? Для этого следует подробнее рассмотреть само понятие биоэтики.

Основателем биоэтики является американский биолог-биохимик и ученый-гуманист Ван Ранселер Поттер (1911–2001), который в начале 70-х годов XX века ввел в научный обиход термин «биоэтика» и определил ее основные направления. Биоэтика рассматривается В. Поттером как «новая дисциплина», которая перекинет мост между точными и гуманитарными науками, соединит знание и размышление, разум, интуицию и эмпирический опыт для выживания человечества и для улучшения условий его жизни (Поттер, 2002).

По словам Т. Н. Павловой (1998), одной из разработчиков методик преподавания биоэтики в России «биоэтика понимается как раздел этики, рассматривающий область отношения человека к различным живым формам. Само слово «этика» определяется как ответственность человека перед окружающими; таким образом, биоэтика понимается как область знаний о поведении человека по отношению к другим и как философское понятие, касающееся нравственной стороны поведения человека».

Предлагаемая ниже программа «Биоэтика» разработана для сферы дополнительного образования и направлена на достижение следующих целей и задач:

Цели курса: учащиеся должны овладеть следующими общекультурными компетенциями: следовать этическим и правовым нормам в отношении природы (принципы биоэтики), имеет четкую ценностную ориентацию на сохранение природы и охрану прав и здоровья человека. Проявлять экологическую грамотность и использовать базовые знания в области биологии в жизненных ситуациях; понимать социальную значимость и умеет прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности, быть готовыми нести ответственность за свои решения.

Задачи курса: формирование представления о моральных и нравственных основах биоэтики и биоэтического мышления учащихся. Знакомство с актуальными биоэтическими проблемами. Формирование навыков постановки и решения биоэтических проблем в собственной работе учащихся. Формирование рационального отношения к моральному выбору в исследовательской работе. Создание условий диалога и взаимопонимания между преподавателем и учащимися

Для полноценного развития личности учащихся требуются самые разнообразные проявления коммуникативных умений, в реализации которых большую роль играет позиция педагог как партнера в общении.

Важную роль в программе обучения играет необходимость оценивать, прогнозировать, стимулировать личностное развитие обучающихся, диагностировать уровень их обученности, что достигается применением не только итогового контроля, но и текущего, применяемого по ходу занятий в форме обсуждений и бесед по теме пройденного материала.

В педагогической деятельности проявляются разные позиции педагога: субъекта информации, предметника, методиста, исследователя, организатора

деятельности обучающихся. В общении педагог выступает с позиции организатора, партнера и организатора этого процесса.

Совокупность профессионально-педагогических действий должна выявлять позиции учащихся в отношении материалов дисциплины.

Материал курса разделен на шесть тем, способствующих более полному усвоению материала, начиная с исторических предпосылок формирования современной биоэтики и заканчивая значением биоэтического мышления общества для позиций устойчивого развития: 1. «Совсем рядом с нами» – Знакомство с живым миром, с которым мы взаимодействуем в повседневной жизни. Животные и растения в городе, разум, коммуникации и обучаемость живых существ. 2. «Законы природы и людей» – Права человека и животных. Законы природы и необходимость их учитывать. 3. «Введение в биоэтику» – Биологическая этика как этика взаимодействия с живым миром. Место человека в природе. 4. «Медицинская биоэтика» – Моральные проблемы, связанные с существующими медицинскими и генетическими технологиями. 5. «Биоэтические аспекты научной и педагогической деятельности» – Проблема экспериментов на живых организмах. Личностное отношение к этическим проблемам. 6. «Своими руками» – Природоохранная деятельность и забота об окружающем мире: посадка деревьев, кормушки для птиц, акции по защите природы. Программа занятий ориентирована на интерактивное взаимодействие с использованием программы методов развития критического мышления, а также со включением ролевых и сюжетных элементов в программу занятий.

Пункты программы «Совсем рядом с нами» и «Своими руками» позволяют детям обращать внимание не только на глобальные проблемы, но и проявлять интерес к обеспечению устойчивого развития в своем регионе. В этом плане особенно показательна подготовка к акциям, посвященным региональным проблемам: иногда дети знакомятся с существованием проблемы не до, а во время подготовки, а необходимость продемонстрировать существование проблемы общественности, рассказывать о ней людям, побуждает детей к глубокому, многостороннему изучению предмета.

Литература

Медведева М. В. Состояние экологического образования и просвещения в регионах России // Экологическое образование: до школы, в школе, вне школы. № 3. 2007. С. 53–59.

Павлова Т. Н. Биоэтика в высшей школе Издательство: МГАВМиБ им. К. И. Скрябина, 1997

Поттер В. Р. Биоэтика: мост в будущее. К., 2002. 216 с.

Проект Стратегии ЕЭК ООН для образования в интересах устойчивого развития // Образование для устойчивого развития. Материалы семинара «Экологическое образование и образование для устойчивого развития» / Под ред. Н. С. Касимова. М.-Смоленск, 2004. С. 9–10.

Урсул А. Д. Образование для устойчивого развития: первые шаги в России // Alma mater. 2005. № 8.

ДЕЯТЕЛЬНОСТНЫЙ ПОДХОД В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

Е. А. Бусыгина

Вятский государственный гуманитарный университет

О положительном значении деятельности учащихся в сохранении природы родного края есть немало примеров. При защите научных работ на конкурсе «Шаг в будущее» можно убедиться в этом. Экологи Кирово-Чепецка, Кировского Лицея естественных наук и др. успешно участвуют в данной работе.

Нами в 2009 г. даны методические рекомендации по формированию экологического мировоззрения средствами искусства (Бусыгина, 2009).

Однако, природа области все чаще подвергается набегам со стороны представителей бизнеса. Настало время к активным действиям по защите и охране уголков природы близкого окружения.

Так, вырубка зеленых зон в г. Кирове за последние годы достигла апогея. В пос. Коминтерн, на ул. Баумана на месте березовой роши с 58 деревьями планируется построить торговый центр. Подобная судьба постигла и березовую аллею у клуба «Заречный». На месте детской площадки с деревьями и кустарниками у школы № 46 выстроен десятиэтажный дом. Таких примеров немало. Пора проводить учет зеленых уголков города и области, составить экологические паспорта и взять их под охрану.

Еще один близкий пример. Это окрестности корпуса № 2 ВятГГУ в Чижах. Спустимся вниз к р. Вятке. В 2006 г. на выставке ВятГГУ мною была приобретена картина вятского художника А. А. Алалыкина под названием «Южная часть г. Кирова. Левый берег р. Вятки. Чижи». На картине виден поворот реки в сторону г. Кирово-Чепецка. На берегу семейка молодых елочек, красавицы березки и зеленый первозданный лужок. По просьбе родных автора на юбилей был сделан заказ художнику на подобную картину. Что же произошло с этим чудесным уголком родной природы за 5 лет? На картине уже нет ни одной молоденькой елочки. В древостое – березняк и ивняк с преобладанием сухих деревьев. Весь луг испещрен тропками. Оставлен лишь небольшой доступ к любимой реке, а вокруг возведен забор. Под строительство попали и научно-производственные делянки Зонального института ...

Что же ждет нас в будущем?

Грядут новые выборы в Государственную Думу–2011, и депутаты ждут новых «наказов» избирателей. Вот силами деятельности экологов-школьников и учителей и их наказов мы можем встать на защиту зеленых зон окрестностей г. Кирова и области.

Работы вятских художников также помогут нам лучше узнать свой край, подвинуть на практическую деятельность в защиту родной природы!

ОПЫТ РАБОТЫ С ОДАРЕННЫМИ ШКОЛЬНИКАМИ ПО ПРЕДМЕТАМ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО ЦИКЛА В ШКОЛЕ с. КАРИНО СЛОБОДСКОГО РАЙОНА

О. А. Будин

*МКОУ СОШ с. Карино Слободского района Кировской области,
karinosoh@mail.ru*

Одной из приоритетных и актуальных задач современного образования является выявление одаренных школьников и развитие их творческой жизненной позиции, так как эти дети – будущая интеллектуальная элита страны, от которой во многом будет зависеть дальнейшее благосостояние её населения.

Какого же ребенка можно назвать одаренным? Американский психолог Дж. Рензулли считает, что одаренность – это сочетание интеллектуальных способностей, превышающих средний уровень, креативности и настойчивости в решении поставленных задач. Поэтому одаренным можно считать ребенка, имеющего более высокие, по сравнению с большинством ровесников, интеллектуальные способности, творческие потенциалы, не насыщаемую познавательную потребность и испытывающего радость от умственного труда (Ломакин, 2009).

Как бы вопрос о сущности одаренности детей не выглядел простым в решении, всё же психологи трактуют ответ с разных позиций. С одной стороны бытует мнение, что все дети с рождения одаренные и поэтому перед школой ставится задача поиска оптимальных и эффективных методов развития способностей ребенка. В этом случае вопрос о выявлении одаренных детей отпадает и остается неясным, почему блиставший в детстве ребенок не всегда сохраняет свой талант. Социально-психологические исследования среди учащихся г. Москвы показали, что в начальных классах примерно 17–20% учащихся относятся к потенциально одаренным. Однако к окончанию школы одаренными остаются 2%. Исходя из этих статистических показателей можно рассчитать, что в малокомплектной сельской школе численностью в 50 человек в младших классах одаренных детей может быть 8–10, а среди выпускников – 1 или не оказаться ни одного. Отрицательная динамика числа потенциально одаренных детей по мере взросления обусловлена различными причинами: социальная защищенность семьи и ее благосостояние; место жительства; отношение взрослых к личности ребенка и результатам его творчества и т. д. А в сельской местности, кроме семьи, школы и дома культуры, негде реализовать потребности личности и свои творческие способности. С другой стороны, одаренность рассматривается как дар, которым «Всевышний» наделяет избранных. Если придерживаться данного представления, то проблема выявления одаренных детей становится актуальной, но возникает сомнение о возможности развития одаренности.

Поэтому одной из главных целей в педагогической работе мы видим выявление одаренных детей и создание оптимальных условий для развития их творческих способностей в образовательном процессе.

Привлечь школьника к творческой работе только лишь призывами и угрозами невозможно, ибо раскрытие творческого потенциала человека возможно исключительно через реализацию личностных интересов и склонностей. Чтобы у обучающегося эти порывы души возникали, необходимо подобрать адекватные способы воздействия на его внутренний мир. С учетом вышесказанного работа с одаренными детьми в школе по предметам естественнонаучного цикла строится из следующих компонентов:

Во-первых, реализация принципа разноуровневого обучения на уроках на основе технологии личностно-ориентированного обучения учащихся. Содержание школьных программ ориентировано на среднего ученика и для одаренных детей недостаточно. Поэтому интерес к предмету у одаренных школьников можно поддерживать рассмотрением не стандартных эвристических задач; решением задач практического содержания с использованием межпредметных связей; занимательными элементами урока (Воронина, 2008; Колбовский, 2003).

Во-вторых, организация проектно-исследовательской деятельности учащихся в области экологии и биологии на уроках и внеурочное время с использованием современных информационно-коммуникативных технологий. Освоение наиболее актуальных для работы над проектами способов деятельности учащимися основной школы и подготовка их, таким образом, к разработке и реализации собственных проектов осуществляется на уроках ОПД в 5–9 классах (Основы ..., 2006).

В-третьих, проведение индивидуально-групповых занятий для творчески одаренных детей и вовлечение их в различные эколого-биологические мероприятия. Традиционные предметные недели, олимпиады, конкурсы, природоохранные акции, проводимые в нашей школе, помогают одаренным детям проявить свои способности, определиться в выборе приоритетных предметов.

Наиболее успешной и эффективной формой организации творческой деятельности учащихся является интеграция урочной и внеурочной их деятельности. В рамках создания дополнительных условий для развития творческих способностей и информационно-коммуникативных компетентностей учащихся был организован кружок по изучению природы родного края «Юный эколог». При планировании работы мы опирались на программы элективных курсов по экологии и биологии, программы курсов по основам проектной деятельности, материалы творческой лаборатории «Новые информационные технологии в системе непрерывного экологического образования» при КИПК и ПРО (Основы ..., 2006; Сборник ..., 2006).

Основные направления работы кружка следующие:

- Экологическое образование.
- Освоение новых информационных технологий и разработка мультимедийных продуктов.
- Изучение природы родного края.
- Мониторинг сред своей местности.
- Проектно-исследовательская и творческая деятельность учащихся.

На кружке учащиеся знакомятся с основными методиками исследовательских работ по проведению биомониторинга природных сред. Программа кружка включает в себя модули «Основы информационных технологий в эколого-биологическом образовании» и «Знакомимся с проектом», которые знакомят учащихся с цифровыми носителями информации и правилами их эксплуатации, особенностями их использования при исследовательской работе, видами проектов, их структуре, отрабатывают умения целеполагания, планирования проектной деятельности, анализировать и презентовать конечный продукт (Основы ..., 2006). Курс завершается изучением экологии своей местности темой «Школьный экологический мониторинг», которая предусматривает выполнение исследовательских работ, мультимедийных проектов информационного характера эколого-биологического содержания (Экология ..., 2006). Итоговое занятие кружка проходит в форме выставки исследовательских работ, гербариев, коллекций, чтением докладов от групп учащихся, занимающихся исследованием природных сред и объектов и презентацией проектов.

По мере ознакомления обучающихся с теоретическими основами биологии и экологии растений и животных своей местности, приобретения навыков работы с цифровой техникой и обработки информации на компьютере, учащимся предлагаются проектно-исследовательские и творческие работы. В итоге учащиеся готовят компьютерные презентации и защищают на школьной научно-практической конференции (Семенов, Будин, 2007).

Так учащимся 6–7 классов предлагаются темы исследовательских проектов по созданию энциклопедии или атласов, например, «Экологические группы растений», «Растения хвойного леса», «Луговая растительность», «Фотоальбомы насекомых своей местности», «Следы жизнедеятельности птиц и млекопитающих». Учащиеся 8–9 классов выполняют исследовательские проекты более сложного характера по содержанию и требующего большего времени: «Комплексная оценка экологического состояния водных ресурсов с.Карино», «Влияние абиотических факторов на скорость транспирации листьями растений различных экологических групп», «Определитель травянистых растений Слободского района», «Приспособления растений к опылению и распространению семян и плодов» и т. д.

Наиболее успешные исследовательские работы учащиеся защищают на конференциях различного уровня, используют при участии на олимпиадах по экологии и краеведению. Например, на региональном этапе олимпиады по природному краеведению в 2010 г. Шамиль Арасланова с исследовательской работой «Оценка экологического состояния р. Кудяшевки по составу микробиобентоса» был награжден дипломом III степени, а в 2011 г. Е. Аккузина стала победителем, и будет представлять Кировскую область на заключительном этапе Всероссийской олимпиады по краеведению с исследовательской работой «Настоящее и будущее «серебряной реки».

Организация проектно-исследовательской деятельности рождает и формирует у учащихся более устойчивый интерес к предмету, что выражается в активной позиции на уроках и участии во внеклассной работе по предмету, спо-

способствует развитию основных ключевых компетентностей и раскрытию творческих способностей школьников (Семенов, Будин, 2007).

Вовлечение в исследовательскую деятельность – групповой тренинг деятельности. Большая часть исследовательских проектов разрабатывается и создается группой обучающихся, что содействует эффективному формированию коммуникативной компетентности и адаптации одаренных детей в социуме. Нередко исследовательская работа становится совместным творческим делом учащегося и его родителей. Удачно выполненное задание положительно влияет не только на успеваемость, но и эмоциональную сферу личности школьника, развитие его взаимодействия с родителями, улучшая морально-психологическую атмосферу в семье.

Непосредственная работа школьников на лоне природы в ходе экскурсий и исследовательских работ оказывает значительную роль в эстетическом развитии учащихся и творческом самовыражении, воспитании убежденности в возможности познания живой природы, необходимости бережного отношения к природной среде и собственному здоровью.

Подтверждением эффективности данной системы педагогической работы по выявлению одаренных детей и развитию их творческих способностей являются высокие результаты на районных и областных олимпиадах и конкурсах по биологии, экологии, природному краеведению. Так, за последние 5 лет учащиеся Каринской школы становились трижды призерами, трижды победителями в личном зачете и дважды призерами в командном первенстве на областном конкурсе «Юный эколог». Выпускники Каринской школы осознанно выбирают свою будущую профессию, связанную с биологией и экологией, и учатся в различных вузах России (за последние пять выпусков из 28 выпускников 12 человек выбрали специальности эколого-биологического характера).

Выявление одаренности – длительный и сложный процесс, требующий со стороны педагога кропотливой работы. Как писал Сенека, свои способности человек может узнать только попытавшись их приложить, а можно и прожить всю жизнь, так и не раскрыв себя.

Литература

Воронина Г. А. Школьные олимпиады. Биология. 6–9 классы / Г. А. Воронина. 2-е изд. М.: Айрис-пресс, 2008. 176 с.

Колбовский Е. Ю. Экология для любознательных, или о чем не узнаешь на уроке. Ярославль: Академия развития: Академия Холдинг, 2003. 256 с., ил.

Ломакин А. В. Из опыта работы с одаренными детьми // Одаренный ребенок. 2009. № 6. С. 109–114.

Основы проектной деятельности: программа курса регионального компонента базисного учебного плана. 5–7 класс / Под ред. С. И. Мелехиной. Киров: Изд-во КИПК и ПРО, 2006. 56 с.

Сборник программ элективных курсов по экологии / Под ред. Т. Я. Ашихминой. Киров, 2006.

Семенов Ю. В., Будин О. А. Средства новых информационных технологий в развитии экологического образования // Профильное обучение: опыт, поиски, решения: материалы 34-й науч.-практ. конф. Киров: КИПК и ПРО, 2007. 141 с.

Экология родного края / Под ред. Т. Я. Ашихминой. Киров: Вятка, 1996.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В СТАРШИХ КЛАССАХ ЧЕРЕЗ ПРЕДМЕТЫ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА

З. П. Макаренко

*Кировское областное государственное общеобразовательное
казенное учреждение «Лицей естественных наук»,
xbl-klen@mail.ru*

Президент Д. А. 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). Руководитель группы разработчиков новых образовательных стандартов А. М. 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 др., 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 (ОБЖ)) были выделены темы, связанные с предметом экология. В табл. приведены (сокращенно) темы по предмету экологии по курсам «Классическая экология», «Социальная экология» и «Глобальная экология»; темы, которые изучаются в предметах ФГОС и темы, которые не изучают в предметах ФГОС. Анализ данных табл. показывает, что, 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 практические задачи. В основном, все темы в предметах ФГОС носят ознакомительный характер и не дают теоретической основы для решения экологических проблем. Не секрет, что учителя предметов ФГОС могут использовать часы, выделенные на экологию, для усвоения более сложных тем в своем предмете, а в журнале учета занятий все будет записано как надо. Курсы, кружки и факультативы по экологии посещают не все, а экологические проблемы и катастрофы почему-то могут коснуться всех. Изучение тем по экологии в предметах ФГОС не позволит подготовить школьников к олимпиаде по экологии,

так как именно те вопросы, что не изучаются в этих предметах, и составляют содержание олимпиад (законы, сукцессия и т. д.) (табл.).

Таблица

**Темы предмета экологии, которые изучают на предметах ФГОС
и не изучают**

№	Основные темы предмета экологии	Темы по экологии, которые изучают в ФГОС	Темы по экологии, которые не изучают в ФГОС
Классическая экология (34 ч.)			
1.	Аутэкология. Наука «Экология». Структура предмета «Классическая экология».	Экология как наука. (Биология) . О взаимосвязи между миром живой и неживой природы. (Природоведение)	Законы оптимума, минимума Либиха, Либиха-Шелфорда. Кривые толерантности. Эврибионты. Стенобионты. Решение задач.
	Абиотические факторы. Классификация живых организмов.	Влияние факторов окружающей среды на организмы. (Биология) . Приспособления растений к недостатку и избытку влаги, освещенности; животных – к низким и высоким температурам. (Природоведение) .	Экогруппы, жизненные формы, таксономия. Геометрическая прогрессия размножения. Кривые потенциального роста численности видов. Задачи.
	Пути приспособления организмов к среде обитания. Пути воздействия организмов на среду обитания.	Средообразующая роль живых организмов. Приспособления организмов к различным экологическим факторам. (Биология, география) . Знания о природе важнейших физических явлений окружающего мира. (Физика) .	Лабораторная работа по средообразующей деятельности.
	Адаптации на уровне организма. Приспособительные формы и ритмы жизни организмов.	Наблюдения за сезонными изменениями в живой природе. (Биология) .	Уровни адаптации. Фотопериодизм.
2.	Демэкология. Природные сообщества и популяции.	Популяция. (Биология) . Биоразнообразие, популяция, экосистема, биосфера, коэволюция, устойчивое развитие. (Естествознание) .	Состав и структура популяции. Демографические характеристики популяций. Динамика популяций. Экологическая ниша.
	Взаимоотношения организмов.	Типы взаимодействия популяций разных видов. (Биология) .	Закон (правило) Г. Ф. Гаузе. Вертикальные, горизонтальные и сигнальные взаимоотношения. Сравнение сообществ по Жаккару.
3.	Синэкология. Экосистема.	Экосистемная организация живой природы. (Биология) . Взаимосвязи в экосистемах (на моделях). (Естествознание) .	Экологические правила создания и поддержания искусственных экосистем.

Продолжение таблицы

№	Основные темы предмета экологии	Темы по экологии, которые изучают в ФГОС	Темы по экологии, которые не изучают в ФГОС
	Пищевые цепи и пищевые сети.	Пищевые связи в экосистеме. Составление схем передачи веществ и энергии (цепей питания). (Биология).	Решение задач. Биологическая продуктивность.
	Биосфера как глобальная экосистема.	Биосфера – глобальная экосистема. (Биология). Биосфера, ее взаимосвязи с другими геосферами. (География).	Структура биосферы.
	Круговороты веществ в биосфере.	Роль воды в природе и жизни людей, ее круговорот. (География).	Круговороты веществ: азота, фосфора, углерода, кислорода, серы, воды, биогенных элементов.
	Антропогенные процессы в биосфере: парниковый эффект, разрушение озонового слоя, обеднение биологического разнообразия.	Биологическое разнообразие как основа устойчивости биосферы, результат эволюции. (Биология, география, природоведение).	Потоки космической энергии. Альбедо. Гравитация, космический и земной магнетизм. Глобальные экологические проблемы.
	Понятие экологического равновесия. Экологические сукцессии.		Понятие экологического равновесия. Экологические сукцессии.
	Биологическая индикация. Школьный экомониторинг. Экологические проблемы г. Кирова.	Экологические проблемы. (Биология). Изучение экологических проблем своей местности и путей их решения. (Природоведение, география).	Оценка состояния воздуха в районе школы и района проживания методами лишеноиндикации, по феном белого клевера, по состоянию хвои, сосны и др. методикам.
Социальная экология (34 ч.)			
1.	Экология человека. Человек-биосоциальный вид. Здоровье как норма реакции на окружающую среду.	О человеке как биосоциальном существе. Зависимость здоровья человека от состояния окружающей среды. (Биология). Обеспечение безопасности своей жизни. (Физика). Влияние погоды на организм человека. (География). Комфортные экологические условия жизнедеятельности человека. (Природоведение).	Общие социальные и экологические особенности популяций человека. Тестирование.
	Адаптации.	Социальная и природная среда, адаптация к ней человека. (Биология). Адаптация человека к разным климатическим условиям. (География).	Механизм адаптации: гормональная система иммунитета, поведение, болезнь. Периоды адаптации. Практическая работа.

Продолжение таблицы

№	Основные темы предмета экологии	Темы по экологии, которые изучают в ФГОС	Темы по экологии, которые не изучают в ФГОС
	Оценка здоровья. Человек в экстремальных условиях. Среда жизни человека как фактор здоровья. Образ жизни – фактор здоровья.	Анализ и оценка влияния факторов окружающей среды, факторов риска на здоровье. (Биология) . Безопасное использования веществ бытовой химии; личные действия по защите и охране окружающей среды. (Естествознание) . Взаимосвязь здоровья и образа жизни. (Природоведение) . Основы здорового образа жизни. (ОБЖ) .	Соматометрия, психометрия, самооценка, составление родословного дерева. Человек в экстремальных условиях: пустыня, высокогорье, невесомость. Среда жизни человека как фактор здоровья. Оценка качества среды.
2.	Экологическая демография. Социально-экологические особенности роста численности человечества.	Демографической ситуации в России. (География) . Изучение правил безопасного поведения в природных условиях. (Природоведение) .	Экологическая емкость среды обитания. Региональные особенности демографических процессов. Социально-экологические предпосылки стабилизации мирового населения. Эколого-демографические взаимосвязи.
3.	Рациональное природопользование. Региональные экологические кризисы.	Убежденность в возможности познания природы. Рациональное природопользование и охрана окружающей среды. (Физика) . Экологические загрязнения и его источники. (География) .	
	Естественные экосистемы России.	Основные типы природопользования. (География) .	Лесные, степные и луговые экосистемы. Экосистемы тундры, болот. Пресноводные и морские экосистемы.
	Агрэкоцитстемы.	Особенности агроэкосистем. (Биология) . Характеристика использования и охраны почв. Меры по сохранению плодородия почв. (География) .	Почва. Разнообразие почв в России. Определение фитотоксичности и токсичности образцов почв. История севооборотов. Экология животноводства, биоконверсия. Виды сельскохозяйственного загрязнения. Энергосбережения в сельском хозяйстве.
	Городские и промышленные экосистемы.	Бытовая химическая грамотность: умение читать маркировку изделий соблюдение инструкций по применению приобретенных товаров. Экологически грамотное поведение в окружающей среде, школьной лаборатории и в быту. (Химия) .	Очистные сооружения. Экология автомобильного транспорта. Зеленые растения в городе. Урок в музее. Квартира как экосистема.

№	Основные темы предмета экологии	Темы по экологии, которые изучают в ФГОС	Темы по экологии, которые не изучают в ФГОС
Глобальная экология (34 ч.)			
1.	Промышленные и городские экосистемы. Загрязнение среды. Очистные сооружения. Урбоэкология. Экологические проблемы города. Города будущего.	Катастрофические явления природного и техногенного характера. Сохранение природы для поддержания благоприятной среды обитания человека. (География). Экологические проблемы, связанные с развитием энергетики и средств связи. (Естествознание).	Законы оптимального развития урбоэкосистем. Растительный и животный мир города. Промышленные функции города. Города будущего.
2.	Экологические основы охраны природы. Основы законодательства по охране окружающей среды. Международное сотрудничество в охране окружающей среды.	Сохранение растительного и животного мира Земли. Особо охраняемые природные территории. (География). Примеры наиболее распространенных растений, животных своей местности, в том числе редких и охраняемых видов растений и животных. (Природоведение). Умение оценивать с эстетической точки зрения красоту окружающего мира; умение сохранять его. (ОБЖ).	Правовые экономические механизмы регуляции практического освоения природы и решение экологических проблем. Мировая сеть охраняемых территорий. Биосферная устойчивость.
3.	Глобальная экология. Экологические кризисы и катастрофы в истории цивилизаций. Продовольственная и энергетическая проблемы. Атмосфера. Гидросфера. Глобальное здоровье. Концепция устойчивого развития. Ноосфера. Всемирная экологическая программа 21-го века.	Техногенные изменения природных комплексов. Регионы экологического неблагополучия. Глобальные экологические проблемы и пути их решения. Водные ресурсы. (География). Обеспечение безопасности жизнедеятельности, охраны здоровья, энергосбережения, защиты окружающей среды. (Естествознание). Чистота атмосферного воздуха как фактор здоровья. (Биология).	Глобальные экологические процессы. Традиционные и нетрадиционные формы энергетики. Экологические проблемы воздушного бассейна Кировской области. Водопотребление и истощение ресурсов пресной воды. Почвы Кировской области.

Как быть теперь с изданиями учебных комплексов, рабочих тетрадей по предмету «Экология», которые были разработаны за последние 15 лет? А специально подготовленные учителя экологии? В какой области им применить теперь свои знания и опыт?

Приказом №1975 от 31.05.2011 министр образования и науки РФ А. Фурсенко утвердил федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 022000 «Экология и природопользование» (квалификация (степень) «бакалавр») (Фурсенко, 2011).

сенко, 2011). В данном случае остается вопрос: достаточно ли будет знаний, полученных в предметах ФГОС для продолжения высшего образования по специальностям, связанным с экологией?

На основании вышесказанного, хотелось бы, чтобы предмет «Экология» все-таки был включен в учебный план основного общего образования.

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.

УРОК ЭКОЛОГИИ В РАМКАХ «ДНЯ ДУБЛЕРА»

В. А. Демидов

МОУ СОШ с УИОП № 51 г. Кирова, v7710@mail.ru

Введение. На протяжении нескольких десятков лет в Синегорской средней школе Нагорского района Кировской области (где автор статьи проработал 14 лет), традиционно проходит мероприятие – «День дублёра». На один день школа, её администрирование, все хозяйственные заботы, и, естественно, преподавание дисциплин, отдаётся учащимся 11 классов. В первую очередь, данное мероприятие позволяет ученикам побыть в роли учителя и почувствовать, насколько тяжёл этот труд, насколько ответственен он и в то же время интересен.

Данная разработка включает материал урока-лекции по экологии, проведённого учителем-дублёром на одном из мероприятий. Тема урока: «Проблема разрушения озонового слоя – одна из глобальных экологических проблем современности», материал рассчитан на учащихся 10 класса средней общеобразовательной школы. Именно эта тема выбрана в качестве темы урока для проведения учителем-дублёром нами неслучайно. Она не занудна, не слишком сложная и громоздкая, для этой темы легко найти необходимый материал, в том числе и углублённый в школьной библиотеке (справочники, сборники статей). Материал строится на уже известных фактах из курса химии 9 класса и при добросовестной проработке его учителем-дублёром есть вероятность, что и класс эту тему сможет осилить, в крайнем случае, все невыясненные моменты может подкорректировать и сам учитель-предметник на следующем уроке. Попробуйте поэкспериментировать, провести такой праздник в Вашей школе, и, возможно Ваши учащиеся будут более ответственно подходить к своей главной

школьной задаче – учебе, будут более уважительно относиться к учительскому труду, обретут цель в жизни, определившись с будущей профессией.

Тема урока: «Проблема разрушения озонового слоя – одна из глобальных экологических проблем современности».

Тип урока: Урок усвоения новых знаний.

Форма урока: Урок-лекция.

Цели урока: 1. Повторить материал, изученный на уроках химии в 9 классе об озоне как аллотропном видоизменении кислорода. 2. Раскрыть сущность глобальной экологической проблемы – истончения озонового слоя. 3. Развитие познавательного интереса к экологической дисциплине у учащихся. 4. Формирование всесторонне развитой, гармоничной личности.

Изучив материал, учащиеся должны будут

Знать: Сущность экологической проблемы. Схему образования озона в атмосфере. Азотный цикл разрушения озона. Водородный цикл разрушения озона. Хлорный цикл разрушения озона.

2. Уметь:

Прогнозировать изменения в живой природе, к которым ведёт экологическая проблема. Предлагать пути решения проблемы. Писать уравнения реакции образования озона в атмосфере. Составлять уравнения реакций, соответствующих циклам разрушения озона в атмосфере.

Фронтальная работа с классом: 1. Определение темы урока. 2. Выявление цели урока. 3. Регламент работы на уроке. * 4. Изложение материала в форме лекции учителем-дублёром (учеником).

Ход урока:

На доске написана тема урока и число. На магнитной доске написан, или напечатан на листе бумаги в компьютерном исполнении новый для учащихся термин «Озоновая дыра».

Учитель-дублёр начинает урока с небольшого введения о глобальных экологических проблемах современности, возникших по вине человека, акцентирует внимание учащихся на планетарном характере этих проблем, на возможности их решения только усилиями многих или даже всех стран мира, на необходимости незамедлительного решения их.

Далее осуществляется плавный переход к теме урока и вводится понятие:

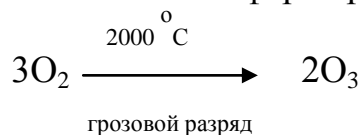
Озоновая (озонная) дыра – значительное пространство в озоносфере планеты с заметно пониженным (до 50%) содержанием озона. Это явление лишь часть сложной экологической проблемы истощения озонового слоя Земли. В результате антропогенных факторов-выбросов в атмосферу фреонов (ХФУ – хлорфторуглеводородов) и оксидов азота (продуктов неполного сгорания орга-

* в силу достаточно большого объёма, громоздкости материала рекомендуется отводить на изучение темы урока 50 минут учебного времени, причём начать урок следует не с проверки заданного к уроку домашнего задания (если таковое было задано), а с определения темы (совместно с учащимися) и непосредственного изложения материала в лекционной форме.

нического топлива сверхзвуковых самолётов и космических аппаратов), начались процессы разрушения или истощения озонового слоя нашей планеты.

Учащиеся записывают термин под диктовку учителя-дублёра.

На доске заранее чертится схема строения атмосферы, на перечерчивание которой в рабочую тетрадь, учитель-дублёр даёт классу 3 минуты. В процессе работы учащихся, дублёр определяет положение озонового слоя на схеме, акцентирует внимание учащихся на мизерной его толщине и огромной роли для всего живого на планете (защите жизни от губительных жёстких ультрафиолетовых лучей). Затем учитель-дублёр предлагает классу вспомнить материал курса неорганической химии 9 класса. Учащиеся называют формулу озона, вспоминают понятие аллотропии (как явления, при котором один и тот же химический элемент образует несколько простых веществ). Простые вещества, образованные одним и тем же химическим элементом, называются аллотропными видоизменениями этого элемента. Для кислорода это O_2 – молекулярный кислород и O_3 – озон.), определяют особенности строения молекулы озона и её образование в атмосфере при грозовых разрядах.



Учитель-дублёр продолжает рассказ о трёх циклах разрушения озона в атмосфере уже по вине человека (схемы можно заранее написать на доске или нанести на полиэтиленовую плёночку и проецировать на экран с помощью кодоскопа). Пока учащиеся переписывают схемы циклов в тетрадь, учитель-дублёр поясняет уравнения реакций: в первых двух реакциях каждого цикла озон реагирует с веществом (частицей), которое в ходе химических реакций никуда не исчезает, так если в первой реакции каждой схемы оно вступает в процесс, то во второй реакции оно образуется в первоначальном виде. Подобные вещества в науке называются катализаторами. Вспоминаем из курса химии 9 класса совместно с учащимися термин катализатор. (Катализатор – вещество, ускоряющее ход химической реакции, но само при этом не расходуемое).

Таким образом, попадание в верхние слои атмосферы даже незначительных количеств озон разрушающих веществ может длительное время влиять на баланс озона.

Пути решения проблемы (учитель-дублёр акцентирует внимание учащихся на необходимости скорейшего решения данной проблемы с привлечением сил всех стран мира):

1975 г. – всемирная метеорологическая организация (ВМО) впервые выступила с заявлением о воздействии на озоновый слой результатов деятельности человека и о вероятных геофизических последствиях этого воздействия.

1977 г. – по инициативе ЮНЕП (программа ООН по вопросам охраны окружающей среды) в Вашингтоне было созвано специальное совещание экспертов по озону. Был выработан и принят «Мировой план действий по озоновому слою», который реализуется и сейчас в рамках международного сотрудничества.

1985 г. – в Вене подписана конвенция по охране озонового слоя.

1987 г. – в Монреале было принято международное соглашение по уменьшению и дальнейшему отказу от производства веществ, разрушающих озон.

1990 г. – в Лондоне на собрании представителей стран, подписавших Монреальский протокол, были приняты поправки, существенно усилившие ограничения на использование фреонов.

1992 г. – в Копенгагене представители 91 страны мира провели очередную конференцию по озоновому слою с целью ускорить полное прекращение производства фреонов. Были приняты решения к 1996 году полностью прекратить производство наиболее опасных видов фреонов, а до 2030 – всех остальных. Было выделено 240 миллионов долларов для помощи развивающимся странам с тем, чтобы они прекратили производство фреонов до 2010 г.

В наше время практически во всех экономически развитых странах, а также в Китае и Индии принимаются меры по предотвращению и смягчению последствий озонового истощения.

Учитель-дублёр подводит итоги урока, напоминает основные ключевые вопросы, рассмотренные в ходе урока-лекции, задаёт домашнее задание – выучить изложенный материал для рассказа на следующем уроке.

Литература

Алексеев С. В. Экология / Учебные пособия для 9, 10–11 классов. СПб.: СМИО ПРЕСС, 1999.

Быков Б. А. Экологический словарь. Алма – Ата, Наука, 1988

Винокурова Н. Ф., Трушин В. В. Учебник для 10–11 классов профильных школ. М.: Просвещение, 1998.

Вронский В. А. Прикладная экология. / Учебное пособие. Ростов – на – Дону: Феникс, 1996.

Вронский В. А. Экология. Словарь-справочник, Ростов – на – Дону, М.: Зевс, 1997.

Дедю И. И. Экологический энциклопедический словарь. Кишинёв, 1989.

Одум Ю. Экология. перевод с англ., Т. 1–2. М.: Мир, 1986.

Реймерс Н. Ф. Природопользование. Словарь-справочник. М.: Мысль, 1990.

ИНТЕГРИРОВАННЫЙ УРОК ХИМИИ И ОБЖ «ХИМИЧЕСКОЕ ОРУЖИЕ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ НЕГО»

С. И. Огородова

*МКОУ СОШ ст. Просница Кирово-Чепецкого района Кировской области,
prosnitsa@mail.ru, ogorod1982@rambler.ru*

В нашей школе получила своё развитие идея интеграции при реализации проекта «Интегрированное обучение в сельской школе». Учителями предметов естественнонаучного цикла разработаны и проведены интегрированные уроки с использованием как внутрицикловых, так и межцикловых связей. Так, нами были разработаны и проведены бинарные интегрированные уроки по химии и ОБЖ. Один из них «Химическое оружие и средства защиты от него» (10 кл.).

Актуальность проведения урока связана с тем, что на территории области имеется объект по хранению и переработке боевых отравляющих веществ (ОВ). Урок продолжался в течение 2 часов и проведен в форме ролевой игры – совещания комиссии по проблемам химического оружия и защиты населения от аварийных выбросов отравляющих веществ. Ребята, в соответствии со своей ролью, готовили материал для выступления.

В первой части урока была представлена полная информация о химоружии. Историю появления ОВ осветил историк. Токсиколог предложил таблицу по классификации и действию на организм ОВ (группы, названия ОВ, признаки поражения, защита). Представитель организации по уничтожению хим. оружия поведал о запасах его, в т. ч. и в Кировской области. Химик-технолог пояснила реакции получения хим. оружия, приводя формулы и названия. Представитель МЧС рассказала об аварийных ОВ (хлор и аммиак), привела реакции их получения. Эколог сообщила об экологических проблемах, связанных с химоружием.

Во второй части урока были рассмотрены средства защиты от ОВ:

1) Общебойковой защитный костюм (ОЗК);

2) Противогаз (с показом принципа действия на опытах, проводимых учеником-лаборантом. Был продемонстрирован принцип адсорбции на примере активированного угля и фуксина, принцип нейтрализации на примере поглощения газообразного аммиака дикарбоновыми кислотами);

3) Ватно-марлевая повязка (с опытом, который проводили все учащиеся. Они оценивали интенсивность запаха аммиака, вдыхая воздух через сухую и влажную повязку, делали вывод о связывании аммиака в соединение).

Заключительными этапами урока была проверка усвоения материала и по ОБЖ, и по химии в тестовом виде и подведение итогов заседания.

Такие уроки интересны как для учеников, которые приобретают более полное представление о проблеме, могут примерить на себя профессиональные роли, так и для учителей, которые готовят данный урок. Поиск, отбор информации, форм, методов, средств обучения, общение между педагогами при подготовке урока, взгляд на проблему с различных точек зрения обогащает мировоззрение и способствует профессиональному росту.

Литература

Природа, хозяйство, экология Кировской области / Сборник статей. Киров, 1996. 592с.

Смирнов А. Т. Основы безопасности жизнедеятельности. 10 класс. В 2 ч. Ч. 1: учеб. для общеобразовательных учреждений / А. Т. Смирнов, Б. И. Мишин, В. А. Васнев. // Под общ. ред. А. Т. Смирнова; Рос. акад. наук, Рос. акад. образования. М.: Просвещение, 2009.

Экология Кировской области / Сборник статей.

ЦЕНТР ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ В ЗАПОВЕДНИКЕ

Р. Д. Хабибуллин, Л. А. Хабибуллина

*Нижегородская областная общественная организация
«Компьютерный экологический центр», khabib.greensail@gmail.com*

Главная идея проекта: создание площадки для экологического просвещения жителей Нижнего Новгорода, Нижегородской области и гостей из других регионов и воспитание чувства удивления и любви к русскому таежному лесу, бережному и ответственному к нему отношению. Как главный итог – совместно с сотрудниками заповедника обеспечить формирование большого контингента экологически ориентированных сторонников в Нижегородской области.

Лесные пожары лета 2010 г. показали всю незащищенность наших лесов, обусловленную низкой экологической культурой населения, полным пренебрежением к судьбе русского леса. Свалки бытовых отходов, брошенные из окон машин окурки, незатушенные до конца костры, халатное отношение людей к лесу явились частой причиной очагов возгорания, которые перешли в зловещие лесные пожары. Поколение, которое выросло в постсоветское время, привыкло рассматривать природу и, в частности, лес только с узкоутилитарной точки зрения как источник наслаждения (рекреации, сбора грибов и ягод, охоты). О глобальной роли биологического разнообразия оно не знает, не понимает того, что для нашего общего будущего важны все обитатели леса – и животные, и растения, что все они имеют самостоятельную ценность. Последствия близорукой политики в области образования и, в частности, в области экологического образования, привели к тому, что молодые люди не воспринимают лес как экосистему, как местообитание животных и растений.

ГПБЗ «Керженский» – единственный в Нижегородской области заповедник. Нижегородское Заволжье и река Керженец, где расположен заповедник, являются сравнительно слабо заселенной территорией. Эти места в любое время привлекают большое количество туристов. Этому способствуют живописная природа, легендарное историческое прошлое, связанное с именами Степана Разина, Короленко, Формозова, Мельникова-Печерского, с кержаками-раскольниками.

В связи с этим заповедник можно рассматривать как идеальное место для экологического просвещения и образования населения. Однако возможности сектора экопросвещения заповедника чрезвычайно ограничены: недостаточное кадровое обеспечение и большая загруженность специалистов, отсутствие гостиницы для приема туристов. Поэтому справиться с потоком желающих только персонал заповедника не может. Для оптимальной организации экопросвещения и охраны природы необходимо взаимодействие, партнерские отношения государственных учреждений, некоммерческих организаций и бизнес-структур. Нижегородская областная общественная организация «Компьютерный экологический центр» является некоммерческой организацией и более 15 лет сотрудничает с ГПБЗ «Керженский».

В летний период большая нагрузка приходится на р. Керженец, которая протекает по западной границе заповедника. Для наиболее оптимальной просветительской деятельности с мая по сентябрь необходимо учредить летний пост для просвещения туристов-байдарочников, сплавающих по реке.

Еще одна проблема связана с тем, что в настоящее время разработано сравнительно небольшое число экскурсионных маршрутов, причем все они проходят по территории заповедника. Это приводит к большой нагрузке на охраняемую территорию. Целесообразно разработать экологические маршруты и экологические тропы по лесному массиву на правом берегу р. Керженец, не входящему в охраняемую зону. Кроме того, актуальным является разработка речного маршрута.

Для того, чтобы уменьшить остроту проблемы нехватки экскурсоводов, возможно наладить подготовку экскурсоводов-добровольцев из числа студентов, пенсионеров, волонтеров-отпускников.

Молодежная организация «Зеленый Парус» в течение 25 лет объединяет школьников, студентов, молодых специалистов для работы в области охраны природы и экологического образования среди детей, подростков и молодежи. В течение 15 лет с 1995 г. организация тесно сотрудничает с заповедником «Керженский», участвуя во многих его просветительских мероприятиях: маршах природных парков, конференциях, сборах. Совместно с сотрудниками заповедника ежегодно проводятся областные и международные экологические лагеря, в которых за эти годы участвовало более 3000 школьников и студентов из Нижегородской области, многих регионов России, 12 стран Европы. Члены организации активно поддерживают проекты заповедника, в частности, проект «Керженец – любимая река», профинансированный Фондом дикой природы. Выпускники «Зеленого Паруса» становятся сотрудниками заповедника. Активный член «Зеленого Паруса» А. Р. Мосягина под руководством заместителя директора заповедника Г. А. Ануфриева провела исследование биоразнообразия бабочек на территории заповедника и в 2008 г. защитила кандидатскую диссертацию.

Для проведения эколого-просветительской работы организация долгое время арендовала помещения в поселке Рустай. В 2008 г. организация выкупила в собственность здание бывшего детского сада на средства 1-ой премии, полученной командой «Зеленого Паруса» на всемирном конкурсе детских экологических проектов «Volvo Adventure», проводимом корпорацией Вольво и Программой ООН по окружающей среде (UNEP). В жюри конкурса входят и представители WWF.

Наша мечта – превратить наш дом не только в место, где хорошо членам «Зеленого Паруса», но и в место, где обычные люди, дети и молодежь могли бы получать новые знания и новый опыт, чтобы их модель поведения изменилась на более ответственную, более дружелюбную по отношению к живой природе. Чтобы они поняли, что биоразнообразие – это прежде всего разнообразие экосистем, лесных экосистем. Экопросвещение – это миссия заповедника. И мы хотим ему помочь в этом.

В результате реализации проекта будет: приведено в готовность для проведения регулярных занятий помещение центра в заповеднике, в котором одновременно смогут заниматься 40–50 человек; разработаны методические материалы для проведения семинаров, тренингов, курсов, лагерей с различными категориями населения Нижегородской области; созданы 2 экскурсионных маршрута и 2 экологических тропы; изданы брошюры в помощь посетителям заповедника; создана сеть сторонников заповедника и Фонда дикой природы на базе библиотек, школ и учреждений дополнительного образования Нижегородской области; разработана и внедрена методика просветительской работы с туристами, сплавающимися по реке; подготовлены экскурсоводы из числа студентов, учителей, пенсионеров для обслуживания посетителей во время массового их наплыва; проведены семинары, тренинги, курсы, лагеря для 300 человек – учителей, вожатых, библиотекарей, школьников и студентов.

Устойчивость проекта обеспечивается наличием высококвалифицированных кадров, имеющих более чем 15-летний опыт работы на этой территории во взаимодействии и сотрудничестве с сотрудниками заповедника. В проекте будет осуществляться совместная работа со всеми подразделениями заповедника: совместно с отделом охраны будет налажена работа с туристами, с отделом экопросвещения будут разрабатываться и внедряться маршруты, тропы и пособия, с научным отделом заповедника под руководством его сотрудников будут проводиться конкурсы исследовательских работ школьников и привлечение школьников к учету биоразнообразия растений и животных. Благоустроенные помещения центра позволят существенно увеличить количество посетителей, желающих познакомиться с заповедником.

Разработанные и апробированные методики работы с населением позволят изменять модель поведения различных категорий населения по отношению к живой природе.

Об успешности разработанных методик можно судить по результатам анкетирования и тестирования.

Социальный эффект проекта состоит в том, что уменьшится количество возгораний в лесах Нижегородской области.

ФОРМИРОВАНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ КАК СРЕДСТВО ИНДИВИДУАЛИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ

Т. М. Фокина

*МОУ Зенгинская СОШ Оричевского района Кировской области,
weronichka84@mail.ru*

Учащиеся общеобразовательных школ могут получить экологические знания на уроках биологии, экологии и на занятиях кружка. Основная воспитательная задача – расширить рамки осознания экологических знаний, полученных на уроках, воздействуя на чувственную сферу, разум в понимании неразрывности человека и природы (Воспитание экологической культуры, 1997).

Примечательно, что исследовательская работа дает возможность воплотить главный принцип – личностный, что связано с использованием индивидуальных и групповых форм воспитания. Причем индивидуальные формы воспитания направлены на познание личности учащегося, его интересов, научной подготовки и эмоциональной восприимчивости, тогда как групповые способствуют последовательному включению ребенка в различные виды деятельности с учетом его личностного развития.

Другая особенность таких занятий – тесная связь педагога и ученика, порождающая отношения сотрудничества, сотворчества и партнерства. А это дает возможность для более широкого творческого раскрытия всех способностей ребенка и удовлетворения его потребностей. Именно в этом случае воспитание становится личностно-ориентированным и приводит к формированию соответствующих ценностных ориентаций в системе отношений человека и природы. Еще одна особенность – контингент учащихся, занимающихся исследованиями в природе, интересующиеся проблемами биологии, экологии. Это позволяет успешно осуществлять воспитательные мероприятия, способствующие выработке устойчивых потребностей познания природы и ее охраны (Гагарин, 2000). Индивидуальные формы направлены на воспитание осознания важности личного вклада в сохранение природы, раскрытие возможностей для самореализации и создания условий для самовоспитания. Этому способствует персональная работа с учащимся с целью направленной подготовки к определенным видам деятельности в процессе экологического воспитания. Она включает различные формы: объяснение, планирование, консультации, организацию совместных наблюдений, опыт описаний, работу с научной литературой, исследование, моделирование. Продуктивность индивидуальных форм экологического образования зависит от учета конкретных психолого–педагогических условий, возрастных особенностей учащихся (Отношение ..., 1988).

В исследовательской деятельности для учащегося, впервые приступившего к ней, педагог становится первым научным руководителем. В его задачу входит не только поддержание и развитие интереса к исследованию природы, но и тактичное руководство определенной последовательностью в действиях воспитанника. Трудности возникают уже на первом этапе при выборе темы исследования, т.к. тема должна быть интересной, актуальной – недостаточно изученной и реально выполнимой с учетом возможностей и условий для проведения исследований (Суравегина, Сенкевич, 1994). В 20010–2011 гг. учащиеся Зенгинской школы работали по разным направлениям исследований. Были выбраны темы по экологии: «Исследование состояния местных естественных озер п. Зенгино», «Изучение чистоты воздуха методом биоиндикации», «Исследование продуктов питания», «Здоровье и я». На следующих этапах педагог помогает с определением цели и задач, дает советы – как следует работать с научной литературой, разрабатывает программу исследований, контролирует деятельность воспитанника, просматривает материалы и корректирует те или иные действия. Самая сложная работа в природных условиях и формирование умений протекает по-разному. Педагог разъясняет учащимся методику анализа и

сравнения полученных результатов работы, советуя как лучше их оформить и изложить в форме доклада или сообщения (Теплов, 2006; Ясвин, 2000).

Для учащихся 8–9 классов вполне интересны и посильны работы в природе, связанные с организацией практической деятельности по сохранению водных экосистем. Ученики 6 класса исследовали состояние естественных озер п. Зенгино по программе школьного экологического мониторинга:

1. Цель – изучение состояния водных экосистем поселка, их паспортизация, оценка степени влияния человека на состояние водоемов; практическая деятельность по его улучшению.

2. Географическое положение озер. Составление карты – схемы объекта исследования и прилегающей к нему территории. По результатам обследования отметить на ней неблагоприятные с экологической точки зрения места и источники загрязнения.

3. Историко-культурные сведения об объекте исследования, которые можно получить из бесед с местным населением.

4. Современное использование объекта, его роль для окружающей природы.

5. Подготовка комплексной экологической характеристики объекта.

6. Оценка экологического состояния объекта исследования и его паспортизация.

7. Разработка учащимся программы практических действий по восстановлению и сохранению водоемов.

8. Связь с природоохранными организациями, местной администрацией с целью информирования населения о полученных результатах и возможного сотрудничества.

Таким образом, индивидуальная форма работы с учащимся направлена на выявление и развитие его творческих способностей, являясь необходимым элементом других форм экологической работы.

Литература

Воспитание экологической культуры школьников как психолого-педагогическая проблема: Сб. науч.статей / Под ред. Б. Т. Лихачева и Н. С. Дежниковой. М.:АОЗТ «АРИАНТ», 1997.

Гагарин А. В. Воспитание природой. Некоторые аспекты гуманизации экологического образования и воспитания. М.: Мос. Городской психолого-педагогический институт, 2000.

Отношение школьников к природе. / Под ред. И. Д. Зверева, И. Т. Суравегиной. М.: Педагогика, 1988.

Суравегина И. Т., Сенкевич В. М. Экология и мир: Методическое пособие. М.: Новая школа, 1994.

Теплов Д. Л. Экологическое воспитание в дошкольном образовании. М.: ГОУДОД ФЦРСДОД, 2006. 64 с.

Ясвин В. А. Психология отношения к природе. М.: Смысл, 2000.

ЭКОЛОГО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКИХ ВУЗОВ

Н. И. Хотько, А. П. Дмитриев, Л. Л. Журавлёва
Российская академия естествознания zubr05@mail.ru,
ФБУ «Государственный НИИ промышленной экологии», info@sar-ecoinst.org,
Управление Роспотребнадзора по Пензенской области sanepid@sura.ru

Одной из причин ухудшающегося состояния здоровья населения является высокая степень экологического неблагополучия современных городов. Понятно, что в этих условиях подготовка высококвалифицированных специалистов с использованием современных инновационных технологий по проблемам предупреждения и реабилитации эколого-зависимых нарушений в состоянии здоровья населения имеют особую актуальность. Экологическое образование – целенаправленно организованный, планомерно и систематически осуществляемый процесс овладения экологическими, знаниями, умениями и навыками (Региональные проблемы ..., 1993; Khotko, Dmitriev, 2002).

Указом Президента Российской Федерации «О государственной стратегии Российской Федерации по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития» (1997 г.) в качестве одного из важнейших направлений государственной политики в области экологии намечено развитие экологического образования и воспитания. Постановлением Правительства создан Межведомственный совет по экологическому образованию. Государственная Дума в первом чтении приняла Федеральный закон «О государственной политике в области экологического образования».

Вместе с социально-гуманитарным образованием экологическое образование в современных условиях призвано способствовать формированию у людей нового экологического сознания, помогать им в усвоении таких ценностей, профессиональных знаний и навыков, которые содействовали бы выходу РФ из экологического кризиса и движению общества по пути устойчивого развития. Действующая в настоящее время в стране система экологического образования носит непрерывный, комплексный, междисциплинарный и интегрированный характер, с дифференциацией в зависимости от профессиональной ориентации. Созданы центры по экологическому образованию населения, апробируется экологическая компонента содержания профессионального образования.

Секция экологии РАЕ совместно со специалистами кафедр гигиены и экологии человека, военной гигиены Пензенского медицинского института, государственного университета (ПГУ) и Саратовского государственного медицинского университета, лабораторий Государственного НИИ экологии Среднего Поволжья разработала и стала реализовывать систему непрерывного экологического образования, включая средне и высшее звено медицинского образования. На базовом уровне она даёт основы экологических знаний и реализуется на младших курсах всех факультетов в рамках, предусмотренных учебной программой часовой нагрузки. На первом этапе осваиваются биологические, физико-химические, анатомо-физиологические, гигиенические основы экологиче-

ских знаний. На втором вырабатываются социально-правовые, медико-биологические, гигиенические и клинические основы экологических знаний. Второй уровень – самостоятельный интегрированный курс «медицинская экология» преподаётся на 6-ом курсе медико-профилактических факультетов. Учебная программа предусматривает 40 часов и включает теоретическую и практическую подготовку, позволяющую студентам получать навыки решения конкретных медико-экологических проблем местного и регионального уровней. Кроме того, на старших курсах предусмотрен цикл элективных курсов по актуальным проблемам медицинской экологии. Задача курса – подготовка современного высококвалифицированного специалиста, профессионально решающего проблемы медицинской экологии.

На практике кафедры гигиены и экологии, секция экологии РАЕ, лаборатории ГосНИИЭНП проводят исследования по гигиенической оценке экологических рисков на территории Саратовской и Пензенской областей, ранжированию этих территорий по степени опасности. Экологические риски рассчитываются с учетом нозологии в первую очередь злокачественных новообразований, возраста и пола. В каждом административно-территориальном районе определена группа риска. Среди различных групп населения изучаются доли влияния качества атмосферного воздуха, питьевой воды, продуктов питания, суммарной химической нагрузки, канцерогенной нагрузки на формирование онкологической патологии с целью более оперативного информирования населения о состоянии окружающей среды и мерах по улучшению экологической обстановки в области. На официальном веб-сайте действуют такие рубрики как «Вопрос-ответ» и «Лента новостей», «Пресс-служба», где регулярно публикуются новости и пресс-релизы, освещающие ход и результаты мероприятий экологической направленности. Практически ежегодно в День экологических знаний (15 апреля) Управлением Роспотребнадзора по Пензенской области, региональными Комитетами охраны окружающей среды организуется «Прямая линия зеленого телефона» с жителями городов и районов. За время, отведенное на работу этой линии, граждане имеют возможность внести свои предложения и из первых рук получить от руководителей природоохранных органов трех уровней (федерального, республиканского и муниципального) ответы на интересующие вопросы экологической тематики.

Для экологического образования среднего медицинского звена кафедрами общей гигиены и экологии СГМУ и ПГУ совместно с областными базовыми колледжами осуществляется реализация программы «Медицинская экология».

Большое внимание уделяется также экологическому воспитанию. Экологическое воспитание призвано формировать активную природоохранную позицию. Экологическое воспитание, по Н. Ф. Реймерсу (1992), достигается с помощью комплекса природоохранного и экологического обучения, включающего воспитание в узком смысле слова, школьное и вузовское экологическое просвещение, пропаганду экологического мировоззрения (Роль санэпидслужбы ..., 1996).

Экологическое воспитание должно базироваться на основном постулате о том, что выход из экологического кризиса в современных условиях возможен.

Ключи к решению глобальной экологической проблемы — в переоценке мировоззренческих ценностей и в «смене приоритетов», а также в нормализации численности населения через планирование семьи, в неустанной практической работе по реализации основных направлений в охране окружающей среды.

Высшей стадией экологизации сознания является экологическая культура, под которой понимают весь комплекс навыков бытия в контакте с окружающей средой. Все большее число ученых и специалистов склоняются к мнению, что преодоление экологического кризиса возможно лишь на основе экологической культуры, центральная идея которой: совместное гармоническое развитие природы и человека и отношение к природе не только как к материальной, но и как к духовной ценности.

Современная экологическая ситуация определяет также острую необходимость формирования экологического мышления. Сегодня в области формируется система непрерывного экологического образования и воспитания, объединяющая образовательные учреждения разных уровней: детские сады, школы, учебные заведения начального, среднего и высшего профессионального образования, учреждения дополнительного образования, направленная на формирование научных и практических знаний, а также ценностных ориентаций, поведения и деятельности. Все это способствует обеспечению ответственного отношения к окружающей среде (Khotko, Dmitriev, 2002).

Большую роль в формировании экологической культуры играют дошкольные учреждения. Например, сегодня более 350 детских садов области реализуют программы экологического воспитания детей и их родителей. Так, например, в детских садах №№ 132, 87, 79 г. Пензы, № 3 п. Мокшан проводятся тематические занятия по охране природы, встречи, экскурсии и беседы воспитанников со специалистами: лесничими, врачами, психологами, экологами, созданы и развиваются живые уголки.

Экологическое образование обучающихся образовательных учреждений реализуется через включения раздела «Экосистемы» в программу по предмету «Биология», раздела «Глобальные проблемы человечества» в программу по предмету «География». В ряде образовательных учреждений введена отдельная учебная дисциплина «Экология», продолжается работа факультативов и кружков. В общеобразовательных и средних учебных заведениях проводятся тематические классные часы, уроки на экологические темы: «Мы в ответе за жизнь на планете», «Воздух, почва и вода – наши лучшие друзья», «Природа земли – наша забота» и т. д. Ежегодно проводятся областная конференция юных исследователей окружающей среды, эколого-биологическая олимпиада, олимпиада школьников по лесоводству, юниорский лесной конкурс «Подрост». Ежегодно учащиеся областных центров занимают призовые места в областном и республиканском этапе Всероссийской олимпиаде школьников по экологии, биологии и успешно представляют республику в её заключительном этапе.

Работа по экологическому образованию в учреждениях начального профессионального образования является одним из направлений воспитательной работы и осуществляется через пропаганду экологических знаний, формирование нравственной экологической позиции личности. Значительно увеличился

объем научных исследований в области теории и практики экологического образования. В целом, использование различных педагогических методов позволяет оптимизировать подготовку медиков среднего и высшего звена.

Литература

Дмитриев А. П., Хотько Н. И. Формирование у людей экологического сознания. Образование и воспитание // Сб. статей XI международной научн.-практ. конф. «Окружающая природная среда и экологическое образование и воспитание». Пенза, 2011. С. 53–57.

Региональные проблемы здоровья населения России. Отв. ред. В. Д. Беляков. Москва: ВИНТИ, 1993. 334 с.

Роль санэпидслужбы в обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации. / Е. Н. Беляев. М.: Издательско-информационный центр Госкомитета санитарно-эпидемиологического надзора РФ, 1996. 416 с.

Khotko N., Dmitriev A. Salud e ecologia de los ciudadanos no Regiao de Volga Los resultados del experimento científico toca un problema ecologica / XI Coloquio "supervisión, auditoría, información del sistema para la seguridad médica y ambiental". Costa Daurada, Espagna, maio 27-abr 04, 2002. P. 60–63.

МЕСТО И ЗНАЧЕНИЕ КУРСА «ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ» В СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ МАГИСТРА ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

*Н. М. Зимонина, Т. Ю. Исупова, Т. Н. Кононова
Вятский государственный гуманитарный университет*

Курс «Теория и методика экологического образования» включён в состав дисциплин по выбору и является частью магистерской подготовки по направлению – экология и природопользование. Согласно Государственному образовательному стандарту, при условии освоения соответствующей образовательной профессиональной программы педагогического профиля магистр экологии и природопользования может занимать должности, относящиеся к педагогической деятельности в вузах, колледжах, общеобразовательных учреждениях и учреждениях среднего профессионального образования. Комплексная наука – экология составляет содержание современного экологического образования, а методы экологических исследований активно используются в учебной и исследовательской деятельности учащихся. Поэтому педагогическая деятельность будущих профессионалов-экологов может быть востребована современным обществом. Успешное освоение педагогических компетенций расширит рынок востребованности магистров, укрепит их конкурентоспособность, повысит качество образовательных услуг в системе экологического образования.

Освоение данного курса, согласно учебному плану, требует семидесяти двух часов, из них, 26 – это аудиторные занятия. Почти две третьих аудиторного времени посвящено формированию практических педагогических компетенций. В процессе практических, семинарских занятий, в период учебной практики студенты учатся разрабатывать содержание и контролировать качество учебного процесса в учебных образовательных учреждениях, использовать современные и инновационные технологии в организации учебных занятий, ана-

лизировать нормативно-правовую основу реализации непрерывного экологического образования и просвещения.

Содержание курса включает три крупных раздела: экологическая психология и педагогика; методика экологического образования; научно-исследовательская деятельность в сфере экологического образования. Экологическая психология даёт представление о закономерностях и механизмах развития экологического сознания личности, об особенностях становления его компонентов (эмоционально-оценочного, знаниевого, деятельностного) в разные возрастные периоды (Медведев, Ардашева, 2001). Студенты рассматривают такие понятия, как субъективное отношение к природе, его типы, механизмы формирования, развитие субъективного отношения к природе в процессе онтогенеза, структурные особенности отношения в различных возрастных и социальных группах, развитие общественного экологического сознания в процессе социогенеза.

Теоретическая дидактика раскрывает основные проблемы образовательной практики: «для чего учить?» (то есть каковы цели и ценности образования) и «чему учить?» (то есть каково должно быть содержание обучения) (Андреева, 2009). Педагогика и дидактика дают возможность познакомиться с общими закономерностями построения учебно-воспитательного процесса в современной системе учебных заведений России (Папуткова, 1998). В этом же разделе студенты рассматривают междисциплинарный характер экологического образования, место экологического образования в общей структуре образования в РФ, значение экологического образования в решении экологических проблем и обеспечении сбалансированного природопользования, роль экологического императива в общей системе гуманистических ценностей человечества, концепцию непрерывного экологического образования, проблему переподготовки кадров в сфере экологического образования.

Содержание второго раздела посвящено формированию системы методических знаний и умений, необходимых для эффективного преподавания экологии и дисциплин естественнонаучного цикла в современных учебных заведениях. Студенты в теории и на практике осваивают процесс формирования экологических понятий, представлений, причинно-следственных связей и закономерностей, знакомятся с понятием и разнообразием современных образовательных технологий, особенностями их применения в обучении экологии и предметов естественнонаучного цикла, сравнивают структуру содержания экологического образования в средней и высшей школах, оценивают многопредметный, однопредметный и смешанный типы школьного экологического образования, знакомятся с формами дополнительного экологического образования.

Помимо преподавания в состав профессиональной деятельности специалиста в области экологического образования входят научно-исследовательская, воспитательная и культурно-просветительские функции. Научно-исследовательская деятельность педагога-эколога предполагает его участие в исследованиях проблем экологического образования и владение методами педагогических исследований: наблюдения, педагогического эксперимента, тестирования, анкетирования, рейтинговой оценки. Переход к личностной модели образова-

ния определяет необходимость воспитательной функции, цель которой – развитие научно-гуманистического мировоззрения, экологической культуры, преодоление возможной отчужденности ученика от природы и социума (Панфилова и др., 2005).

Самостоятельная работа студентов предусматривают включение их в самостоятельную творческую деятельность, связанную с преподаванием экологии. Сюда относятся: разработка урока и учебного занятия в режиме какой-либо технологии обучения; составление конспектов и планов-конспектов уроков и учебных занятий; подбор и составление заданий для контроля знаний учащихся; подбор и изготовление комплекса средств наглядности; подбор заданий для проведения исследовательских практических работ; проведение уроков, учебных занятий; участие в анализе уроков сокурсников.

Таким образом, успешное освоение данного курса предполагает, что педагогическая деятельность профессионала-эколога может быть широко востребована обществом в плане экологического образования при любой модели его построения.

Литература

Андреева Н. Д. Теория и методика обучения экологии: учебник для студентов высших учебных заведений / Под ред. Н. Д. Андреевой. М.: Академия, 2009. 208 с.

Медведев В. И., Ардашева А. А. Экологическое сознание Учебное пособие. Изд. второе, доп. М.: Логос, 2001. 384 с.

Папуткова Г. А. Профессионально-экологическое образование преподавателей вузов: Учебное пособие. Н. Новгород: Изд-во Волж. гос. инж.-пед. ин-та, 1998. 93 с.

Панфилова Л. В. Игошин Г. И., Врубель Е. М. Технология формирования экологической культуры учащихся: учебно-метод. Пособие. Самара: НТЦ, 2005. 113 с.

ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ В СИСТЕМЕ ДОВУЗОВСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Н. И. Хотько, Л. Л. Журавлёва, А. П. Дмитриев

Российская академия естествознания, zubr05@mail.ru

ФГУ «Государственный НИИ промышленной экологии Нижнего Поволжья»,

info@sar-ecoinst.org

Управление Роспотребнадзора по Пензенской области, sanepid@sura.ru

Экологическое образование начало осуществляться уже в древних цивилизациях, в особенности Востока. У основоположников философии Конфуция, Лао-цзы, Демокрита, Аристотеля экологическая составляющая являлась частью общей картины мира. В Новое время экологическое образование сопутствует зарождению и развитию экологической науки. Соединение экологии как науки и экологического образования стало формироваться одновременно с введением в научный оборот термина «экология» Э. Геккелем в 1866 г.

Российское экологическое образование имеет давнее обыкновение формирования знаний о взаимоотношениях человека и природы. Первоначально на основе естествознания, которое как предмет было учреждено в школах России в

конце XVIII в. Затем последовало включение естествознания в число предметов, изучаемых студентами учительской семинарии. Усилиями А. Н. Бекетова и К. А. Тимирязева, В. И. Вернадского в конце XIX – начале XX в. в стране наметились существенные изменения в организации научной деятельности, был создан естественнонаучный фундамент экологического образования. В СССР уже программы наркомата просвещения (1924 г.) ставили перед школой задачу изучения местного края и проведения работы по охране природы. Природоохранные знания были включены в учебные программы по биологии и географии, многие из которых сохранились в неизменном виде вплоть до конца 70-х г. В начальной школе был выделен самостоятельный предмет – «природоведение». Построение системы экологического образования базировалось на ряде методологических принципов, сформулированных еще в 80-х г. такими учеными как С. Н. Глазачев, А. Н. Захлебный, И. Д. Зверев, Е. С. Слостенина, И. Т. Суравегина. Исходными стали представления, что человечество связано с природой своим происхождением, существованием и своим будущим; качество экологически здоровой окружающей среды наряду с социальными условиями – основа физического и духовного здоровья человека и др. Учеными были разработаны характерные позиции экологического образования, которые, наряду с широко действующими в дидактике, составили основу экологического образования.

Заложенный принцип непрерывности обеспечивает процесс становления и развития ответственного отношения к окружающей среде школьников младшего, среднего и старшего возраста в системе классно-урочных и внеклассных занятий, а также всех видов общественно полезного труда (Абрамов и др., 1998). В основе системы экологического образования А. Н. Захлебный (1991) выделяет четыре взаимосвязанных компонента: *познавательный* – основные идеи о характере взаимодействия природы и общества, о глобальных экологических проблемах и путях их решения и т. п.; *ценностный* – ценностные ориентации о многосторонней общественной и личной значимости природы; *нормативный* – основы нравственных и правовых норм природопользования, правила поведения в окружающей среде; *деятельностный* – виды и способы деятельности учащихся, направленные на формирование познавательных и практических умений экологического характера.

Важнейшим аспектом современного экологического образования является научная пропаганда того, что экологические законы касаются и материальной и духовной культуры и, таким образом, влияют на социальные процессы. Охрана природы через обратную связь возвращается к нам охраной благополучия человека. Экологическое образование в настоящее время принято рассматривать как единую систему, основными компонентами которой выступают формальное (дошкольное, школьное, среднее специальное и высшее) образование и неформальное образование взрослого населения. Мировоззренческую основу экологического образования составляют два взаимосвязанных подхода: биоцентрический и антропоцентрический. В системе непрерывного образования дошкольное воспитание является его первой ступенью. На этой ступени у дошкольников происходят формирование привычек гигиенического характера, выработка простейших практических навыков, осознание элементарных про-

блем окружающей среды. В начальных классах происходит закрепление и развитие знаний об окружающей природной и социальной среде, полученных школьником в семье и в дошкольных учреждениях. В среднем школьном звене главная роль в экологическом образовании отводится теме «Естествознание» с привлечением задач по экологии, игр, а также некоторых видов практического общения с природой. Целью воспитания детей данного возраста (11–14 лет) является формирование позитивного отношения к окружающей среде. Это происходит на уроках географии, биологии, литературы, физики. В средних и старших классах при изучении интегрированных курсов «Основы экологии», «Биосфера и человек», «Охрана окружающей среды», «Экология человека», «Здоровье и окружающая среда», «Природа и культура» закрепляется и совершенствуется нравственная ориентация школьника в его отношениях с природой. Здесь закладываются основы понимания единства природы и общества, а охрана природы рассматривается как часть общей культуры человека (Зверев, 1993; Ильина, 1998). Важна роль экологической практики.

Естественно, уровень современного школьного образования во многом зависит от внедрения в постоянную практику новых оригинальных методов и приемов обучения и воспитания. В последнее десятилетие появилось много альтернативных средних учебных заведений дополнительного экологического образования в связи с созданием современной эколого-информационной культуры (фермерские школы, заочные экологические лицеи для учеников сельских школ и малых городов, лагеря и школы по отдельным направлениям экологического и биологического образования и т.д.). Задачи образовательной программы формулируются следующим образом:

1. Объединить и систематизировать разрозненные знания по предметам естественного, общественно-гуманитарного цикла, раскрывающие характер взаимоотношений и взаимодействия природы и человека как в далеком историческом прошлом на современном этапе и в перспективе на XXI в.

2. Провести анализ причин последствий и путей преодоления экологического кризиса.

3. Сформировать у учащихся личностное отношение к сохранению окружающей среды, активную жизненную позицию.

Структура этой программы построена по блочно-модульному принципу, что позволяет спроектировать новый учебный план с экологической доминантой. Экологическое образование – это органичная и приоритетная часть всей системы образования, придающая ему новое качество, формирующая иное отношение не только к природе, но и к обществу, к человеку. «Экологизация» образования означает формирование нового миропонимания и новый подход к деятельности, основанный на формировании гуманитарных и экологических ценностей (Мамедов, 1995; Мамедов, 1996; Назаренко, 1994).

Переходя к вузовскому экологическому образованию, следует отметить постоянное расширение экологической тематики, в том числе её социальной составляющей в высшем педагогическом образовании. Значимость экологического образования закреплена законодательными актами, охватывающими и школу, и профессиональное образование. Недостаточная же степень развитости

экологического образования в вузах объясняется, по большому счёту, исторической молодостью и экономическим состоянием нашего общества (Сафронов, 1992; Хотько и др.). Естественно имеют место и внутри вузовские проблемы экологического образования (отсутствие учебных пособий, далеко не полная оснащённость новейшей техникой исследований и т. п., и некоторые изъяны в постановке экологического образования). Для оптимизации экологического образования необходимо активизировать весь потенциал культуры, произвести радикальную, гуманистическую переориентацию всей системы ее ценностей, в полной мере раскрыть непреходящую значимость природы для человеческого существования.

Литература

Абрамов Ю. Ф., Алешкевич М. П., Буровский А. М., Костин А. К. Лицей эколого-информационных технологии. Иркутск, 1998.

Захлебный А. Н. Школа и проблемы охраны природы: Содержание природоохранительного образования. М., 1991.

Зверев И. Д. Учебные исследования по экологии в школе: Методы и средства обучения. М., 1993.

Ильина А. Н. Теоретические проблемы воспитания у старшеклассников экологической культуры как части их мировоззрения: Дис. ... канд. пед. наук. М., 1998.

Мамедов Н. М. Теоретические основы экологического образования // Экологическое образование и устойчивое развитие. М., 1995.

Мамедов Н. М. Философские аспекты социальной экологии. М., 1996. С. 1–12.

Назаренко В. М. Система непрерывного экологического образования в средней и высшей педагогической школе: Дис.... д-ра пед. наук. М., 1994.

Сафронов И. П. Формирование экологической культуры учителя: Дис. ... канд. философ. наук. М., 1992.

Хотько Н. И., Журавлёва Л. Л., Дмитриев А. П. Парадигма экологического образования и её реализация в системе среднего и высшего образования // Сб. научн. трудов. Ч. 2, Саратов. С. 319–321.

ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ШКОЛЬНИКОВ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

З. В. Кабалоев¹, А. Б. Хадарцева²

¹ Северо-Осетинский государственный университет, kabaloev_zalim@mail.ru

² МОУ СОШ п. В. Фиагдон РСО-Алания, alvfig@mail.ru

В основе экологического образования лежит любовь к красоте и человеку. Одной из сторон, формирующих это чувство, является патристическое воспитание на основе ценностей национальной культуры, воспитательном потенциале родного края. Много красивых мест в России, и одним из самых неповторимых был и будет Кавказ. Посёлок Верхний Фиагдон РСО-Алания расположен в Куртатинском ущелье, у реки Фиагдон.

Местность п. В. Фиагдон богата оригинальными климатическими условиями и обладает разнообразными природными богатствами. Здесь на небольшой

территории сосредоточены разнообразные контрастные природные зоны: влаголюбивые буковые леса, целебные минеральные воды, сухие горные степи, сосновые боры, многокрасочные горные луга. Куртатинское ущелье – край старинных горных селений, где среди руин, покинутых горцами, каменных замшелых домов еще тянутся ввысь своими выщербленными временем верхушками когда-то грозные башни, а на окрестных буграх сиротливо ютятся приземистые могильники и святилища – доживающие свой век памятники почти забытого культа предков.

Большое внимание воспитанию уделяется в семье и в школе. В школе посёлка В. Фиагдон обучаются 170 учащихся. Специального предмета «Экология» в школе нет, но экологическое образование осуществляется.

Цель работы: Раскрыть фундаментальные экологические идеи в природоохранном воспитании школьников МОУ СОШ п. В. Фиагдон РСО-Алания.

На основе действующей в отечественном образовании концепции экологического образования в школе и работ ведущих методистов мы обращаем внимание на такую черту формирования экологической культуры, как системность (Экологическое образование ..., 1994).

Задачи экологического образования в школе следующие:

1. Формирование у детей целостного миропонимания и современного научного мировоззрения.
2. Развитие интереса к наукам естественного профиля, к опытнической и учебно-исследовательской деятельности.
3. Воспитание ответственного, бережного отношения к природе.
4. Привлечение школьников к природоохранной деятельности.
5. Подготовка детей, подростков и молодежи к профессиональной деятельности.

В МОУ СОШ п. В. Фиагдон РСО-Алания экология как предмет в школе не преподается, но элементы экологического образования и воспитания реализуются через межпредметные связи на уроках химии, физики, биологии, литературы, английского языка, а также во внеурочной деятельности. Не менее интересным видом внеурочной деятельности является работа по выполнению домашнего опыта или фрагмента практической работы. Данная работа помогает развивать самостоятельность и заинтересованность учебным предметом. Однако при выполнении данного вида работы нельзя забывать, что задание учащимся должно быть сформулировано четко, последовательно и обязательно должны быть даны необходимые рекомендации к технике выполнения опыта (Экологическое образование ..., 1983).

Важнейшим компонентом экологического образования и воспитания в школе является организация проектной и учебно-исследовательской деятельности учащихся. Перспективной и интересной формой организации проектной деятельности является учебный экологический проект. Для этого выбирается одна общая тема, в рамках которой по различным предметам учащиеся выбирают темы учебных проектов. Например, в этом году в школе п. В. Фиагдон была выбрана общая тема: «Экология. Культура. Цивилизация», в рамках которой были выполнены учебные проекты: «Продукт функционального назначения –

Зефир» (химия), «Математическая статистика вреда сотового телефона» (математика), «Физико-географические особенности Верхнефиагдонской котловины» (География), «Вред и польза жевательной резинки» (Биология). Конечным результатом осуществления данного проекта являлось проведение школьной конференции-конкурса.

Неотъемлемой частью экологического образования и воспитания в МОУ СОШ п. В. Фиагдон являются туристические походы. Они дают возможность на практике прививать любовь к окружающей природе и понять необходимость ее сохранения в первозданном виде. Значительно более регулярны групповые внеклассные занятия. Прежде всего, это занятия разнообразных кружков, факультативов. Они учитывают индивидуальные интересы детей и проводятся за рамками учебного времени. Однако факультативы более регламентированы (Симонова, 1988).

В своих исследовательских работах учащиеся рассматривают актуальные экологические проблемы территории РСО-Алания. Работа предполагает проведение собственных экспериментов (в природе, в лаборатории, в жилом микрорайоне, на приусадебном участке), эколого-краеведческую работу на местности, знакомство с документами, работу в архивах по истории родной республики и т. д.

Успех работы определяется строгим соблюдением основных педагогических принципов, давно известных в отечественной педагогике (Дерябо, Ясвин, 1996).

Особая же ценность системы в том, что она в той или иной мере охватывает всех учащихся школы. Причем достигается не только пассивное участие школьников в работе различных мероприятий, а активная практическая работа, направленная на достижение пусть и небольшого, но конкретного и значимого результата.

Литература

Дерябо С. Д., Ясвин В. А. Экологическая педагогика и психология. Ростов-на-Дону: Феникс, 1996.

Симонова Л. П. Ключи от природы. М.: АГПР МПК, 1988.

Экологическое образование в школе. Концепция. М., 1994.

Экологическое образование школьников. М.: Педагогика, 1983.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ПРОЕКТОВ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ ШКОЛЬНИКОВ

И. А. Блинова

*МКОУ СОШ с УИОП г.Нолинска Кировской области,
blinova_ira12@mail.ru*

«Я знаю, для чего мне надо всё, что я познаю.
Я знаю, где и как я могу это применить – вот основной
тезис современного понимания метода проектов».

На современном этапе развития общества, характеризующемся изменениями во всех его сферах и социальных институтах, особенно остро встают вопросы экологического образования подрастающего поколения.

Именно экологическое образование может внести существенный вклад в решение экологических проблем своей местности, региона. Необходимо сформировать экологически ответственное отношение к окружающей среде, к своему здоровью. Этого можно достичь на основе воспитания экологического сознания, мышления и экологически компетентного поведения.

Одним из системообразующих подходов, усиливающих развивающий эффект образовательных программ и положительно влияющих на формирование личности современного школьника, является проектная деятельность. Базовой образовательной технологией, поддерживающей компетентностно-ориентированный подход в образовании, является *метод проектов*.

Под методом проектов в дидактике понимают совокупность учебно-познавательных приемов, которые позволяют учащимся приобретать знания и умения в процессе планирования и самостоятельного выполнения определенных практических заданий с обязательной презентацией результатов. Проектная деятельность является культурной формой деятельности, в которой возможно формирование способности к осуществлению ответственного выбора.

Метод проектов имеет преимущества перед традиционными методами обучения и многими современными педагогическими технологиями:

Во-первых, он дает возможность организовать учебную деятельность учащегося, соблюдая разумный баланс между теорией и практикой, между академическими знаниями и прагматическими умениями.

Во-вторых, реализуется идея профессиональной ориентации на всех уровнях обучения, создавая возможности реализации личностно-ориентированного, проблемно-ориентированного подхода в обучении.

По замыслу проект должен моделировать обстановку реальной профессиональной деятельности — ставится проблема (учителем или учащимися) и ее надо решить в заданный срок. Учащиеся с интересом работают над проектами, ответственно относятся к их защите и с энтузиазмом соревнуются в конкурсе на лучшие проекты.

В-третьих, метод проектов — один из тех, что относятся к педагогическим технологиям, которые могут успешно интегрироваться в учебный процесс.

И, наконец, самое важное: предполагаемый результат итогов внедрения метода проектов — повышение уровня активности школьников и качества знаний учащихся в предметных областях.

Проектное обучение является непрямым, и здесь ценны не только результаты, но и в еще большей степени сам процесс.

В своей педагогической деятельности используем следующие виды проектов:

1. Информационные поисковые проекты – предполагают сбор и анализ информации, подготовку и защиту выступления – доклада, реферата;

2. Исследовательские – нацеливают учащихся на глубокое изучение проблемы, защиту собственных путей ее решения, выдвижение гипотез.

3. Продуктивные – дают возможность школьникам проявить творческое воображение и оригинальность мышления при создании газеты, плаката, рисунка, литературного произведения: стихов, сказки и т.д.

4. Практико-ориентированные – направляют действия учащихся на решение реальных проблем.

Использование проектной деятельности в МКОУ СОШ с УИОП г. Нолинска осуществляется на уроках биологии, ОПД (Основы проектной деятельности) в 5-х, 10-х и 11-х классах, а также при организации работы в научном обществе «Юный эколог».

Курс ОПД в 5-м классе называется «Экология родного края». Основное внимание в курсе уделяется самостоятельной работе учащихся. При изучении большинства тем учащиеся готовят информационные проекты: «Охраняемые животные Кировской области», «Геологические памятники Кировской области», «Полезные растения своей местности», «Ядовитые растения своей местности», «Охраняемые растения Кировской области», «Особо охраняемые территории Кировской области».

Выполняют пятиклассники продуктивные проекты: плакаты, рисунки, экологические сказки о проблемах своей местности, в защиту природы. В течение 4-х лет с 5-тиклассниками реализуем практико-ориентированные проекты «Свалки» и «Кормушка».

На уроках ОПД в 10 и 11-х классах учащиеся также выполняют информационные проекты по темам: «Генетика и ее достижения» и «Глобальная экология». Защищают свои проекты в форме презентаций на уроках, на классных часах и на школьной конференции.

В школе в рамках развития непрерывного экологического образования реализуются исследовательские проекты. Исследовательские проекты имеют четко продуманную структуру, которая практически совпадает со структурой реального научного исследования.

Исследовательская деятельность организуется по программе «Школьного экологического мониторинга», а также по программам, разработанным в соответствии с интересами и возможностями учащихся. Эти программы реализуются при работе летнего экологического лагеря, научного общества, экологического кружка, элективных курсов; при проведении экскурсий, экспедиций, научно-исследовательских конференций от школьного до областного и всерос-

сийского уровня. Учащиеся знакомятся с методами исследований, учатся проводить исследования. На занятиях в научном обществе учащиеся учатся работать с литературой, планировать работу, выдвигать гипотезы, проводить исследования, обрабатывать полученную информацию, готовить исследовательские работы, доклады и тезисы, а затем защищать их на конференциях различного уровня.

В школе разработаны и утверждены на Методическом совете: ряд положений об исследовательской работе учащихся, о научном обществе учащихся, об экологическом лагере, о районной научно-практической конференции «Человек. Природа».

Выбор направлений исследовательской проектной деятельности предлагается учителем, учеными, но последнее слово всегда за учащимся. Это различные работы, выполняемые в рамках ШЭМ; изучение памятников природы, водоемов, инвентаризация растительного и животного мира, геоботаническое описание фитоценозов, мониторинг здоровья учащихся школы. Экологический проект позволяет учащимся обобщить полученные знания, широко применять сведения, приобретенные при изучении других предметов и курсов, и высказать собственную точку зрения, предложить пути решения той или иной экологической проблемы. В этих проектах учащиеся расписывают механизмы собственных действий. Продолжительность работы над проектом может быть от нескольких недель до года и более продолжительная – несколько лет.

Для разработки проекта знакомяю учащихся с алгоритмом:

1. Наличие значимой проблемы.
2. Практическая значимость предлагаемых решений.
3. Самостоятельная деятельность учащихся в проведении исследования.
4. Структурирование содержательной части проекта, с указанием поэтапных результатов.

Программа, учебный план, формы организации деятельности, методики являются индивидуальными. Начало индивидуальных исследований закладывается в первый день работы экологического лагеря.

1. Ребята выбирают тему исследования. При выборе темы необходимо учитывать интересы исследователя, актуальность темы, выполнимость работы.

Если ребенок впервые приступает к работе, то ему оказывается помощь в выборе темы, беседа с ним, выясняются его интересы.

2. Формулируется цель исследования. Обычно она легко вытекает из темы работы.

3. Для определения состояния изученности темы, конкретизации цели исследования, выбора методов работы учащимся рекомендуется тщательно познакомиться с литературой по данной проблеме. После нахождения необходимой литературы ученики приступают к работе с ней. После этой работы учащиеся знают о степени изученности некоторых вопросов, о нерешенных проблемах, могут написать главу работы «Обзор литературы», могут сформулировать задачи.

4. Формулируются задачи исследования – это пути достижения цели.

5. Выбираются и осваиваются методики. Для исследований пользуемся методиками из книги «Экология Родного края», из Интернета, методиками, предлагаемыми учеными Кировских вузов. Например, при исследовании водоемов пользуемся методиками: физико-химический анализ воды, биоиндикация по донным беспозвоночным, альгоиндикация, фитоиндикация, фитотоксичность рулонным методом биотестирования.

6. Составляется календарный план работы на весь период исследований и на отдельные его промежутки.

7. Составляется программа исследования. Она включает: основное содержание работы (ключевые вопросы, актуальность), цель и задачи исследования, описание методики выполнения работы и календарный план.

8. Проводится выполнение основной части работы согласно выбранной методике. Чаще всего – это этап полевых работ или проведение экспериментов в лаборатории и обработка полученных результатов.

9. Проводится анализ результатов работы, сопоставление их с литературными данными.

10. Оформление результатов исследований в виде исследовательской работы. Для оформления работы используем правила написания работ, пропагандируемые Эколого-биологическим центром, в соответствии с требованиями к содержанию и оформлению исследовательских работ при участии в областных и всероссийских конференциях.

Исследования проводятся чаще всего во время работы экологического лагеря в июне (экскурсии, экспедиции на объекты исследования, наблюдения, описания и т. д.), в течение июля, августа и осенью по индивидуальной программе – это полевой период. Камеральный период, т.е. обработка собранного материала, проводится осенью и в декабре месяце в Научном обществе. На каждом этапе выполнения работы проводятся консультации. По ходу выполнения работы иногда вносим коррективы, дополнения.

Исследовательские работы учащиеся выполняют уже 11 лет. Уровень работ разный. Исследования объектов проводятся в течение нескольких лет, т. е. являются мониторинговыми наблюдениями, имеют практическую значимость.

Общешкольные и районные конференции исследовательских работ – это важное мероприятие, на котором подводятся итоги проектной исследовательской деятельности учащихся за учебный год. В течение 11-ти лет исследовательские проекты учащихся школы получают высокую оценку на областной научно-практической конференции «Человек. Природа». Тесно сотрудничаем с ГОУ ДОД ЭБЦ, который помогает выходить нам на Всероссийский уровень. Это: участие во всероссийских конференциях «Шаг в будущее», «Юные исследователи окружающей среды» в г. Москве и «Открытие» в г. Ярославле. Имеем опыт участия во Всероссийской конференции с международным участием г. Санкт-Петербург «Инструментальные исследования окружающей среды».

За время работы в школе учащимися выполнено 48 работ, из них 42 представлены на районную конференцию, 32 – на областную, 12 – на всероссийские конференции.

В течение 5-ти лет ежегодно с апреля по июнь реализуем природоохранные проекты. Эти проекты предполагают проведение природоохранных операций на территории школы, в микрорайоне школы, в городском парке, на пляже, по берегам рек и др. В рамках этих проектов проводятся конкурсы рисунков, плакатов, стихов, экологических сказок, поделок, посвященных ко Дню Земли, а также неделя экологии, КВНы, игры, классные часы, просмотр видеофильмов о памятниках природы и заповедниках, озеленение кабинетов, изготовление и развешивание скворечников, акция «Зеленый наряд городу», информирование населения города о выявленных нарушениях через газету «Сельская новь». Были осуществлены такие проекты: «Свалки г.Нолинска», «Чистая река», «Кормушка», «Помоги природе», «Мы за сохранение леса».

Критерием эффективности использования проектной и исследовательской деятельности являются успешное выступление учащихся школы на олимпиадах по биологии и экологии, конференциях исследовательских работ различных уровней.

Участие в исследовательской проектной деятельности помогла группе учащихся определиться с выбором профессии и учебными заведениями. Каждый год ученики нашей школы, имея дипломы победителей и лауреатов различных конкурсов и конференций, на льготных условиях поступают в вузы г. Кирова. Став студентами, ребята продолжают исследовательские проекты при выполнении курсовых и дипломных работ.

Организуя, таким образом, исследовательскую и проектную деятельность, учащиеся получают знания, необходимые умения и навыки самостоятельной работы, успешно сдают ЕГЭ по биологии. Формируется готовность учащихся защитить и нести экологическую ответственность по отношению к окружающей среде и своему здоровью.

Литература

Егоров Л. В. Основы организации научно-исследовательской работы // Биология в школе. 1999 № 6.

Кулев А. В. Научный доклад как итог исследовательской работы школьника // Биология в школе. 2003. № 1.

Ларина В. П., Вепрева Л. А. Инновационная практика: организация инновационной деятельности педагогов и учебно-исследовательской деятельности учащихся: Методическое пособие / Под ред. В. П. Лариной. Киров: Изд-во Кировского областного ИУУ, 2004. 82 с.

Русских Г. А. Дидактические основы современного урока. Учебно-практическое пособие. М.: Ладога, 2001.

Русских Г. А. Подготовка учителя к проектированию адаптивной образовательной среды ученика. М.: Ладога, 2002.

Русских Г. А. Технология проектного обучения // Биология в школе. 2003. № 3.

Селевко Г. К. Современные технологии обучения // Народное образование. 1998. № 2.

Технология проектной деятельности в образовании. Киров: Киров. обл. тип., 2000.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ВОСПИТАНИЕ В РАМКАХ ПРОГРАММЫ ДУХОВНО-ПРАВСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ

Н. Н. Черных
МОУ «Русская гимназия», Сыктывкар

Обеспечение духовно-нравственного развития и воспитания личности гражданина России является ключевой задачей современной государственной политики Российской Федерации. Его содержание определяется в соответствии с базовыми национальными ценностями и приобретает определённый характер и направление в зависимости от того, какие ценности общество разделяет, как организована их передача от поколения к поколению.

Приоритетной задачей системы образования является формирование культуры личности, в чём видится будущее не только нашего общества, но и мира в целом. Личность, обладающая способностью видеть мир целостно во всех взаимосвязях и противоречиях, творческая, глубоко нравственная, способная воспринимать духовные ценности, накопленные прошлыми поколениями, сможет решать сложные проблемы, в том числе и глобальные. Восприятие человеком культурных ценностей, воспроизведение их в своей деятельности приводит к творческому и нравственному саморазвитию. Автоматического приобщения к культуре не произойдёт, если с детства не выработана потребность в ней, если ребёнка не окружала культурная среда. Основы культуры закладываются в дошкольном и младшем школьном возрасте.

В 2011 г. в школах вводятся новые Федеральные государственные образовательные стандарты (ФГОС). Методологической основой разработки и реализации ФГОС является Концепция духовно-нравственного развития и воспитания личности гражданина России. Основным содержанием духовно-нравственного развития и воспитания и социализации являются базовые национальные ценности. Эти ценности мы храним в культурных и семейных традициях, передаём от поколения к поколению. Опора на эти ценности помогает человеку противостоять разрушительным влияниям.

Каковы же наши традиционные источники нравственности? Это Россия, наш многонациональный народ и гражданское общество, семья, труд, искусство, наука, религия, природа, человечество. «Родной край, его история», – писал академик Д. С. Лихачёв, – «основа, на которой только и осуществляется рост духовной культуры всего общества».

Образованию отводится ключевая роль в духовно-нравственном сплочении общества. Именно в школе должна быть сосредоточена не только интеллектуальная, но и духовная, культурная жизнь школьника. Ребёнок школьного возраста, особенно в начальной школе, наиболее восприимчив к духовно-нравственному воспитанию. А вот недостатки этого развития и воспитания трудно восполнить в последующие годы. Пережитое и усвоенное в детстве отличается большой психологической устойчивостью.

Базовые национальные ценности не локализованы в содержании отдельного учебного предмета, формы или вида образовательной деятельности. Они пронизывают всё учебное содержание, весь уклад школьной жизни, всю многоплановую деятельность младшего школьника, как человека, личности, гражданина.

Примерная программа духовно-нравственного развития и воспитания обучающихся на ступени начального общего образования рассматривает пять направлений, каждое из которых, будучи тесно связанным с другим, раскрывает одну из существенных сторон развития личности. Эти направления созвучны направлениям воспитательной работы, по которым образовательные учреждения работали и продолжают работать сейчас (табл.). Однако каждое направление воспитания имеет свои специфические особенности, которые должен учитывать учитель.

Таблица

№ п/п	Направления программы духовно-нравственного развития и воспитания (по новым ФГОС)	Направления воспитательной работы (по старым ОС)
1	воспитание гражданственности, патриотизма, уважения к правам, свободам и обязанностям человека;	Патриотическое воспитание
2	воспитание нравственных чувств и этического сознания;	Нравственное воспитание
3	воспитание трудолюбия, творческого отношения к учению, труду, жизни;	Трудовое воспитание
4	воспитание ценностного отношения к природе, окружающей среде;	Экологическое воспитание
5	воспитание ценностного отношения к прекрасному, формирование представления об эстетических идеалах и о ценностях	Эстетическое воспитание

Образовательное учреждение не является единственным субъектом воспитания и социализации ребёнка. Процесс духовно-нравственного развития и воспитания младших школьников предполагает целостное формирование личности в условиях семьи и охватывает учебную, внеклассную и внешкольную, общественно полезную деятельность. Внеурочная работа помогает удовлетворять потребности детей в неформальном общении в клубах и объединениях, во время школьных вечеров и праздников. Но внеклассная и внешкольная работа не должна строиться только на принципе развлекательности. Очень важно, чтобы любой вид деятельности и форма занятий, в которые включается учащийся 1–4 классов, имел общественную направленность, чтобы он видел, что дело, которым он занимается, нужно и полезно обществу, людям.

Важнейшим нравственным качеством, формируемым в процессе экологического образования младших школьников, является экологическая ответственность и её составляющая – ценностное отношение к природе. Формы экологического образования младших школьников: непосредственное общение учащихся с миром природы (наблюдения, экскурсии, целевые прогулки); совместный труд учащихся в природе (на пришкольном участке, в уголке природы, на даче); игровая деятельность – дидактические игры и игровые упражнения с

природным материалом; общение с родителями, среда жизни учащегося в семье; информация, получаемая учащимися из книг, детских журналов, в результате просмотра телепередач, видеофильмов о природе; реакция окружающих на жестокие, негативные поступки людей по отношению к растениям и животным, очевидцем или участником которых может оказаться сам ребёнок.

Воспитание ценностного отношения к природе, окружающей среде в воспитательном процессе должно решать следующие задачи:

1. Воспитывать ценностное отношение к природе и всем формам жизни, бережное отношение к растениям и животным.
2. Воспитывать бережное, гуманное отношение ко всему живому.
3. Прививать элементарный опыт природоохранительной деятельности.
4. Развивать интерес к природе, природным явлениям и формам жизни, формировать понимание активной роли человека в природе.

Реализация этих задач осуществляется на уроках и во внеурочной деятельности. Мы используем разнообразные формы работы с учащимися, привлекаю к ней родителей. Они помогают в организации экскурсий, праздников, оформлении стенгазет. Наши ученики стали постоянными участниками городских экологических акций таких как: «Чистый город», «Кормушка», «Друг», школьных конкурсов – «Самый зелёный класс», «Красивая клумба».

Важно, что содержание программы можно наполнить региональным материалом. Этот материал ближе и понятней детям. Через занятия по курсу «Краеведение» воспитываются патриотические чувства, формируется целостное представление о своей малой родине. Факультативный курс «Народоведение» (авт. М. Ю. Новицкая) на живом фольклорном и этнографическом материале знакомит младших школьников с тем, как наши предки понимали мир, окружающий человека, и своё место в этом мире. На кружке «Юный эколог» мы часто обращаемся к статьям о растениях и животных в местных газетах, собираем материалы и выпускаем стенгазеты по экологическим проблемам. Все эти курсы являются интегрированными; они тесно связаны с учебными предметами: историей, литературным чтением, изобразительным искусством, окружающим миром. Это позволяет сделать процесс обучения и воспитания более глубоким, насыщенным, познавательным.

Литература

Духовно-нравственное развитие и воспитание младших школьников. Методические рекомендации. В 2 частях. Под ред. А. Я. Данилюка. М., 2011.

Краеведение в начальной школе. Сыктывкар, 1995.

Новицкая М. Ю. «Введение в народоведение». М., 1998.

Плешаков А. А. Экология для младших школьников. М., 1995.

Попова Т. И. Мир вокруг нас. М., 1998.

ФОРМИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКОГО И НРАВСТВЕННОГО ЗДОРОВЬЯ ШКОЛЬНИКОВ ЧЕРЕЗ ТРУДОВУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Л. А. Абатурова

*КОГОВУ ДОД «Эколого-биологический центр»,
eco-bio-centr-ko@mail.ru*

Одной из важнейших задач современной школы является воспитание здоровой личности, способной самостоятельно решать разнообразные социальные и профессиональные проблемы. Задача каждого педагога – полноценно подготовить каждого обучающегося к самостоятельной жизни, создав все предпосылки для того, чтобы она сложилась счастливо. А без здоровья, как физического, так и нравственного, это недостижимо. Поэтому, формируя в детях саму культуру здоровья, школа закладывает фундамент благополучия будущих поколений.

Внимание к вопросам здоровья в последние годы заметно возросло. О неблагополучии здоровья населения страны, и особенно подрастающего поколения, стали говорить открыто на всех уровнях. Ответственность за то, что лишь менее 10% школьников можно признать здоровыми, что от первого к выпускному классу их здоровье заметно ухудшается, несет в равной степени семья и школа.

Всем известно, что развитие науки и техники привело к повышению удельного веса умственного труда за счет физического, и этот процесс не радует ни педагогов, ни врачей. Ничто не дает такой устойчивой и большой силы и здоровья нашему организму, как хорошо организованный и протекающий в нормальных условиях физический труд, при котором, кроме мышц укрепляются все внутренние органы благодаря повышению кровообращения и обмену веществ в них. Это позволяет организму успешно сопротивляться вредным факторам внешней среды и заболеваниям.

Во время трудовой деятельности реализуется одна из основных задач образовательного учреждения – воспитание в процессе трудовой деятельности жизнеспособной личности, человека, готового к труду – и физическому, и интеллектуальному, успешного в жизни, способного ориентироваться в современных условиях.

Неоспоримым фактом является и то, что трудовая деятельность формирует нравственные основы личности. Высоконравственная личность – это человек добродушный, мудрый, правдивый и трудолюбивый. А трудолюбивый – значит получающий удовольствие от труда на общее благо.

Школа призвана не только вооружить учащегося знаниями на основании наук, отвечающим требованиям времени, но и подготовить его к трудовому образу жизни, осознанному выбору продолжения образования и будущей профессии. Неслучайно в концепции модернизации 2010 г. указывается необходимость усиления дисциплин, обеспечивающих социализацию подрастающего поколения. Однако в наши дни из документов, регламентирующих деятель-

ность школ, исчезают такие важные понятия, как «труд» и «трудовое воспитание».

К сожалению, с конца 80-х годов прошлого века трудовая подготовка школьников в образовательных учреждениях занимает все меньше и меньше места в учебном плане. Одними из основных причин является: недостаточное финансирование образовательных учреждений, практически полный разрыв связей школ с производством и серьезная недооценка трудовой подготовки работниками образовательной системы, приводящая к тому, что у современной молодёжи не формируется уважения и интереса к труду в сфере материального производства, техническому творчеству.

Несмотря на это, большинство педагогов осознают, что труд есть и будет главным условием жизнедеятельности людей, одной из ведущих ее сторон, трудовая деятельность является важнейшим средством самоутверждения и самовыражения человека как личности. Кроме того, трудовая деятельность, как и физическая нагрузка детей, развивает выносливость и здоровье каждого.

Важной задачей трудового воспитания школьников, большинства образовательных учреждений Кировской области является систематические, ежедневные занятия, связанные с физическим трудом и физкультурой. Физический труд в данных образовательных учреждениях предполагается при трудовом обучении на уроках технологии, сельскохозяйственного труда, работе на учебно-опытном участке, в учебно-производственных бригадах. В перечень трудовых дел школьников можно включить и такие традиционные для школ виды труда, как уход за комнатными растениями, заготовка лекарственных растений, благоустройство школ и др.

В тех образовательных учреждениях, где трудовому воспитанию уделяют должное внимание, стабильно высокая успеваемость, т. к. процессы физического и умственного развития человека взаимосвязаны. Учащиеся на выходе из образовательного учреждения профориентированы или уже имеют профессию. В 7 образовательных учреждений 5 районов области организовано обучение по профессиональной подготовке «Тракторист-машинист».

Практико-ориентированный характер образования традиционно присущ сельской школе с её близостью к природе, труду на земле. Хотя за последние годы ослабли связи большинства сельских школ с местными хозяйствами, и все же педагоги образовательных учреждений используют все возможности для того, чтобы сохранить традиции трудового воспитания учащихся в производственном труде. Целенаправленная работа по развитию учебных предприятий ведется в образовательных учреждениях Афанасьевского, Котельничского, Лебяжского, Уржумского, Фаленского района области.

Одним из важных направлений деятельности сельской школы является воспитание нового поколения специалистов сельского хозяйства, способных включиться в работу по возрождению сельского производства. В поддержку талантливой молодежи и совершенствования трудовой профессиональной подготовки школьников, формирования нравственно-ценностных качеств личности Кировским областным государственным образовательным бюджетным учреждением «Эколого-биологический центр» традиционно проводятся конкурс

школьников по сельскохозяйственным профессиям и смотры-конкурсы учебных предприятий и учебно-опытных участков образовательных учреждений. Областной конкурс школьников по сельскохозяйственным профессиям включен правительством области в список мероприятий, победители которых претендуют на получение премии Президента РФ в рамках приоритетного национального проекта «Образование» в номинации «Профессиональное мастерство». Подобный конкурс проводится в нашей области с 1992 г. и включает школьные, муниципальные и областные этапы. Традиционно в областном этапе принимают участие и становятся победителями и призерами учащиеся МОУ школы-интернат «Школа-интернат среднего (полного) общего образования д. Филейка» Фаленского района, МОУ СОШ с УИОП с. Шурма Уржумского района, МОУ СОШ п. Октябрьский и МОУСОШ с УИОП д. Стулово Слободского района.

Многие учащиеся, принимающие участие в данном конкурсе, поступают в ВУЗы по профилю, или остаются работать в селе. В 534 образовательных учреждениях области имеется 418 учебно-опытных участка и 8 учебных предприятий. Систематическая работа по организации деятельности учебно-опытных участков проводится в ряде образовательных учреждений Афанасьевского, Даровского, Кирово-Чепецкого, Лебяжского, Малмыжского, Советского, Фаленского, Уржумского районов области.

Трудовое воспитание имеет определенное место и в системе дополнительного образования. Это, прежде всего, вовлечение школьников в техническое творчество и общественно полезный труд во внеурочной деятельности. Как показывает опыт школ, наиболее эффективным методом вовлечения школьников в общественную жизнь и решением проблем социума является разработка социальных и природоохранных проектов по озеленению и благоустройству территорий, очистке водных и природных объектов, оказанию помощи людям, нуждающимся в помощи, ветеранам, детям. В данной деятельности при активном физическом труде происходит развитие нравственных качеств личности: доброты, желания прийти на помощь, милосердия – создаются условия для личностного самоопределения каждого участника проекта. В 2011 г. КОГОБУДОД «Эколого-биологический центр» в 6 раз проводит областной конкурс практических и природоохранных проектов, который приобретает все большую популярность среди образовательных учреждений области. Многие проекты выделяются оригинальными идеями большим количеством участников и способствуют трудовому воспитанию. Деятельность строится на принципах: «Нам до всего есть дело!», «Если не мы, то кто же?».

Одна из важнейших задач современного общества – это воспитание компетентного, знающего и умелого, добросовестного и инициативного, профессионально-мобильного специалиста. И его растить надо долго, начиная с дошкольного учреждения, школы и продолжая в профессиональных учебных заведениях. Трудовое становление личности в любых социально-экономических условиях остаётся фундаментальной задачей воспитания.

О КОРАБЕЛЬНЫХ РОЩАХ ВЯТСКОЙ ГУБЕРНИИ

А. А. Хохлов

*Вятский государственный гуманитарный университет,
KatjuschkaG@yandex.ru*

Во времена Петра I на Руси стали появляться заповедные леса. Слово «заповедный» в данном случае означало обязательство в ненарушении какого-либо Указа. Первые заповедные леса по Указу 1703 г. называли корабельными рощами. Почему лесные участки называли «корабельными рощами»? В них запрещалось без специального разрешения властей рубить деревья сосны, а позже лиственницы толщиной не менее 12 вершков на высоте груди. Деревья из этих рощ шли только на кораблестроение. Все корабельные рощи обязательно находились в казенных (государственных) лесах и не затрагивали частные лесные дачи.

С позиций сегодняшнего дня данные рощи были своеобразными лесными заказниками. Ряд сохранившихся до наших дней бывших корабельных рощ являются или могут быть памятниками природы или своеобразными экологическими коридорами в системе ООПТ области. В советские годы ряд бывших корабельных рощ были селекционными лесными заказниками. К таким корабельным рощам можно отнести бывшую Микварскую рощу Малмыжского уезда, часть которой 4 декабря 1990 г. решением Кировского облисполкома № 550 стала селекционным заказником (Государственный архив ...).

К сожалению, изучение краеведческой литературы показало, что никто из местных ученых и краеведов изучением лесных участков, которые некогда были корабельными рощами, не занимался. Исключением был заслуженный лесовод РСФСР, кандидат сельскохозяйственных наук Г. И. Горев, изучавший корабельные рощи только Уржумского уезда Вятской губернии (Горев, 1991). Им был опубликован список 13 рощ и дано краткое их описание по состоянию на конец 80-х годов XX в.

Изучение архивных материалов позволило выявить значительное количество материала по наличию корабельных рощ в губернии. Оказалось, что первые выделения корабельных рощ были произведены в 1821 г. Сколько их было тогда выделено точно – назвать пока невозможно, но достоверно известно, что была организована Затаинская корабельная роща в Малмыжском уезде (ГАКО Ф. 575. Оп. 1.). Большое количество корабельных рощ было выделено в период с 1831 по 1835 гг.

В документах лесного ведомства того времени указывается, что в 1861 г. в Вятской губернии числилось 123 корабельные рощи, но дан перечень 114, в том числе в Глазовском уезде – 1, Елабужском уезде – 3, Котельничском уезде – 3, Малмыжском уезде – 27, Нолинском уезде – 2, Орловском уезде – 9, Сарапульском уезде – 1, Слободском уезде – 39, Уржумском уезде – 23, Яранском уезде – 7 (ГАКО Ф. 575. Оп. 2.). Кроме сосновых рощ под охрану брались дубовые и лиственничные рощи. Так в Елабужском уезде все рощи были дубовые. В Слободском уезде преобладали сосновые рощи с примесью лиственницы.

К 1917 г. в Вятской губернии было отведено 182 рощи общей площадью 248187 га (в пересчете из десятин). Сегодня мы имеем список на 151 корабельную рощу во всех уездах губернии, в том числе: Вятский – 1, Глазовский – 1, Елабужский – 3, Котельничский – 6. Малмыжский – 26, Нолинский – 2, Орловский – 13, Сарапульский – 7, Слободской – 50, Уржумский – 28, Яранский – 14.

Среди выявленных корабельных рощ, имеющих точную географическую привязку – это Суводский бор Советского района, Разбойный бор Оричевского района, Бобинский бор Слободского района и Медведский бор Нолинского района. Современное состояние этих территорий достаточно хорошо изучено экологами, лесоводами, ботаниками, географами.

К сожалению, значительная часть лесных участков пока не имеет современной географической привязки. Это можно объяснить тем, что территориально-административное деление Вятской губернии – Кировской области, как и ее внешние границы, неоднократно изменялось. Исчезли с карты или были переименованы деревни, по наименованию которых назывались корабельные рощи. Несомненно, что часть корабельных лесов с изменением границ отошли к соседним республикам и областям. Об этом писал в своей работе Г. И. Горев (1991).

В ближайшее время необходимо провести значительную работу по определению (хотя бы приблизительно) границ корабельных рощ и по мере их определения обследовать территории лесных участков. Полученный материал поможет уточнить перспективный план развития сети ООПТ в Кировской области.

Литература

ГАКО Ф. 575. Оп. 1. Д. 3036. Л. 17.

ГАКО Ф. 575. Оп. 2. Д. 12774. Л. 5, 6, 8, 10, 12, 13, 15, 18, 21, 22, 24,, 26, 28, 30, 33, 35, 37, 38, 40–41.

Горев, Г. И. Корабельные леса в Уржумском уезде [Текст] // Уржумская старина. Вып. 4 Уржум, 1991. С. 17–19.

Государственный архив Кировской области [ГАКО]. Ф. р-2169. Оп. 43. Д. 3225. Л. 63.

ЛЕСНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ – ОСНОВНОЙ ФАКТОР ПОДДЕРЖАНИЯ «ЗДОРОВЬЯ БИОСФЕРЫ»

Л. А. Зубарева

*Вятский государственный гуманитарный университет,
kaf_eco@vshu.kirov.ru*

Городская газета («Вести», 4.04.11, №13) поднимает важную проблему сохранения живой природы (ст. «Красная книга природы: шанс на выживание»).

Неоспоримая значимость проблемы сохранения живых объектов обусловлена тем, что поддержание благоприятного состояния биосферы – той среды, в которой и за счет которой сможет выжить человек, обеспечивается именно разнообразием живой природы. Никакие технические системы не в состоя-

нии обеспечить все человечество чистым воздухом для дыхания, а также пищей и энергией для поддержания нашей жизни. Уничтожая живую природу, человек приближает рукотворный апокалипсис.

«Красные книги природы», о которой говорится в указанной выше газете – это перечень наиболее слабых звеньев в мире растений и животных. Однако, это не панацея от тех бед, которые угрожают биосфере, а именно лишь один из шансов ее сохранности, показатель степени надвигающейся беды. Безусловно, необходима соответствующая законодательная база и административно-правовое ее обеспечение, о чем говорят в обсуждаемой заметке специалисты (Н. Краев и Н. Харитоновна). Однако, первейшим условием и важнейшим шансом на выживание растений и животных является обеспечение благоприятных условий для их обитания и воспроизводства, на что также указывает Н. Харитоновна. Об этом и хотелось бы сказать особо.

Никакие законы, никакие меры охраны, ни «Красные книги» сами по себе (при их безусловной необходимости) не спасут живой мир планеты. Основой сохранности организмов является та среда обитания, в которой они сформировались и обитают в природе. Важнейший компонент этой среды обитания - сообщества (ценозы) живых существ (растений, животных и разнообразнейшей группы организмов), взаимодействующих между собой и существующих в определенных условиях климата, почв и других составляющих неживой природы. Такие природные единства – экосистемы, являются главнейшим фактором сохранения любых организмов. Обитатели глухих таежных лесов – глухарь, белка, россомаха и др. не выживут, если будут вырублены эти леса; степные растения и животные не сохранятся, если будут распаханы все степи, а животные тундры не смогут выжить в лесу.

Задача сохранения природных экосистем реализуется через систему особо охраняемых природных территорий, основными из них являются заповедники, заказники, памятники природы. Первоочередной охране подлежат эталонные экосистемы – наиболее продуктивные в соответствующих природных условиях. Высокая продуктивность обусловлена и другими положительными их свойствами – биоразнообразием, устойчивостью и др. Такими эталонами природы на территории Кировской области являются зональные леса: таежные (темнохвойные), изначально занимавшие большую часть области, а на самом юге (южнее широты гг. Советск – Нолинск – Нема) – широколиственно-хвойные с примесью дуба, липы, клена и др. широколиственных пород деревьев. Смешанные леса южных районов области были вырублены уже к началу 20-го столетия.

Потерян также генофонд южнотаежных лесов (еловые, пихтово-еловые кисличные с примесью трав широколиственного леса – сныти, медуницы, чины весенней и др.), которые являются оптимальным типом экосистем тайги. Изначально они занимали больше половины территории нашей области. В связи с этим масштабность ущерба для природы в целом, а не только для конкретного региона, определяется тем, что в европейской равнинной тайге подзона южнотаежных лесов наибольшую ширину имела именно в западных предгорьях Урала, где расположена и Кировская область. В Пермской и Свердловской обла-

стях эти леса, в основном, были вырублены уже ко второй половине прошедшего столетия. Не сохранились они к настоящему времени и в нашей области. Именно леса этого типа подлежали первоочередной охране, однако в области таких заповедных территорий нет. Нургушский заповедник – ценнейший памятник природы, но это – комплекс экосистем долины р. Вятки (азональные экосистемы). Безусловно ценный участок лесов естественного происхождения взят под охрану на территории Нагорского района (Тулашор). Однако, это – северный вариант таежных лесов, которые уступают по всем показателям лесам южной подзоны тайги. К тому же охрана его должным образом не налажена, и он сильно страдает от несанкционированных рубок. И уж совсем непонятно, что предполагается охранять в так называемом памятнике природы в районе села Великорецкое. Придание такого статуса этой территории никак не соответствует парадигме (основной идее) природоохранной деятельности. Исходная природа здесь нарушена, а возможность восстановления ее в условиях ежегодного наплыва тысячных толп паломников – нереальна. Не вызывает сомнения необходимость придания особого статуса этой территории как культурно-обрядового места или как историко-архитектурного памятника. Но при чем здесь экологическое ведомство? Большую природоохранную значимость имело бы детальное обследование природных особенностей всей территории примерно на широте этого села, так как здесь проходит граница между экосистемами двух типов (средне- и южнотаежные леса). Для таких зон (экотон) характерно повышенное биоразнообразие (на видовом и ценотическом уровне). Возвышенности Северных Увалов также увеличивают разнообразие местообитаний этой территории. Только такое обследование могло объективно выявить подходящую территорию для заповедания.

К тому же общая площадь всех особо охраняемых территорий в области крайне мала (около 1,5%). Для обеспечения способности лесных экосистем к саморегуляции (поддержанию устойчивости и способности к самовозобновлению) площадь естественных, нетронутых участков леса должна составлять 8–10% всей территории области.

То, что лесопокрытая территория у нас еще достаточно значительна (несколько более 60%), еще не решает проблему обеспечения экологической обстановки, характерной для зоны тайги и следовательно необходимой для устойчивого положения ели. Доказательством этого неутешительного вывода является повсеместное (по европейской части России и по всей нашей области) усыхание ели и сосны в древостоях сохранившихся участков леса. Главная коренная порода ель выпадает из древостоя в фазе приспевания (60–80 лет), не успев войти в верхний ярус в тех лесах, которые восстанавливаются через фазу березняка. В «чистых» же ельниках наблюдается массовый ветровал. Усилению ветровальное™ способствуют ошибки в лесопользовании (рубки чередующимися полосами), увеличивающие периметр опушки, где происходит массовый вывал ели. Неблагополучие в состоянии ели проявляется также в характере ее отпада (выпадения из состава древостоя). Формой естественного отмирания ели по возрасту является ветровал. В настоящее время в лесах повсеместно происходит ветролом – повсюду торчат пни от сломанных на разной высоте стволов

ели. Встречаются также участки и еловых, и сосновых лесов, в которых вершины всех деревьев словно бритвой срезаны. Такой облом вершущек сильным ветром кировчане могли наблюдать и в городе года два тому назад в посадках голубых елей у здания горадминистрации. Причина сильного истончения верхних частей ствола дерева, из-за чего происходит их обламывание ветром, – как раз неблагоприятие окружающей среды.

Отмеченная ломкость стволов ели объясняется тем, что они пронизаны мицелием паразитических грибов, разрушающих древесину. В условиях неблагоприятной среды устойчивость ели против возбудителей болезней и насекомых вредителей снижается. Главный фактор неблагоприятия в лесах европейской части России – усиление сухости климата, обусловленное как раз массовой вырубкой коренных лесов (концентрированные рубки на больших площадях). Леса из вторичных пород – березняки, осинники, замещающие ель на вырубках, сосняки, распространению которых способствуют повторяющиеся пожары, а также предпочтение именно сосны в лесокультурах, в меньшей степени влияют на формирование окружающей среды. Биосферная (и экологическая) роль ели, в сравнении с березой и осиной, выше в десятки раз; во много раз ель превышает по этому показателю и сосну. Окончательно губит ель разрушение также микроклимата леса, той внутренней среды, которая создается под пологом елового леса (затенение, изменение условий тепла и влажности). Такие условия, словно парниковые, особенно благоприятны для подростка ели. Фрагментарность, малые размеры сохранившихся участков леса привели к разрушению этой внутренней среды лесной экосистемы. Неблагоприятная внешняя и внутренняя среда губит ель окончательно.

В условиях нынешнего состояния лесного фонда области, обусловившего отмеченное выше экологическое неблагоприятие для ели, успешное лесовосстановление невозможно ни естественным способом, ни в лесокультурах (как уже было отмечено, ель выпадает на фазе приспевания).

Сокращается площадь лесов и от участвовавших в последние годы пожаров. Усилению пожароопасности способствуют не только аномалии погоды, но также и разрушение системы ухода, слежения за состоянием леса и нарушение правил рубки. На лесосеках оставляют массу неубранных стволов и порубочных остатков, наваленных (накостренных) таким образом, что они хорошо просыхают и представляют крайне пожароопасный материал даже на месте тех лесов, которые в естественном состоянии «менее горимы».

Для успешного восстановления коренных лесов нужна тщательно продуманная общая система плановых работ, при которых должны быть учтены все факторы, благоприятные для произрастания ели. На отдельных, разбросанных участках, даже в случае лесокультур успешность восстановления леса проблематична.

В связи с этим вызвало крайнее удивление и недоумение то, что в области у нас уже отпартовали о восстановлении лесов, сгоревших в прошедший летний сезон (одна из агитационных предвыборных газет, февраль, 2011). Указаны даже объемы (га) якобы восстановленных лесов, однако умалчивается о том, где, когда и как проведены эти работы и, самое главное, каково соотношение

этих «лесовосстановительных работ» с объемами вырубленных и сгоревших за тот же период.

К тому же лесопосадки – это еще далеко не лес и станут ли они лесом в условиях нынешней общей деградации лесов и при отсутствии надлежащего ухода – вопрос, вызывающий большие сомнения.

В свою очередь, без успешного восстановления зональных коренных экосистем бессмысленно говорить и о сохранении биоразнообразия. Заходы северного оленя в нашу область и его успешная акклиматизация здесь – не есть факт положительный, наоборот, это будет свидетельством деградации лесных экосистем, замены их менее продуктивными экосистемами типа тундры -верховыми болотами. В общепланетарном масштабе эта проблема обозначена как опустынивание. В нашем климате это «опустынивание» проявляется своеобразно, но общая суть явления однозначна – замена продуктивных экосистем низкопродуктивными, лесных – тундровыми.

Продвижение к северу растений из южных широт следует расценивать в общем контексте глобальных проблем сохранения биосферы аналогично предыдущему примеру. Лесные экосистемы – основной фактор поддержания «здоровья биосферы», первостепенную значимость имеет сохранение и/или (при общей нарушенности лесов) восстановление зональных экосистем.

В нашей области эталонные зональные экосистемы – ельники южной тайги уже все вырублены; восстановление их если и возможно в нынешних условиях, то лишь при учете множества факторов, благоприятствующих произрастанию и сохранности этих лесов. Изолированные участки лесокультур навряд ли будут успешны. Скоропалительные «рапорты» – не свидетельство ли, мягко говоря, нерациональной траты бюджетных средств?

ЛЕТОПИСЬ ПРИРОДЫ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ БИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

О. А. Макарова

*Государственный природный заповедник «Пасвик»,
pasvik.zapovednik@yandex.ru*

Заповедники России, число которых превысило 100, составляют уникальную сеть особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Эта категория ООПТ представляет особую ценность. Заповедники выполняют несколько важных функций, из которых на первое место можно поставить сохранение первозданных уголков природы в разных растительно-географических зонах нашей страны и ведение научной работы в рамках «Летописи природы». Программа темы № 1 «Летопись природы» разрабатывалась в начале прошлого века и постоянно совершенствовалась (Филонов, Нухимовская, 1985). Главными критериями, положенными в основу этой программы, являлись длительность, непрерывность и комплексность работ, производимых на одних и тех же участках (Макарова, 2002). То есть, в течение года на одних и тех же стационарах проводится сбор информации, результаты которого составляют содержание очеред-

ной Летописи данного заповедника. Чем «старше» заповедник, тем большее количество томов Летописей накапливается в научном отделе. Ряды наблюдений, например, в Кандалакшском и Лапландском заповедниках превышают 50–60 лет.

Не останавливаясь на критике этой программы, отметим, что «Летопись природы заповедников представляет собой специализированную программу комплексного мониторинга состояния охраняемых природных экосистем, направленную на регистрацию их изменений под влиянием природных и антропогенных факторов» (Сухов, 2002). Благодаря этому в заповедниках вели и еще продолжают вести круглогодичное слежение за явлениями и процессами в природе. Для сбора данных на охраняемой территории закладываются специальные площадки, прокладываются маршруты, существуют многолетние стационары. Так, в Лапландском заповеднике маршрут по учету мелких млекопитающих существует с 30-х гг. XX века. По существу это и есть реальная мониторинговая сеть. К сожалению, мы не имеем полного справочника всех ООПТ о том, где и какие стационары находятся, с какого времени ведется сбор наблюдений и что конкретно наблюдается. Также нет сведений, какие стационары и площадки перестали существовать и почему. Детальные сведения о применяемой методике сбора материала найти сложно.

За период с момента организации первых заповедников накопилось огромное количество информации о состоянии биоты ООПТ. Сейчас такие данные крайне необходимы для сравнения с современным состоянием природы, как на охраняемой территории, так и прилегающих участках. Отметим, что создаваемые довольно активно в последнее время национальные парки занимаются изучением своей территории, публикуют хорошие научные материалы. Однако Летописей природы в таком виде, как это делается в заповедниках, они не ведут.

К сожалению, Летописи заповедников в виде рукописей с первичными данными в основном не опубликованы, и потому эти материалы практически недоступны. В настоящий момент они хранятся в библиотеке ВНИИприроды. Программы и финансового обеспечения по оцифровыванию ценнейших материалов нет. Конечно, по материалам, собранных в ООПТ, подготовлены труды, опубликованы сборники и масса статей. Но этого явно недостаточно. Безусловно, нужно иметь доступ к первоисточникам, к первичным материалам.

Учитывая это, в заповеднике «Пасвик», организованном в 1992 г. в сотрудничестве с Норвегией на пограничной реке Паз, были предприняты усилия для публикации Летописей. Всего выпущено 15 томов. Насколько нам известно – это единственный заповедник, осуществивший такую работу. Однако тираж Летописей небольшой и нет возможности для рассылки публикаций. Поэтому сейчас нужно искать возможности представить эти Летописи на специальном сайте.

По нашему мнению, материалы заповедников и национальных парков представляют большой интерес для ведения биологического мониторинга в общероссийском масштабе и не только. Некоторое время назад Летописями заинтересовались скандинавские специалисты. Было отмечено, что это уникаль-

ное собрание данных о состоянии природы и что ни в одной из стран Баренц-региона не велся подобный сбор наблюдений (Хиндрум, 2002). Была разработана программа «Доступность данных Летописи природы» заповедников и национальных парков российской части Баренц-Евро-Арктического региона для мирового научного сообщества. На первом этапе планировалось создание метабазы данных Летописей, оцифровывание материалов некоторых ООПТ и затем создание базы данных всех ООПТ Баренц-региона. Предполагалось, что эта работа позволит использовать данные Летописей для сравнения с современным мониторингом биоразнообразия, для анализа состояния природы в связи с изменением климата и составления разного рода прогнозов, а также для обмена опытом между исследователями разных стран. Все это в дальнейшем сотрудничестве было бы основой для разработки общей схемы мониторинга в Баренц-регионе. К сожалению, этот проект по разным причинам в полном масштабе не был осуществлен.

Отметим, что позиция Министерства природных ресурсов и экологии, в ведении которого находятся заповедники и национальные парки, не совсем ясна. Создается впечатление, что чиновники Министерства, имея уникальную систему в своих руках, не знают, как ею распорядиться. В последнее время идет усиленный пресс на изменение основного направления деятельности ООПТ в сторону туризма. Таким образом, возникает серьезная угроза потери того научного достояния, что было накоплено в трудные годы XX и начала XXI вв.

По нашему мнению, нужно изменить подход к научной работе заповедников и национальных парков и помочь с публикацией накопленного научного багажа. Необходимо поддержать работу в рамках программы «Летопись природы» и продолжать вести наблюдения, не допуская перерывов. Это ведет к потере непрерывности накопленных рядов и обесцениванию материалов. К примеру, издавна в заповедниках Мурманской области ведется мониторинг урожайности хвойных пород на специальных стационарах (Макарова и др.2010). Всего было заложено 15 постоянных пробных площадей, а сейчас учет ведется только на 6 (3 по ели в Лапландском заповеднике и 3 по сосне – в «Пасвике»). В Канда-лакшском заповеднике в 1967 г. было заложено 6 стационаров, из них 3 – по учету урожайности ели и 3 – по сосне. Оценка семеношения хвойных проводилась глазомерно по шкале Каппера до 1998 г., позже работа прекратилась. В Лапландском заповеднике исследование семеношения хвойных начато в 1967 г. Учет урожая ели вели на 2 стационарах: № 1 (50 деревьев на площадке) и № 2 (44 дерева) площадью 0.1 га каждый. В 1974 г. в том же районе был заложен третий стационар (100 деревьев). Стационары по учету семеношения сосны закладывались в старовозрастных лесах в разные годы. Два стационара были заложены в 1967 г. в сосняке лишайниковом (86 деревьев) и в сосняке кустарничково-лишайниковом (127 деревьев). Третий стационар в 1976 г. оборудован также в сосняке кустарничково-лишайниковом (50 деревьев), площадь каждого стационара 0,25 га. До 1989 г. учет велся на всех деревьях стационаров, затем обследовалось только по 15 модельных деревьев. При этом определялись необходимые количественные показатели и всхожесть семян. С 1998 г. наблюдения на сосновых пробных площадях не проводятся. И такая ситуация возникает по-

всеместно. Нужно постоянно проводить инвентаризацию мониторинговой сети в каждом заповеднике, закрепить основные стационары и пробные площадки, где ни в коем случае не должны прерываться наблюдения.

Кроме того, нужно проводить систематический анализ состояния биоты по отдельным параметрам для получения информации о причине изменений. Биологические объекты весьма сложны для наблюдений. Изменения могут носить естественный характер, но возможно влияние климата, разного рода факторов антропогенного свойства или их совместное воздействие. При анализе данных по урожайности ягодников в заповеднике «Пасвик», где мониторинг плодоношения ягод проводится с 1995 г. на 3-х пробных площадях, не было выявлено прямого влияния загрязнения от комбината «Печенганикель» (Поликарпова, Макарова, 2010). Одновременно было установлено, что урожайность черники имеет цикличность и тенденцию к незначительному снижению. Анализ многолетних данных показывает сильное снижение продуктивности брусники, для вороники характерны резкие колебания урожайности через год – два, а урожайность морошки за период наблюдений с 1995 по 2008 гг. колеблется слабо. По нашему мнению, для выявления воздействия антропогенных факторов на урожайность ягодников нужно заложить большее количество площадок, в том числе и в разрушенных экосистемах. Для целей мониторинга нужно тщательно соблюдать методику, сравнивать результаты оценки урожайности с другими ООПТ, расположенными в этом регионе. Эта работа требует оперативности, быстрой обработки и обнародования. У нас совершенно не налажена обратная связь, наши материалы как будто никому не нужны. На самом деле сведения об урожае ягод, грибов, о фенологических наблюдениях, о сезонных изменениях в природе чрезвычайно важны и весьма востребованы как научным сообществом, так и широкой публикой.

В этом и есть большое значение Летописей природы заповедников, которые содержат массу беспристрастно собранных фактов о состоянии природы. Многие ООПТ оказались в опасной близости от промышленных комбинатов, в зоне действия электростанций, шоссейных дорог, крупных населенных пунктов. Материал, собранный в заповедниках до начала эры техногенного влияния и в современных условиях, показывает всю глубину и сложность воздействия антропогенных факторов. Поэтому широкое использование научных материалов заповедников чрезвычайно важно для анализа и разработки унифицированной схемы биологического мониторинга для всей территории России, а также для составления разного рода прогнозов.

Литература

Макарова О. А. Методика ведения Летописи природы в заповедниках России // Использование данных Летописи природы для мониторинга биоразнообразия в Баренц-Евро-Арктическом регионе: Матер. межд. семинара. Петрозаводск, 2002. С. 54–63.

Макарова О. А., Поликарпова Н. В., Берлина Н. В., Исаева Л. Г., Зануздаева Н. В., Москвичева Л. А. О семеношении хвойных пород в заповедниках Мурманской области // Первые межд. Беккеровские чтения. Ч. 1. Волгоград, 2010. С. 133–136.

Поликарпова Н. В., Макарова О. А. Мониторинг урожайности ягодников в заповеднике «Пасвик» // Экологич. проблемы сев. регионов и пути их решения: Матер. III Всерос. Науч. конф. с межд. участием. Ч. 1. Апатиты, 2010. С. 123–126.

Сухов А. В. Летопись природы заповедника как основа организации экологического мониторинга // Использование данных Летописи природы для мониторинга биоразнообразия в Баренц-Евро-Арктическом регионе: Матер. межд. семинара. Петрозаводск, 2002. С. 89–96.

Филонов К. П., Нухимовская Ю. Д. Летопись природы в заповедниках СССР: методическое пособие. М., 1985. 143 с.

Хиндрум Р. Мониторинг биоразнообразия в Баренц-регионе – доступность и применение данных Летописей природы // Использование данных Летописи природы для мониторинга биоразнообразия в Баренц-Евро-Арктическом регионе: Матер. межд. семинара. Петрозаводск, 2002. С. 101–105.

ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ ДНЕЙ ЗАЩИТЫ ОТ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ В ЗУЕВСКОМ РАЙОНЕ

С. Ю. Рылова

*КОГБУ «Областной природоохранный центр»,
sveta_marakulina@mail.ru*

В период с 15 апреля по 5 июня 2011 г. в Зуевском районе, как и по всей Кировской области, традиционно прошли общероссийские Дни защиты от экологической опасности (далее Дни защиты) под эгидой «Экология – Безопасность – Жизнь».

В ходе проведения Дней защиты в Зуевском районе были реализованы два приоритетных направления – это экологическое просвещение населения и благоустройство территорий поселений.

С целью повышения экологической грамотности населения на территории Зуевского района были проведены агитационно-пропагандистские мероприятия: «Сделаем село красивее» – бесплатная раздача рассады цветов населению (МДОУ «Колокольчик» с. Мухино), объявления по соблюдению правил благоустройства (главы Администраций поселений) и т. д. Всего было сделано более 500 агитационных материалов.

Традиционными массовыми экологическими мероприятиями являются Акция «Весенняя неделя добра» и Всероссийская вахта памяти (отдел по делам молодежи), природоохранная операция «Наш дом-земля» (МОУ ДОД Детский центр г. Зуевка).

В дошкольных учреждениях Зуевского района были проведены мероприятия, приуроченные к датам экологического календаря: летний праздник «Живая водица» (МДОУ «Колокольчик» с. Мухино), организация выставки «Птичий калейдоскоп» (МДОУ «Ромашка» п. Соколовка), экологический проект «Наш дом Земля» (МДОУ «Колокольчик» г. Зуевка), семейный конкурс детских рисунков «Пусть всегда будет солнце!» (МДОУ «Улыбка» г. Зуевка) и др. К другим экологическим мероприятиям в дошкольных учреждениях можно отнести организацию экологического театра «Лесной доктор» (МДОУ «Колокольчик» с. Мухино), экологический КВН «Мы – друзья природы» (МДОУ

«Родничок» г. Зуевка), конкурс «Летних находок» из природного материала (МДОУ «Родничок» г. Зуевка) и др.

В ряде мероприятий, приуроченных к датам экологического календаря, проведенных в учебных заведениях Зуевского района, были проведены викторина «Вода, вода, кругом вода» (МОУ СОШ п. Кордяга), экологическая сказка ко Дню Земли (МОУ СОШ п. Косино), уроки «Национальные парки России» для учащихся 5–8 классов (МОУ СОШ п. Соколовка), литературный конкурс «Экологические сказки» (ГОУ СОШ с УИОП), оформлен стенд «Охраняемые птицы Кировской области» (МОУ СОШ «Образовательный центр» г. Зуевка), встреча с работниками центральной районной больницы «Боль и боль Чернобыля» (ГОУ СПО «Зуевский государственный механико-технологический техникум») и т. д. Также в учебных заведениях были проведены интегрированное внеклассное мероприятие по произведениям Паустовского о значении леса для здоровья человека (МОУ СОШ «Образовательный центр» г. Зуевка), познавательная игра «Кто обитает в глубинах моря» (МОУ СОШ «Образовательный центр» г. Зуевка), познавательная игра «Нестрашная анатомия» (МОУ СОШ пгт Косино) и др.

Экологические мероприятия проводились в учреждениях культуры (библиотеки, музеи, дома культуры и сельские клубы). К мероприятиям, приуроченным к дням экологического календаря в учреждениях культуры, можно отнести экологический обзор «Не засоряйте, люди, рек, а то погибнет человек» (Семущинская сельская библиотека (СБ), конкурсная программа «В стране пернатых» (Лемская СБ), книжная выставка «В судьбе природы - наша судьба» (Октябрьская СБ), конкурс «Эко теремок» (Мухинский СК), выставка – информация «2011 – год леса» (Соколовская СБ), лекция «Боль моя — Чернобыль...» (Мухинский музей), книжная выставка «Это страшное слово – Чернобыль» (Косинский ДК), митинг «Вспомним всех поименно» (Октябрьский СДК), семейная игра «В Солнечном царстве, космическом государстве» (клуб «Семья») (городская библиотека, г. Зуевка) и т. д. Также были проведены экологический праздник «День Берендея» (Зуевская СБ), информационный час «Опасно для природы» (центральная библиотека, г. Зуевка), экологический час «Чистота везде нужна, для Земли она важна» (Семущинская СБ) и др.

В мероприятиях Дней защиты в Зуевском районе приняли активное участие отдел по делам молодежи, Зуевский совет ветеранов, члены Зуевской районной Думы. Пресс-центр Зуевской районной Думы подготовил районную брошюру «Чернобыль – боль и боль 25 лет спустя. Помним! Гордимся! Благодарим!». Отдел по делам молодежи провел традиционную «Весеннюю неделю добра», во время летних каникул для детей были организованы походы на байдарках, экспедиции на исток реки Вятки с целью привлечения молодежи к изучению природы и истории родного края. Председатели первичных ветеранских организаций Зуевского совета ветеранов готовили альбомы по памятным местам своих организаций в масштабе района. В итоге были подготовлены альбомы и направлены на областной смотр-конкурс, один из альбомов был направлен в Москву для участия во Всероссийском смотре-конкурсе.

Учреждениями образования и культуры были проведены мероприятия по экологическим патрулям, тропам и турам: трудовой десант «Цветник школы» на базе летнего спортивно-экологического профильного лагеря (МОУ СОШ «Образовательный центр» г. Зуевка), экологический поход в парк, организована фотовыставка «Как нужно вести себя в природе» (МДОУ «Сказка» г. Зуевка), игровая программа «Приключения весёлых туристов» и работа экологического клуба «Эко» (Косинский сельский клуб) и т. д.

Ежегодно во всех населенных пунктах Зуевского района в весенне-летний период проводятся работы по благоустройству и санитарной очистке их территорий. Информирование населения в поселениях района проходило через объявления о проведении месячника по благоустройству населенных пунктов, общие собрания граждан, развешивании листовок и т.д. В течение периода с марта по июнь в районе было проведено 28 общих собраний жителей, 25 заседаний руководителей организаций. Было подготовлено порядка 250 объявлений о проведении месячников санитарной очистки и благоустройства, о проведении субботников, листовок и просто обращений к жителям населенных пунктов. В поселениях района по разным номинациям проводились конкурсы по благоустройству территории: «Чистый город» (Зуевское городское поселение), «Чистый двор», «Лучший приусадебный участок» (Мухинское сельское поселение), «Чистое село» (Сунское сельское поселение), «Уютный мой дворик» (Косинское городское поселение), «Своя колея по Леме» (Лемское сельское поселение). В поселениях района во время благоустроительных работ было посажено 18 аллей, более 300 деревьев, 180 кустарников, около 17,5 тыс. м² цветов.

В населенных пунктах Зуевского района в весенне-летний период было проведено более 150 общегородских, сельских и разными организациями субботников. В год 66-летия Великой Победы в Великой Отечественной Войне особое внимание уделялось благоустройству Парков Победы и мемориальных мест (памятников воинам-землякам). В ходе проведения субботников на территории Зуевского района было ликвидировано около 150 несанкционированных свалок силами учащихся общеобразовательных школ поселений, населением, организаций, Администрациями поселений. За время осуществления субботников в районе специализированной организации ООО «РемЖилСервис» на полигон твердых бытовых и производственных отходов г. Зуевка в общей сложности было вывезено около 4576 м³.

В рамках Дней защиты в Зуевском районе был проведен районный конкурс «Экологически чистый населенный пункт». Он проходил в рамках районного многоэтапного межведомственного профилактического мероприятия «Чистота. Здоровье. Порядок» (этап: Благоустройство населенных пунктов) и районного конкурса «Лучшее муниципальное образование-2011». В областном конкурсе «Экологически чистый населенный пункт» участвовали Мухинское, Сунское и Пасынковское сельские поселения.

Под эгидой Дней защиты в районе прошла районная акция «Чистый водоем». Восемью поселениями района было проведено 11 мероприятий по благоустройству водных объектов Зуевского района. Эти мероприятия касались санитарной очистки берегов водных объектов. В Пасынковском сельском поселе-

нии уже третий год продолжается экологическая акция «Родник», связанная с его благоустройством. В этом году был оборудован аншлаг «Любимый родник».

В рамках районной акции «Чистый водоем» был реализован областной конкурс электронных фотографий «Чистая вода» на районном уровне. В итоге на конкурс было подано 19 заявок из 6 поселений. Заявки для участия в конкурсе были поданы разными категориями граждан района: и учащимися школ, и выпускниками профессиональных учебных заведений, и работающим населением, и пенсионерами.

В ходе проведения Дней защиты от экологической опасности в Зуевском районе приняли участие более 1500 человек.

ЭКОЛОГО-МЕДИЦИНСКАЯ ОЦЕНКА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

И. С. Боднарь, В. Г. Зайнуллин

*Учреждение Российской академии наук
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, bodnar@ib.komisc.ru*

Здоровье экосистемы включает в себя и «здоровье человека», это один из основных критериев качества и функционирования антропоэкологической системы и важный индикатор состояния окружающей среды (Гичев, 2002).

Целью данной работы является изучение динамики и состояния здоровья населения Республики Коми, проживающего в экологически неоднородных районах.

Методика. Заболеваемость изучалась в динамике по статистическим данным Минздрава Республики Коми, Центрального НИИ Организации и информатизации здравоохранения, Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Республике Коми (www.mednet.ru). По полученным данным с помощью программ ArcView 3.2, Corel Draw, Exel были составлены карты-схемы первичной заболеваемости с диаграммами динамики по районам.

Результаты и обсуждение. За период с 2000 по 2009 гг. среднемноголетняя первичная общая заболеваемость всего населения республики составила 954,6 на 1000 человек (далее – ‰, промилле). В Сыктывкаре (1313,1‰), Ухте (976‰), Прилузском (1161‰) и Троицко-Печорском (1016‰) районах показатели выше среднереспубликанских.

В структуре первичной заболеваемости первое место занимают болезни органов дыхания (46,4%). Высокая первичная заболеваемость обусловлена, в том числе, высоким уровнем ежегодной регистрации острых респираторных вирусных заболеваний в осенне-весенний период. Пульмонотропными факторами, оказывающие непосредственное влияние на систему внешнего дыхания, являются холод, влажность, тяжелый аэродинамический режим, фотопериодизм, колебания атмосферного давления, факторы электромагнитной природы и некоторые другие (Гудков, Попова, 2008). Свой вклад в развитие патологии

органов дыхания вносит и экологическое неблагополучие (40–60%) (Гичев, 2002).

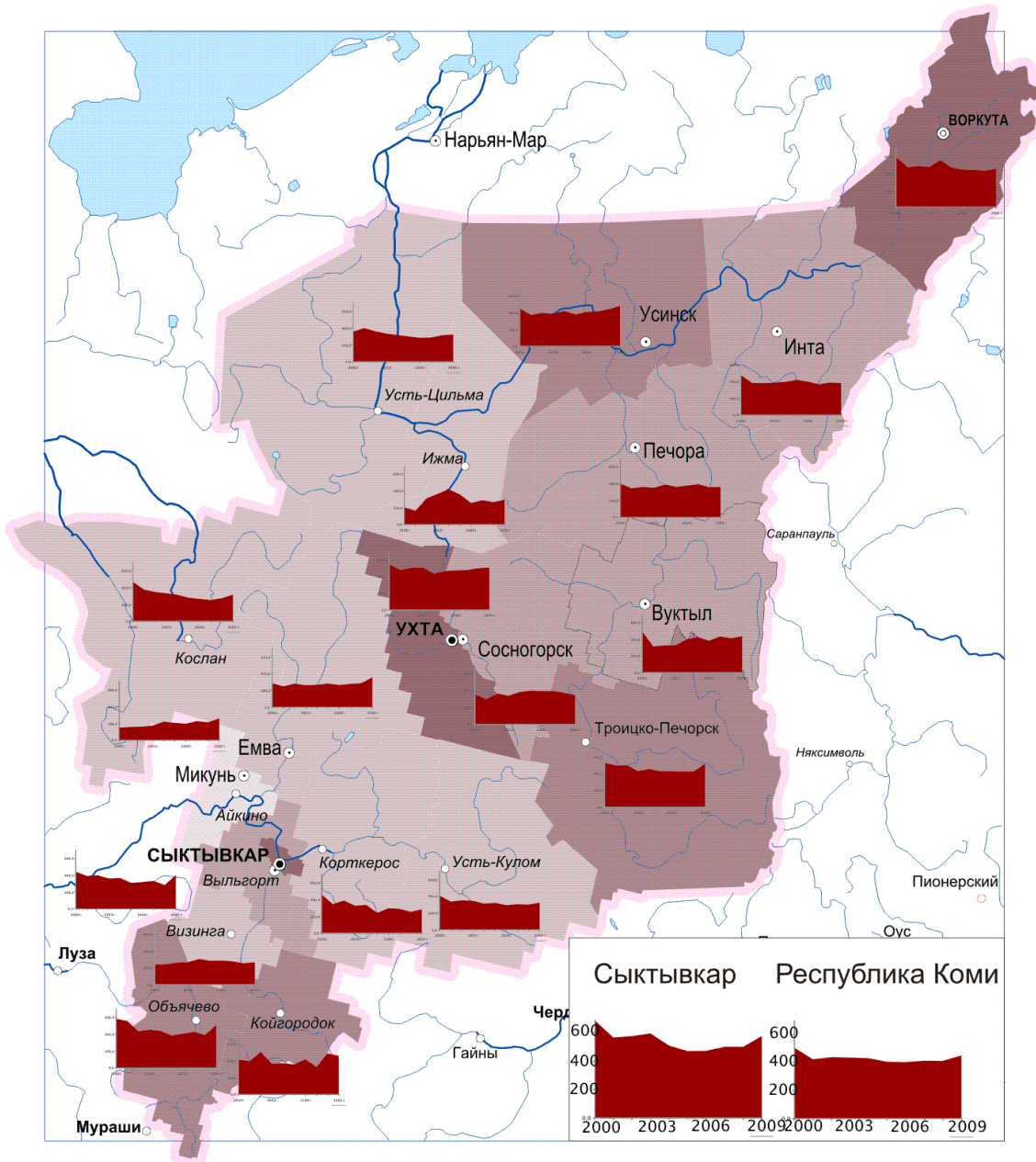
Наибольшая первичная заболеваемость органов дыхания отмечается в промышленных городах Сыктывкаре (547,1 на 1000 человек), Воркуте (488 на 1000), Ухте (489 на 1000) (рис. 1). Заболеваемость органов дыхания у детского населения, с диагнозом, установленным впервые в жизни, выше, чем в среднем по Северо-Западному ФО (1483 и 1370‰ соответственно). Первичная заболеваемость органов дыхания у детей (0–14 лет) возросла с 1342‰ до 1632‰ в период с 2000 по 2009 гг. Темпы роста, превышающие 100% за последние десять лет, отмечаются в сельской местности: в Троицко-Печорском, в Усть-Вымском, в Ижемском, Княжпогостском, Койгородском, Сысольском районах. Наибольшая заболеваемость органов дыхания у детского населения, с диагнозом, установленным впервые в жизни: в городах Сыктывкар (1766‰), Ухта (1676‰), Печора (1547‰), а также Троицко-Печорском районе (1628‰).

Из группы болезней органов дыхания индикатором загрязнения окружающей среды является бронхиальная астма. Наибольшее количество детей с первично установленным диагнозом бронхиальная астма в среднем за 2000–2008 гг. по Республике Коми зафиксировано в Воркуте (17,5 на 1000 детского населения), Усинске (20,0 на 1000), Сыктывкаре (21,8 на 1000) (рис. 2). Таким образом, наибольшая заболеваемость бронхиальной астмой среди детей и подростков 0–17 лет приходится на города с высокой антропогенной нагрузкой вследствие работы промышленных предприятий и добычи полезных ископаемых.

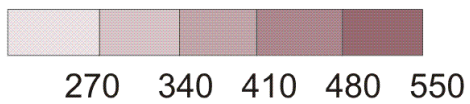
На втором месте в структуре заболеваемости находятся сердечно-сосудистые заболевания – 21,14%. Предпосылками для развития сердечно-сосудистых заболеваний в республике является употребление слабоминерализованных вод, преобладание жирных, консервированных продуктов в рационе питания, низкие температуры, перепады давления, чрезмерное употребление алкоголя, курение, все большее распространение гиподинамического образа жизни, стрессовые ситуации (Авцын и др., 1985; Доршагова, Карапетян, 2004; Келлер, Кувакин, 1998).

Наиболее высокие показатели первичной заболеваемости наблюдается в Сыктывкаре и Троицко-Печорском районе (рис. 3).

Злокачественные новообразования являются индикаторной патологией, отражающей влияние на популяцию неблагоприятных факторов среды. Канцерогенез в большей мере связан с воздействием на организм различных загрязнителей атмосферного воздуха, воды, почвы и пищевых цепей (Гичев, 2002). В Республике Коми наблюдается рост первичной заболеваемости злокачественными новообразованиями: с 229,6 до 305,5 (+33%) на 100000 человек в период с 2000 по 2009 гг. Наибольшая заболеваемость зафиксирована в городах Сыктывкаре (311,5 на 100000 человек), Ухте (312,9 на 100000), что может быть связано с загрязнением окружающей среды этих городов вследствие высокой антропогенной нагрузки, а также Печоре (293,7 на 100000 человек), Троицко-Печорском (294,5 на 100000), Койгородском (288, 93 на 100000) (рис. 4).



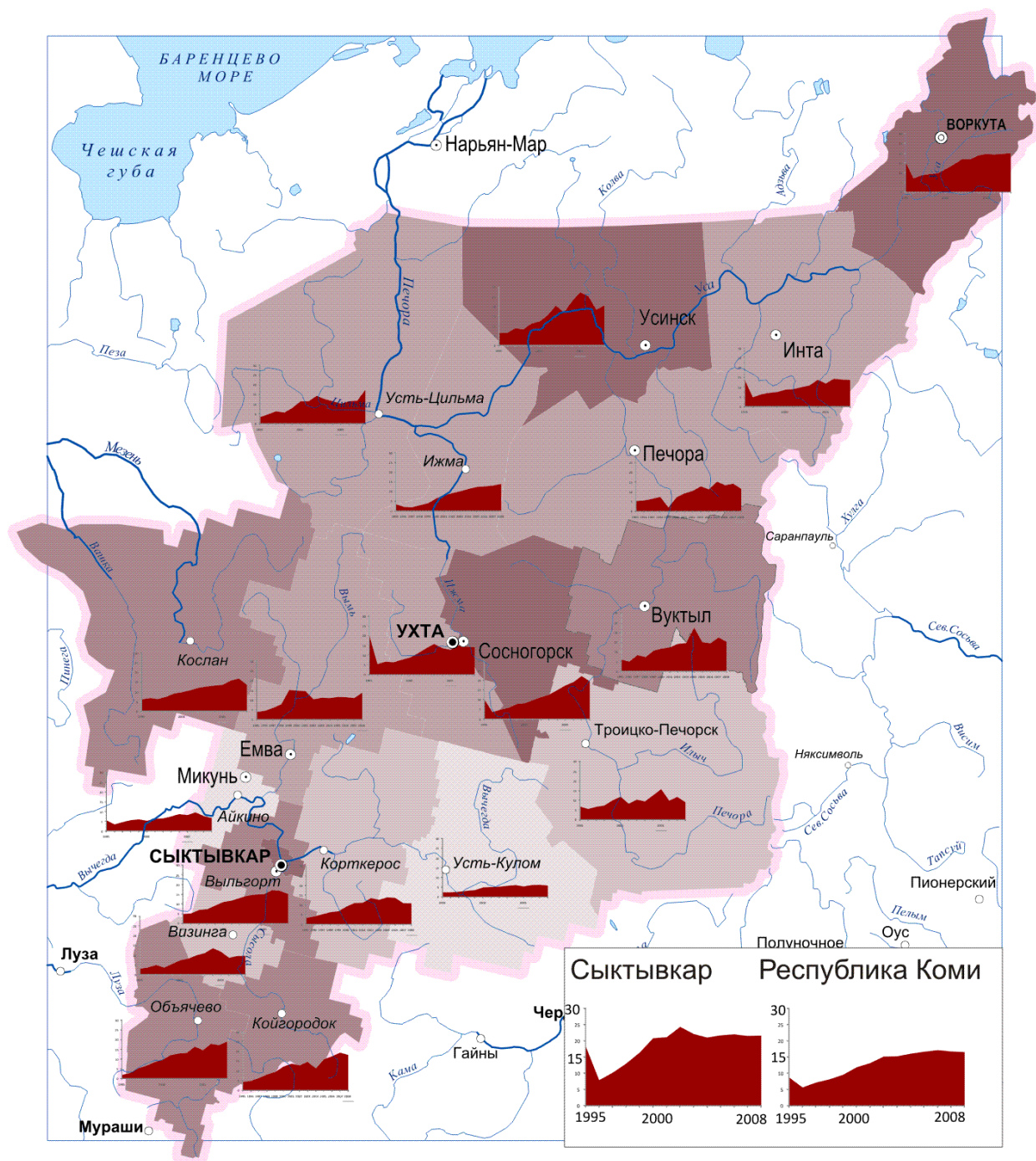
Средняя заболеваемость органов дыхания за 2000-2009 г (на 1000 чел):



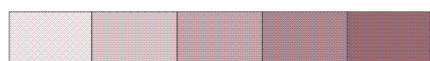
Масштаб: 1 : 8 000 000

Составитель: В.Г. Зайнуллин, И.С. Боднарь

Рис. 1. Первичная заболеваемость органов дыхания (все население)

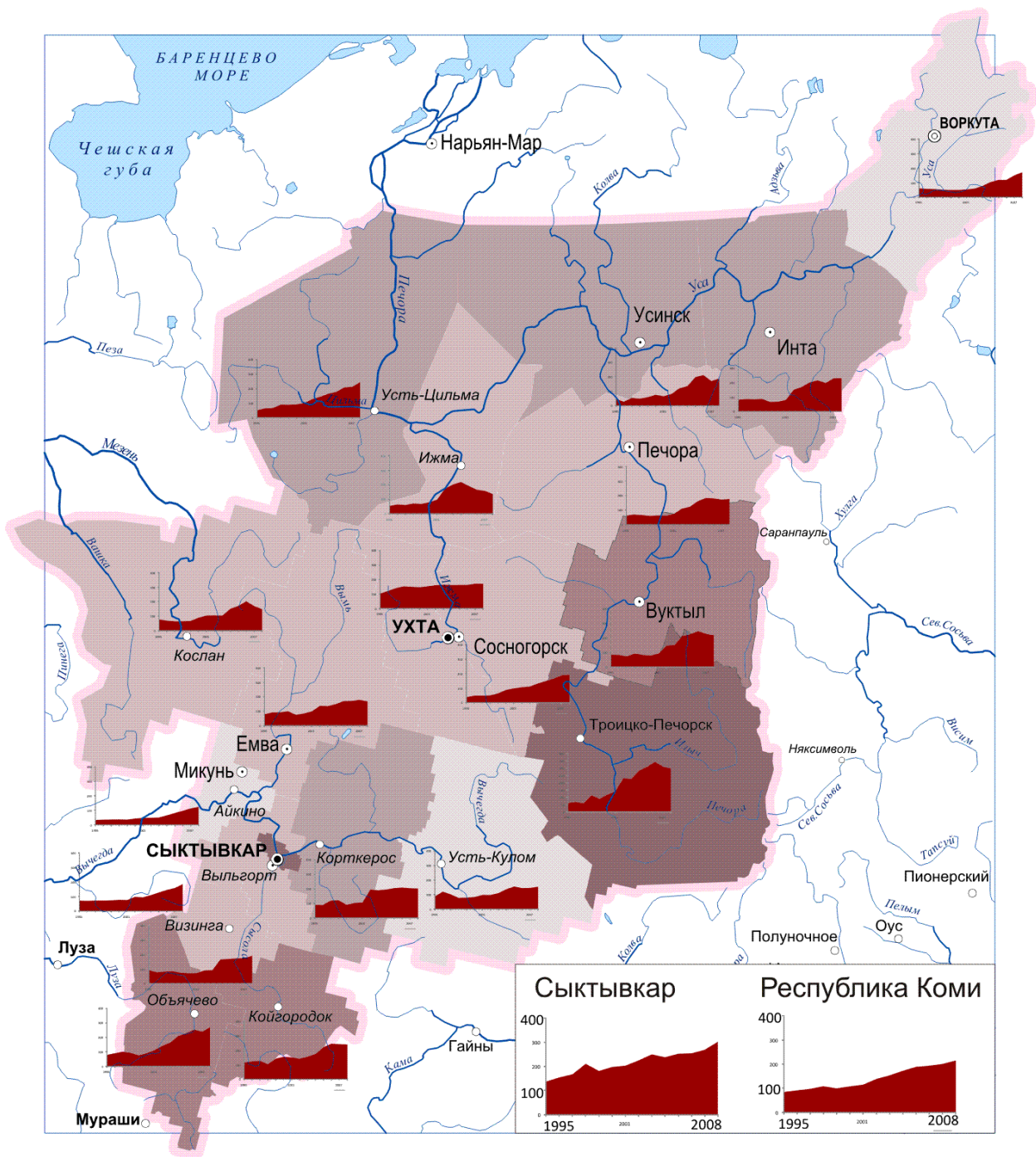


Заболеваемость бронхиальной астмой детей (0-17 лет)
в 2006-2008 г. (на 1000 чел.)

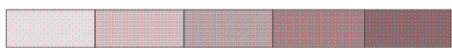


9 12 15 18 22

Рис. 2. Первичная заболеваемость бронхиальной астмой детей (0–17 лет)

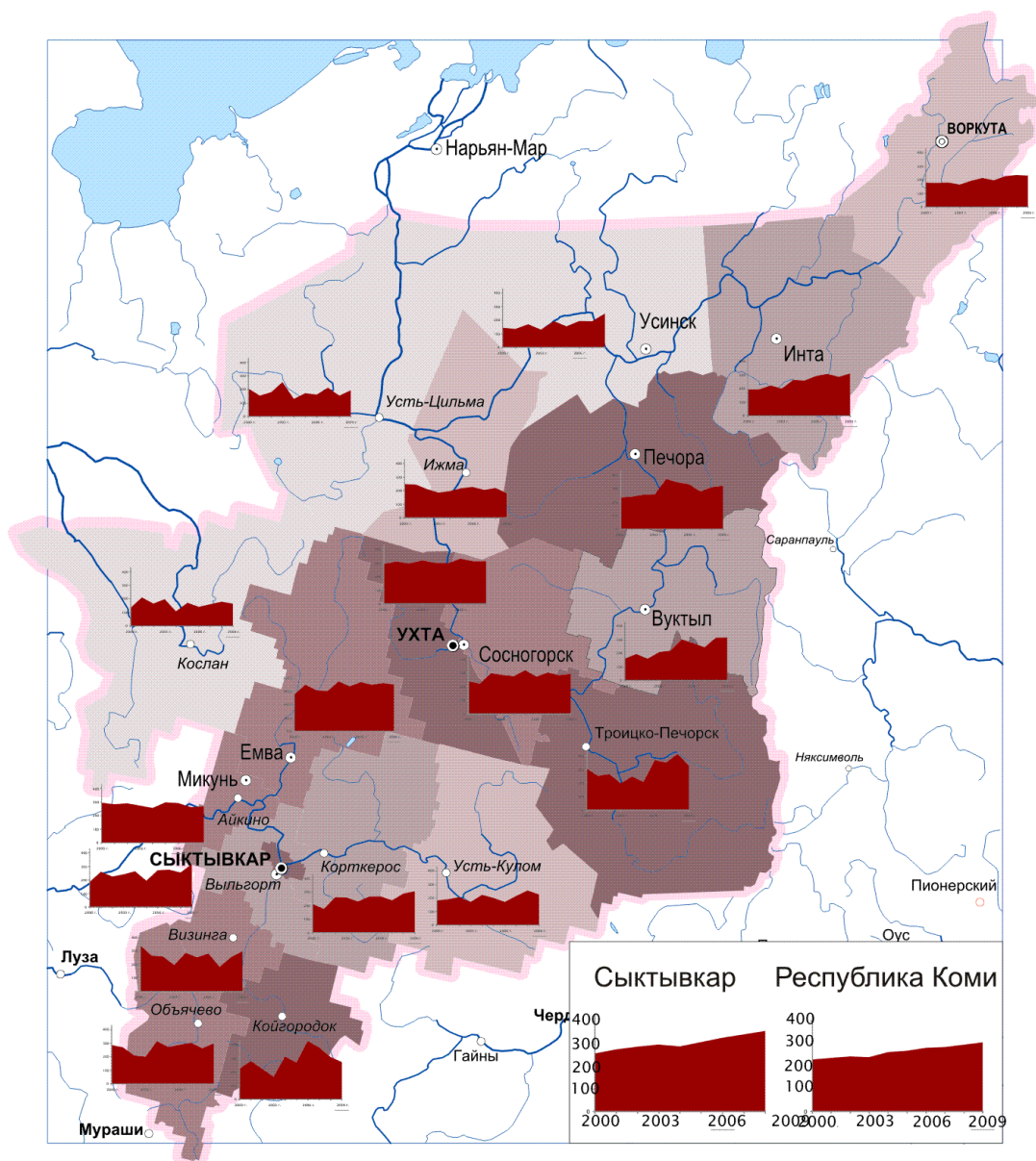


Заболеваемость сердечно-сосудистыми заболеваниями в 2006-2008 г на 10000 чел.

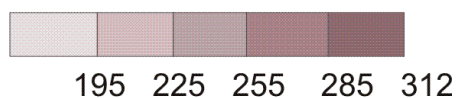


150 190 230 270 320

Рис. 3. Первичная заболеваемость органов кровообращения (все население)



Заболеваемость всего населения злокачественными новообразованиями, средняя за 2000-2009 г (на 100000 чел.):



Масштаб: 1 : 8 000 000

Составитель: В.Г. Зайнуллин, И.С. Боднарь

Рис. 4. Первичная заболеваемость всего населения злокачественными новообразованиями

Заключение. В Республике Коми сложилась относительно напряженная медико-экологическая обстановка, идет рост заболеваний сердечно-сосудистой системы, новообразований, инфекционных и паразитарных болезней, заболеваний органов пищеварения, а также первичной общей заболеваемости детского населения, патологии органов дыхания у детей, в том числе бронхиальной аст-

мы, болезней кожи и подкожной клетчатки у детей, в том числе атопического дерматита, патологии органов пищеварительной системы. Опасной особенностью последнего десятилетия в Республике Коми явился рост первичной детской заболеваемости в сельской местности. Территориями риска по развитию экологически обусловленной патологии являются Сыктывкар, Ухта, Троицко-Печорский и Прилузский районы.

Литература

Авцын А. П., Жаворонков А. А., Марачев А. Г., Милованов А. П. Патология человека на Севере. М.: Медицина, 1985. 416 с.

Гичев Ю. П. Загрязнение окружающей среды и здоровье человека. Москва – Новосибирск: СО РАМН, 2002. 230 с.

Гудков А. Б., Попова О. Н. Пульмонотропные факторы Европейского Севера // Вестник Поморского университета. Серия: Естественные и точные науки. 2008. № 2. С. 15–22.

Доршагова Н. В., Карапетян Т. А. Особенности патологии жителей Севера // Экология человека. 2004. № 6. С. 48–52.

Келлер А. А., Кувакин В. И. Медицинская экология. СПб.: «Петроградский и К», 1998. 256 с.

www.mednet.ru

КАЧЕСТВО ПИТАНИЯ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ: РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ РЕШЕНИЯ

Г. А. Воронина

Вятский государственный гуманитарный университет

В последние 20 лет произошли социально-экономические и экологические изменения, которые вызвали нарушение во всех средах обитания жизни: воздухе, воде, почве и, в конечном счёте, в продовольственном сырье и продуктах питания. В рамках данной проблемы рациональное питание рассматривается в качестве важнейшего фактора адаптации к новым условиям жизни, оно является необходимым условием сохранения и укрепления здоровья, высокой работоспособности, устойчивости к воздействию инфекционных, экологических и антропогенных факторов. В то же время длительное нарушение питания приводит к негативным последствиям функционирования систем организма. В основе этих изменений лежат нарушения метаболизма клеток, связанные с повреждением генетического аппарата, с недостаточностью незаменимых компонентов пищи, либо их избыточностью.

Результаты исследования состояния здоровья детского и взрослого населения свидетельствуют о значительных нарушениях в структуре питания. К этим нарушениям относятся: дефицит витаминов, минеральных веществ, микроэлементов (железа, йода, фтора, цинка), недостаточное потребление пищевых волокон, а также дефицит белков животного происхождения и полиненасыщенных жиров. Следствием этого является широкое распространение среди населения, и особенно детского, таких алиментарно-зависимых заболеваний как кариез, связанный с дефицитом фтора и кальция; анемии, обусловленной дефици-

том железа, а также других нутриентов, участвующих в синтезе гемоглобина (меди, витаминов А, С, В₂, белка); гипотиреоз, возникающий при дефиците йода, остеопороз, связанный с дефицитом кальция; снижение иммунитета, одной из причин которого может служить дефицит витаминов А, Е, С и микроэлементов – цинка и селена (Князева, Левчук, 2007; Носкова, 2007). Статистические данные 2010 года свидетельствуют о том, что в Кировской области ежегодно растёт число заболеваний органов пищеварения. Ошибки в структуре питания современного человека стали ведущими факторами риска развития и распространения таких заболеваний как: атеросклероз, сахарный диабет, ожирение, артериальная гипертензия, онкологическая патология, иммунодефицит и др. В то же время население является заложниками пищевой промышленности, т.е. приобретает то, что продаётся в магазинах, не зная о полезных или вредных качествах тех или иных пищевых продуктов. Покупая «кока-колу», различные «деликатесы», чипсы, гамбургеры, люди часто не задумываемся, что это даст нашему организму: вкусовые ощущения, чувство сытости, комфортность желудка, придаст силы или даст возможность организму нормально выполнять свои функции и принесёт здоровье.

В настоящее время проблема качества питания решается на государственном уровне. Не случайно в 1998 г. была разработана «Концепция государственной политики в области здорового питания на период до 2005 года», в разделах которой обозначены основные направления работы различных ведомств. Реализуются программы, предусматривающие совершенствование материально-технической базы пищеблоков и школьных столовых, оптимизацию рационов с включением продуктов, обогащенных витаминами и микронутриентами, улучшение профессионального обучения специалистов. В 2008 г. введены в действие СанПиН 2.4.5.2409-08 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации питания обучающихся в общеобразовательных учреждениях, учреждениях начального и среднего профессионального образования».

В соответствии с постановлением правительства РФ от 21. 11.2007 г. № 779 в регионе, в том числе, в Кировской области, реализуются экспериментальные проекты по совершенствованию организации питания школьников. В 2010–2011 гг. в г. Кирове и области в ряде школ заменили старое оборудование пищеблока новым, что позволяет использовать современные технологии приготовления пищи (Воронина и др., 2007).

Известно, что представление о пище и питании у многих формируется в детстве. Располагая объективной информацией о продуктах питания, можно существенно повлиять на формирование своего здоровья. Особенно важно, чтобы этими знаниями владели родители. Именно педагоги, классные руководители способны разбудить в сознании молодых мам и пап осознанную ответственность за судьбу и здоровье своих детей. Большинство школьников и родителей, как правило, осознают важную роль питания в сохранении здоровья, но недостаточно информированы о том, какие факторы питания являются наиболее значимыми. Следовательно, необходимо повышать уровень образования и культуру питания детей, их родителей, педагогов в вопросах рационального питания (Воронина и др., 2007).

В 2011 г. вышло в свет учебно-методическое пособие «Школа здоровья. Физиологические основы здорового питания» в двух частях для педагогов, родителей, студентов. Разработка данного пособия была вызвана тем, что проблема качества питания и здоровье населения актуальна особенно в современных условиях. Цель курса – формирование основ здорового питания как составляющей здорового образа жизни, ответственного отношения к своему здоровью и окружающей среде. Этот курс реализует образовательные, воспитательные, развивающие задачи (Воронина, 2011).

В первой главе пособия даны теоретические сведения о роли питания в процессах жизнедеятельности организма, которые соответствуют программе физиологии гигиены питания, подготовленной для педагогов.

Формирование основ культуры питания предполагает знакомство с современными научными теориями: адекватного питания А. М. Уголева и новым направлением науки трофологии; теорией функционального питания Б. И. Шандерова; оптимального питания В. А. Тутельяна; клинического питания Е. И. Ткаченко, которые дополняют теорию сбалансированного питания А. А. Покровского (Ткаченко, 2003). Анализируются «модные» теории и их последствия, которые могут привести к дисфункции процессов пищеварения. Предлагается знакомства с народными традициями и обычаями питания, которые прошли многовековую проверку временем. Блюда народной кухни обычно оптимально соответствуют условиям жизни народа и структуре пищевых ресурсов территории, на которых он проживает (Энергия ржи ..., 2010).

Во второй главе первой части модуля «Азбука здоровья» даны методические рекомендации проведения классных часов для учащихся 1–4 классов. Тематика занятий модуля «Азбука здоровья». 1. Чтобы быть здоровым. 2. Приятного аппетита. 3. Овощи – родник здоровья. 4. Фруктовый сад. 5. О пользе молока и молочных продуктах. 6. Хлеб всему голова. 7. Праздничный стол. 8. Эликсир жизни. 9. Яблоко здоровья. 10. Яичко не простое, а золотое. 11. Мои первые кулинарные рецепты. 12. Скатерть-самобранка. 13. Советы Бобра-суперзуба. 14. Каша просто клад. 15. Каша на любой вкус для семейного стола. 16. Режим питания школьника. 17. Умеем ли мы правильно питаться.

Во второй части пособия даются рекомендации проведения занятий для учащихся 5–11 классов.

Тематика занятий модуля «Родник здоровья» для учащихся 5–8 классов: 1. Аппетит и здоровье. 2. О ценности продуктов питания. 3. Часы в желудке. 4. Сбалансированное питание растущего организма. 5. Жизненно важный витамин. 6. Удивительные витамины. 7. Блюда из картофеля на скатерти-самобранке. 8. Путешествие вятских Робинзонов в страну здоровья. 9. Путешествие вятских Робинзонов в грибное царство. 10. Школьный завтрак в дневном рационе. 11. Праздник Масленицы. 12. Помощники скатерти-самобранки. 13. Как питались в старину (Из истории науки о питании). 14. Живые продукты (биопродукты). 15. Здоровье на крыльях пчелы. 16. Кухня в доме. 17. Безопасность питания в туристическом походе.

Тематика занятий модуля «Культура питания и здоровье» для учащихся 9–11 классов: 1. Золотые правила питания. Традиции и обычаи питания народов

мира. 2. Традиции и обычаи питания народов России. 3. Витамины круглый год. 4. Питание физкультурника и спортсмена. 5. Наука о питании и здоровье человека. 6. Диетическое и профилактическое питание. 7. О вкусных и здоровых минералах. 8. Энергия воды и полезных напитков. 9. Полезные напитки на любой вкус. 10. Экология продуктов питания и здоровье. 11. Выбираем качественные продукты. 12. Знакомьтесь – Омега-3. 13. Наша столовая.

Содержание курса строится с учётом возрастных особенностей учащихся, их интересов в области познания мира, самого себя, жизни в целом и здоровья, а также с учётом психолого-педагогических закономерностей обучения и формирования естественно-научных знаний и видов познавательной деятельности. Применяется опережающее обучение, основанное на знаниях других более ранних и одновременно школьных курсов (природоведение, биология, технология и др.).

Доминирующим методом преподавания данного курса является проблемно-диалогический метод. Особую роль в творческом освоении знаний старшеклассниками имеют проблемные вопросы. Их постановка позволяет включить учащихся в обсуждение, побудить высказать свою точку зрения, задуматься о неожиданных аспектах привычных событий. Курс представляет собой взаимосвязанных бесед, лекций, практических работ, творческих заданий, ролевых игр, в ходе которых школьники будут анализировать и моделировать ситуации, рассматривать различные варианты, высказывать и защищать различные точки зрения, участвовать в дискуссиях и обсуждениях. Курс связан с биологией, химией, экологией, медициной, культурологией, математикой.

Занятия, которые проводились со школьниками на классных часах и при изучении курса «Физиология и гигиена питания» со студентами, показали, что они вызывают интерес и имеют практическую направленность.

Литература

Воронина Г. А. Школа здоровья (Физиологические основы здорового питания): учебно-методическое пособие для педагогов, родителей, студентов / Г. А. Воронина, М. А. Морозова. Киров: Изд-во ВятГГУ, 2011. в 2 частях. С. 123, 174.

Воронина Г. А., Камакин Н. Ф., Одинцов Н. И. Разработка и реализация образовательных программ по оздоровительному и профилактическому населению / Проблемы питания: гигиена, безопасность, регионально ориентированный подход. Киров, 2007. С. 17–18.

Князева Л. И., Левчук В. В. Анализ алиментарно-зависимых заболеваний / Проблемы питания: гигиена, безопасность, регионально ориентированный подход. Киров, 2007. С. 10–17.

Носкова О. Ю. Роль современной диетологии в организации лечебно-профилактического питания населения / Проблемы питания: гигиена, безопасность, регионально ориентированный подход. Киров, 2007. С. 19.

Ткаченко Е. И. Клиническое питание. Состояние и перспективы развития. / Клиническое питание. СПб., № 1. 2003. С. 3–7.

Энергия ржи для здоровья человека / Сысуев В. А., Кедрова Л. И., Лаптева Н. К., Уткина Е. И., Вянянен М., Никулина Т. Н. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2010. 103 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МАССОВОЙ ДОЛИ ЖИРА И КИСЛОТНОСТИ В СМЕТАНЕ

Н. И. Копосова, Л. В. Даровских
Вятский государственный гуманитарный университет,
ecolab2@gmail.com

Целью нашего исследования является оценка качества сметаны с содержанием жира 15–20%, реализуемая в г. Кирове.

Основными критериями для оценки качества были выбраны следующие: динамическая вязкость продукта; кислотность; массовая доля влаги; цвет; консистенция; вкус; массовая доля жира; наличие пероксидазы и фосфотазы.

Предметом исследования на данном этапе стало определение кислотности и массовой доли жира.

Объектом исследования была выбрана сметана разных производителей с содержанием жира от 15 до 25% и следующих марок: «Вятушка» 20%, «Коровка» 15 и 25%, «Простоквашино» 15% и сметана «Вожгальская» 20%.

Определение жира осуществляется с помощью жиромера. Сметану помещают в резервуар, действуют на нее смесью концентрированной серной кислоты и изоамилового спирта. Белки и углеводы под действием серной кислоты разрушаются, а спирты экстрагируются спиртом. Скопившийся на поверхности слой экстрагента измеряют по высоте и высчитывают согласно величине слоя содержание жира в продукте.

Определение кислотности. Нами был использован метод с применением индикатора фенолфталеина, который основан на нейтрализации кислот, содержащихся в продукте, раствором гидроксида натрия в присутствии индикатора фенолфталеина. Кислотность рассчитывают по формуле:

$$X = (n * 100) / 10,$$

где x – кислотность молока или сливок в градусах Тернера; n – количество миллилитров 0,1N раствора едкого натра, пошедшее на титрование; 100 – пересчет на 100 мл; 10 – количество молока или сливок, взятых для титрования. Кислотность свежей сметаны колеблется от 65 до 125°Т.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что на момент проведения анализа сметаны данных марок по показателям кислотность и содержание жира соответствуют требованиям ГОСТ 3624 – 92 и ГОСТ 5899 – 85.

КРАТКОСРОЧНЫЙ МОНИТОРИНГ ВЛИЯНИЯ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО СТРЕССА НА ОСНОВНЫЕ ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ШКОЛЬНИКОВ

А. А. Абеуова¹, Г. Ш. Татарина², Б. Н. Мынбаева²

¹ *Институт магистратуры и PhD докторантуры, anarchik.08@mail.ru*

² *Казахский национальный педагогический университет им. Абая,
tat_galiya@mail.ru, bmynbayeva@gmail.com*

Проблеме экзаменационного стресса уделяется много внимания: педагоги, врачи, ученые биологи (физиологи), медики-экологи и др. исследуют ее с разных позиций и пытаются оказать практическую помощь школьникам. Все осознают, что экзамены для школьников – это необходимый этап перед вступлением во взрослую жизнь. Однако, для одних школьников это испытание и опыт проходят безболезненно, для других – часто имеют негативную или травмирующую окраску (<http://vashpsixolog.ru> ...). Интенсивность образовательного процесса в настоящее время приводит к возрастанию психоэмоциональных нагрузок на школьников, что отрицательно сказывается на их здоровье, а условия урбанизации, в которых находятся школьники, являются дополнительными факторами, приводящими к снижению адаптации организма и различного рода неблагоприятным последствиям. В связи с этим психодиагностика особенностей развития детей приобретает в последнее время актуальность, особенно изучение особенностей психофизиологического статуса учащихся на переходных этапах обучения (1, 4, 9, 11 классы), которые в последнее время именуется как критические школьные годы.

Наиболее важным показателем в психофизиологии школьников является экзаменационный стресс, который все чаще вызывает интерес у исследователей (Стрелец и др., 1998). В последние годы получены убедительные доказательства того, что экзаменационный стресс оказывает негативное влияние на нервную, сердечнососудистую и иммунную системы школьников. По данным некоторых авторов, в период экзаменов у студентов и школьников регистрируются выраженные нарушения вегетативной регуляции сердечнососудистой системы. Они проявляются в повышении частоты сердечных сокращений, увеличении артериального давления, возрастании уровня мышечного и психоэмоционального напряжения (Фаустов, Щербатых, 2000). После сдачи экзамена физиологические показатели не сразу возвращаются к норме – обычно требуется несколько часов и даже дней для того, чтобы параметры артериального давления вернулись к исходным величинам (Щербатых, 2000).

Целью настоящего исследования явилась оценка психофизиологического напряжения организма школьников по динамике сердечно-сосудистых показателей в условиях напряженности.

Исходя из поставленной цели, решались следующие задачи: изучить адаптационно-приспособительную деятельность сердечно-сосудистой системы в условиях экзаменационного стресса; разработать методику, которая будет способствовать снижению психоэмоционального стресса.

Нами был проведен мониторинг состояния школьников выпускных классов при сдаче экзаменов в школе города-спутника г. Алматы Каскелен. Для оценки стрессового состояния измеряли частоту сердечных сокращений (ЧСС), систолическое артериальное давление (САД) и диастолическое артериальное давление (ДАД). Измерение показателей проводили в покое, за 2 часа до экзамена и на следующий день после экзамена.

В результате проведенных исследований были получены данные, которые мы представили в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Гемодинамические показатели у школьников 9-х классов

№	ЧСС в покое	ЧСС за 2 часа до экзамена	Артериальное давление в покое	Артериальное давление за 2 часа до экзамена
1	68	144	112/73	120/83
2	60	112	117/75	129/80
3	64	124	121/77	132/91
4	72	140	124/78	135/90
5	68	136	126/78	140/90
6	60	148	128/77	132/80
7	76	136	130/77	135/82
8	80	100	113/73	110/70
9	88	156	117/75	125/81
10	68	112	120/76	130/82
11	64	100	122/76	130/80
12	60	112	124/76	130/79
13	68	120	124/76	142/88
14	72	128	124/76	140/91
15	62	124	125/85	130/90
16	76	136	127/85	131/92
17	60	116	129/85	135/90
18	64	129	132/85	140/100
19	68	140	135/85	140/90
20	68	112	137/85	142/91
21	60	108	120/84	133/88
22	72	108	124/84	130/90
23	60	88	127/84	130/87

Таблица 2

Гемодинамические показатели у школьников 11-х классов

№	ЧСС в покое	ЧСС за 2 часа до экзамена	Артериальное давление в покое	Артериальное давление за 2 часа до экзамена
1	64	100	129/84	140/95
2	72	92	131/84	146/100
3	60	104	131/84	140/90
4	72	102	131/84	139/91
5	64	92	107/65	120/80
6	72	124	110/67	130/79
7	64	120	113/67	120/72
8	68	100	116/67	124/79
9	60	108	119/67	133/82

№	ЧСС в покое	ЧСС за 2 часа до экзамена	Артериальное давление в покое	Артериальное давление за 2 часа до экзамена
10	68	112	122/67	150/110
11	84	140	107/66	110/71
12	60	108	109/66	118/74
13	76	136	111/66	120/79
14	72	140	112/66	120/80
15	64	108	113/66	120/75
16	68	128	113/66	134/80
17	72	128	114/66	130/80

Анализ полученных данных показал, что в 60–70% случаев в обеих возрастных группах значительно повышался пульс, в отдельных случаях: до 140 уд /мин в 11-м классе; до 148-156 уд /мин – в 9-м классе. САД повышалось до 150 мм. рт. ст. в 11-м классе и до 142 мм.рт.ст. в 9-м классе. Однако следует отметить достаточно быстрое восстановление гемодинамических показателей после экзамена. Остальные показатели также отразили стрессовое состояние, в котором находились школьники.

Таким образом, экзаменационный стресс вызывал высокое нервно-эмоциональное напряжение у школьников, приводил к изменениям в деятельности сердечно-сосудистой системы через повышение ЧСС, САД и ДАД. Можно предположить, что это напряжение представляет собой серьезную угрозу здоровью, т.к. привыкания к экзаменационному стрессу не отмечается, и реакция организма отчетливо выражена на экзамен у каждого испытанного школьника. Исследования показывают, что за экзаменационный период в школах и вузах 48% юношей и 60% девушек заметно теряют в весе, а кровяное давление у них повышается до 140–155 мм ртутного столба (<http://bor-okt-school.ru> ...).

Мы считаем, что в совокупности с такими негативными факторами окружающей среды как шумовое и световое загрязнение, смещения активности городских жителей к ночному времени суток, загрязнение воздуха и воды, экзаменационный стресс может стать одним из самых распространенных видов стресса.

Опираясь на полученный опыт занятий в школе, мы предлагаем для профилактики экзаменационного стресса и его негативных последствий применять обучающимся некоторые методические рекомендации: перед началом подготовки к экзаменам необходимо просмотреть пройденный (ранее изученный) материал; использовать время, отведенное на подготовку, как можно эффективнее; проводить подготовку к экзамену в утренние часы, когда работоспособность обычно очень высока; к экзаменам стараться готовиться последовательно, составив четкий план; к трудно запоминаемому материалу необходимо возвращаться несколько раз; материал не заучивать, а стараться запоминать способом пересказа; чередовать умственные нагрузки с отдыхом; ежедневно выполнять упражнения, которые способствуют снятию внутреннего напряжения, усталости, достижению расслабления; также можно выделить ряд вопросов, ко-

торые необходимо обсудить со школьником, это избавит его от лишних стрессовых ситуаций.

Вот только некоторые вопросы, которые стоит обсудить, а может быть, даже проиграть со школьниками (Психологическое сопровождение ..., 2003):

1. Что делать, если ты допустил ошибку при заполнении теста и заметил ее?
2. Что делать, если объявленная оценка тебя не устраивает?
3. Как отвечать на дополнительные вопросы?
4. Как выстроить логику ответа на вопрос билета?
5. Как себя вести, если не знаешь ответа на вопрос билета или на дополнительный вопрос?

Литература

Психологическое сопровождение учащихся при подготовке к ЕГЭ // Газета «Школьный психолог», 2003. № 7.

Стрелец В. Б., Самко Н. Н., Голикова Ж. В. Физиологические показатели предэкзаменационного стресса // ВНД, 1998. Т. 48, Вып. 3. С. 458–463.

Фаустов А. С., Щербатых Ю. В. Изменения функционального состояния нервной системы студентов во время учебы // Гигиена и санитария, 2000. № 6. С. 33–35.

Щербатых Ю. В. Экзамен и здоровье // Высшее образование в России, 2000. № 3. С. 53–56.

<http://bor-okt-school.ucoz.ru/publ/1-1-0-6>

<http://vashpsixolog.ru/educating-students/65-exam-preparation/442-examination-stress-and-ways-to-overcome-it>

ЗНАЧЕНИЕ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ В РАЗВИТИИ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СТРЕССА

Г. Ш. Татарина, Н. И. Отарова

*Казахский национальный педагогический университет им. Абая,
tat_galiya@mail.ru*

В последние годы получены убедительные доказательства того, что экзаменационный стресс оказывает негативное влияние на нервную, сердечно-сосудистую и иммунную системы студентов. Традиционно в качестве вегетативных коррелятов психоэмоционального стресса использовалось два основных параметра деятельности сердечно-сосудистой системы: частота сердечных сокращений и величина артериального давления, а также производный от этих величин показатель – «вегетативный индекс Кердо», которые позволяет судить о соотношении активности симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы при стрессе.

В то же время, следует отметить, что экзаменационный стресс не всегда вреден. В определенных ситуациях психологическое напряжение может иметь стимулирующее значение, помогая учащемуся мобилизовать свои знания и личностные резервы для решения поставленных перед ним учебных задач. Поэтому речь идет как о разработке методов прогнозирования показателей экзаменационного стресса с учетом индивидуальных особенностей студентов, так и

о создании эффективных методов оптимизации уровня экзаменационного стресса. Для студентов в процессе учебной деятельности ситуация экзамена является социально значимым фактором, формирующим мотивационно-детерминированную деятельность, сопровождающуюся выраженным эмоциональным напряжением (Агаджанян, и др., 1997).

Эмоциональное напряжение, развивающееся в экзаменационной ситуации, во-первых, вызвано высокой доминирующей мотивацией, за которой стоят социальные мотивы, в разной степени имеющиеся у разных студентов. Во-вторых, ситуация экзамена предполагает исходную неопределенность, которая заключается в неуверенности в получении необходимых результатов.

Фактически экзамен является реально существующей социальной моделью психоэмоционального напряжения со всеми вытекающими отсюда последствиями для функционального состояния и здоровья человека (Friedman, Rosenman, 1959). Эмоциональное напряжение во время экзамена проявляется в изменении как субъективных, так и объективных оценок состояния студентов.

По данным обследования Ю. В. Щербатых (2002), перед экзаменом 34% студентов жаловались на учащение сердцебиений, 32% отмечали расстройства сна, 20% – нарушения нормального тонуса скелетной мускулатуры (дрожь, скованность движений), 8% говорили о неприятных ощущениях в груди, 4% – о головных болях. Во многих исследованиях показано изменение характеристик сердечного ритма (частоты сердечных сокращений, длительности и вариативности R-R-интервалов ЭКГ, индекса напряжения по Р. М. Баевскому, спектральных показателей сердечного ритма) у студентов перед и непосредственно во время экзамена. Отмечено повышение в ситуации экзамена степени эмоционального напряжения, проявляющегося в учащении ритма сердечных сокращений, снижении дисперсии кардиоинтервалов, резком увеличении индекса напряжения по Р. М. Баевскому. Причем эти изменения были более выражены во время традиционного устного экзамена по сравнению с экзаменом, проходящим с использованием компьютеров или в письменной форме (Дегтярев, Салманов, 1995).

Целью настоящего исследования явилось изучение роли вегетативной нервной системы в развитии психоэмоционального стресса на модели его экзаменационного варианта.

Исследование проведено на 40 студентах КазНПУ имени Абая (20 девушек и 20 юношей). Во время учебного процесса (в норме) и непосредственно перед экзаменом измеряли следующие показатели гемодинамическую частоту сердечных сокращений (ЧСС), систолическое артериальное давление (САД), диастолическое артериальное давление (ДАД), вегетативный индекс Кердо (ВИК) и минутный объем крови (МОК) по формуле Старра. Также с помощью анкетных методов измеряли личностную и ситуационную тревожность.

В норме ЧСС обследованных студентов составила $78,7 \pm 0,7$, перед экзаменом ЧСС достоверно увеличилась и составила $96,5 \pm 1,1$ ($p < 0,05$). Увеличение частоты пульса в условиях психо-эмоционального стресса отражает общую активацию симпатической нервной системы.

Большинство студентов имели увеличение ЧСС в пределах 20 ударов в минуту, резко выраженная реакция симпатической нервной системы отмечена у (3,5%) студентов. Небольшой процент студентов (1,1%) имели сниженные значения ЧСС, что говорит об активации парасимпатической нервной системы.

Экзаменационный стресс сопровождается достоверным увеличением АД: в норме САД составило $115,3 \pm 0,5$, после экзамена достоверно увеличилось до $131,1 \pm 0,7$ ($p < 0,05$); ДАД повысилось с $72,1 \pm 0,6$ до $82,1 \pm 0,8$ ($p < 0,05$); ПД соответственно в норме $43,2 \pm 1,3$, перед экзаменом $49,2 \pm 0,7$ ($p < 0,05$). При этом разброс показателей перед экзаменом варьировал в более широком диапазоне, чем в покое. При оценке МОК мы также получили достоверное увеличение этого показателя с $3,27 \pm 0,07$ до $4,71 \pm 0,12$.

Также для оценки межсистемных отношений между сердечно-сосудистой и респираторной системами рассчитывали коэффициент Хильдебранта (отношение ЧСС к частоте дыхания). Коэффициент Хильдебранта возрастая с $5,7 \pm 0,1$ до $9,2 \pm 0,3$ ед. ($p < 0,001$). При этом дыхание становилось более редким и глубоким (в покое ЧД составила $15,1 \pm 0,3$, перед экзаменом $11,6 \pm 0,5$).

Для оценки вегетативного статуса использовали ВИК, который в покое составил $4,1 \pm 0,9$, после экзамена увеличился до $16,9 \pm 1,2$ ед. ($p < 0,001$).

При сравнении ВИК у юношей и девушек наблюдалось значительное увеличение данного показателя у девушек, как в состоянии покоя, так и перед экзаменом.

Уровень личностной тревожности (по Спилбергеру) у студентов составлял $42,5 \pm 0,8$ балла, средний уровень реактивной тревожности, определенной по опроснику Спилбергера, в спокойном состоянии равнялся $39,8 \pm 0,7$ балла. Считается, что уровень ситуационной тревожности 30 баллов и менее указывает на низкую тревожность, показатель от 31 до 45 баллов – на среднюю, а уровень 46 баллов и выше считается высоким. Имеет смысл выделение четвертой категории лиц, обладающих «сверхвысоким» уровнем реактивной тревожности с показателем выше 70 баллов. По результатам наших исследований в норме 15% студентов имели низкие показатели реактивной тревожности, у 62% студентов отмечались средние показатели, у 22% высокие, и только у менее 1% испытуемых выявилась очень высокая тревожность. Перед экзаменом показатели реактивной тревожности претерпевали значительные изменения: совершенно не было студентов с низкой тревожностью, доля студентов со средним уровнем тревожности значительно снижалась (16%), резко возрастало число студентов с высоким (75%) и сверхвысоким (9%) уровнями тревожности. Средние значения этого показателя перед экзаменом по всей группе составили $56,5 \pm 0,8$ балла ($p < 0,001$). Между уровнем личностной тревожности и уровнем тревожности реактивной, измеренной перед обычным учебным занятием, отмечалась достаточно высокая корреляция ($r = 0,49$; $p < 0,001$). В условиях экзаменационного стресса корреляция была не столь высокой ($r = 0,31$, хотя и достоверной ($p < 0,01$)).

Увеличение перед экзаменом показателя реактивной тревожности до 56,5 баллов свидетельствует о значительном стрессе, который переживают студенты во время сессии.

В основе оценки типа реакции сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку лежит оценка направленности и степени выраженности сдвигов базовых гемодинамических показателей (ЧСС, САД, ДАД, ПАД) под влиянием стандартной физической нагрузки, а также скорости их восстановления. Различают пять основных типов реакции сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку: нормотонический, дистонический, гипертонический, гипотонический, ступенчатый. Измерения проводились в начале учебного года (сентябрь) и в конце учебного года (май). В начале учебного года преобладающим был нормотонический тип реакции, в конце учебного года процент студентов со ступенчатым типом реакции значительно увеличился, что связано с нарастающим утомлением.

Наиболее рациональным, отражающим хорошую приспособляемость организма к физической нагрузке типом реакции, является нормотонический, который характеризуется адекватным интенсивности и продолжительности выполненной физической работы возрастанием ЧСС, увеличением САД (на 15–30%, уменьшением ДАД (на 10–15%), быстрым восстановлением ЧСС и АД до исходных величин. При предъявлении ступенчатой физической нагрузки на велоэргометре более значимые сдвиги в работе сердечно-сосудистой системы выявлены при нагрузке в 300 Вт.

Экзаменационный стресс занимает одно из первых мест, вызывающих психическое напряжение учащихся и у студентов. Очень часто экзамен становится психотравмирующим фактором. В последние годы получены убедительные доказательства того, что экзаменационный стресс оказывает негативное влияние на нервную, сердечно-сосудистую и иммунную системы студентов. В период экзаменационной сессии у студентов и школьников регистрируются выраженные нарушения вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы, которые проявляются в повышении частоты сердечных сокращений, увеличении артериального давления, возрастания уровня мышечного и психоэмоционального напряжения. Эмоциональное напряжение может приводить к активации симпатического или парасимпатического отделов вегетативной нервной системы, а также к развитию переходных процессов, сопровождающихся нарушением вегетативного гомеостаза и повышенной лабильностью реакций сердечно-сосудистой системы на эмоциональный стресс. После сдачи экзамена физиологические показатели не сразу возвращаются к норме – обычно требуется несколько дней для того, чтобы параметры артериального давления вернулись к исходным величинам (Щербатых, 2002).

Экзаменационный стресс является достаточно удобной и многократно производимой моделью эмоционального стресса, протекающего при активном участии вегетативной нервной системы, действие которой опосредуется и модифицируется типом высшей нервной деятельности, уровнем самооценки и личностными факторами. Поэтому изучение механизмов развития и протекания экзаменационного стресса, установление взаимосвязи отдельных стрессорных реакций с конкретными личностными особенностями является тем инструментом, при помощи которого могут быть вскрыты механизмы взаимосвязи физиологического и психического аспектов человека, а понимание этих механизмов

позволит разрабатывать более эффективные методы коррекции неблагоприятных функциональных состояний человека.

Литература

Агаджанян Н. А., Дегтярев В. П., Русанова Е. И. и др. Здоровье студентов: Монография / Кол. авт.; Под ред. Н. А. Агаджаняна. М: Изд-во РУДН, 1997. 199 с.

Дегтярев В. П., Салманов П. А. Анализ уровня эмоциональной напряженности студентов при различных формах проведения экзамена // Образ жизни и здоровье студентов. Матер. 1-й Всерос. научн. конф. М. 1995. С. 71–72.

Щербатых Ю. В. Влияние показателей высшей нервной деятельности студентов на характер протекания экзаменационного стресса // Журн. высш. нервн. деят. 2002. Т. 50. № 6. С. 959–965.

Friedman M., Rosenman R. Association of specific overt behavior pattern with blood and cardiovascular findings. Journal of the American Medical Association, 1959, v. 169, P. 1286–1296.

УЧЕНЫЙ ЭКОЛОГ, ЭКОЛОГ ПЕДАГОГ (О Л. В. КОНДАКОВОЙ)

Н. М. Алалыкина, Т. Я. Ашихмина

*Лаборатория биомониторинга Института биологии
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ, ecolab2@gmail.com*

Любовь Владимировна Кондакова – кандидат биологических наук, доцент, заведующая кафедрой экологии Вятского государственного гуманитарного университета. Она одна из бывших, лучших учениц всемирно известной Кировской школы альгологов Э. А. Штиной.

Окончив естественно-географический факультет КГПИ имени В. И. Ленина по специальности «Биология и химия», Л. В. Кондакова прошла путь учителя сельской школы, ассистента кафедры ботаники педагогического института, аспиранта кафедры ботаники Кировского сельскохозяйственного института (ныне Академия), и в 1984 г. защитив диссертацию на тему: «Изменение сообществ водорослей при мелиорации дерново-подзолистых почв», стала кандидатом биологических наук. Ныне она работает над докторской диссертацией.

Научная специализация трудов Л. В. Кондаковой: почвенная альгология. Она – опытный флорист-альголог и в этом плане известна не только в Кировской области, но и далеко за ее пределами. Практический потенциал ее трудов – это итоги изучения индикационного значения альгофлоры в жизни почв и водоемов. По данной проблеме имеется большое число публикаций (тезисы конференций, статьи в журналах, монографии в соавторстве и др.), перечисление которых не позволяют рамки тезисов.

Более широкое поле деятельности Л. В. Кондаковой как эколога – это проведение мониторинга состояния природной среды с целью поиска биоиндикаторов. Назовем хотя бы одну работу Л. В. Кондаковой (в соавторстве) «Биоиндикация и биотестирование – методы познания экологического состояния окружающей среды», 2005. В последнее время ее интересуют не только водоросли, но и пыльца травянистых и древесных растений, ее онтогенез и морфо-

логические особенности, но и другие методы биоиндикации природных сред. Работу по изучению пыльцы как биоиндикатора Л. В. Кондакова проводит совместно с многочисленными ее ученицами – студентами и аспирантами ВятГГУ.

Вторая стезя деятельности Л. В. Кондаковой связана с решением проблемы экологического образования. Ее интересуют методические подходы к экологическому образованию школьников, студентов, учителей, а также оснащение учебного процесса и самостоятельной работы обучаемых методической литературой. Здесь важно отметить: учебное пособие для 9–11 классов «Региональная экология» под редакцией Л. В. Кондаковой, 2006; «Рабочая тетрадь школьника по экологии» (в соавторстве), 2005; «Программа «Экология родного края», 2006; «Фенология и региональный экологический мониторинг» (в соавторстве), 2004; Кондакова Л. В., Домрачева Л. И. «Флора Вятского края», 2007; монография (в соавторстве) «Биологический мониторинг природно-техногенных систем», 2011; коллективная монография «Soil Contamination: New Research New York», 2008 и др.

Экологическое образование и воспитание студентов проводится Л. В. Кондаковой не только при чтении лекций экологического цикла, но она, по возможности, и случаях использует трибуну на посту заведующей кафедры экологии, а ранее – декана химического факультета.

Л. В. Кондакова полна энергией, идеями и заботой об экологии родного края, экологического образования и воспитания.

Её труд высоко оценён: Отличник народного просвещения; Почётный работник высшей школы, Почётный работник ВятГГУ; совместно с коллективом учёных лаборатории биомониторинга ВятГГУ – Лауреат премии Кировской области в области экологии и охраны природы, 2005.

50 ЛЕТ НА СЛУЖБЕ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ

А. М. Слободчиков

Вятский государственный гуманитарный университет

Руководитель научно-исследовательской лаборатории методики обучения химии в школе и вузе – профессор, кандидат педагогических наук Евгений Александрович Шишкин работает на кафедре химии с 1961 г., заведовал кафедрой химии с 1984 до 1997 гг.

Евгений Александрович Шишкин родился 13 марта 1934 г. в селе Илгань Верхошижемского района Кировской области. Семья была многодетной. В начале войны отца и четырёх старших братьев призвали на фронт. Отец Александр Иванович и его два старших сына Яков и Валентин пали в боях за Родину. В 1942 г. умерла мать Евгения Александровича. С 1943 по 1953 гг. он воспитывался в детском доме (Порекский → Константиновский → Малмыжский). Брат Евгения, участник Великой Отечественной войны, Анатолий Александрович Шишкин после войны проживал в г. Слободском, работал в строительной организации печником, за заслуги в мирное время награждён Орденом Ленина.

Брат – фронтовик Николай после войны жил и работал на Украине. На примере одной семьи можно понять, что такое война в жизни советского народа.

Окончив Малмыжскую среднюю школу № 1 в 1953 г., Евгений Шишкин поступил в Кировский государственный педагогический институт имени В. И. Ленина, на естественно-географический факультет по специальности: «Биология – химия». После окончания института он успешно работал учителем химии в Лазаревской средней школе Уржумского района. С 1958 по 1961 гг. был избран членом Уржумского райкома ВЛКСМ.

С 1961 г. по настоящее время, в течение 50 лет Е. А. Шишкин работает на кафедре химии ныне ВятГГУ.

В 1967–1968 учебном году учился на курсах иностранных языков при Московском государственном педагогическом институте имени В. И. Ленина и окончил курсы по французскому языку в мае 1968 г.

С сентября 1968 по июль 1970 гг. Е. А. Шишкин вместе с семьёй был в заграничной командировке, работал в политехническом институте г. Канкан Гвинейской республики. Преподавал общую и неорганическую химию. В это время им были опубликованы на французском языке три работы по тематике химии.

По возвращению из заграничной командировки Е. А. Шишкин продолжил работу в институте – университете и вел следующие учебные дисциплины: химическая технология, методика обучения химии, общая и неорганическая химия, организация внеклассной работы, обучение учащихся решению задач по химии, специализированная логика в химии, история и методология химии, охрана труда.

В студенческие и все последующие годы Евгений Александрович увлечён химическим экспериментом – основой изучения химии в школе и вузе. Совместно со студентами он занимается моделированием действующих химических приборов, ведёт занятия и издал ряд пособий по технике химического эксперимента. Е. А. Шишкин умеет делать всё: работать со стеклом, деревом, металлом, пластиком, бумагой. Под его руководством кабинет методики химии и препаратная находятся всегда в образцовом порядке. Витрины заполнены химическими приборами, методическими рекомендациями для студентов и учителей. Его организованность и недостижимая для многих аккуратность в работе приятно удивляют студентов и коллег. Чего стоят его образцовые рисунки и записи на доске, методические рекомендации. Таков Евгений Александрович и в быту: прекрасный кулинар, увлечённый садовод, винодел, умеет шить одежду, по отзывам выпускников «аккуратист, одет всегда с иголочки», замечательный семьянин.

В мае 1979 г. Евгений Александрович защитил диссертацию на степень кандидата педагогических наук (химия) при кафедре методики преподавания химии Российского государственного педагогического института им. А. И. Герцена по теме: «Ознакомление учащихся с методами исследования веществ в процессе обучения химии». 30 июня 1982 г. ему присвоено звание доцента, а в декабре 1992 г. – учёное звание профессора кафедры химии и методики обучения химии.

С 1984 по 1997 гг. Е. А. Шишкин заведовал кафедрой химии нашего вуза. За эти годы приобретены 2 химических лаборатории. Создан кабинет методики химии, школьный класс-кабинет химии, лаборатория спецкурсов, открыта специальность: химия-психология, создана научно-исследовательская лаборатория методики обучения химии, которой он руководит с 1995 г. Совместная работа с учителями и учащимися – стиль деятельности кафедры химии: университет научно-педагогических знаний для учителей, школа юных, олимпиады, конкурсы для учащихся, ежегодные в течение 40 лет конференции учителей биологии, географии, химии, экологии, индивидуальное сотрудничество преподавателей с творчески работающими учителями. Многие из сотрудничавших с кафедрой химии стали Заслуженными учителями Российской Федерации.

Профессор Е. А. Шишкин являлся председателем предметной комиссии на государственном выпускном экзамене по педагогике, психологии и методике обучения химии.

Направлением научных исследований Е. А. Шишкина является методика обучения химии в средней и высшей школе. Его знают в России как ведущего специалиста и автора пособий по решению задач по химии. За это время им опубликовано 164 работы, в т. ч. с экологическим содержанием.

Многие годы Е. А. Шишкин совмещал работу в вузе с преподаванием химии в школе, постоянно сотрудничал с институтом развития образования (ранее ИУУ). Его прогрессивная методика решения задач прочно вжилась в практику школы. Кафедра химии всегда имела сильный состав методистов. Добрую память оставили о себе известные в стране методисты-химики доценты Ф. И. Мартынов, А. Н. Ефремов, Л. М. Тукмачёв (воспитанник детского дома); ныне творчески работают профессора Е. А. Шишкин, Е. В. Береснева, доцент М. А. Зайцев, к.п.н. Л. В. Даровских. Умение коллективно работать – отличительная особенность Евгения Александровича. Большое внимание он уделяет организации самостоятельной работы студентов: чёткая регламентация, индивидуальный подход, повседневный контроль, рейтинговая оценка результатов самостоятельной работы каждого студента.

Стаж педагогической работы Е. А. Шишкина составил 54 года, в том числе на кафедре химии – 50 лет (рекордная цифра в истории кафедры). Кафедры химии под руководством доктора технических наук, профессора Т. Я. Ашихминой и экологии, заведующая к.б.н. доцент Л. В. Кондакова, осуществляют подготовку экологов, разрабатывают теорию и методику экологического образования и воспитания, реализуя межпредметную связь биологии, химии и экологии и преемственность поколений.

Наука и образование – главный смысл его жизни. Е. А. Шишкин пользуется заслуженным авторитетом среди учителей, коллег и студентов; имеет награды: 1) Медаль «За доблестный труд в ознаменование 100-летия со дня рождения В. И. Ленина. 2) Медаль «За долголетний добросовестный труд». 3) Почетный работник высшего профессионального образования РФ. 4) Заслуженный работник ВятГГУ.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЗНАНИЯ В КУРСЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ЗАЩИТА МЕТАЛЛОВ ОТ КОРРОЗИИ»

*Т. О. Каракуля, Ю. В. Гырдымова, В. Е. Зяблицев
Вятский государственный гуманитарный университет,
kaf_chem@vshu.kirov.ru*

Развитие цивилизации столкнулось с проблемой негативного влияния промышленных и бытовых отходов на природные экосистемы. С каждым днем это негативное влияние увеличивается, и, в конечном счете, могут произойти глобальные непоправимые изменения в биосфере. Для избежания всякого рода негативных последствий или хотя бы для их снижения человечество должно предвидеть результат своих действий и грамотно оценивать последствия своих действий на окружающую среду. Усилия человечества должны быть направлены на разумный переход биосферы в подконтрольное человеческому разуму эволюционное состояние.

Таким образом, экологические знания, направленные на разумное и партнерское взаимодействие человека и биосферы, являются неотъемлемым атрибутом современного образованного и культурного человека. Экологическое воспитание следует начинать с самого раннего возраста, по мере взросления человека, расширяя круг рассматриваемых вопросов. Особую значимость экологическое воспитание приобретает при подготовке специалистов среднего и высшего профессионального образования, особенно специалистов химических, технических направлений, которые в дальнейшем будут связаны с промышленным производством. Вследствие этого вопросы экологии должны быть приоритетными в программе дисциплин учебного процесса.

Так, например, студентам четвертого курса специальности «020101.65 Химия классическая» в качестве факультатива читается курс «Защита металлов от коррозии». Поскольку потери металлов от коррозии велики (только на восполнение потерь черных металлов ежегодно расходуют до 10% от вновь получаемых), то значителен и уровень загрязнения окружающей среды продуктами коррозии. С учетом того, что многие из этих продуктов являются токсичными и ядовитыми соединениями (например, тяжелые металлы и их соединения), а также исходя из возможного возникновения аварийных ситуаций, вызванных процессами коррозии машин и оборудования, очевидна экологическая ориентация учебного курса. Студенты изучают механизм и кинетику коррозионных процессов, учатся определять потери металла от коррозии, а в процессе выполнения лабораторных работ осваивают методы пассивной и активной защиты металлов от химической и электрохимической коррозии. Успешное завершение курса дисциплины в виде зачета позволяет закрепить полученные знания и применять их в процессе будущей производственной деятельности для снижения экологической напряженности и повышения безопасности применяемых химических процессов.

Научное издание

Биологический мониторинг природно-техногенных систем

Материалы

Всероссийской научно-практической конференции

с международным участием

29–30 ноября 2011 г.

Редакторы: Т. Я. Ашихмина, Н. М. Алалыкина

Верстка: Е. М. Кардакова

Допечатная подготовка: ООО «Лобань»

Подписано к печати 17.11.2011 г. Формат 60x84 1/16.

Бумага офсетная. Гарнитура Times.

Усл. п. л. 17,8

Тираж 200 экз. Заказ № 568.

Вятский государственный гуманитарный университет,
610002, г. Киров, ул. Красноармейская, 26.

Отпечатано в типографии «Лобань», г. Киров, ул. Большевиков, 50.