

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Биолого-почвенный факультет
Географический факультет

СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ
МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ СТУДЕНТОВ,
АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

посвященной 100-летию
Иркутского государственного университета
23 апреля 2018 г.



УДК 57/59
ББК 28
С69

Печатается по решению
ученого совета биолого-почвенного факультета ИГУ

Редакционная коллегия:

А. Н. Матвеев, С. Ж. Вологжина, И. Н. Гутник, А. А. Приставка,
Е. А. Мишарина, О. Ф. Вятчина, А. Л. Юрьев, А. В. Третьякова,
А. В. Ахтиманкина, Н. Д. Киселева, Г. А. Тетерина

С69 **Социально-экологические** проблемы Байкальского региона и сопредельных территорий : тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и мол. ученых, посвящ. 100-летию Иркут. гос. ун-та. 23 апр. 2018 г. / редкол. : А. Н. Матвеев [и др.] ; ФГБОУ ВО «ИГУ». – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2018. – 409 с.

ISBN 978-5-9624-1643-4

Представлены результаты исследований по различным направлениям биологии, почвоведения и экологии, экологического образования и просвещения в Байкальском регионе и сопредельных территориях.

Предназначено для преподавателей высших учебных заведений, научных сотрудников, аспирантов, студентов магистратуры и бакалавриата, интересующихся актуальными проблемами и разработками в различных областях биологии, экологии и географии.

УДК 57/59
ББК 28

ISBN 978-5-9624-1643-4

© ФГБОУ ВО «ИГУ», 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ЗООЛОГИЯ

Батрагин Д. А. Биология черного байкальского хариуса в зоне подпора Богучанского водохранилища на реке Ангара.....	13
Войло М. А. Филогенетические взаимоотношения хирономид – обитателей растительности озера Байкал	15
Гельман М. М. Исследование детских песочниц города Иркутска на предмет наличия яиц гельминтов	17
Гурулёв А. Р. О зимнем периоде жизни мышевидных грызунов.....	19
Дементьева М. К. Восточно-азиатские виды в афидофауне Байкальской Сибири.....	21
Долинская Е. М., Бирицкая С. А., Карнаухов Д. Ю., Зилов Е. А. Суточная миграционная активность пелагической амфиподы <i>Macrohectopus branickii</i> (Dyb.).....	23
Ермолаева Э. А., Пыжьянова М. С. Питание большого баклана на водоемах Центральной Азии.....	24
Колесникова В. Ю. Изучение действия новых химических соединений в целях совершенствования мер дезинсекции.....	27
Лебедев Г. А. Оценка состояния пантового мараловодства в Сибири.....	29
Лошакова Ю. В. Экология миноги Ангарского бассейна	31
Михайлик Л. А., Сысоенко И. В., Михайлик И. Л. Экология пеляди Братского водохранилища в современный период	33
Петрова Е. К. Влияние ПАВ на гидробионтов оз. Байкал.....	35
Сокольская О. А., Матвеев А. Н. Особенности роста радужной форели в рыбоводном хозяйстве ООО НПО «Иркутская форель» в нижнем бьефе Иркутской ГЭС.....	36
Таракановская А. А., Охотникова А. В. Биология окуня Балаганского расширения Братского водохранилища	39
Татаринова Н. С. Биологическая характеристика ельца и плотвы верхнего течения реки Лены (на участке р. Киренга – р. Чечуй).....	41
Топчий И. А., Жданова Г. О. Реакция преференции дождевых червей к субстратам, содержащим водоросли	44
Федорова С. А., Пыжьянова М. С. Питание серебристой чайки на водоемах Центральной Азии.....	46
Хлуднев Г. Б. Некоторые черты биологии щуки озер Большое и Малое Капылюши (бассейн реки Витим)	49
Шеленговский В. Ю. Сезонные особенности питания арктического гольца в горных озерах Северного Забайкалья	51

БИОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ

Бабич Н. В., Брызгалова С. И. Сравнительная характеристика живых гриппозных вакцин	55
---	----

Бурцева В. Н., Кокорина Л. А. Изменение биологических свойств <i>Staphylococcus aureus</i> при действии химических и физических факторов	58
Галачьянц А. Д., Суслова М. Ю., Маринайте И. И., Ивачева М. А., Белых О. И. Биодegradация полиароматических углеводородов (нафталина) бактериями поверхностного микрослоя воды озера Байкал.....	59
Григорьева А. С., Жабина Т. Ю., Вятчина О. Ф. Стабильность морфолого-культуральных и физиолого-биохимических признаков у длительно хранящихся музейных штаммов <i>Bacillus thuringiensis</i>	62
Духнов С. С., Жданова Г. О. Разработка конструкций безмембранных (однокамерных) микробных топливных элементов.....	64
Дэлгэрмаа С. Изолирование и идентификация дрожжей из молочнокислых продуктов монголии	67
Захаренко А. С., Шубенкова О. В., Галачьянц Ю. П., Морозов И. В., Калмычков Г. В., Земская Т. И. Влияние источников связанного азота и углерода на состав Байкальского метанотрофного сообщества в накопительных культурах.....	69
Зименс Е. А., Суханова Е. В., Штыкова Ю. Р., Суслова М. Ю., Подлесная Г. В., Косторнова Т. Я., Томберг И. В., Белых О. И. Численность культивируемых гетеротрофных бактерий в эпиплитических биопленках озера Байкал	70
Ефременко З. А., Приставка А. А., Саловарова В. П. Утилизация лигноцеллюлозы нативной древесины базидиомицетом <i>Trametes hirsuta</i> в условиях твердофазного культивирования	73
Краснова М. Е., Костка Д. В., Аксёнов-Грибанов Д. В., Протасов Е. С., Тимофеев М. А. Оценка антимикробной активности природных соединений актинобактерий, выделенных из фитобентосных сообществ оз. Байкал	75
Ломакина А. В., Погодаева Т. В., Хальзов И. А., Иванов В. Г., Земская Т. И. Новые линии архей и их участие в процессе анаэробного окисления метана в осадках озера Байкал.....	77
Мориц А. С. Анализ информационных процессов в системе растительно-микробных взаимодействий на примере метаболизма фенольных соединений.....	79
Мөнхшүр С., Дэлгэрмаа С. Молекулярно-биологическое исследование дрожжей, выделенных из лесных ягод	81
Новикова А. С., Павлова О. Н., Земская Т. И. Термофильные бактерии рода <i>Thermaerobacter</i> в газонасыщенных донных осадках метанового сипа озера Байкал	83
Подлесная Г. В., Суслова М. Ю., Штыкова Ю. Р., Зименс Е. А., Суханова Е. В., Томберг И. В., Белых О. И. Бактерии круговорота азота в литоральной зоне озера Байкал.....	85
Русак Н. Е., Казаринова Т. Ф. Микробиологический контроль производства питьевого йогурта.....	88
Скобин Г. А., Афонина С. В., Макаров А. П. Санитарно-микробиологический анализ питьевой воды на пивоварне «Хейнекен Байкал»	90
Смолич Е. С., Буковская Н. Е. Сохранение свойств музейных штаммов актиномицетов после длительного хранения.....	91

Соловьева Е. Г., Вятчина О. Ф. Характеристика углеводородокисляющих микроорганизмов, изолированных из нефти Верхнечонского месторождения и печного топлива	93
Стещенко К. А., Цетенко Н. А., Кокорина Л. А. Изменение биологических свойств <i>Staphylococcus aureus</i> под действием облученных растительных лекарственных препаратов	96
Седова П. О., Макарова А. Э., Юринов Г. В. Влияние дегидрохверцитина и экстракта древесины лиственницы сибирской на активность пробиотических микроорганизмов	97
Суханова Е. В., Штыкова Ю. Р., Суслова М. Ю., Пестунова О. С., Косторнова Т. Я., Ханаев И. В., Парфенова В. В. Разнообразие гетеротрофных микроорганизмов, изолированных из эпиплитических биопленок озера Байкал.....	99
Токарская О. А. Частота выявления высокоонкогенных типов папилломавирусной инфекции среди населения Иркутской области	102
Третьякова М. Н., Кокорина Л. А. Изменение морфологических свойств микробной популяции под влиянием лекарственных препаратов.....	104
Хальзов И. А., Черницына С. М., Земская Т. И. Экологическая роль серных бактерий рода <i>Thioploca</i>	105
Шипицына Г. А., Кокорина Л. А. Изучение изменений факторов патогенности <i>Staphylococcus aureus</i> под действием растительных лекарственных препаратов.....	107
Штыкова Ю. Р., Суханова Е. В., Белькова Н. Л., Суслова М. Ю., Пестунова О. С., Косторнова Т. Я., Ханаев И. В., Парфенова В. В. Численность физиологических групп гетеротрофных бактерий в эпиплитических биопленках озера Байкал	109
Юрьев Д. А., Топчий И. А. Генерирование электрического тока в БТЭ микробным матом озера Сульфатное.....	112

БИОЛОГИЧЕСКИЕ СООБЩЕСТВА И СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИХ ИЗУЧЕНИЯ

Арбузова Г. А., Горбунова А. И., Чепинога В. В. Растительность озера Солонецкого (Тайшетский район, Иркутская область).....	115
Астахова М. С., Кирильчик С. В. ДНК окружающей среды как инструмент изучения биоразнообразия озера Байкал	117
Бирицкая С. А., Долинская Е. М., Карнаухов Д. Ю., Зилов Е. А. Ночное миграционное сообщество на литоральной точке в озере Байкал.....	119
Ван Ю., Петунина Ж. В., Щербаков Д. Ю. Микроспоридиоз беспозвоночных озера Байкал	121
Владимирова Д. О., Майкова О. О. Митохондриальный геном <i>L. Abietina</i> (Lubomirskiidae): особенности организации и эволюции	123
Галемина В. Д., Дмитриев И. А. Новые находки растений и грибов в окрестностях биостанции Большие Коты	126
Енин Э. В., Виньковска О. П. Представители рода <i>Salix</i> L. (Salicaceae mirb.) района ПЗ-2 регионального деления территории Иркутской области	127

Еропова И. О., Тахтеев В. В., Рожкова Н. А. Структура макрозообентоса горного родникового ручья Травянистый на северном макросклоне хребта Хамар-Дабан.....	130
Кашин С. А., Кулаков Н. В. Эволюционные взаимоотношения байкальских водорослей рода <i>Choricystis</i> (Chlorophyta, Trebouxiophyceae).....	133
Коновалов А. Д., Павличенко В. В., Протопопова М. В. Использование ITS1-ITS2 региона в филогенетических и филогеографических исследованиях видов рода <i>Waldsteinia</i> Willd.....	135
Кострикина М. Л. Подлёдное развитие фитопланктона в 2013 г. в Южном Байкале.....	137
Орлова Д. А., Павличенко В. В., Золотовская Е. Д., Протопопова М. В. Подбор условий амплификации некоторых молекулярных маркеров для оценки генетического полиморфизма <i>Anemone baicalensis</i> Turcz.....	140
Панфилов А. В. Оптимизация метода флуоресцентного мечения фрагментов ДНК разной длины активированным п-гидрокси-сукцинимидным эфиром.....	142
Потапов С. А., Галачянц А. Д., Тихонова И. В., Белых О. И. Генетическое разнообразие t4-подобных бактериофагов семейства <i>Myoviridae</i> в бентосных биоплёнках и поверхностном микрослое озера Байкал.....	145
Федорова Л. И., Сорокикова Н. В., Кайгородов И. А. Молекулярная идентификация челюстных пиявок (Gnathobdela, Hirudinea).....	147
Широкова Ю. А., Мадьярова Е. В., Бадуев Б. К., Дмитриев И. А., Шатилин Ж. М. Влияние постепенного изменения температуры среды на содержание БТШ70 и лактата у байкальских глубоководных амфипод <i>Ommatogammarus flavus</i>	150
Яхненко А. С., Ицкович В. Б. Оценка применимости участка I3-M11 гена COI для видовой идентификации близкородственных байкальских губок.....	152

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Абуздина А. Ю. Влияние фаз луны на наступление родов у женщин.....	155
Батудаева А. К. Морфо-функциональные особенности эритроцитов рогатковидных рыб разной экологической принадлежности оз. Байкал.....	157
Вавилова Н. М. Адаптация студентов к обучению в вузе в зависимости от их психофизиологических особенностей.....	160
Ворнхолт М. Э., Сапожникова Ю. П., Глызина О. Ю., Тягун М. Л., Яхненко В. М., Гасаров П. В., Макаров М. М., Куликов В. А., Суханова Л. В. Изучение ультраструктурных коррелятов акустической чувствительности у сиговых рыб в условиях <i>Common garden</i> экспериментов.....	162
Гасаров П. В., Сапожникова Ю. П., Тягун М. Л., Макаров М. М., Орнхолт М. Э., Куликов В. А., Яхненко В. М., Глызина О. Ю., Суханова Л. В. Влияние интенсивной звуковой стимуляции на слуховой эпителий рыб.....	165
Зверочкина Н. Е. Исследование зависимости функционального состояния студентов от динамики нервных процессов.....	167

Константинова Е. А., Глызин Л. А., Глызина О. Ю. Биотехнология получения редуционных тел <i>Lubomirskia baicalensis</i> в искусственных условиях.....	168
Кирилова И. А. Нормативы оценки морфометрических характеристик физического развития дошкольников города Иркутска.....	170
Логинова Л. И., Суховская В. В. Анализ влияния геомагнитной активности на родовую деятельность женщин	172
Мөнхзаяа Б., Алтанцэцэг Я., Сэлэнгэ Ц. Исследование химического состава жировой ткани скота	174
Мүнхзаяа Х., Жавзан Ц., Сэлэнгэ Ц. Химико-технологическое исследование жировой ткани скота (на примере конины)	177
Назарова А. А., Гурков А. Н., Шапова Е. П., Дмитриев И. А., Тимофеев М. А. Получение первичной культуры гемоцитов амфипод <i>Eulimnogammarus verrucosus</i> (Gerstfeldt, 1858) для изучения клеточного иммунного ответа.....	178
Рязанов М. М., Ахмедзянов Р. А., Яхненко В. М., Авезова Т. Н., Глызин Л. А., Сапожникова Ю. П., Тягун М. Л., Адамович С. Н., Суханова Л. В., Глызина О. Ю. Применение стимуляторов роста для получения аквакультур гибридов сиговых рыб.....	180
Трофимова Е. Ю., Суханова Л. В. Межвидовая трансплантация первичных половых клеток у сиговых рыб – метод для исследования сетчатой эволюции, сохранения видов и популяций, создания перспективных аквакультур	183
Ухова А. В., Суховская В. В., Солдатенко Н. А. Воздействие магнитных бурь на факторы свёртывающей системы крови при осложненной беременности.....	184
Хомич А. С., Широкова Ю. А., Бодилевская О. А., Лубяга Ю. А., Краснова М. Е., Аксенов-Грибанов Д. В. Динамика активности антиоксидантных ферментов при температурном воздействии у гастропод из Беларуси и России, обитающих в водоемах с разным уровнем антропогенной нагрузки	186
Яковлева Н. Н. Состояние процессов липопероксидации у пациенток с хроническими вирусными гепатитами в зависимости от степени активности воспалительного процесса	188

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ

Ахметсафина Р. Р. Выделение вещества K214 из клеток растения <i>Scorzonera hispanica</i>	191
Бороздина М. Б., Катышев А. И., Федяева А. В., Савчин Д. В., Федосеева И. В., Урбанович О. Ю., Боровский Г. Б. Исследование влияния измененной экспрессии митохондриальной <i>nad(p)h</i> -дегидрогеназы <i>ndb2</i> на экспрессию генов, кодирующих компоненты альтернативного дыхательного пути арабидопсиса.....	193
Вильянен Д. В., Гарник Е. Ю., Тарасенко В. И. Нарушение распада хлорофиллов при индуцированном старении листьев мутанта арабидопсиса <i>GDH1GDH2</i>	195

Власова А. А., Гарник Е. Ю., Тарасенко В. И. Экспрессия генов распада хлорофиллов у двойного нокаут-мутанта <i>Arabidopsis thaliana</i> по генам глутаматдегидрогеназы при индуцированном старении.....	197
Горбенко И. В., Семенова Н. В. Особенности липидного обмена тканей некоторых хвойных.....	200
Дьякова А. В., Перфильева А. И., Ножкина О. А., Граскова И. А., Сухов Б. Г. Влияние нанокompозитов на растение картофеля <i>in vitro</i>	201
Епишев Н. Ю. Эволюция карбамоилфосфатсинтаз у диатомей.....	203
Занаева Л. Б., Кокорина Л. А. Изменение цитостатической активности грушанки.....	204
Золотовская Е. Д., Протопопова М. В., Орлова Д. А., Павличенко В. В. <i>De novo</i> секвенирование гена дегидрина <i>WCS120</i> из пшеницы мягкой сорта Иркутская.....	206
Клименко Е. С., Беликов С. И., Черногор Л. И., Белькова Н. Л. Генетическое разнообразие фотосинтезирующих микроорганизмов-ассоциантов байкальской губки <i>Lubomirskia baikalensis</i>	208
Нимаева О. Д., Праделова Е. В., Карпова А. Б., Салаяев Р. К. Образование супероксидного анион-радикала и пероксида водорода в вакуолярном содержимом в присутствии гербицидов.....	211
Полякова Е. А., Боровик О. А., Грабельных О. И. Влияние условий холодового закаливания и раззакаливания на синтез дегидринов озимой пшеницы.....	214
Сиденова Т. И., Шишкова М. О. Обнаружение нитратов в овощах.....	217
Хандуханов Р. Т., Мельников Г. Ю. Реакция <i>E. nigrum</i> на наночастицы оксида железа.....	219
Широкова Л. В., Гурин В. В. Роль мембранных липидов в защите клетки от стресса.....	222

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ВОСПИТАНИЕ

Артеменко В. И. Адаптационные возможности студентов к обучению в высшем учебном заведении.....	225
Голобородикова А. О., Борисенко Е. Ю. Использование метода проектов при обучении биологии.....	227
Еропова И. О., Аров И. В., Мишарина Е. А. Использование качественных и количественных гидробиологических материалов в большом практикуме по экологии.....	229
Легостаева Н. В., Борисенко Е. Ю. Особенности преподавания общей химической технологии при формировании экологической культуры бакалавров.....	231
Мурашова Д. И., Борисенко Е. Ю. Профилактика ВИЧ-инфицирования среди молодежи.....	233
Тетерина Г. А., Саловарова В. П. О некоторых аспектах экологического воспитания и образования.....	236
Туезова Е. В. Воспитание экологически ответственного поведения у студентов посредством участия в общественных экологических проектах.....	239

Ту-Си Н. Г. Исследование фауны наземных позвоночных животных ботанического сада иркутского государственного университета для разработки зоологических экскурсий для школьников г. Иркутска	241
Улановская Л. Н. Опыт сотрудничества с общественными экологическими организациями по экологическому образованию и воспитанию	243
Хирова А. В., Борисенко Е. Ю. Использование технологии развития критического мышления при обучении биологии.....	246
Юрьева А. А. К вопросу о необходимости учета адаптивных реакций организма русских и бурят в спорте	248

ПОЧВЕННЫЕ РЕСУРСЫ, ЭКОЛОГИЯ И ОЦЕНКА ЗЕМЕЛЬ

Бубнова Л. Р., Гранина Н. И. Аграрная реформа П. А. Столыпина	251
Бычкова И. А., Жданова Г. О. Физико-химическая характеристика субстратов, образующихся при консервации шлам-лигнина Байкальского ЦБК	254
Бямбасурэн Ц., Шабанова Е. В., Васильева И. Е., Корольков А. Т., Очирбат Г., Энхзүл Б., Хуухэнхуу Б. Результаты многомерного статистического анализа комплексных геохимических элементов в почвах г. Улан-Батора	256
Васильева К. И., Киселёва Н. Д. Гумусное состояния почв на гажевых отложениях Южного Приангарья.....	259
Васильева П. Г., Кобелева А. Б., Воробьева Г. А. Геоархеологический объект Туяна: особенности состава и строения отложений (Тункинская долина, Юго-Западное Прибайкалье).....	261
Винокурова К. С., Козлова А. А. Состав гумуса серых лесных почв учхоза «Молодежный» ИРГАУ им. А. А. Ежевского на целине, пашне и залежи.....	264
Власова В. Ю., Мартынов Н. А. Физико-химические свойства почв лесостепных ландшафтов окрестностей пос. Балаганск	266
Героев Ю. С. Проблемы агрохимического мониторинга земель сельскохозяйственного назначения	269
Горошкин А. И., Мартынова Н. А. Подходы создания и использования базы почвенных данных Иркутского района	272
Гузеева В. С. Использование байкальской спирогиры в сельском хозяйстве.....	275
Дементьев Д. Ю., Козлова А. А. Физические свойства серых лесных почв учхоза «Молодёжный» ИРГУА им. А. А. Ежевского и их агрогенная и постагрогенная трансформация	277
Еропова И. О., Хадеева Е. Р., Лопатовская О. Г. Почвы и макрозообентос термальных источников Байкальской Сибири	279
Жамбалова А. Д. Особенности формирования засоленных почв в северной части Баргузинской котловины	282
Каминская А. В., Трошина Е. А. Деградация почвенного покрова на мысе Бурхан о. Ольхон (Предбайкалье).....	285

Кашапова Т. И., Киселева Н. Д. Использование методов математической статистики в изучении некоторых почв Южного Приангарья.....	287
Контакова А. М., Козлова А. А. Состав гумуса целинных, агрогенных и постагрогенных черноземов обыкновенных Нукутского района.....	289
Кочнев Л. А., Козлова А. А. Физические свойства черноземов обыкновенных Нукутского района и их изменение при освоении.....	292
Кунгурова С. А., Солодун В. И., Горбунова М. С., Митюков С. А., Сметанина О. В. Засоренность почвы и посевов при длительном применении ежегодной вспашки и прямого посева по технологии No-Till.....	295
Кусраев К. Д., Карпова О. Г. Принципы создания базы данных химического состава вод минеральных источников и их влияние на почвы.....	297
Кучеренко И. М., Козлова А. А. Дерново-подзолистые почвы: процессы почвообразования, диагностика и классификация.....	299
Ломовцева Д. Д., Киселева Н. Д. Структура земель Нукутского района Иркутской области.....	302
Луговец Л. С., Бояркин Е. В. Тритикале: история возникновения и перспективы возделывания культуры.....	305
Манафова А. М. Анализ тепло и гидрофизических характеристик почв аридных зон.....	307
Медведева Е. П., Черкашина А. А. Качественная оценка почв Тункинской котловины.....	309
Парамонова А. Е. Морфогенетическая характеристика почв Койморских болот.....	312
Пушкарева В. С., Мартынова Н. А. Особенности лесного почвообразования в окрестностях г. Иркутска.....	315
Самойлова Е. А., Лопатовская О. Г. Гис-картографирование засоленных почв Предбайкалья.....	318
Слепухина И. Е. Проблемы паспортизации и сертификации земель сельскохозяйственного назначения.....	320
Соловьёва К. С., Грулёв А. Р., Лопатовская О. Г. Влияние сплошных вырубок на свойства почв Братского района Иркутской области.....	323
Сташкевич А. С., Куклина С. Л. Содержание обменных кальция и магния в аллювиальных почвах долины реки Белой (Приангарье).....	325
Трошина Е. А., Каминская А. В., Лопатовская О. Г. Обменные кальций и магний в эродированных почвах на мысе Бурхан на острове Ольхон.....	328
Труханова М. В., Мартынова Н. А. Влияние различных факторов на свойства и разнообразие лесных почв Тункинской котловины.....	330
Хаяси Е. С., Тетерина Г. А., Саловарова В. П., Меерович М. Г. Возможности рекультивации ландшафта рекреационной зоны о. Бабр (г. Иркутск).....	333
Холупенко Л. С. Свойства почв совхозов Иркутского района.....	336
Черных Н. А., Козлова А. А., Баниева И. В. Хемодеструкционное фракционирование гумуса черноземов обыкновенных долины р. Унги, находящихся в целинном и освоенном состоянии.....	338

ГЕОГРАФИЯ. МОНИТОРИНГ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИЙ

Безотечество М. И. Особенности рекультивации полигона строительного-бытовых отходов на примере карьера № 3 АО «Саянскхимпласт»	341
Байрамов Т. Ш. Изменение прироста населения в Губа-Хачмазском экономико-географическом регионе	343
Голубева Л. В., Латышев И. В. Климатические особенности горных районов Иркутской области	346
Gurbanov G. H. Soil Forming Stratus in Arpachay Basin	348
Гюлалыев Г. Ч. Горнолыжный туризм в Гусарском районе Республики Азербайджан	350
Дианов Е. В., Козлова С. А. Мониторинг общественного мнения населения как способ оценки работы национального парка «Чикой»	353
Домбровская Н. С., Латышева И. В. Оценка суровости зим на территории Иркутской области в условиях современного климата	355
Елецкая Е. В., Томбер И. В. Экологическое состояние прибрежной зоны оз. Байкал (по гидрохимическим показателям)	357
Коваленко Ю. П., Латышева И. В. Исследование сильного ветра на территории Иркутской области в период 1961–2016 гг.	360
Козлова С. А. Основные проблемы развития национального парка «Чикой»	363
Кондратьева Е. М. Видовое разнообразие фитопланктона поверхностных вод Южного Байкала на примере малой мониторинговой точки «Мангутай»	365
Курдюков В. Н., Латышев И. В. Современные тенденции изменения лесных пожаров на территории Восточной Сибири	366
Лобыцин А. Д., Булатников И. С. Иркутская область – территория высокого уровня техногенной и природной опасности	369
Маслов Н. А. Рекреационный потенциал Ольхонского района	372
Мориц Р. С. Климатический сигнал в древесно-кольцевых хронологиях Иркутска	374
Московских С. О. Очистка шламовых вод карт БЦБК от фенолов с использованием угольных сорбентов	376
Ошоров А. М.-Д., Лощенко К. А. Особенности конвективной облачности в районе г. Иркутска по данным спутникового мониторинга	378
Самойлова Е. А., Лопатовская О. Г. Картографирование показателей грунтовых вод на примере Южного Приангарья	380
Seyidova I. M. Landscape – Basic Principles, Targets and Purpose of Environmental Planning	383
Seyidova I. M., Gurbanov G. H. Factors Affecting to the Erosion Development in the Nakhchivan Autonomous Republic	384
Солянова С. А. Анализ пожарной ситуации на территориях, подведомственных ФГБУ «Заповедное Прибайкалье»	386

Суслова М. Ю. Микробиологический мониторинг вод истока реки Ангары.....	389
Теа Мишель, Лощенко К. А. Современные тенденции изменений климата в западной части Африки.....	392
Царенкова Д. В., Латышев И. В. Климатические особенности побережья оз. Байкал	394
Чебунина Н. С., Н. А. Онищук, Нецветаев О. Г. Минеральный азот в поверхностных водах и атмосферных осадках пос. Листвянка (Южный Байкал).....	397
Шахаев И. В., Лощенко К. А. Циркуляционные факторы выпадения большого количества атмосферных осадков на ст. Иркутск в холодный период 2017–2018 гг.	400
Шестакова А. А., Латышева И. В. Климатические особенности температуры поверхности океанов.....	402
Штыкова Ю. Р., Подлесная Г. В., Мальник В. В., Суслова М. Ю., Тимошкин О. А., Белых О. И. Оценка санитарно-микробиологического состояния прибрежных вод оз. Байкал в 2017 г.	404
Шутукова Т. Б., Латышева И. В. Исследование температурного режима в горных районах Восточного Саяна	406

УДК 597.553.2(282.256.341.1)

БИОЛОГИЯ ЧЕРНОГО БАЙКАЛЬСКОГО ХАРИУСА В ЗОНЕ ПОДПОРА БОГУЧАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА РЕКЕ АНГАРЕ

Д. А. Батрагин

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
badmal3477@gmail.com*

Data on biology, linear-weight growth, age composition and feeding habits of the black Baikal grayling in upper part of the Boguchansky reservoir at Angara river are given.

Богучанское водохранилище является четвертым созданным водохранилищем на р. Ангаре, его заполнение началось в мае 2012 г. В ходе заполнения его уровень подошел к нижнему бьефу Усть-Илимской ГЭС. В связи с этим произошло полное изменение режима речного водоема – снижение скорости течения, снижение процессов водообмена, увеличение глубин, увеличение температуры воды. Исследования на данном водоеме в большей степени проводились еще в период до зарегулирования стока, что не может не подчеркнуть актуальность данной работы.

Целью работы стало изучение биологических особенностей черного байкальского хариуса верхней части Богучанского водохранилища. В задачи входит сбор и обработка материалов по линейно-весовому росту, возрастному составу, плодовитости и питанию.

Сбор материала проводился ставными сети с ячейе 27–40 мм, удочек и спиннинга, в июне 2015 и августе 2017 гг. в районе подпора Богучанского водохранилища. Вся пойманная рыба фиксировалась 4%-ным раствором формалина, дальнейшая обработка проводилась в лаборатории кафедры зоологии позвоночных и экологии ИГУ согласно традиционным методам в ихтиологии [1; 2; 4]. В ходе проведенных исследований полному биологическому и трофологическому анализу было подвергнуто 92 экз. разновозрастных рыб.

Черный байкальский хариус на верхнем участке Богучанского водохранилища является одним из массовых видов рыб, держится на течении на участках с галечными грунтами.

Возрастной ряд хариуса в наших уловах был представлен особями от 1+ до 6+ при длине по Смитту от 143 мм до 286 мм и массе от 21 г до 293 г. Наибольшее значение в уловах приходилось на рыб в возрасте 3+ (при длине по Смитту 222,3 мм и массе 126,8 г) и 4+ (246,7 мм и 182,5 г соответственно). Максимальный возраст 6+ представлен единичной особью (278 мм и 293 г) (табл.).

Сравнивая полученные нами данные по росту рыб с приводимыми ранее С. Ф. Понкратовым [3] по материалам, полученным до заполнения водохранилища существенных отличий не наблюдается, лишь отмечено незначительное снижение весовых показателей.

Половозрелость хариуса наступает в возрасте 3+. Абсолютная индивидуальная плодовитость в среднем составляет 2 900 икринок, с возрастом изменяясь от 1 450 в 3+ до 3 613 икринок в 4+.

По типу питания хариус относится к эврифагам. Основу его питания во второй половине июня 2015 г. составляли личинки ручейников семейства Limnophylidae (52,37 % по массе и 48,57 % частоте встречаемости). Вторым наиболее значимым компонентом питания являлись куколки хирономид (29,69 % и 57,14 % соответственно). В меньшей степени отмечались личинки хирономид, амфиподы и икра собственного вида.

Индекс наполнения желудков, характеризующий накормленность рыб, в среднем составлял 47,58 ‰, при максимальном значении 182,71 ‰.

Таблица

Линейно-весовой рост черного байкальского хариуса верхнего участка
Богучанского водохранилища

Параметры	Возраст, лет					
	1+	2+	3+	4+	5+	6+
Длина по Смитту, мм	$\frac{155,7 \pm 4,77}{143-166}$	$\frac{176,5 \pm 7,13}{144-201}$	$\frac{222,3 \pm 6,55}{195-276}$	$\frac{246,7 \pm 2,15}{211-286}$	$\frac{269 \pm 6,92}{257-281}$	278
Масса, г	$\frac{32,2 \pm 4,97}{21-44}$	$\frac{62 \pm 10,25}{36-86}$	$\frac{126,8 \pm 8,44}{87-215}$	$\frac{182,5 \pm 3,22}{139-244}$	$\frac{256 \pm 4,73}{247-263}$	293
Количество рыб, экз.	4	4	20	60	3	1

В августе 2017 г. рацион питания хариуса существенно изменился, основу его составляли амфиподы, отмечающиеся в 88,06 % исследованных желудков. Наибольшее значение из которых приходилось на потребление *Eulimnogammarus viridis* (58,34 % по массе и 83,64 % частоте встречаемости). Второстепенной группой питания являлись личинки (6,20 и 60 % соответственно) и куколки (3,90 и 50,91 %) хирономид.

Индекс наполнения желудка был немного ниже, в среднем составляя 38,01 ‰ при максимальном значении 133,92 ‰.

Список литературы

1. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. – М. : Наука, 1974. – 254 с.
2. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И. Ф. Правдин. – М. : Пищ. пром-сть, 1966. – 376 с.
3. Понкратов С. Ф. Перспективы рыбохозяйственного использования Богучанского водохранилища // Вестн. рыбохоз. науки. – 2014. – Т. 1, № 3(3). – С. 29–40.
4. Чугунова Н. И. Руководство по изучению возраста и роста рыб / Н. И. Чугунова. – М., 1959. – 164 с.

Научный руководитель: канд. биол. наук, доц. А. Л. Юрьев

УДК 575.8:595.771/285

ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ХИРОНОМИД – ОБИТАТЕЛЕЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ОЗЕРА БАЙКАЛ

М. А. Войло

*Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск, Россия
mariya0492@gmail.com*

The specific structure and phylogenetic relationship chironomids, inhabiting thickets of vegetation of a coastal zone of Lake Baikal were investigated. A representatives of the genus *Cricotopus* (Chironomidae), being sisterly species of *C. sylvestris* and *C. tremulus* prevailed among chironomids.

С целью изучения филогенетических взаимоотношений хирономид, ассоциированных с водной растительностью Байкала, было построено простирающееся дерево и рассчитаны межвидовые генетические дистанции.

Расшифрованы нуклеотидные последовательности фолмеровского фрагмента (CO1) митохондриальной ДНК (длиной 510 п. н.) для хирономид *Cricotopus myriophylli* (5 последовательностей, из них 4 уникальные), *Cricotopus* sp.1 (1 последовательность), *Cricotopus* sp.2 (4 уникальные последовательности). Кроме того, для анализа из GenBank были использованы 33 последовательности других представителей рода: *C. tremulus* (JF286801 – JF286803), *C. bicinctus* (KC250770 – KC250776), *C. ornatus* (KC250779, KC250781, KC250782, KC250783, KC250784, KC250785, KC250786, KC250787), *C. sylvestris* (JN887062 – JN887065, JQ350719, KC130753, KC130760, KC130763, KC130776, KC130795, KC130798, KC250790, KC250791, KC250793, KC250796).

По топологии простирающегося древа уникальных гаплотипов (рис.) и данным таблицы межвидовых генетических дистанций (табл.) *Cricotopus* sp.1 и *Cricotopus* sp.2 объединяются в одну сеть гаплотипов с *C. tremulus*.

Таблица

Генетические дистанции между представителями рода *Cricotopus*

№	Виды	1	2	3	4	5	6
1	<i>Cricotopus bicinctus</i>						
2	<i>C. ornatus</i>	0,13					
3	<i>C. sylvestris</i>	0,14	0,13				
4	<i>C. tremulus</i>	0,12	0,17	0,16			
5	<i>C. myriophylli</i>	0,14	0,10	0,05	0,17		
6	<i>Cricotopus</i> sp2	0,15	0,18	0,17	0,14	0,17	
7	<i>Cricotopus</i> sp1	0,13	0,18	0,16	0,15	0,18	0,05

C. myriophylli образует единую сеть гаплотипов с *C. sylvestris* (рис.).

— 0,01

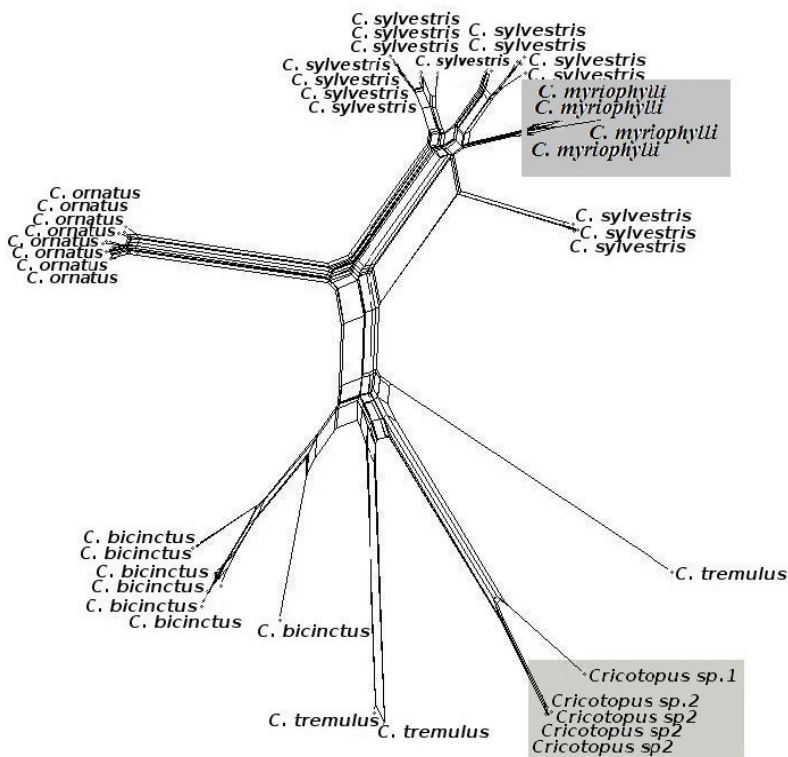


Рис. Простирающееся дерево уникальных гаплотипов представителей рода *Cricotopus*

В целом между видами рода *Cricotopus* генетические дистанции не превышают 18 % (табл.). Причем, между *Cricotopus* sp.1 и *Cricotopus* sp.2 они невысоки, так же как и у *C. myriophylli* и *C. sylvestris*, т. е. доля

замен составляет по 5 %. Это, вероятно, свидетельствует, о популяционном полиморфизме видов, а не о межвидовых различиях. Согласно Е. А. Макаrenchенко, М. А. Макаrenchенко [1] по личинке описаны только 1/3 палеарктических видов *Cricotopus*, поэтому «определение их целесообразно проводить до группы видов». Молекулярно-филогенетический анализ показал, что исследованные нами личинки хирономид, идентифицированные как *Cricotopus* sp.1 и *Cricotopus* sp.2 относятся к *C. gr. tremulus*, а *C. myriophylli* – к *C. gr. sylvestris*. Для уточнения их видового статуса необходимо изучить все стадии метаморфоза от личинки до имаго.

Список литературы

1. Макаrenchенко Е. А. Хирономиды: определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Высшие насекомые. Двукрылые / Е. А. Макаrenchенко, М. А. Макаrenchенко. – СПб. : ЗИН РАН, 1999. – С. 210–295.

Научный руководитель: канд. биол. наук, с. н. с. Л. С. Кравцова.

УДК 576.895.1(571.53)(-21)

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕТСКИХ ПЕСОЧНИЦ ГОРОДА ИРКУТСКА НА ПРЕДМЕТ НАЛИЧИЯ ЯИЦ ГЕЛЬМИНТОВ

М. М. Гельман

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
marinabio0@mail.ru*

At preschool age children very curious. They try and learn around world to the touch, the smell and taste. The most common place for children to interact with the outside world – the playground and sandbox, so it was there what we took samples for the study.

Цель: изучить образцы песка из песочниц города Иркутска, Свердловского района и описать обнаруженные яйца гельминтов по их видовой принадлежности и степени созревания яиц.

Задачи:

1. Изучить описание, жизненные циклы, места обитания яиц гельминтов.
2. Рассмотреть разные методики проведения экспертизы и выбрать наиболее удовлетворяющий.
3. Собрать пробы песка из посещаемых детских площадок города Иркутска Свердловского района.
4. Описать и проанализировать полученные результаты и составить сравнительную таблицу.

Объект исследования: песок из детских песочниц.

Предмет исследования: яйца гельминтов.

Прежде чем проводить экспертизу песка мы изучили нюансы жизненных циклов гельминтов, их распространение, размеры и формы. К примеру – яйца Шистосомы, они могут находиться в почвенных пробах, но для их инвазивности им нужно попасть в брюхоногих моллюсков и там они созревают до стадии личинок и только в таком виде через кровы тела человека и только в водной среде они могут паразитировать.

Пробы собирались и хранились в соответствии с международным стандартом охраны природы почв ГОСТ 17.4.4.02-84 (Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа). Мы выбирали участок песочницы площадью $1,5 \times 1,5$ м и с поверхности, и с глубины 5–10 см брали песок по принципу конверта: песок берется по углам квадрата и в середине. Экспертиза проводилась в течение месяца, всё это время песок хранился в холодильнике. Если не соблюдать эти правила, то некоторые яйца могут разрушаться и результаты не будут достоверны. Так же заполнялся паспорт пробы, в него входили такие критерии как номер участка, адрес, дата сбора, размер участка, название почв, рельеф, характер использования участка в год исследования, время и дата отбора, метеорологические условия [2].

В изученной литературе нам было предложено несколько методов проведения экспертизы: метод Романенко с использованием насыщенного раствора нитрата натрия, метод с использованием растворов цинка хлорида и натрия хлорида, метод с использованием перекиси водорода. Метод Романенко не использовался нами так как время подготовки одного препарата было долгим (3–4 часа), песок приходилось перетирать в ступке, а при этом велика потеря искомым яиц, данным метод показывал только 43–56 %. Метод с использованием перекиси водорода нам ничего не показал и с ним было очень неудобно работать. Метод с использованием растворов цинка хлорида и натрия хлорида нас устроил больше: время подготовки 1 препарата составило 40 мин, данный способ дает около 83 % достоверного результата [2].

Проведя анализ, мы обнаружили яйца Острицы (*Enterobius vermicularis*), Аскариды (*Ascaris lumbricoides*), Фасциола обыкновенная (*Fasciola Hepatica*), Шистосома кровяная (*Schistosoma haematobium*), Шистосома Мансона (*Schistosoma mansoni*), Власоглав (*Trichocephalus trichiurus*), яйца рода Токсокара (*Toxocara*). Всего было собрано 32 образца из микрорайонов Юбилейный, Ерши, Зелёный Берег. В каждой пробе мы нашли большое содержание яиц Острицы (15–30 шт.), Аскариды (40–60 шт.), Токсокары (20–50 шт.). Число включений яиц с меньшим численным содержанием составляют: Шистосома Кровяная (3–10 шт.), Шистосома Мансона (7–15 шт.), Фасциола Обыкновенная (7–20 шт.), Власоглав (10–15 шт.). Примерно половина из обнаруженных яиц являлись инвазивными в организм человека, при условии нахождения яиц в

песке, и это были представители видов Острицы, Власоглава и Аскариды, рода Токсокары. Остальные представители не являются инвазивными, в связи с особенностями их циклов жизни они могли проникнуть в организм человека, если бы созрели до состояния личинок и при контакте с пресным водоёмом. Для удобства ниже представлена таблица соотношений численности и инвазивности каждого представителя в числовом и процентном соотношении [1].

Таблица

Соотношение численности и инвазивности яиц гельминтов

Название представителя	Число всех найденных яиц	Количество инвазивных яиц (%)	Количество не инвазивных яиц (%)
Острица	835	56	44
Аскарида	1672	37	63
Токсокара	893	21	79
Фасциола обыкновенная	153	0	100
Шистосома Кровяная	82	0 %	100 %
Шистосома Мансона	54	0 %	100 %
Власоглав	362	18 %	82 %

Таким образом, мы изучили литературу и разные методики проведения экспертизы, и выбрали наиболее удобный метод. Полученные результаты говорили о том, что песок в песочницы не завозили и яйца гельминтов могут свободно попадать в них переносясь за счет бездомных животных, обуви человека и других факторах. Результаты нашего исследования соответствуют результатам опытов, показанных в литературе и методиках.

Список литературы

1. Генис Д. Е. Медицинская паразитология : учебник / Д. Е. Генис. – 4-е изд. – М. : Медицина, 1991. – 240 с.
2. ГОСТ 17.4.4.02-84 Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического и гельминтологического анализов [Электронный ресурс]// Б-ка нормат. документации: сайт. – URL: <http://files.stroyinf.ru/data2/1/4294847/4294847763.htm>. (дата обращения: 05.04.2018).

Научный руководитель: канд. биол. наук, доц. Н. В. Макаркина

УДК 599.323.4:504.54(571.53)

О ЗИМНЕМ ПЕРИОДЕ ЖИЗНИ МЫШЕВИДНЫХ ГРЫЗУНОВ

А. Р. Гурулёв

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
flawiwe@gmail.com*

The article is devoted to the study of the winter season of the life of mouse-shaped rodents and examines the questions of the dynamics of numbers, species composition and adaptations to winter conditions.

Зимняя экология мелких млекопитающих относится к малоизученным аспектам экологии. Данное сообщение посвящено изучению зимнего сезона жизни мышевидных грызунов и рассматриваются вопросы о численности и её динамике, видовом составе и адаптациях к зимним условиям. Работа проводилась в окрестностях пос. Марково (Иркутский район) в период с 17.11.2017 по 9.03.2018. Методика была заимствована из работ Г. Б. Зонова [2]. В качестве орудий лова использовались конуса и давилки (последние устанавливались по отдушинам). Всего было отработано 1391 конусо-суток и 8376 ловушко-суток. Конусами отловлено 57 особей: полёвка-экономка *Alexandromys oeconomus* – 49 ос.; узкочерепная полёвка *Lasiopodomys gregalis* – 3 ос.; тёмная полёвка *Microtus agrestis* – 2 ос.; мышшь-мылютка *Micromys minutus* – 3 ос. Давилками 23 особи: полёвка-экономка *Alexandromys oeconomus* – 20 ос.; красная полёвка *Clareomys rutilus* – 3 ос.

Осенью, достигнув своего пика, численность начинает неуклонно снижаться вплоть до весны, и наиболее сильное давление на популяции приходится в зимний период, когда суровый климат влияет на численность зверьков как на прямую, так и косвенно. Помимо пресса низких температур, который является ограничивающим фактором и причиной высокой смертности, на численность оказывается давление со стороны хищников (бродячие собаки, ласка *Mustela nivalis*, горностаи *Mustela erminea*, лиса *Vulpes vulpes*, бородатая неясыть *Strix nebulosa*).

Основные места обитания грызунов отмечаются в местах полегшей под тяжестью снега травы, где между ней и землей образуются пустоты, на данных участках в течение всей зимы сохраняются зеленые части растений. В этих пустотах живут зверьки, сооружая подснежные гнёзда и часто меняя их в связи с сезонными перемещениями. Температура под снегом на несколько градусов выше, чем над ним. В результате дыхания зверьков под снегом образуется легкая наледь, что положительно влияет на температуру под снегом [1].

В процессе отлова зверьков нами было отмечено, что разные виды по-разному реагируют на приманку. Это объясняет то, что видовой состав в давилках оказался меньшим, чем в конусах. Мышь-малютка, красная, тёмная и узкочерепная полёвки являются осёдлыми видами и практически не совершают миграций. Зверьки преимущественно заселяют болотистые или раскорчёванные местности (залежи). Самыми уловистыми по количеству и по разнообразию видов оказались конуса на болотистых местностях, затем идут корчёвые валы. В конуса, установленные в нескольких метрах от корчёвого вала на лесной территории зверьки, не попадались. При сильных морозах активность зверьков была минимальна, и повышалась, когда морозы спадали. В период, когда была замечена бородатая неясыть, охотившаяся на мелких млекопитающих, их активность тоже снижалась. Возможно, что подснежные ходы необ-

ходимые и для коммуникации, а также используются зверьками для оповещения друг друга об опасности. Анализ половозрастного состава, отловленных полёвок-экономок, показал соотношение полов 1/2 в пользу самцов, соотношение взрослых и молодых особей оказался примерно одинаковым.

В ходе наших исследований было установлено, что ряд вопросов о жизни мелких млекопитающих зимой остаётся неизученным и нуждается в дальнейших исследованиях. Общепризнанная методика использования хлеба в качестве приманки даёт недостоверные результаты в отношении видового состава.

Автор выражает отдельную благодарность медицинскому зоологу Иркутской СЭС Александру Фёдоровичу Тимошенко и научному сотруднику зоологического отдела ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора Сергею Анатольевичу Борисову за помощь в сборе и определении материала.

Список литературы

1. Зонов Г. Б. О зимнем питании полёвки-экономки / Г. Б. Зонов. – Докл. Иркутск. противочумного ин-та. – 1964. – Вып. 4.
2. Зонов Г. Б. Методы зимнего отлова мелких млекопитающих в лесной зоне Восточной Сибири / Г. Б. Зонов, И. К. Машковский // Зоол. журн. – 1974. – Т. 3, № 8. – С. 1245–1247.

Научный руководитель: канд. биол. наук, директор Байкальского центра полевых исследований «Дикая природа Азии», В. В. Попов

УДК 595.752.2(571)

ВОСТОЧНО-АЗИАТСКИЕ ВИДЫ В АФИДОФАУНЕ БАЙКАЛЬСКОЙ СИБИРИ

М. К. Дементьева

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
marycatde@mail.ru*

During field research, I have found five species of aphids (*Aphidoidea*) new for Baikal Siberia (Southern Siberia). All the species have East-Asian distribution and earlier were known only for Russian Far East, China, Japan and Mongolia. Findings of all species, except *Aphis saussurearadicis*, were ecologically predictable in Baikal Siberia. The last species found in Irkutsk City, can be introduced in the region during last years.

Тли (*Aphidoidea*) – сравнительно небольшой отряд насекомых, который насчитывает около 5000 видов [2]. Характерной особенностью представителей этой группы является тесная связь с растением-хозяином на протяжении всей жизни, что влияет на формирование сложных жизненных циклов и распространение тлей. Они легко разносятся ветром на большие расстояния в виде «воздушного планктона», что дает возможность

при оптимальных условиях расселяться с большим разрывом ареала [1]. Как следствие, для большинства видов тлей характерны обширные, до циркумполярных, ареалы и условность такого понятия, как «тип ареала».

В Байкальской Сибири известно 177 видов тлей, из них около 30 видов имеют азиатское распространение [3]. В результате натурных исследований 2015–2016 гг. нами было собрано пять видов тлей, известных ранее только с территории Восточной Азии.

В Южной Бурятии (окрестности поселка Тарбагатай) на вязе приземистом (*Ulmus pumila* L.) собраны *Eriosoma eligulatum* Pashtshenko, 1988 и *Sinochaitophorus maoi* Takahashi, 1936. Ареал первого вида ограничивается Приморским краем. Второй, кроме Приморья, встречается также в Японии, Китае и Монголии. В пределах основного ареала растением-хозяином для обоих видов являются виды рода *Ulmus* – вяз приземистый, как в Бурятии и вяз японский (*Ulmus japonica* (Rehd.) Sarg.), имеющий в Бурятии очень ограниченное распространение.

Также в Южной Бурятии (Боргойский заказник, в 30 км от поселка Гегетуй) был собран еще один приморский вид, *Aphis diluta* Pashtshenko, 1994. Немногочисленные особи собраны на лапчатке низкой (*Potentilla supina* L. s.l.), имеющий евразийское распространение. Учитывая ареал растения-хозяина, можно предположить более широкое распространение и *Aphis diluta*.

Достаточно крупная колония *Aphis veronicicola* Holman, 1987 была собрана на Вероничнике сибирском (*Veronicastrum sibiricum* (L.) Pennell) в Прибайкальском районе Республики Бурятия (остров Сенной). Ранее этот вид был известен только в окрестностях г. Уссурийска (Приморский край).

В Иркутской области (Иркутский р-н, за садоводством «Родник») по берегу р. Ушаковки на Соссюреи мелкоцветковой (*Saussurea parviflora* (Poir.) DC.) собран *Aphis saussurearadicis* Pashtshenko, 1992. Вид распространен в Приморье и Корее на других растениях-хозяевах (*Saussurea odontolepis* (Herd.) Sch. Bip. ex Maxim. и *S. pulchella* (Fisch.) Fisch.)

При анализе экологических потребностей и трофических связей обнаруженных видов тлей выяснено, что три вида (*Eriosoma eligulatum*, *Sinochaitophorus maoi*, *Aphis diluta*) обнаружены в характерных для них экологических условиях, причем первые два, на виде восточно-азиатского (маньчжуро-даурского) распространения. То есть, находки этих тлей закономерны. Распространение *Aphis veronicicola* напрямую связано с распространением его растения-хозяина *Veronicastrum sibiricum* в Азии. *Aphis saussurearadicis* демонстрирует переход на другой вид растения-хозяина *Saussurea parviflora*. Характерной особенностью является то что в Восточной Азии он распространен на других видах *Saussurea*, и не встречается на растущем там *Saussurea parviflora*. Это может быть связано с его относительной экологической пластичностью или заносным характером.

В результате нашего исследования увеличилась доля азиатских видов тлей на территории Байкальской Сибири. При дальнейшем изучении следует ожидать новых находок со схожим распространением, особенно на территории Восточного Забайкалья.

Список литературы

1. Дьяконов К. П. Трофические связи тлей (Homoptera, Aphidinea) как пример оптимального использования насекомыми кормовых ресурсов / К. П. Дьяконов // Чтения памяти А. И. Куренцова. – 2002. – Вып. XIII. – С. 53–60.
2. Blackman R. L. Aphids on the World's Herbaceous Plants and shrubs. Volume 1: Host Lists and Keys / R. L. Blackman, V. F. Eastop – London : Natural History Museum, 2006. – 1438p.
3. Holman J. Host Plant catalog of Aphids. Palearctic region/ J. Holman. – Czech Republic, Springer, 2009. – 1216 p.

УДК 574.5

СУТОЧНАЯ МИГРАЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ ПЕЛАГИЧЕСКОЙ АМФИПОДЫ *MACROHECTOPUS BRANICKII* (DYB.)

Е. М. Долинская, С. А. Бирицкая, Д. Ю. Карнаухов, Е. А. Зилев

Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
ekaterina.dolinskaya@bk.ru

A number of observations of the daily migratory activity of the pelagic amphipod *Macrohectopus branickii* during the night time in the littoral zone were conducted. The observations displayed that *M. branickii* may be present in the littoral zone of the lake both during the whole night time as well as during individual time periods.

С наступлением сумерек в озере Байкал происходят миграции организмов со дна (или водной толщи) в верхние слои воды. Такое явление получило название суточных вертикальных миграций. В составе миграционного сообщества присутствуют бентосные амфиподы, коттоидные рыбы и пелагическая амфипода – *Macrohectopus branickii* (Dyb.) [1; 4]. Последний представитель, кроме того, что совершает вертикальные миграции, также является участником и горизонтальных миграций, которые наблюдаются в озере у данного вида и пока еще мало изучены [2]. Считалось, что макрогектопус избегает глубин менее 100 м [2], однако, последние исследования это опровергают [3].

Для данного исследования были проведены видеонаблюдения в ночь с 11–12 ноября 2016 г. и с 19–20 ноября 2017 г. Наблюдения проводились у действующего пирса в бух. Большие Коты. Нами была использована подводная видеосистема с видеокамерой и осветительными элементами. В течение ночи через каждые два часа производили спуск ви-

деосистемы на дно на 15 минут. В 2017 г. были дополнительно сняты пятиминутные видео у поверхности воды на этой же точке.

По полученным данным было установлено, что в 2017 г. макрогектопус присутствовал на данной точке в течении всей ночи (как у дна, так и у поверхности), а наибольшая активность приходилась на 22:00, как и бентосных амфипод, а в 2016 г. пелагическая амфипода появилась перед камерой только при последнем спуске в 06:00. Стоит отметить, что все замеченные на видео особи макрогектопуса являлись самками. Наличие только женских особей, скорее всего, связано с половым диморфизмом данного вида, и, следовательно, со скоростью передвижения особей [2]. В то же время мы предполагаем, что погодные условия во время проведения наблюдения в ночь с 19 на 20 ноября 2017 г. были более подходящими для миграционной активности макрогектопуса, чем в 2016 г., когда в день перед наблюдением отмечалась штормовая погода.

Работа выполнена при поддержке проекта Минобрнауки РФ 6.1387.2017/ПЧ и гранта Фонда поддержки прикладных экологических разработок и исследований «Озеро Байкал».

Список литературы

1. Дистанционные методы экологических исследований и мониторинга в лимнологии и океанологии и их применение на озере Байкал // В. В. Тахтеев [и др.] // Развитие жизни в процессе абиотических изменений на Земле. – Иркутск: Изд-во Ин-та географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2014. – Вып. 3. – С. 374–381.
2. Мельник Н. Г. Распределение *M. branickii* и некоторые особенности его экологии Н. Г. Мельник, О. А. Тимошкин, В. Г. Сиделева // Атлас и определитель пелагиобионтов Байкала (с краткими очерками по их экологии). – Новосибирск : Наука, 1995. – С. 511–522.
3. Behaviour of Lake Baikal amphipods as a part of the night migratory complex in the Kluevka settlement region (South-Eastern Baikal) / D. Yu. Karnaukhov [et al.] // Crustaceana. – 2016. – Vol. 89, N 4. – P. 419–430.
4. Diel dynamics of an aggregation of *Macrohectopus branickii* (Dyb.) (Amphipoda, Gammaridae) in the Barguzin Bay, Lake Baikal, Russia / L. G. Rudstam [et al.] // J. Great Lakes Res. – 1992. – Vol. 18, N 2. – P. 286–297.

УДК 598.434:591.13(282.256)

ПИТАНИЕ БОЛЬШОГО БАКЛАНА НА ВОДОЕМАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Э. А. Ермолаева, М. С. Пыжьянова

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
elvira.ermolaeva.96@mail.ru*

This work is devoted to research the of the feeding of Great Cormorant (*Phalacrocorax carbo*) on the water bodies of Central Asia, the analysis of which has not been carried out by anyone here before. The appearance of cormorant on Lake Baikal after a long absence and a significant increase in numbers occurs against a background of a catastrophic

decline in the stocks of marketable fish in Lake Baikal. This circumstance caused interest in this topic.

Еще в начале прошлого столетия большой баклан *Phalacrocorax carbo* был самой массовой птицей на крупнейших озерах Центральной Азии – оз. Байкал и оз. Хубсугул. Но к середине XX века баклан полностью исчез с озера Байкал и значительно снизил свою численность на оз. Хубсугул. Исчезновение баклана с оз. Байкал произошло так стремительно, что он остался практически не изученным. Однако с начала 2000-х гг. ученые все чаще стали отмечать птиц в разных частях озера, а в 2006 г. баклан впервые за 50 лет снова загнезвился на Малом Море [1]. За очень короткое время баклан резко увеличил свою численность на озерах Центральной Азии, в частности, на Малом Море (оз. Байкал) количество гнездящихся пар баклана за 11 лет возросло более чем в 1300 раз [2].

При этом стоит отметить, что активное вселение баклана в экосистему оз. Байкал происходит на фоне общего оскудения запасов рыбы, что, казалось бы, должно сказаться на питании птенцов большого баклана, анализ которого и стал целью нашей работы.

Исследуемый материал был собран в летний экспедиционный период 2016–2017 гг. На оз. Байкал были обследованы острова: Бакланый камень (бухта Песчаная); Изохой, Баракчин, Едор (Малое Море), а также о. Чулуун-Куйс на озере Хубсугул в Монголии.

На оз. Байкал в 2016 г. было собрано и исследовано 85 пищевых комков птенцов большого баклана. Из них 28 собрано на о. Бакланый камень, и 36 на Малом Море. В 2017 г. собрано 69 пищевых комков, из которых 26 на Малом Море, и 43 на Бакланьем камне. Полученные результаты представлены в таблицах 1, 2.

Таблица 1

Сравнение питания птенцов большого баклана на Малом море

Кормовой объект	Встречаемость, %		Объем, %	
	2016	2017	2016	2017
Черный байкальский хариус	-	3,8	-	10,0
Елец сибирский	-	3,8	-	1,0
Речной окунь	19,2	7,7	23,5	6,28
Желтокрылая широколобка	76,9	80,8	39,3	50,2
Каменная широколобка	38,5	19,2	22,5	5,5
Большеголовая широколобка	3,8	3,8	2,2	1,5
Длиннокрылая широколобка	23,0	3,8	12,6	7,4
Песчаная широколобка	-	15,4	-	1,3
Переваренные остатки рогатковидных	-	15,4	-	12,0

Из табл. 1 видно, что в 2017 г. количество видов, встречающихся в пищевых комках возросло. Процент встречаемости общих, для обоих годов, видов изменился. Но такие виды, как желтокрылая и большоголо-

вая широколобка встречаются практически с той же частотой и занимает такую же долю.

На острове Бакланий камень (табл. 2) объектов питания, найденных нами в пищевых комках птенцов большого баклана, несколько больше. Отмечаются новые, по сравнению с Малым морем виды, такие как: ротан-головешка, плотва и широколобки – глубинная и шершавая. Также, сравнивая питание птенцов в 2016 и 2017 гг. следует отметить различия по встречаемости и по видам рыб в целом.

Таблица 2

Сравнение питания птенцов Большого баклана на острове Бакланий Камень

Кормовой объект	Встречаемость, %		Объем, %	
	2016	2017	2016	2017
Черный байкальский хариус	-	18,6	-	22,8
Елец сибирский	-	4,7	-	2,3
Плотва	3,75	-	4,0	-
Ротан-головешка	-	9,3	-	5,2
Желтокрылая широколобка	32,1	58,0	12,5	31,9
Каменная широколобка	78,6	9,3	41,4	2,4
Песчаная широколобка	10,7	18,6	8,2	8,0
Большеголовая широколобка	25,0	-	5,9	-
Глубинная широколобка	3,75	-	2,4	-
Шершавая широколобка	3,75	-	2,0	-
Длиннокрылая широколобка	3,75	16,3	1,0	10,6
Переваренные остатки рогатковидных	32,1	22,6	22,6	11,0

В ходе экспедиционных работ 2016 г. на оз. Хубсугул (Монголия) нами была обследована колония большого баклана на о. Чулуун-Куйс и собран 21 пищевой комок птенцов большого баклана. К сожалению, время полевых работ в 2017 г. пришлось на конец июля, когда птенцы большого баклана уже покинули колонию. Анализ материала, собранного нами в 2016 г., показал 100 % встречаемость Косогольского хариуса – основного мелководного обитателя оз. Хубсугул.

По результатам проведенных исследований пищевого рациона большого баклана, мы выяснили, что баклан является облигатным, но не специализированным ихтиофагом, т. е. употребляет рыбу «доступную» и массовую на данный момент. Также ни в одном пищевом комке не был обнаружен омуль, что вероятно связано с его депрессией и/или его отсутствием.

Список литературы

1. Пыжьянова М. С. Большой баклан на Байкале: современное состояние / М. С. Пыжьянова, К. О. Ефремова // Экология Южной Сибири и сопредельных территорий. – Абакан : Изд-во ХГУ, 2007. – Т. 1, вып. 11. – С. 113–114.
2. Пыжьянов С. В. Влияние Большого баклана на других колониальных птиц при вторичном заселении озера Байкал / С. В. Пыжьянов, М. С. Пыжьянова // Первый Всероссийский орнитологический конгресс : тез. докл. – Тверь, 2018. – С. 270.

ИЗУЧЕНИЕ ДЕЙСТВИЯ НОВЫХ ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В ЦЕЛЯХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕР ДЕЗИНСЕКЦИИ

В. Ю. Колесникова

*Иркутский научно-исследовательский противочумный институт
Роспотребнадзора, г. Иркутск, Россия
valyusha.kolesnikova.92@mail.ru*

The aim of the study was to assess the insecticidal activity of new chemical compounds.

Актуальность. Одним из путей профилактики трансмиссивных болезней является истребление переносчиков, которое может быть достигнуто применением химических соединений – пестицидов.

Известно, что постепенно к пестицидам у организмов формируется резистентность. Сотни видов вредных и опасных членистоногих, численностью которых еще недавно можно было эффективно управлять, вновь становятся угрозой для человечества [1; 2].

В настоящее время наиболее перспективным путём преодоления резистентности к пестицидам считается ротация используемых для борьбы с ними химических препаратов [2]. Таким образом, поиск новых химических соединений, к которым устойчивость у членистоногих отсутствует, приобретает важное медицинское, социальное и экономическое значение.

Методы исследования. В качестве тест-объекта использована инсектарная культура блохи *Xenopsylla cheopis* Rothschild, 1903, которая поддерживается в инсектарии Иркутского научно-исследовательского противочумного института.

Исследована инсектицидная активность 5 соединений под шифрами: I 246, PS-2360, PS-2366, A 586, BM-34-06, предоставленных для изучения Иркутским институтом химии им. А. Е. Фаворского СО РАН.

Инсектицидное действие соединений охарактеризовано по показателю смертности имаго блох через один, 24 и 48 часов после принудительного контакта насекомых с фильтровальной бумагой, обработанной (20 мкл) растворами испытуемых образцов. Каждый вариант опыта ставился в трех повторностях на 30 блохах по 10 насекомых в пробирке. В качестве отрицательного контроля использованы вода и ацетон, как растворители исследуемых соединений. Для положительного контроля взят коммерческий пестицид «Цифокс» на основе пиретроида циперметрина, обладающий заведомо инсектицидным эффектом.

Эффективность действия химических образцов находится как разность гибели блох в опыте и контроле, выраженная в процентах.

Для оценки достоверности различий между показателем гибели блох в опыте и контроле использован метод Стьюдента.

Результаты. В ходе проведенных опытов показано, что наиболее надежная регистрация инсектицидной эффективности химических образцов получается при анализе смертности блох через 48 часов.

Показано, что образец Р-2360 не обладает инсектицидной эффективностью ни при одной исследованной концентрации.

У образцов Р-2366 и А586 инсектицидная эффективность проявилась лишь при самой высокой концентрации соединения (1,5 %).

Наибольшая инсектицидная эффективность наблюдалась у образцов I246 и ВМ-34-06. Однако первое из этих соединений вызывало гибель насекомых равную 86,7 % при концентрации 1,5 %, а второе – 70,0 % при концентрации 0,01 %. Следовательно, инсектицидная эффективность образца ВМ-34-06 выше, чем у I246.

При исследовании выяснено, что гибель блох в положительном контроле (циперметрин) составила 79,3 % при концентрации соединения 0,005 %. То есть, инсектицидная эффективность циперметрина выше, чем у образца ВМ-34-06, так как они вызывают практически одинаковую гибель блох, но концентрация циперметрина в два раза выше, чем у исследуемого нового образца.

Таким образом, исследуемый образец ВМ-34-06 не может быть рекомендован для дальнейшего применения в качестве инсектицида. Однако, если выявится, что в природных популяциях членистоногих сформировалась резистентность к коммерческому соединению (циперметрину), то образец ВМ-34-06 может найти применение в качестве его заменителя в схемах ротации.

Вывод: Ни одно из пяти испытанных новых химических соединений не может быть рекомендовано для практического применения, так как они уступают по величине инсектицидной эффективности коммерческому препарату «Цифокс».

Список литературы:

1. Медицинская дезинсекция. Основные принципы средства и методы / В. П. Дремова, Л. С. Путинцева, П. Е. Ходаков. – Екатеринбург: Витар-Путивель, 1999. – 320 с.
2. Резистентность к инсектоакарицидам членистоногих, имеющих эпидемиологическое и санитарно-гигиеническое значение / С. А. Рославцева. – М.: Компания Спутник+, 2006. –129 с.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПАНТОВОГО МАРАЛОВОДСТВА В СИБИРИ

Г. А. Лебедев

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
Lebedev_ge@mail.ru*

The main theses of development of the maral breeding complex in Siberia are presented. The description of today's conditions and ways of its modernization.

Введение. Род *Cervus* известен с плиоцена. Жили в одних биоценозах с крупными вымершими травоядными, такими как: шерстистый носорог (*Coelodonta antiquitatis*), мамонт (*Mammuthus*), джейран (*Gazella subgutturosa*) и другие [3]. Благородный олень (*Cervus elaphus*) – важный объект охотничьего хозяйства. Марал является наиболее крупным оленем. Живая масса взрослых самцов 400–500 кг, высота в холке до 170 см, и длиной тела около 255 см. Самки значительно мельче и легче самцов (90 см в холке, 80–90 кг веса). Самцы имеют большие и ветвистые рога, до 1,5 м в размахе.

Сотни лет разводился в лесных гористых местностях Сибири. После запрета в 1930-е гг. частных ферм мараловодство как отрасль стала угасать. В форме государственных хозяйств сохранилась в республике Алтай, Алтайском крае, откуда и происходит её распространение в современном рыночном периоде развития [3].

Полезные свойства пантов марала в биохимическом аспекте. Кровь оленя тысячи лет высоко ценится в медицине Востока так же высоко, как и корень женьшеня. Считается, что она дарит долголетие и здоровье, помогает на пути к осознанию и просветлению, включает в себе мужскую силу. Современные научные исследования полностью подтверждают наличие в дериватах оленя биологически активных компонентов. Наиболее интересными для современного человека оказались: фосфолипиды, гликопротеиды, минералы, ненасыщенные жирные кислоты, гормоноподобные вещества.

Учреждения, заинтересованные в производстве пантового оленеводства в России. Спросом на продукцию мараловодческого хозяйства пользуются многие как отечественные, так и зарубежные фармацевтические кампании (в Хабаровске, Барнауле, Бийске и других городах); учреждения здравоохранения, поддерживающие теорию продолжения жизни; коммерческие структуры, заинтересованные в рациональном использовании лесных ресурсов; вузы, готовящие биологов, охотоведов, туроператоров, ветеринаров; АО «Фармасинтез» (планирует до 2022 г. построить в г. Усолье Сибирское крупный завод по производству различных лекарств по сметной стоимости 12 млрд руб.).

Самые значимые маральники в Сибири. Важным народным достоянием Сибири считается огромные площади лесных ресурсов, большое поголовье копытных зверей с обширной кормовой базой. В то же время вольерное разведение благородного оленя как специфическая отрасль находится в начальной стадии развития. Количество мараловодческих хозяйств невелико относительно кормовой базы. Аналитики указывают на растущий спрос рынка на мараловодческую продукцию, уровень рентабельности которой выше, чем на продукцию классического животноводства. Основные потребители пантовой продукции сегодня – корейские и китайские фирмы.

Первенство в сибирском мараловодстве много десятилетий удерживают хозяйства республики Алтай. В значительной степени такие успехи стали закономерным явлением благодаря государственной поддержке регионального бюджета. В регионе много лет реализуется государственная концепция развития мараловодства. Успехи в отрасли стали возможны благодаря наличию эффективного законодательного и научно-методического фундамента мараловодства [1]. Предприниматели и региональные органы власти плодотворно работают с ВНИИ Пантового Оленеводства (г. Барнаул). На втором месте располагается пантовое хозяйство Алтайского края. В 30 хозяйствах шести горных районов края содержится более 26 тыс. голов маралов и пятнистых оленей. Всего за 2010 г. здесь было произведено более 12 тонн консервированных пантов. Продукция экспортируется в регионы России и Дальнего Зарубежья [2]. Третье место рейтинга занимают мараловоды Красноярского края. Правительство региона в последние годы заметно увеличивает субсидирование отрасли. При его содействии в Саянском районе было создано ООО «Искра», успешно производящее племенных животных. Поголовье маралов к середине 2015 г. превысило 1000 особей. С 2013 г. в крае действует государственный питомник по разведению маралов с целью выпуска в охотничьи угодья. К началу 2018 г. поголовье зверей в питомнике превышает 120 голов [2]. ГУП «Туран» в республике Тыва уверенно занимает четвертое место в списке мараловодческих регионов.

Во всех остальных субъектах федерального округа власть и бизнес-элита основательно не приступили к разведению маралов. Исходя из анализа природных и социально-экономических предпосылок выражаем твердую уверенность, что в процесс становления новой отрасли будут включены все регионы Сибири, а затем процесс перейдет и на Дальний Восток страны. В первую очередь, мараловодство имеет наибольшие шансы на успех в условиях республик Бурятия и Хакасия [2]. Однако без государственной поддержки начинать мараловодство в Сибири бесперспективно. В каждом регионе должна действовать государственная концепция развития мараловодства и программа разведения вольерных оленей с участием государственных и частных инвестиций. Научные работ-

ники факультета охотоведения Иркутского ГАУ разработали проект создания маралофермы для 1-го этапа инвестирования в данную отрасль на примере учебно-опытного охотничьего хозяйства [2].

Выводы. 1. Мараловодческие хозяйства Сибири в недостаточной степени реализуют богатейший природный и экономический потенциал регионов Прибайкалья и Забайкалья. 2. В ближайшее десятилетие ожидается рост потребительского спроса на продукцию сибирских мараловодческих хозяйств. 3. Региональным органам власти необходимо заблаговременно включать лесные ресурсы в сферу пантового оленеводства.

Список литературы

1. Фролов Н. А. У истоков пантового оленеводства России: экономический очерк / Н. А. Фролов. – Барнаул : Изд. Алтайского госуниверситета, 2009. – 120 с.
2. Камбалин В. С. Оценка развития и перспектив мараловодства в Сибирском Федеральном Округе / В. С. Камбалин // Вестн. охотоведения. – 2015. – Т 12, № 2. – С. 193–198.
3. Лебедев Г. А. Проектируемые особенности маралофермы учебного хозяйства «Голоустное» / Г. А. Лебедев // Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых «Научные исследования и разработки к внедрению в АПК». – Иркутск : ИрГАУ, 2018. – С. 112–113.

Научный руководитель: канд. экон. наук, доц. В. С. Камбалин

УДК 574.5

ЭКОЛОГИЯ МИНОГИ АНГАРСКОГО БАССЕЙНА

Ю. В. Лошакова

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
loshakova_julia@mail.ru*

Lamprey larvae dwell in mud and occur in water mass very rarely. Adult lampreys are characterized by sedentary life style. Lampreys move to spawning places at +13–15 °C water temperature, after precipitation during clear sky weather. Spawning occurs from the end of May till the middle June at places with fast current of water. Gender ratio here is 1:1,5 with male majority. There are about 1 thousand of adults at river length of 1 km. Lampreys serve as food source for fishes and birds. Magpies and crows are hunting after them. They are food for the following fishes: *Lota lota*, *Perca fluviatilis*, *Esox lucius*, *Hucho taimen*, *Brachymystax lenok* and *Coregonus pidshian*.

Личинки миног (пескоройки) обитают на заиленных участках реки со слабым течением, в небольших заливах, часто встречаются у подмываемых течением берегов. Почти все время находятся в иле, в толщу воды выходят редко. Пескоройки 1–2 года жизни предпочитают места с мелкодисперсным илом, где есть выход подземных источников. Особи старшего возраста встречаются на участках, где присутствует ил с неразложившейся органикой (опавшие листья, ветки и др.), имеющей характерный запах. Анализ содержимого кишечной трубки показал, что она полностью, на всем протяжении, заполнена детритом от мелкодисперсной фракции до более крупных включений неразложившихся остат-

ков растений. Состав пищи во всех исследованных образцах имел сходный характер. Обращает на себя внимание, что в пищевом комке содержалось небольшое количество минеральных частиц, преобладал в основном органический детрит, содержащий в себе значительное количество бактерий и водорослей. При этом концентрация водорослей была несравненно меньшей.

Взрослые миноги предпочитают участки рек с быстрым течением, каменистым или песчано-гравийным дном. Часто встречаются в местах, затенённых прибрежной растительностью. Они ведут малоподвижный образ жизни, присасываясь к подводным предметам – камням, затонувшим корягам и стволам деревьев. Кишечник взрослых миног у 248 исследованных особей оказался пустым и был похож на тонкую нить, и только у 48 имелось незначительное количество планктонных диатомовых водорослей, которые, вероятнее всего, попали в пищеварительную систему пассивно с током воды.

Нерест. Подход миног на нерестилища обычно происходил при достижении температуры воды $+13-15^{\circ}\text{C}$ после выпадения осадков и наступления ясной погоды. Нерест продолжается с конца мая до середины июня на участках с относительно быстрым течением и галечно-песчаным, каменистым грунтом на глубинах 20–50 см. Миноги собираются небольшими стайками и строят гнезда, представлявшие собой овальной формы ямки. В постройке принимают участие самцы и самки. После подготовки гнезда, самка присасывается ротовой воронкой к небольшому камню, а самец присасывается к ней (иногда несколько самцов). Затем самец сжимает брюшко самки в «замок» и происходит выдавливание икринок. Перемещения самцов от гнезда к гнезду указывают на то, что такие группировки не постоянны. При помощи папиллы самцы производят направленный выброс спермы, киль самок способствует разделению икринок при выметывании, их перемешиванию со спермой и песком на дне гнезда. Непосредственно перед нерестом хвостовой плавник самок приподнимался вверх, у самцов – вниз.

Соотношение полов на нерестилищах 1:1,5 с преобладанием самцов. Самки откладывали икру порционно. Об этом можно судить из того, что при вскрытии у большинства самок гонады имели разную степень выстилки.

Диаметр икринок в среднем – 0,83 мм. Оплодотворенные икринки приклеиваются к камням на дне. После откладки икры через некоторое время взрослые особи погибают и течением сносятся в нижние участки, где их можно обнаружить в глубоких ямах или затонах.

По нашим оценкам на отрезке реки протяженностью в 1 км, на нерестилищах, присутствует около 1 тыс. особей (без учета личинок).

В нерестовый период кишечники взрослых миног содержали незначительное количество детрита и фрагменты водной растительности.

Миноги являются объектом питания рыб и птиц. По нашим наблюдениям, на речных отмелях на них охотятся сороки и вороны, которые собирают личинок, оказавшихся на прибрежных участках в периоды падения уровня воды. Также пескоройки были обнаружены в желудках налима *Lota lota*, окуня *Perca fluviatilis*, щуки *Esox lucius*, отловленных рыбаками в притоках р. Чуна. В ангарском бассейне они являются компонентом питания тайменя *Hucho taimen*, ленка *Brachymystax lenok* и сига *Coregonus pidshian*.

Распространение. На основании собственных, опубликованных и опросных данных можно составить представление о встречаемости миноги в реках бассейна Ангары. Она является обычным, широко распространенным видом, населяющим как основное русло Ангары, так и многие ее притоки. В верхнем течении реки, выше устья реки Китой, минога нами не обнаружена.

Научный руководитель: д-р биол. наук, проф. Е. А. Зилов

УДК 597.556.331.1(282.256.346)

ЭКОЛОГИЯ ПЕЛЯДИ БРАТСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД

Л. А. Михайлик, И. В. Сысоенко, И. Л. Михайлик

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
bosss82@mail.ru*

Biological characteristics of the cisco (*Coregonus peled*) inhabiting in Bratsk reservoir are described. Data on linear-weight growth, age structure and fertility are presented.

После формирования каскада водохранилищ на р. Ангаре пелядь неоднократно вселялась в них как на стадии личинки, так и на стадии сеголетков. Наиболее успешно акклиматизация прошла в Братском водохранилище, где пелядь нашла благоприятные условия для существования. Основными факторами, сдерживающими повышение ее численности в современный период, являются низкий уровень естественного воспроизводства в притоках водохранилища и браконьерство в преднерестовый и нерестовый периоды.

Исследования проводили в августе – ноябре 2015 – 2017 гг. в период сбора икры пеляди для рыбоводных целей в верхней части Братского водохранилища в районе устья р. Белая.

Ход производителей пеляди в р. Белая на нерест начинается с первых чисел сентября. Нерест начинается перед ледоставом при температуре воды 0,4–0,6 °С, пик нереста приходится на момент ледостава (ноябрь). Нерест происходит преимущественно на песчаных, песчано-

илистых или галечниковых грунтах в русле реки, в среднем течении на расстоянии более 50 км от устья.

На нерестилищах соотношение самок и самцов близко 1:1. В нерестовом стаде отмечаются рыбы в возрасте от 1+ до 5+, с преобладанием четырех-, пятилеток. Впервые созревающие самцы имели длину не менее 270 мм и массу 230 г, самки 350 мм и 650 г. соответственно. Абсолютная индивидуальная плодовитость рыб, поднимающихся на нерест в р. Белая, в среднем составляет 72 706 икринок, с возрастом изменяясь от 18 610 до 141 857 икринок. Относительная плодовитость с возрастом изменяется от 27 до 106 икринок, в среднем составляя, 74,2 икринки на один грамм веса самки (табл. 1).

Таблица 1

Абсолютная (АИП) и относительная (ОИП) индивидуальная плодовитость пеляди р. Белая по данным 2015–2017 гг.

Показатели	Возраст, лет			
	2+	3+	4+	5+
Длина по Смитту, мм	332	$\frac{366,8 \pm 4,20}{327-397}$	$\frac{404,0 \pm 5,69}{358-450}$	409
Масса, гр	568	$\frac{786 \pm 30,20}{480-980}$	$\frac{1128,8 \pm 37,14}{855-1349}$	1202
АИП, шт.	49 479	$\frac{51950 \pm 3474}{18610-76216}$	$\frac{92302 \pm 6870}{38235-141857}$	96024
ОИП, шт.	87,1	$\frac{66,2 \pm 4,05}{27,08-93,02}$	$\frac{80,88 \pm 4,63}{39,16-106,18}$	79,8
Количество рыб, экз.	1	17	18	1

Пелядь в условиях Братского водохранилища характеризуется высоким темпом линейного и весового роста сравнимым с наиболее быстрорастущими рыбами из ряда мест обитания в пределах ареала (табл. 2). Это обусловлено благоприятными условиями существования и высокой обеспеченностью пищей. К возрасту 2+ большинство рыб в популяции достигают размеров более 300 мм и массы 500 г.

Таблица 2

Линейно-весовой рост пеляди р. Белая (2015–2017 гг.)

Параметры	Возраст, лет				
	1+	2+	3+	4+	5+
Длина по Смитту, мм	$\frac{312,5 \pm 1,5}{311-314}$	$\frac{314,4 \pm 6,42}{265-384}$	$\frac{358,9 \pm 2,87}{301-397}$	$\frac{404,5 \pm 4,92}{358-450}$	409
Масса, гр.	$\frac{434,5 \pm 46,5}{388-481}$	$\frac{414,9 \pm 23,35}{233-568}$	$\frac{709,1 \pm 19,47}{309-980}$	$\frac{1109 \pm 34,0}{821-1349}$	1202
Количество рыб, экз.	2	18	49	21	1

В связи с низким эффективностью естественного воспроизводства, численность пеляди в Братском водохранилище поддерживается за счет искусственного разведения на Бельском рыбоводном заводе. Продолжи-

тельность эмбрионального развития составляет 140–180 дней (160–170 градусо-дней). Выклев в апреле – мае, при температуре воды 5–7 °С. Средняя длина вылупившейся личинки 9,5 мм.

Через 6–7 дней после выклева личинки пеляди переходят на активное питание и помещаются в выростные пруды где подращиваются до навески в 1,5 – 2 г., после чего осуществляется выпуск сеголеток в р. Белая и другие участки Братского водохранилища.

УДК 574.64

ВЛИЯНИЕ ПАВ НА ГИДРОБИОНТОВ ОЗ. БАЙКАЛ

Е. К. Петрова

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
kotenok1996-1996@mail.ru*

The effect of surfactants (surfactants) on several species of Baikal hydrobionts and on the widely used survival test of *Daphnia magna* was studied.

Поверхностно-активные вещества (ПАВ) находят широкое применение в промышленности и быту в качестве моющих средств, что обуславливает фактически повсеместную их распространенность в сточных водах и приравнивает их к приоритетным загрязнителям. Дeterгенты, попадая со сточными водами в водоемы, вызывают вспенивание, ухудшают органолептические свойства воды, нарушают процессы обмена кислорода и обнаруживают токсичность.

Вместе тем, в настоящее время, выдвинуто предположение, что определяющая причина обильного разрастания водоросли спирогира в оз. Байкал – увеличение выбросов фосфоросодержащих ПАВ [1].

Токсичность ПАВ исследована на ряде групп гидробионтов [2]. Но, практически, отсутствуют данные по их влиянию на байкальские организмы. Это и явилось целью настоящей работы.

Изучали влияние некоторых ПАВ: Tween-85, ДСН (додецил сульфат натрия) и моющего порошка «Ушастый нянь» на широко используемый тест-объект *D. magna*, байкальских беспозвоночных, обитающих у уреза воды *E. cyaneus*, *M. bungei* и планктонного рачка *E. baicalensis*.

Предварительные опыты с *M. bungei* показали их очень низкую чувствительность при тестировании по выживаемости. Поэтому, за тест-функцию брали поведенческую реакцию олигохет, а именно собирание особей в клубок при отсутствии воздействия [3].

Согласно полученным данным были построены ряды токсичности по влиянию ПАВ и СМС (синтетические моющие средства) на гидробионтов по мере уменьшения чувствительности.

Tween-85: *E. baicalensis* > *D. magna* = *M. bungei* > *E. cyaneus*

ДСН: *E. baicalensis* > *D. magna* = *E. cyaneus* = *M. bungei*

«Ушастый нянь»: *E. Baicalensis* > *D. magna* = *E. cyaneus* > *M. bungei*

Относительную устойчивость байкальских беспозвоночных, обитающих у уреза воды можно объяснить адаптацией к быстро меняющимся здесь абиотическим и биотическим факторам [4].

Обобщая полученные результаты можно сказать, что эпишура оказалась самым чувствительным из использованных тест-объектов объектом.

Работа выполнена при финансовой поддержке МОН РФ в рамках ФЦП (российско-индийский проект RFMEFI58317X0060 «Биоремедиация и биоконверсия отходов с помощью комплекса фотосинтетических организмов и гетеротрофов в аэробных и анаэробных условиях с генерированием биоэнергии»).

Список литературы

1. Массовое развитие зеленых нитчатых водорослей родов *Spirogyra* Link и *Stigeoclonium* Ktz (Chlorophyta) в прибрежной зоне Южного Байкала / О. А. Тимошкин [и др.] // Гидробиологический журнал. – 2014. – Т. 10, № 5. – С. 15–26.
2. Остроумов С. А. Влияние синтетических поверхностно-активных веществ на гидробиологические механизмы самоочищения водной среды / С. А. Остроумов // Водные ресурсы. – 2004. – Т. 31, № 5. – С. 546–555.
3. Стом Д. И. Способ биотестирования активности препаратов, полученных из дождевых червей / Д. И. Стом [и др.] // Патент № 2377561 от 27.12.2009. – Заявке № 2008105242/13, дата подачи заявки 11.02.2008.
4. Стом Д. И. К вопросу о причинах «несмешиваемости» байкальской и общесибирской фаун / Д. И. Стом, А. А. Ключевская, А. Д. Стом // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. – 2005. – № 6. – 172–179.

Научный руководитель: канд. биол. наук, с. н. с. А. Э. Балаян

УДК 597.553.2:639.313(282.256.341.1)

ОСОБЕННОСТИ РОСТА РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ В РЫБОВОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ ООО НПО «ИРКУТСКАЯ ФОРЕЛЬ» В НИЖНЕМ БЬЕФЕ ИРКУТСКОЙ ГЭС

О. А. Сокольская, А. Н. Матвеев

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
olga.sok.2014@yandex.ru*

The aim of the study was to determine the growth characteristics of rainbow trout in the «Irkutsk trout» in the lower biff of the Irkutsk hydroelectric power Station.

Радужная форель получила заслуженное признание рыбоводов и является одним из основных объектов аквакультуры во всем мире. Это связано с большой пластичностью ее организма, способностью активно потреблять корм, давать высокие приросты массы тела и отменным вкусом.

В Россию радужная форель была завезена примерно в 1895 г. И с тех пор форелеводство занимает почетное место в российской аквакультуре [1]. Лидерами являются Мурманская, Калининградская, Архангельская области и Республика Карелия. В Иркутске форелеводство начало развиваться в 2010 г., когда было введено в эксплуатацию общество с ограниченной ответственностью научно-производственное объединение «Иркутская форель», которое в настоящее время является крупнейшим форелевым хозяйством в Иркутской области.

Цель работы заключалась в изучении особенностей роста радужной форели в ООО НПО «Иркутская форель» в нижнем бьефе Иркутской ГЭС.

Измерения линейных и весовых показателей радужной форели в р. Ангара производились по общепринятой методике [2] с 5 июня по 16 июля 2017 г. Икру для разведения закупили на племенном форелеводческом заводе «Адлер» и закладывали в инкубаторы в середине декабря, выклев личинок обычно происходил к 10 марта.

Инкубация икры и подращивание личинок производились в специально оборудованном цехе. Высадка рыбопосадочного материала в Ангару проводилась в июне, когда температура воды достигала 8 °С и выше. К этому времени малек достигал средней длины 4,17 см и среднего веса 1,74 г. Мальков кормили гранулированными кормами фирмы Sorpens. По мере роста рыб проводилась их сортировка с целью предотвращения каннибализма и угнетения мелких особей крупными, а также менялось суточное количество корма, которое зависит от среднего веса рыбы и температуры воды и рассчитывается по таблицам, рекомендованным производителем кормов.

Рост радужной форели в Ангаре на основе наших исследований представлен в табл. 1.

Таблица 1

Показатели длины и массы тела разновозрастной радужной форели в условиях садкового выращивания в р. Ангаре (ООО НПО «Иркутская форель»)

Показатель	Возраст, лет			
	0	1	2	3
L (см)	$4,17 \pm 0,55$ 3,12–5,11	$21,39 \pm 2,26$ 17,6–24,8	$29,17 \pm 2,62$ 21,9–35,5	$37,98 \pm 2$ 34,4–45,7
Q (гр)	$1,74 \pm 0,45$ 1,04–2,49	$112,13 \pm 30,55$ 61–162	$302,97 \pm 76,75$ 190–573	$742,34 \pm 156,24$ 453–1187
n (шт)	100	100	100	100

Для наглядности мы сравниваем данные по приросту массы тела радужной форели в Ангаре и в Республике Карелия, так как этот регион является одним из лидеров по выращиванию форели в РФ. Также карельский климат наиболее приближен к нашему (по сравнению с Мурманской, Астраханской, Калининградской областями).

При сравнении полученных нами данных с показателями массы тела форели из форелевых хозяйств республики Карелия видно (табл. 2), что лишь на первом году жизни форель из р. Ангары имеет практически аналогичные размеры. В дальнейшем темп роста форели в р. Ангара становится менее интенсивным и к трехлетнему возрасту масса форели в Ангаре практически в 2 раза ниже таковой у рыб из садковых хозяйств Карелии.

Таблица 2

Показатели массы тела разновозрастной радужной форели из садковых хозяйств Карелии

Показатель	Возраст, лет			
	0	1	2	3
Q (гр)	$1,85 \pm 0,14$ 1,3–2,41	$125,5 \pm 5$ 120–131	779 ± 26 698–860	1495 ± 112 1378–1613

Несомненно, различия в темпе роста форели из сравниваемых групп обусловлены различными температурными условиями, при которых выращивается рыба. Радужная форель начинает активно потреблять корм и, соответственно, активно расти при температуре воды от $+12^{\circ}$ до $+18^{\circ}$ [3]. На графике (рис.1) мы видим, что в Ангаре вода нагревается до $+12^{\circ}$ к середине июля, максимальная среднемесячная температура $+14^{\circ}$, в августе и сентябре. В Онежском озере среднемесячная температура воды в июне достигает $+11^{\circ}$, в августе $+18^{\circ}$, в сентябре $+13^{\circ}$. Следовательно, радужная форель выращиваемая в Онежском озере, раньше начинает активно питаться и дает больший прирост массы тела по сравнению с радужной форелью, выращиваемой в Ангаре.

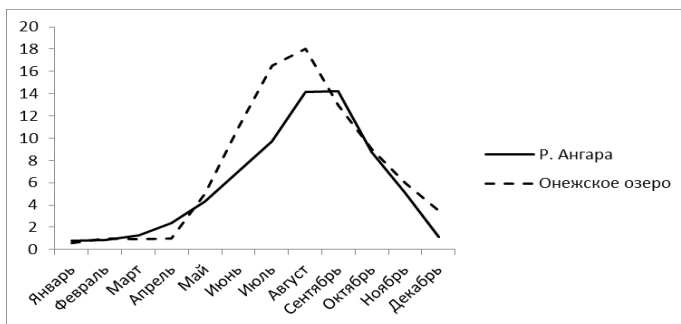


Рис. Сравнение температуры воды в р. Ангара и Онежском озере. 2015 г.

Список литературы

1. Григорьев С. С. Индустриальное рыбоводство: Ч. 1. Биологические основы и основные направления разведения рыбы индустриальными методами / С. С. Григорьев, Н. А. Седова. – Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2008. – 186 с.
2. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И. Ф. Правдин. – М. : Пищ. пром-сть, 1966. – 376 с.
3. Титарев Е. Ф. Холодноводное форелевое хозяйство / Е. Ф. Титарев. – М. : Рыб. хозяйство, 2008. – 280 с.

БИОЛОГИЯ ОКУНЯ БАЛАГАНСКОГО РАСШИРЕНИЯ БРАТСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

А. А. Таракановская, А. В. Охотникова

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
soshy543@yandex.ru*

The biological features of perch inhabiting the Birit, Mezhevo and Yakimovskiy bays at Balagansk expansion of the Bratsk reservoir are described. The linear-weight characteristics, age and sex composition of fish are given. The characteristic of fish feeding in late autumn 2015 is presented.

Окунь – один из наиболее распространенных видов рыб в России, обитающий в реках, озерах, водохранилищах, прудах. В Сибири встречается до Колымы [1]. В Братском водохранилище является одним из самых многочисленным видом рыб. В современный период биология данного вида для большей части водохранилища практически не изучена. В связи с этим целью нашей работы стало изучение некоторых аспектов биологии окуня, населяющего некоторые заливы Балаганского расширения.

Сбор материала проводился в конце октября 2015 г. в заливах Бирит, Якимовский и Межево. Отлов рыб осуществлялся жаберными сетями с ячеей 20–40 мм. Основная масса отловленной рыбы подвергалась биологическому анализу в свежем виде, часть экземпляров фиксировалась в 4%-ном растворе формалина. Дальнейшая обработка осуществлялась согласно общепринятым в ихтиологии методам в лаборатории кафедры зоологии позвоночных и ихтиологии ИГУ. В ходе проведенных исследований, полному биологическому и трофологическому анализу было подвергнуто 251 экз. разновозрастных рыб.

В наших уловах наибольший возрастной ряд рыб был представлен в заливе Бирит, где отмечались особи семи возрастных групп от 1+ (114 мм промысловой длины при массе 26 г) до 7+ (250 мм и 315 г соответственно), самой многочисленной группой являлись рыбы в возрасте 2+ (143,9 мм и 56,6 г). В заливе Якимовский возрастной ряд в уловах был представлен четырьмя возрастными группами от 1+ (110 мм и 37 г) до 4+ (155 мм и 86 г), с преобладанием рыб в возрасте 2+ (129 мм и 55,2 г). В заливе Межево, возрастной ряд состоял из пяти возрастных групп от 2+ (166 мм и 82 г) до 6+ (181,7 мм и 98,2 г), среди которых наибольшее значение в уловах приходилось на рыб в возрасте 3–4+ (171,8 мм и 176,8 мм длины и 90,7 г и 93,9 г массы соответственно). При сравнении полученных нами данных по показателям роста окуня в современный период с данными полученными в первые годы заполнения водохранилища [2–5 и др.] наблюдается существенное их снижение, что

в первую очередь обусловлено с высокой численностью рыб и значительной пищевой конкуренцией.

В исследованных нами заливах Балаганского расширения Братского водохранилища половой состав окуня в большей степени представлен со значительным преобладанием самок над самцами, так в зал. Бирит соотношение полов в возрасте 3+ состояло 1:3, в то время как в остальных возрастах 1:1, в зал. Межево от 1:3 до 1:7, в Якимовском заливе 1:4.

Состав пищи окуня очень разнообразен. Сеголетки окуня питаются планктоном, в двухлетнем возрасте спектр питания значительно расширяется, начинают отмечаться личинки и куколки хирономид [5].

В ходе проведенных нами исследований в заливе Бирит в конце октября 2015 г. было отмечено около 70 % питающихся рыб, основу питания которых составляла рыбная пища (67,60 % по массе и 15,38 % частоты встречаемости), представленная молодью собственного вида, плотвой и песчаной широколобкой. Субдоминантной группой являлся зоопланктон (32,2 % по массе при частоте встречаемости 84,62 %). Остальная часть пищеварительного тракта приходилась на потребление личинок хирономид и жуков-плавунцов. Индекс наполнения желудков, показывающий накормленность рыб, в среднем составлял 48,95 ‰ при максимальном значении 512,12 ‰.

Таблица

Линейно-весовой рост окуня из некоторых заливов Братского водохранилища

Место отбора	Параметры	Возраст, лет						
		1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+
Зал. Бирит	Промысловая длина, мм	114	$\frac{143,9 \pm 1,7}{121-176}$	$\frac{166,5 \pm 2,0}{140-190}$	$\frac{177,9 \pm 5,9}{155-213}$	162	$\frac{197,5 \pm 7,5}{190-205}$	250
	Масса, г	26	$\frac{56,6 \pm 1,9}{35-102}$	$\frac{88,1 \pm 2,7}{54-107}$	$\frac{116 \pm 15,3}{72-216}$	82	$\frac{146,5 \pm 11,5}{135-158}$	315
	Кол-во рыб, экз.	1	72	25	8	1	2	1
Зал. Якимовский	Промысловая длина, мм	110	$\frac{129,0 \pm 1,5}{110-150}$	$\frac{151,8 \pm 3,8}{118-170}$	155	—	—	—
	Масса, г	37	$\frac{55,2 \pm 1,7}{37-85}$	$\frac{90,6 \pm 5,5}{38-116}$	86	—	—	—
	Количество рыб, экз.	1	41	14	1	—	—	—
Зал. Межево	Промысловая длина, мм	—	$\frac{166 \pm 2,9}{156-174}$	$\frac{171,8 \pm 1,6}{159-187}$	$\frac{176,8 \pm 1,4}{151-194}$	$\frac{176,4 \pm 3,2}{167-202}$	$\frac{181,7 \pm 5,1}{174-197}$	—
	Масса, г	—	$\frac{82 \pm 3,6}{70-93}$	$\frac{90,7 \pm 2,6}{64-123}$	$\frac{93,9 \pm 1,7}{66-119}$	$\frac{95,4 \pm 4,5}{75-124}$	$\frac{98,2 \pm 4,5}{88-109}$	—
	Количество рыб, экз.	—	5	26	37	12	4	—

В заливе Межево в этот же период времени было отмечено 91,5 % питающихся рыб, основу питания которых составили крупные представители зоопланктона представители сем. Daphniidae (99,96 % по массе и 100 % частоте встречаемости). Остальная часть пищевого комка приходилась на потребление постларвальных стадии хирономид. Индекс наполнения желудков был достаточно низким и в среднем составлял 7,09 ‰ при максимальном значении 83,37 ‰.

В Якимовском заливе питание окуня на 100 % состояло на потреблении дафний. Индекс наполнения желудков был выше чем в предыдущем заливе и в среднем составлял 25,36 ‰.

Список литературы

1. Берг Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран: в 3 ч. / Л. С. Берг. – Л. : Всесоюз. ИОРХ, 1932. – Ч. 1. – 544 с.
2. Лукьянчиков Ф. В. Состоянию запасов и перспективы организации рационального рыбного хозяйства в Осинском заливе Братского водохранилища / Ф. В. Лукьянчиков // Рыбохозяйственное освоение водоемов Восточной Сибири. – Иркутск, 1972. – С. 122–141.
3. Лукьянчиков Ф. В. Состоянию запасов и перспективы организации рационального рыбного хозяйства Угинского залива Братского водохранилища / Ф. В. Лукьянчиков // Рыбохозяйственное освоение водоемов Восточной Сибири. – Иркутск, 1972. – С. 141–155.
4. Лукьянчиков Ф. В. Состояние запасов и кормовая база рыб Братского водохранилища / Ф. В. Лукьянчиков, А. А. Томилов // Вопр. рыбного хозяйства восточной Сибири. – Иркутск, 1969. – С. 60–65.
5. Мамонтов А. М. Рыбы Братского водохранилища / А. М. Мамонтов. – Новосибирск : Наука, 1977. – 246 с.

Научный руководитель: канд. биол. наук, доц. А. Л. Юрьев

УДК 597.554.3(282.256.6)

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЕЛЬЦА И ПЛОТВЫ ВЕРХНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ЛЕНЫ (НА УЧАСТКЕ Р. КИРЕНГА – Р. ЧЕЧУЙ)

Н. С. Татарина

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
natalya-tat@bk.ru*

New data on biology of dace and roach dwelled the upper course of Lena River in the stretch from Kirenga River mouth to Chechuy River mouth are presented.

Биология карповых и других рыб в бассейне верхней Лены относительно подробно изучалась ранее в ряде озерных водоемов территории, имеющих рыбохозяйственное значение. Основное же русло реки, как и его притоки, особенно не крупные, до сих пор остаются слабо изученными, по ряду из них данные отсутствуют вовсе.

В настоящем исследовании основные биологические и экологические характеристики двух наиболее массовых видов карповых – сибирского ельца и плотвы – представлены на материалах сборов, осуществлявшихся на участке основного русла Лены от устья крупного левого притока р. Киренги до устья правого притока р. Чечуй протяженностью около 120 км. Русло реки здесь ориентировано на северо-восток, слабо извилистое, образует целый ряд весьма крупных по площади изрезанных протоками и старицами островов и имеет ширину от 300 до 600 м. Это последний и самый нижний по течению из относительно плотно заселённых участков долины Верхней Лены. Далее вплоть до устья р. Витим, принятого в качестве верхней границы среднего течения, присутствие человека резко ослабевает. Верхняя же часть изучаемого отрезка весьма хорошо освоена – здесь расположены крупные населенные пункты, транспортно-логистические центры перевозок по Лене и одна из основных эксплуатационных баз речного флота. Кроме того, на участке хорошо заметно присутствие компаний, сооружающих магистральные продуктопроводы углеводородов и крупных предприятий лесодобычи. Перечисленные техногенные факторы, а также пресс браконьерства представляют довольно серьёзные негативные влияния на ихтиофауну. В качестве базового фоновое локалитета для исследований было выбрано также устье и нижнее течение довольно крупного левого притока Лены – р. Пилюды близ нижней границы изучаемого участка.

Сборы проводились с мая по декабрь 2014–2017 гг. Лов рыбы проводился ставными сетями ячеей 22–36 мм. После лова рыба этикетировалась и фиксировалась 4 %-ным раствором формалина. Биологическому анализу было подвергнуто 471 экземпляр двух видов рыб. Возрастной ряд ельца в наших выборках оказался представлен восемью возрастными группами от 0+ до 7+, численно преобладали рыбы в возрасте 4+ и 5+, для которых значения средней промысловой длины и массы составили в возрасте 4+ 168,70 мм и 42,74 г, а для 5+ – 181,86 мм и 56,86 г соответственно (табл.). В максимальном возрасте 7+ промысловая длина ельцов достигала 210 мм, а масса 95 г. Структура выборок плотвы несколько отличалась: были представлены семь возрастных групп от 3+ до 9+, доминировали рыбы в возрасте 4+ и 5+, средние показатели их промысловой длины и массы составили соответственно более 170 мм и 50 г, и 190 мм и 80 г. В максимальном возрасте 9+ промысловая длина плотвы превышала 270 мм, а масса 230 г. Старше возрастные рыбы присутствовали в выборках единично (см. табл.). При сравнении показателей роста ельца из некоторых водоемов верхнего течения р. Лена были отмечены незначительные различия по длине и массе тела. Соотношение полов у ельца в наших выборках составило 1:1,5, а плотвы – 1:2,15 с преобладанием самцов. Абсолютная индивидуальная плодовитость (АИП) ельца с возрастом изменяется от 2 629 до 5 750 икринок, в среднем составляя 3

581 икринку, а средний показатель относительной индивидуальной плодovitости (ОИП) составил примерно 54 икринки. АИП плотвы с возрастом изменяется от 5 034 до 8 646 икринок, в среднем составляя 8 633,2 икринки, ОИП составила в среднем 102,4 икринки.

Таблица

Линейно-весовые показатели ельца и плотвы в основном русле р. Лены на участке р. Киренга – р. Чечуй

Вид	Пара метры	Возраст									
		0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+
Елец	1	57	110	$\frac{125,5 \pm 3,49}{83-167}$	$\frac{151,625 \pm 1,13}{110-155}$	$\frac{168,70 \pm 0,91}{145-204}$	$\frac{181,86 \pm 1,07}{160-200}$	$\frac{191,93 \pm 2,23}{112-212}$	$\frac{209,38 \pm 2,49}{193-252}$		
	2	1,05	10	$\frac{17,83 \pm 0,91}{8-30}$	$\frac{30,46 \pm 1,05}{18-94}$	$\frac{42,74 \pm 0,72}{25-64}$	$\frac{56,86 \pm 1,10}{41-81}$	$\frac{70,44 \pm 1,64}{44-98}$	$\frac{94,92 \pm 3,11}{82-175}$		
	3	1	1	40	80	112	74	43	13		
Плотва	1				$\frac{167,78 \pm 2,85}{143-185}$	$\frac{172,91 \pm 2,36}{149-199}$	$\frac{190,31 \pm 1,5}{175-220}$	$\frac{201,33 \pm 2,95}{183-213}$	252	$\frac{260 \pm 3}{257-263}$	
	2				$\frac{44,74 \pm 1,85}{29-60}$	$\frac{52,03 \pm 2,31}{30-76}$	$\frac{78,64 \pm 1,6}{58-101}$	$\frac{96,67 \pm 5,56}{61-124}$	175	$\frac{194 \pm 12}{182-206}$	$\frac{271 \pm 4,36}{264-279}$
	3				23	33	36	9	1	2	3

Примечание: 1 – промысловая длина, мм; 2 – масса, г; 3 – число рыб, экз.

Питание. Елец и плотва питаются обычно круглый год, однако интенсивность потребления пищи значительно меняется в зависимости от температурного сезона.

Елец наиболее динамично перестраивает собственные пищевые предпочтения в соответствии с сезонными характеристиками пищевой базы. Так, ранней весной основными компонентами пищеварительного тракта ельца являются бентосные организмы (90,79 % массы совокупного пищевого комка при 85%-ной встречаемости), преобладают личинки и куколки типично реофильных насекомых – ручейников (74,89 % и 60 % соответственно), и подёнок, а также гаммарусы. В меньшей степени присутствовали детрит (7,16 % и 10 %) и растительные остатки (2,05 % и 5 % соответственно). Именно детрит стал доминирующим (76,19 % по массе и 92,59 % встречаемости) компонентом питания в ап-

реле. В начале мая практически равное значение в питании ельца имеют бентосные компоненты (личинки стрекоз, ручейников, комаров-долгоножек, подёнок и гаммарусы) и семена высших водных растений, выносимые половодьем. В незначительном количестве встречается икра ранненерестующих рыб. К концу мая наблюдается серьёзное изменение спектра питания – преобладающей группой становятся наземно-воздушные насекомые (85,19 % по массе и 88,89 % встречаемости), в массе попадающие на поверхность воды. Начиная с второй половины лета бентосные компоненты возвращают ведущее значение в питании ельца: в июле их значение по массе достигает 85 % при 82%-ной встречаемости, а в сентябре – до 95 % при 83%-ной встречаемости.

В ноябре-декабре после заметного снижения температуры воды в реке интенсивность пищедобывательной деятельности карповых резко падает: от 70 до 99 % пищеварительных трактов ельца в это время были пустыми. Питание плотвы во всех выборках из русла Лены основано на потреблении организмов макрозообентоса. В незначительном количестве встречались растительные остатки и детрит.

Автор благодарен А. Л. Юрьеву и Ю. О. Тарakanову, оказавшим важную помощь при сборе и обработке материалов и консультациях.

Научный руководитель: канд. биол. наук, доц. В. П. Самусенко

УДК 631.871

РЕАКЦИЯ ПРЕФЕРЕНЦИИ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ К СУБСТРАТАМ, СОДЕРЖАЩИМ ВОДОРОСЛИ

И. А. Топчий, Г. О. Жданова

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
topchiyi@inbox.ru*

In the laboratory experiment was studied the preference activity of earthworms to substrates containing green filamentous algae.

Проблема загрязнения байкальской литорали биомассой зеленых нитчатых водорослей все еще актуальна. Предполагают, что их развитию способствовало повышение в прибрежной воде содержания нитратов и фосфатов [4]. Отмершая биомасса этих водорослей выносится на берег и гниет в огромных количествах. Такая ситуация особенно характерна для восточного берега Байкала. Одним из перспективных решений текущей проблемы является применение организмов, трансформирующих водорослевую биомассу в компост. Дождевые черви способны эффективно перерабатывать различные субстраты, в том числе и загрязненные бытовыми и промышленными отходами, в биогумус [2; 3]. На основании ска-

занного, представляло интерес выяснение возможности использования вермикультивирования для утилизации биомассы водных растений. Ранее было показано, что хорошим показателем пригодности субстратов для дождевых червей является метод определения предпочтения. Поэтому в данной работе была использована модификация данного метода [1].

В качестве объекта исследования использовали половозрелые особи гибрида красного калифорнийского червя *Eisenia fetida andrei* Bouche (1963). В лаборатории червей разводили в ящиках при температуре 20–25 °С и влажности 80–85 %. Червей кормили овощными остатками. Эксперименты по исследованию предпочтения червей проводили в пластиковых емкостях 16×12×5 см, разделенных на секции, число которых равнялось количеству модельных субстратов. В качестве субстратов использовали гомогенаты водных растений (*Elodea canadensis*, *Oedogonium* sp., *Spirogyra* sp., *Ulothrix* sp.), к которым добавляли серую подзолистую почву в объемном соотношении 1:1. Червей размещали на поверхности субстрата, в каждую секцию по три особи. Спустя 30 мин в каждой секции подсчитывали количество особей *E. fetida*.

Результаты опытов показали, что черви в большей степени выбирали в качестве кормового субстрата смесь почвы с *Oedogonium* sp. – $35 \pm 6,8$ %. Смесь почвы с *Spirogyra* sp. выбирали $28,5 \pm 9,3$ %, почвы с *Ulothrix* sp. – $24,0 \pm 4,5$ % особей *E. fetida*. Меньшее количество червей было зафиксировано в смеси почвы с *Elodea canadensis* – $12,4 \pm 2,0$ % (рис.).

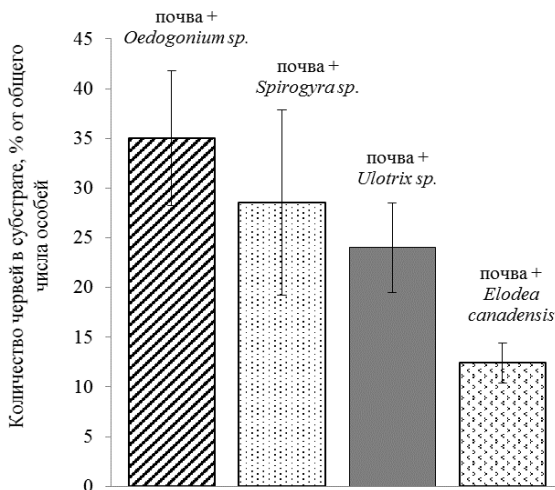


Рис. Предпочтения червей *Eisenia fetida andrei* Bouche (1963) к смесям водных растений *Elodea canadensis*, *Oedogonium* sp., *Spirogyra* sp., *Ulothrix* sp. с почвой (в соотношении 1:1) (количество особей червей в эксперименте – 12 шт.)

Таким образом, при исследовании преферентной активности дождевых червей к субстратам, содержащим водные растения, выяснилось, что черви *Eisenia fetida andrei* Bouche в большей степени тяготеют к модельным смесям на основе водорослей *Oedogonium sp.*, *Spirogyra sp.* и *Ulothrix sp.* Менее предпочтительным субстратом для олигохет оказалась кормовой субстрат, содержащий почву и фитомассу *Elodea canadensis*.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы» шифр конкурса 2017-14-585-0003 «Проведение исследований по отобранным приоритетным направлениям с участием научно-исследовательских организаций и университетов Индии» (проект RFMEFI58317X0060 «Биоремедиация и биоконверсия отходов с помощью комплекса фотосинтетических организмов и гетеротрофов в аэробных и анаэробных условиях с генерированием биоэнергии»).

Список литературы

1. Патент № 2215411 РФ, А 01 К 67/033. Экспрессный способ определения безопасных концентраций водорастворимых веществ при вермикультивировании / Потапов Д. С., Стом Д. И., Коряковцев А. А.; Иркут. ун-т. – № 98117992; Заявл. 01.10.1998; Опубл. 10.11.2003, Бюлл. № 31.
2. Чачина С. Б. Вермикомпостирование бытовых отходов с использованием дождевых червей: навозный червь (*E. fetida*) и калифорнийский червь (*E. andrei*) для получения биогумуса / С. Б. Чачина, О. С. Караваева // Экология. – 2014. – № 2. – С. 228–234.
3. Lim Su Lin Sustainability of using composting and vermicomposting technologies for organic solid waste biotransformation: recent overview, greenhouse gases emissions and economic analysis: Review / Su Lin Lim, Leong Hwee Lee, Ta Yeong Wu // Journal of Cleaner Production. – 2016. – Vol. 111, Part A. – P. 262–278.
4. Rapid ecological change in the coastal zone of Lake Baikal (East Siberia): Is the site of the world's greatest freshwater biodiversity in danger? / O. A. Timoshkin [et al.] // J. Great Lakes Res. – 2016. dx.doi.org/10.1016/j.jglr.2016.02.011.

Научный руководитель: д-р биол. наук, проф. Д. И. Стом

УДК 598.422.1:591.43(282.256)

ПИТАНИЕ СЕРЕБРИСТОЙ ЧАЙКИ НА ВОДОЕМАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

С. А. Федорова, М. С. Пыжьянова

Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
svetlanafedorova96@list.ru

This work is devoted to research of the feeding of the Mongolian Gull *Larus (argentatus) mongolicus* on the water bodies of Central Asia, namely Lake Baikal and Lake Hub-sugul. Research in this area was carried out in 1978 and requires updating, as the anthropogenic impact on these lakes has increased many times, which affects the number and behavior of seagulls.

Монгольская чайка является одним из самых массовых видов околоводных птиц на озерах Байкал и Хубсугул. В последнее десятилетие антропогенное воздействие на биоценозы этих озер возросло во много раз, что способствовало изменению как численности, так и поведения монгольской чайки. Значительным изменениям подверглось пищевое поведение чайки в современных условиях окружающей среды. Последние исследования в данной области проводились еще в 1978 г. Н. Г. Скрябиным и О. В. Размахниной на озере Байкал [1]. На данный момент полученные результаты значительно отличаются от данных за 1978 г. Что позволяет нам на основе данной работы оценить экологическую ситуацию на водоемах Центральной Азии.

Исследуемый материал был собран в летний период 2016–2017 гг. в ходе экспедиционных работ на оз. Хубсугул с о. Чулуун-Куйс; на оз. Байкал в бух. Песчаной с о-ва Бакланий камень; в Малом Море с колоний, расположенных на островах Большой Тойник, Едор и Баракчин.

Всего исследовано 58 пищевых комков птенцов монгольской чайки и 53 погадки. Из них 87 собрано на Байкале, а остальные 24 с оз. Хубсугул. Полученные результаты представлены в табл. 1, 2.

При сборе материала было отмечено, что большинство осмотренных птенцов были голодные. К примеру, в 2017 г. на о. Большой Тойник просмотрено 104 птенца, но ни одного пищевого комка не получено.

Из таблицы 1 можно сделать вывод, что большую часть рациона птенцов на Байкале как по встречаемости, так и по объему занимают насекомые, причем за один год объем потребления насекомых увеличился в 2,5 раза. В особенности много потребляют насекомых отряда жесткокрылых и прямокрылых (саранчовые). Далее идут рыбы – как в 2016 г., так и в 2017 г. Объем потребляемой рыбы не превышает 28 %. Стоит отметить, что только в 1 пищевом комке была обнаружена отрезанная голова омуля, т. е. это остатки с человеческого стола. В 2016 г. наблюдался у чаек и каннибализм – 26 % от объема при встречаемости 32 %.

Анализ погадок дал аналогичные результаты. В 2017 г. в большом количестве встречались хитиновые остатки насекомых, кости рыб, кости и перья птиц.

На Хубсугуле, как и на Байкале, больше всего встречались насекомые, на 2 месте по встречаемости стоят рыбы – косоогольский хариус и здесь также встречается каннибализм (в пищевом комке 1 птенца обнаружен птенец его же вида), что показано в табл. 2.

В сравнении с данными, полученными Н. Г. Скрябиным за 1978 г., можно сразу отметить, что кормовой состав питания монгольской чайки за 39 лет в значительной мере подвергся изменению [1]. Если раньше основу рациона составляли 12 видов рыб, основным из которых был омуль, то сейчас основной источник питания – это насекомые.

Таблица 1

Питание (пищевые комки) птенцов монгольской чайки на оз. Байкал в 2016–2017 гг.

№	Вид корма	2016 г.		2017 г.	
		Встречаемость (n = 25)	Объем (m = 345,9 г)	Встречаемость (n = 27)	Объем (m = 341 г)
1	Насекомые <i>Insecta</i>	44,0	26,5	88,8	65,09
2	Рыбы <i>Pisces</i> :	36,0	24,8	33,3	27,2
2.1	Омуль <i>Coregonus autumnalis</i>	—	—	3,7	6,7
2.2	Другие виды рыб (Головешка – ротан <i>Perccottus glenii</i> , Бычок – желтокрылка <i>Cottocomephorus grewinkii</i>)	12,0	3,3	3,7	4,9
2.3	Неподдающиеся определению остатки рыб	24,0	21,5	25,9	15,6
3	Птицы <i>Aves</i> : Птенцы <i>Larus argentatus</i>	32,0	26,2	—	—
4	Остатки пищи человека (морковь, картофель, помидоры, курица и пр.)	8,0	4,3	—	—
5	Прочее (песок, листья, ветки, камни)	88,0	17,7	37,0	5,8

Таблица 2

Питание (пищевые комки) птенцов монгольской чайки на оз. Хубсугул в 2016 г.

№	Вид корма	Встречаемость (n = 6)	Объем (m = 81,2 г)
1	Насекомые <i>Insecta</i>	50	33,14
2	Рыбы <i>Pisces</i> (Косогольский хариус <i>Thymallus nigrescens</i>)	33,3	16,2
3	Птицы <i>Aves</i> : Птенцы <i>Larus argentatus</i>	16,6	37,6
4	Прочее (песок, листья, ветки, камни)	66,6	13,3

Как и на Байкале, так и на Хубсугуле рыба в питании чаек встречаются очень редко, что вероятно связано с тем, что этот источник питания стал крайне труднодоступным. На Байкале это произошло за счет общего снижения рыбных запасов в связи с ее неконтролируемым выловом. Из-за этого чайки голодают и вынуждены переключаться на питание насекомыми и пищевыми отбросами туристов и жителей побережья Байкала. Происходит процесс изменения стратегии питания, из-за чего в первую очередь страдают птенцы, которые полностью зависят от родителей и молодые чайки, которые владеют более ограниченным набором методов добывания корма, и потребляют значительно менее разнообразную пищу, чем взрослые чайки. В настоящее время монгольские чайки находятся в депрессии, что выражается в низком проценте выживаемости птенцов и уменьшении их численности.

Список литературы

1. Скрыбин Н. Г. Питание чаек и крачек Байкала / Н. Г. Скрыбин, О. В. Размахнина // Роль птиц в биоценозах Восточной Сибири. – Иркутск, 1978. – Гл. 1. – С. 4–11.

НЕКОТОРЫЕ ЧЕРТЫ БИОЛОГИИ ШУКИ ОЗЕР БОЛЬШОЕ И МАЛОЕ КАПЫЛЮШИ (БАССЕЙН РЕКИ ВИТИМ)

Г. Б. Хлуднев

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
gosha00@inbox.ru*

Biological characteristics of the pike inhabiting lakes Bol'shoe (Bigger) and Maloe (Lesser) Kapilyushi from Tsypa-Tsyipkan (Baunt) lake system in Transbaikalia are described. Data on linear-weight growth, age structure and feeding habits are presented.

Ихтиофауна большинства водоемов Восточной Сибири в настоящее время остается недостаточно полно изученной. Это касается и озер Большое и Малое Капылюши по причине их труднодоступности для исследования.

Ципо-Ципиканские (Баунтовские) озера расположены в северо-восточной части Забайкалья, в придаточной системе р. Ципа. Основные промысловые озера: Бусани, Баунт, Большое Капылюши, Малое Капылюши, Доронг связаны между собой и р. Леной через притоки Ципикан, Верх. Ципа и Витим. Они расположены на 54–55° с. ш. и 112–113° в. д. на высоте 1100 м над у. м. в широкой выравненной четвертичными отложениями Ципа-Ципиканской впадине, относимой к байкальскому типу [4]. Озеро Большое Капылюши расположено в левобережье р. Ципикан. Его глубина 13 м и площадь зеркала 6400 га [1]. Сток осуществляется через искусственно спрямленную протоку длиной около 1 км в оз. Малое Капылюши. Глубина которого составляет 18 м и площадь 2030 га [1].

Цель данной работы стало изучение биологических показателей щуки (*Esox lucius*) из озер Бол. и Мал. Капылюши. В задачи входили сбор и обработка материалов по линейно-весовому росту, возрастному составу и питанию.

Сбор материала осуществлялся в весенний период 2009–2015 гг. Отлов рыб проводился ставными сетями с ячейей 24–40 мм в ночное время. Вся отловленная рыба измерялась в свежем виде на месте, пищеварительные тракты фиксировались 4%-ном раствором формалина. Обработка материала по питанию производилась в лабораторных условиях на кафедре зоологии позвоночных и экологии ИГУ, согласно общепринятым в ихтиологии методам [2; 3; 5]. В ходе проведенных исследований было собрано и обработано 60 экз. разновозрастных рыб.

Возрастной ряд щуки оз. Бол. Капылюши представлен особями от 0+ до 8+ при длине по Смитту от 157 мм до 611 мм и массе от 30 г до 2198 г. Наибольшее значение в уловах приходилось на рыб в возрасте 5+

(при длине 465 мм и массе 842 г). Максимальный возраст 8+ представлен единичной особью (611 мм и 2 198 г) (табл.).

В оз. Мал. Капылюши отмечались особи от 3+ до 7+ при длине по Смитту от 278 мм до 499 мм и массе от 161 г до 1002 г соответственно. Наибольшее значение в уловах приходилось на рыб в возрасте 5+ (427 мм и 583 г). Максимальный возраст 7+ представлен единичной особью (при длине 499 мм и массе 1 002 г) (табл.).

Таблица

Линейно-весовой рост щуки оз. Большое и Малое Капылюши

Водо-ем, автор	Показатель	Возраст, лет								
		0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+
Мал. Капылюши [наши данные]	Lsm, мм	–	–	–	$\frac{355.5}{278-433}$	$\frac{405}{385-425}$	$\frac{427.9}{391-467}$	$\frac{472.3}{432-502}$	499	–
	Q, г	–	–	–	$\frac{376.5}{161-592}$	$\frac{505}{478-532}$	$\frac{583.1}{440-721}$	$\frac{799}{621-947}$	1002	–
	n, экз.	–	–	–	2	2	11	6	1	–
Мал. Капылюши [4]	Lsm, мм	–	215	310	378	441	551	573	585	613
	Q, г	–	92	279	486	769	1645	2020	1991	225
Бол. Капылюши [наши данные]	Lsm, мм	$\frac{163.3}{157-179}$	$\frac{266}{298.5}$	$\frac{298.5}{282-309}$	$\frac{370.4}{336-394}$	$\frac{414.4}{398-435}$	$\frac{465.2}{440-504}$	$\frac{516.3}{502-526}$	–	$\frac{611}{2198}$
	Q, г	$\frac{38.4}{30-52}$	$\frac{159}{204.2}$	$\frac{160-239}{160-239}$	$\frac{382.2}{297-482}$	$\frac{584.8}{469-684}$	$\frac{842.2}{735-1031}$	$\frac{1168}{1090-1300}$	–	2198
	n, экз.	7	1	4	5	5	12	3	–	1
Бол. Капылюши [4]	Lsm, мм	–	191	275	345	405	470	546	621	667
	Q, г	–	66	211	425	726	1023	1631	2495	2763

Сравнивая показатели роста щуки из наших уловов с показателями роста во второй половине 70-х гг. прошлого столетия отмечается незначительное уменьшение линейно-весовых показателей у рыб из оз. Мал. Капылюши и схожие у рыб из оз. Бол. Капылюши.

По характеру питания щука является хищником. Основу ее питания в весенний период составляла рыбная пища.

В оз. Бол. Капылюши основу питания щуки в марте 2011 г. составлял баунтовский сиг (98,11 % по массе при 66,67 % частоты встречаемости). Остальную часть пищевого комка приходилась на потребление плотвы (0,15 % и 11,11 % соответственно) и *Gammarus lacustris* (0,03 % и 11,11 %). Индекс наполнения желудков, показывающий накормленность рыб, в среднем составлял $149,87 \text{ }^0_{000}$ при максимальном значении 597 ^0_{000} .

В питании щуки из оз. Мал. Капылюши, в этот же период времени, значительную роль играли плотва (30,29 % по массе при частоте встречаемости 66,67 %) и окунь (66,82 и 66,67 % соответственно). В меньшей степени отмечался елец (2,2 и 16,67 %). Накормленность рыб в среднем составляла $145,57 \text{ }^0_{000}$ при максимальном значении $377,3 \text{ }^0_{000}$.

Список литературы

1. Атлас Забайкалья. – М. : Изд-во ГУГК, 1967. – 187 с.
2. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. – М. : Наука, 1974. – 254 с.
3. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И. Ф. Правдин. – М. : Пищ. пром-ность, 1966. – 376 с.
4. Скрыбин А. Г. Рыбы Баунтовских озер Забайкалья / А. Г. Скрыбин. – М. : Наука, 1977. – 231 с.
5. Чугунова Н. И. Руководство по изучению возраста и роста рыб / Н. И. Чугунова. – М., 1959. – 164 с.

Научный руководитель: канд. биол. наук, доц. А. Л. Юрьев

УДК 597.552.511(571.55)

СЕЗОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ АРКТИЧЕСКОГО ГОЛЬЦАВ ГОРНЫХ ОЗЕРАХ СЕВЕРНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ

В. Ю. Шеленговский

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
qoktop-spyke@yandex.ru*

Trophic preferences of sympatric forms of Arctic Charr in mountain lakes of Northern Transbaikalia are proofed with new data obtained during under ice cover seasons.

Арктический голец (*Salvelinus alpinus* complex) имеет широкую циркумполярную область распространения в Голарктике, которая в плейстоцене простиралась далеко к югу. Так, из нижней части ленского бассейна гольцы проникли до северных горных систем Байкальского горного пояса [1; 2], заняв ныне автономный участок ареала, где они существуют в виде изолированных популяций, населяющих горные озёра. Все популяции вида имеют здесь особую ценность и статус охраняемых.

Характерные для гольцов высокое генетическое разнообразие и экологическая вариативность особенно наглядно проявляются в популя-

циях, населяющих изолированные озёра: в них арктический голец может образовывать несколько экологических форм (обычно выделяют крупную, мелкую и карликовую), осваивая таким образом в водоёме области с разными условиями обитания. Одним из важнейших механизмов формообразования является пищевая специализация гольцов [3]. В условиях жесткого дефицита пищи рыбы демонстрируют широчайшую степень эврифагии: их пищевыми объектами являются беспозвоночные из состава зоопланктона и макрозообентоса, постличиночные возрастные стадии амфибиотических насекомых (куколки, субимаго и имаго), наземные насекомые и рыбы. При этом разные симпатрические группировки обычно имеют разные пищевые ниши и часто существенно специализируются, оказываясь выраженными планктофагами или бентофагами, а в случае крупной формы – также ихтиофагами. «Глубину» специализации, очевидно, определяют характеристики водоёма и его пищевой базы и структура популяций гольцов (наличие или отсутствие симпатрических экологических форм и их численность).

Гольцы крупной формы – хищники, их жертвами становятся крупные виды рыб: речной голянь, пестроногий подкаменщик, сибирский голец. В плотно населенных только арктическим гольцом озёрах они существуют исключительно за счет каннибализма. Для гольцов мелкой формы рыба не основная пища, для карликов ихтиофагия несвойственна. Очевидно, сезонность в потреблении рыбы выражена наиболее слабо.

В течение двух-четырёх месяцев сезона открытой воды в июне-сентябре за счёт сезонных составляющих регистрируется наибольшее разнообразие компонентов питания гольцов. Особую роль играют массовые постличиночные стадии амфибиотических насекомых: в первую очередь хирономид, а также ручейников, веснянок и подёнок. Во время массового выплода они становятся предпочитаемой пищей мелких и карликовых гольцов. Очевидно, эта категория решительно важна для энергетического обеспечения соматического роста и созревания половых продуктов. В некоторых озёрах в рационе гольцов мелкой формы существенную роль играют наземные крылатые насекомые.

Таким образом, основу питания двух форм в большинстве озёр в течение как минимум восьми месяцев подлёдного сезона составляют зоопланктон и зообентос. Именно различия в использовании этих видов корма лежат в основе трофической дифференциации симпатрических группировок мелкой и карликовой форм [1]. В разных озёрах их представители по-разному разделяют эти пищевые ресурсы и обнаруживают разную степень специализации по питанию. В ряде водоёмов (озёра Леприндокан, Даватчан, Бол. Намаракит, Светлинское, Камканда, Кырлта-3,4) мелкие гольцы становятся высокоспециализированными планктофагами. Та же картина характерна для карликовых гольцов из озёр Бол. и Мал. Леприндо, Бол. Намаракит, Каларский Даватчан, Свет-

линское, Кудушкит. Специализированными бентофагами являются мелкие гольцы из озёр Номам и Падоринское, карликовые из оз. Камканда, Крестаки-1, Токко.

Экология питания арктического гольца в течение более чем полутора десятков лет изучалась в период открытой воды, когда эти удалённые водоёмы становятся доступными. Даже для вышеупомянутых озёр высокая степень специализации к планктонному или бентосному типу питания у гольцов карликовой или мелкой форм пока только прогнозировалась, хотя и с большой долей вероятности. В ряде же водоемов на основе сезонных данных пищевые предпочтения гольцов определённо не прослеживаются, так как они переключаются с одного вида корма на другой, временные же компоненты «маскируют» картину. Окончательное определение относительно «планктофагии» или «бентофагии», характерной для мелких или карликовых гольцов из конкретного водоёма стало возможным лишь после проведения подлёдных наблюдений с ноября по апрель на озёрах Бол. и Мал. Леприндо, Камканда, Токко, Кирылта-3,4, организованных в несколько последних лет.

Во многих случаях наши прогнозы оказались подтверждены. Полученная картина питания, не осложнённая временными компонентами, позволила яснее определить трофический статус мелких и карликовых гольцов из ряда упомянутых озёр. Явно выраженными в зимние месяцы остались пищевые предпочтения мелких гольцов из озёр Кирылта-3 и Камканда (планктофаги, массовая доля зоопланктона не менее 85 %, частота встречаемости не менее 85 %) и карликовых гольцов из оз. Камканда (бентофаги, массовая доля организмов зообентоса не менее 76 %, частота встречаемости не менее 60 %).

При этом получены новые подтверждения широкой пищевой пластичности гольца. В начале подлёдного периода в ноябре мелкие гольцы из оз. Кирылта-4, относимые к группе высокоспециализированных планктофагов, продолжали отдавать предпочтение этой группе (около 95 % массы пищевого комка при частоте встречаемости 95 %). Однако в марте-апреле значение планктона падает до 42 % по массе при 50%-ной встречаемости, тогда как доля личинок хирономид растёт до четверти массы пищевого комка при частоте встречаемости 55 %). Таким образом, в ситуации снижения доступности планктона гольцы демонстрируют здесь частичный переход на потребление бентосных компонентов. Схожая ситуация уже известна для карликов из оз. Даватчан.

Ожидаемо закономерно с начала к концу подлёдного периода снижается интенсивность питания и растёт доля непитающихся рыб, особенно среди планктофагов.

Таким образом, в водоемах Забайкалья обитают как неспециализированные гольцы-полифаги мелкой и карликовой форм, поедающие наиболее доступные в данный период виды корма, так и в разной степе-

ни специализированные к планктонному или бентосному типу питания. И мелкие, и карликовые гольцы могут быть как планктофагами, так и бентофагами, однако последние распространены реже.

Автор благодарен С. С. Алексееву, В. С. Хлыстову и А. Л. Юрьеву, оказавшим неоценимую помощь при сборе и обработке материалов и консультациях.

Список литературы

1. Алексеев С. С. Распространение, разнообразие и диверсификация арктических гольцов *Salvelinus alpinus* (L.) complex (Salmoniformes, Salmonidae) Сибири : дис. ... д-ра биол. наук / С. С. Алексеев. – М. : ИБР им. Н. К. Кольцова РАН, 2016. – 546 с.
2. Генетическая дифференциация Арктических гольцов (*Salvelinus alpinus*) Забайкалья, выявленная по микросателлитным маркерам / Н. В. Гордеева [и др.] // Вопр. ихтиологии. – 2010. – Т. 50, № 3. – С. 293–304.
3. Noakes D. L. G. Charr truth: sympatric differentiation in *Salvelinus* species / D. L. G. Noakes // Env. Biol. Fish. – 2008. – Vol. 83. – P. 7–15.

Научный руководитель: канд. биол. наук, доц. В. П. Самусенок

БИОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ

УДК 578.72:578.74:615.371

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЖИВЫХ ГРИППОЗНЫХ ВАКЦИН

Н. В. Бабич, С. И. Брызгалова

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
n.v.babich@mail.ru*

In Russia, the provision of its population with vaccines against potentially hazardous avian flu viruses and the strains A(H1N1) pdm and A(H2N2) is rated as a strategic priority.

Грипп – самое массовое инфекционное заболевание, поражающее людей. Ежегодно во всех странах мира гриппозные эпидемии наносят значительный социально-экономический ущерб. Вакцинация против гриппа – надежный способ защиты против опасной вирусной инфекции. С целью профилактики гриппа на территориях России регулярно проводится вакцинопрофилактика среди населения групп повышенного риска заболевания.

Чаще всего, у людей эпидемии вызывают вирусы гриппа А, которые делятся на подтипы, отличающиеся между собой строением поверхностных белков: гемагглютинина (Н) и нейраминидазы (N). В соответствии с их антигенной специфичностью в настоящее время выделяют 18 подтипов гемагглютинина и 11 подтипов нейраминидазы. Многие годы от больных гриппом людей выделяли только три подтипа вируса А: А(H1N1), А(H2N2) и А(H3N2) [1].

В России применяют два типа гриппозных вакцин: инактивированная (ИГВ) и живая (ЖГВ). Живая гриппозная вакцина имеет следующие преимущества перед инактивированными вакцинами:

1. ЖГВ вводится интраназально с помощью индивидуальных распылителей, а не путем инъекций.
2. Обладает более широким спектром действия при мутационных изменениях вируса гриппа.
3. Обеспечивает формирование всех компонентов иммунного ответа – гуморального, локального, клеточного.
4. Снижает циркуляцию инфекции среди населения.

Нынешняя живая российская вакцина основана на адаптированных к холоду вариантах штамма H2N2, комбинированного с эпидемическими штаммами H1N1 и H3N2 и с рекомбинированным вирусом гриппа В, адаптированного к холоду. Чувствительный к температуре вакцинный вирус будет хорошо размножаться в сравнительно холодных условиях носоглотки, но плохо размножаться в нижних отделах дыхательных путей. ЖГВ для интраназального введения была разработана в отделе вирусологии Института Экспериментальной медицины и в 1987 г. была внедрена в практику здравоохранения для профилактики гриппа у детей с 3 лет, взрослых и лиц пожилого возраста. ЖГВ является приоритетом российской науки, аналогичная живая интраназальная вакцина *FluMist/Fluenz* была зарегистрирована в Соединенных Штатах Америки только в 2003 г. (табл.).

Таблица 1

Спектр живых вакцин для профилактики гриппа

Наименование вакцины	Страна-производитель	Валентность	Год регистрации	Типы/подтипы вируса гриппа
<i>ИНФЛЮВИР</i> Вакцина гриппозная живая моновалентная, лиофилизат для приготовления раствора для интраназального введения	Россия (АО «НПО» Микроген в г. Иркутск)	Моновалентная	2009	Подтип <i>A/H1N1</i> (свиной грипп)
<i>Ультрагривак®</i> Вакцина гриппозная живая, лиофилизат для приготовления раствора для интраназального введения		Моновалентная	2008	Подтип <i>A/H5N1</i> (птичий грипп)
<i>Ультравак®</i> Вакцина гриппозная аллантоисная живая, лиофилизат для приготовления раствора для интраназального введения		Трехвалентная	2009	Подтипы <i>A/H1N1</i> /, <i>A/H3N2</i> / и тип <i>B</i>
Вакцина гриппозная аллантоисная живая (жидкая форма). Раствор для интраназального введения.		Трехвалентная	Проходит клинические испытания	Подтипы <i>A/H1N1</i> /, <i>A/H3N2</i> / и тип <i>B</i>
<i>FluMist/Fluenz</i>	США	Трехвалентная	2003	Подтипы <i>A/H1N1</i> /, <i>A/H3N2</i> / и тип <i>B</i>
<i>FlumistQuadrivalent</i>		Четырехвалентная	2014	Подтипы <i>A/H1N1</i> /, <i>A/H3N2</i> / и 2 типа <i>B</i>

Наименование вакцины	Страна-производитель	Валентность	Год регистрации	Типы/подтипы вируса гриппа
ЖГВ <i>A/H1N1pdm</i>	Тайланд	Моновалентная	2009	Подтип <i>A/H1N1</i> (свиной грипп)
<i>Nasovac</i>	Индия	Моновалентная	2010	Подтип <i>A/H1N1</i> (свиной грипп)
<i>Nasovac-S</i>		Трехвалентная	2014	Подтипы <i>A/H1N1</i> /, <i>A/H3N2</i> / и тип <i>B</i>
<i>ЖГВ</i>	Китай	Трехвалентная	Проходит клинические испытания	Подтипы <i>A/H1N1</i> /, <i>A/H3N2</i> / и тип <i>B</i>

В 2009 г. в Тайланде была произведена пандемическая ЖГВ *A/H1N1pdm*, проведены доклинические и клинические испытания и регистрация этой вакцины. Идет подготовка к регистрации предпандемической вакцины подтипа *A/H5N2* [1].

В 2010 г. была зарегистрирована индийская моновалентная живая пандемическая вакцина *A/H1N1pdm Nasovac*. Ее эффективность была изучена в г. Пуна, где отмечался высокий уровень заболеваемости населения пандемическим гриппом. В 2014 г. индийские специалисты закончили разработку трехкомпонентной сезонной ЖГВ и зарегистрировали ее. Также проводятся исследования по усовершенствованию производства вакцины; расширению рекомендованных для вакцинации возрастных групп; планируется производство жидкой формы ЖГВ на культуре клеток [1].

В Китае закончено строительство завода по производству живой гриппозной вакцины, и начаты клинические испытания. К 2019 г. в Китае планируют закончить регистрацию ЖГВ и начать ее производство [1].

По мнению экспертов Всемирной организации здравоохранения, именно живая гриппозная вакцина является наиболее эффективным средством защиты населения от вирусов гриппа, вызывающие не только сезонные эпидемии, но и глобальные пандемии.

Список литературы

1. Пандемии гриппа и подготовка живых гриппозных вакцин для их сдерживания / Е. М. Дорошенко [и др.] // Междисциплинарный научный и прикладной журнал «Биосфера». – 2016. – Т. 8, № 3. – С. 277–286.

Научный руководитель: канд. биол. наук, доц., О. Ф. Вятчина

ИЗМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* ПРИ ДЕЙСТВИИ ХИМИЧЕСКИХ И ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

В. Н. Бурцева, Л. А. Кокорина

*Иркутский государственный медицинский университет, г. Иркутск, Россия
lubovkokorina1990@yandex.ru*

When exposed to external factors, microorganisms may change their biological properties, including a set of pathogenicity factors. In experimental work it is offered to influence culture with vegetable preparations, and also the same preparations irradiated with the laser.

В контрольном варианте в качестве тестовой модели использована культура *Staphylococcus aureus*, которая выращивалась при температуре 37 °С на мясо-пептонном агаре (МПА). В опытных вариантах в МПА добавляли растительные препараты: отвар и настойку зимолюбки зонтичной, а также эти же препараты, облученные низкоинтенсивным лазерным излучением с длиной волны около 525 нм, с двумя экспозициями: 20 и 60 сек. У выросших культур в опытных и контрольном вариантах определяли набор факторов патогенности: гемолизин, фибринолизин, плазмокоагулазу, ДНК-азу, лецитовителлазу, каталазу, оксидазу, протеолитическую и дыхательную активность.

В результате проведенного исследования установлено, что в контрольном варианте тест-культура характеризуется наличием факторов патогенности, к числу которых относятся гемолизин, ДНК-аза, каталаза, дыхательная активность, по степени выраженности которых их следует отнести к низковирulentным.

Установлено, что биологическая активность исследуемых препаратов зависит от их концентрации. Так, при концентрации 0,3 % и 0,003 % отвара зимолюбки наблюдается изменение количества продуцируемых культурой факторов патогенности, и их активность характеризуется как средневирulentная. Кроме этого, в опытном варианте у тест-культуры проявляется плазмокоагулаза, лецитиназа и протеолитические свойства, не обнаруженные в условиях контроля. Интересно отметить, что степень выраженности исследуемых факторов агрессии у культуры максимально проявляется при концентрации 0,03 %.

При действии настойки зимолюбки на микробную популяцию отмечено, что 0,6 % и 0,006 % растворы препарата индуцируют наиболее выраженную активность набора факторов патогенности, чем отвар, поэтому культуру можно отнести к высоковирulentной. Минимальная активность изучаемых факторов наблюдается при действии 0,06 % настойки,

по сравнению с контролем появляются протеолитические свойства и усиливается процесс дыхания.

В следующем эксперименте, где культура подвергалась воздействию лазернооблученного препарата зимолюбки, наблюдается изменение учитываемых факторов. Так облученный отвар активизирует лецитиназные и протеолитические свойства *S. aureus*, незначительно увеличивая секрецию гемотоксина. Обращает на себя внимание, что при облучении препарата 20 или 60 секунд изменения носят одинаковый характер. Культура, на которую воздействовал облученный настой зимолюбки, расценивается как средневирulentная. Активировалась плазмокоагулаза, лецитиназа, гемолизин, протеолитическая и дыхательная активность. Зависимости от времени облучения, так же как и в варианте с отваром, не обнаружено.

Фибринолитическая и оксидазная активность не проявилась ни в контрольном, ни в опытных вариантах.

На основе выполненных экспериментальных исследований получено, что эффективность настоек зимолюбки выше, чем его отвар. Степень выраженности факторов патогенности имеет концентрационную зависимость. При облучении препаратов низкоинтенсивным зеленым лазером их активность изменяется, приводя к умеренному усилению факторов патогенности, и не носит дозозависимый от времени воздействия эффект.

Выражаем благодарность Кушееву Чингису Беликтуевичу и Ломбоевой Светлане Сергеевне за предоставленные лекарственные растительные препараты.

Научные руководители: канд.биол. наук, доц. Т. П. Денисова, д-р биол. наук, проф. Е. В. Симонова

УДК 579.222.4

БИОДЕГРАДАЦИЯ ПОЛИАРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ (НАФТАЛИНА) БАКТЕРИЯМИ ПОВЕРХНОСТНОГО МИКРОСЛОЯ ВОДЫ ОЗЕРА БАЙКАЛ

**А. Д. Галачянц, М. Ю. Суслова, И. И. Маринайте, М. А. Ивачева,
О. И. Белых**

*Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск, Россия
agnialgal@lin.irk.ru*

It was carried out an experiment on naphthalene degradation by pure cultures of heterotrophic bacteria isolated from Lake Baikal surface microlayer of water. High level of naphthalene biodegradation was shown.

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) являются широко распространенными стойкими загрязнителями окружающей среды [1]. На оз. Байкал повышенный фон ПАУ отмечен на участках интенсивных судоходных путей, в районах естественных нефтепроявлений. Лесные пожары также являются мощным источником ПАУ, поскольку эти поллютанты образуются при пиролизе органики и с теплом попадают в воду [3]. Основным фактором элиминации ПАУ из окружающей среды является жизнедеятельность микроорганизмов [2]. Водный поверхностный микрослой (ПМС) является физической границей между гидросферой и атмосферой. Гидрофобные свойства ПАУ обуславливают накопление этих веществ на границе раздела воды и воздуха, что приводит к резкому увеличению их количества в ПМС. Концентрация ПАУ в поверхностном микрослое может быть до 500 раз выше, чем в водной толще [5]. Известен ряд исследований, направленных на изоляцию из поверхностного микрослоя воды бактерий, осуществляющих деградацию ПАУ [4].

В 2015–2016 гг. в летний период зафиксировано большое количество пожаров на территории Прибайкалья и Забайкалья, что могло привести к повышению концентрации ПАУ на поверхности воды озера Байкал. Задачей настоящего исследования было оценить способность бактерий, населяющих поверхностный микрослой, деградировать ПАУ на примере нафталина. В эксперимент взяты 6 штаммов из коллекции чистых культур хемоорганогетеротрофных бактерий, изолированных из поверхностного микрослоя воды озера Байкал: *Pseudomonas* sp. P30.2 (MG905327), *Microbacterium* sp. NC4 (KY454508), *Massilia* sp. NC8 (KY454491), *Flavobacterium* sp. NC135 (LN832003), *Pseudomonas* sp. NC83 (KY454526), *Bacillus* sp. P29.2.1 (MG905355). Для определения способности бактерий деградировать нафталин суспензии исследуемых культур вносили в колбы с минеральной средой с нафталином в качестве единственного источника углерода. После засева колбы помещали на орбитальную качалку и выращивали в течение 5–20 сут. при температуре 25 °С. Контроль численности бактерий и измерение концентрации нафталина проводили на 1-е, 5-е и 20-е сутки эксперимента.

Численность бактерий в исследуемых культурах в ходе эксперимента увеличилась на 5-е сутки в 1,1–6,6 раз, максимальный прирост численности наблюдали для штаммов *Bacillus* sp. P29.2.1 и *Pseudomonas* sp. NC83 – в 6,6 и 3,9 раз, соответственно. На 20-е сутки эксперимента численность клеток в большинстве культур начала снижаться, исключение составил штамм *Pseudomonas* sp. NC83, численность клеток которого продолжала нарастать. Концентрация нафталина в ходе эксперимента снижалась как в экспериментальных колбах, так и в контрольных. В контрольных колбах это происходило за счет улетучивания нафталина через негерметичную пробку, в экспериментальных – за счет улетучивания и

биodeградации бактериями. При этом на 5-е сутки эксперимента биodeградации подверглось 70–87,5 % не улетучившегося нафталина. За 100 % принимали количество нафталина, оставшееся в растворе в контрольной колбе на 5-е сутки. Максимальное количество нафталина деградировал штамм *Bacillus* sp. P29.2.1 (87,5 %) и *Pseudomonas* sp. NC83 (84 %). На 20-е сутки эксперимента биodeградации подверглось 97,5–98,4 % не улетучившегося нафталина, самым активным деградатором был штамм *Pseudomonas* sp. NC83. За 100 % принимали количество нафталина, оставшееся в растворе в контрольной колбе на 20-е сутки.

Выявлена значимая прямая корреляционная связь между степенью биodeградации нафталина и приростом бактериальной численности как на 5-е, так и на 20-е сутки эксперимента (коэффициент корреляции Пирсона составил 0,9 и 0,8, соответственно, $p < 0,05$) (рис.).

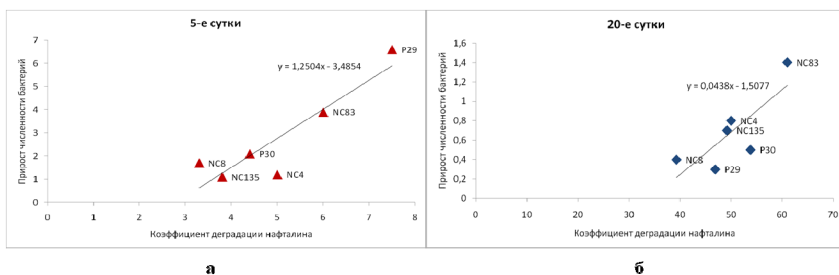


Рис. Зависимость степени деградации нафталина от прироста бактериальной численности, 5-е сутки эксперимента (а) и 20-е сутки эксперимента (б)

Примечание: коэффициент деградации нафталина – отношение концентрации нафталина в безбактериальном контроле к концентрации нафталина в бактериальной суспензии на 5-е (а) или 20-е (б) сутки эксперимента; прирост численности бактерий – отношение бактериальной численности на 5-е (а) или 20-е (б) сутки эксперимента к бактериальной численности на 1-е (а) или 5-е (б) сутки эксперимента, соответственно. Коэффициент корреляции Пирсона – 0,93 (а), 0,8 (б).

Список литературы

1. Бабошин М. А. Деградация полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) аэробными бактериями и ее кинетические аспекты / М. А. Бабошин, Л. А. Головлева // Микробиология. – 2012. – Т. 81, № 6. – С. 695–706.
2. Cerniglia C. E. Biodegradation of polycyclic aromatic hydrocarbons / C. E. Cerniglia // Biodegradation. – 1992. – Vol. 3, Is. 2–3. – P. 351–368.
3. Silva V. Toxicity assessment of aqueous extracts of ash from forest fires / V. Silva, J. L. Pereira, I. Campos [et al.] // Catena. – 2015. – Vol. 135. – P. 401–408.
4. Walczak M. Aromatic hydrocarbons decomposition by neustonic bacteria Part II – polycyclic aromatic hydrocarbons biodegradation / M. Walczak, W. Donderski, Z. Mudryk [et al.] // Polish Journal of Environmental Studies. – 2001. – Vol. 10, № 1. – P. 33–36.
5. Wurl O. A review of pollutants in the sea-surface microlayer (SML): a unique habitat for marine organisms / O. Wurl, J. P. Obbard // Marine Pollution Bulletin. – 2004. – Vol. 48, Is. 11–12. – P. 1016–1030.

СТАБИЛЬНОСТЬ МОРФОЛОГО-КУЛЬТУРАЛЬНЫХ И ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ У ДЛИТЕЛЬНО ХРАНЯЩИХСЯ МУЗЕЙНЫХ ШТАММОВ *BACILLUS THURINGIENSIS*

А. С. Григорьева, Т. Ю. Жабина, О. Ф. Вятчина

Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
nastuscha2011@yandex.ru

34 strains of *Bacillus thuringiensis* ssp. *thuringiensis*, *kurstaki*, *alesti*, *dendrolimus*, *canadensis* and unidentified to subspecies K 17-3 were explored after a long safekeeping period for 27–35 years at fish-peptone agar under paraffin oil at a temperature of +4...+6 °C. All cultures are able to create a δ -endotoxin, the majority of physiological and biochemical characteristics were stable.

Введение. Известны различные способы хранения микроорганизмов, и в частности, штаммов энтомопатогенных бактерий вида *Bacillus thuringiensis*: лиофилизация, хранение в трупном порошке, на агаризованных средах под вазелиновым маслом и др. [2; 4]. В литературе имеются немногочисленные сведения о сохранении биологических свойств этих бактерий после длительного хранения. Так, в работе [5] показано, что при хранении *B. thuringiensis* ssp. *israelensis* на агаризованных средах без пересевов и с пересевами наблюдались различия в стабильности штаммов: пересевы вызывали выщепление малоценных вариантов с низкой продуктивностью и биологической активностью, не обнаруживаемые при хранении без пересевов. Вместе с тем многие физиолого-биохимические признаки *B. thuringiensis* при многолетнем хранении оказываются достаточно стабильными, прежде всего, лецитиназная, протеолитическая, амилалитическая активности [2].

Цель данной работы заключалась в изучении морфолого-культуральных и физиолого-биохимических свойств музейных штаммов *B. thuringiensis* подвидов *thuringiensis*, *kurstaki*, *alesti*, *dendrolimus*, *canadensis* после длительного хранения.

Объекты и методы исследования. В качестве объектов исследования были взяты 34 штамма *B. thuringiensis* подвидов *thuringiensis*, *kurstaki*, *alesti*, *dendrolimus*, *canadensis* и штамм K17-3, не идентифицированный до подвида, хранившиеся в течение 27–35 лет. Культуры хранились в пробирках на скошенном рыбо-пептонном агаре под вазелиновым маслом при температуре +4...+6 °C [3].

Для изучения способности исследуемых культур образовывать кристаллы δ -эндотоксина готовили фиксированные окрашенные генциан фиолетовым препараты, которые просматривали под микроскопом «Carl Zeiss MicroImaging GmbH N 37081 Göttingen Germany». Диагностические

признаки изучаемых штаммов *B. thuringiensis* определяли в соответствии с дифференциальным ключом Баржак-Бонфуа [1].

Результаты и обсуждение. Проведенные исследования показали, что у всех штаммов *B. thuringiensis* сохранилась способность к образованию δ -эндотоксина. Форма белковых кристаллов специфична для штаммов определенных подвидов *B. thuringiensis*. Представители *B. thuringiensis* подвидов *thuringiensis* и *dendrolimus* образуют ромбовидные кристаллы. Для штаммов подвида *kurstaki* характерны крупные кристаллы кубической и неправильной формы. Неидентифицированный штамм К 17-3 продуцирует кристаллы δ -эндотоксина кубоидной формы, соединённые одной из своих граней со спорой.

При росте на скошенном РПА у всех культур рост был обильный сплошной, с волнистым, реже с ровным краем, белого цвета, матовый, блестящий, жирно-блестящий или тускло-блестящий, с гладкой или шероховатой поверхностью, с пастообразной консистенцией. При сравнении описания культуральных свойств исследуемых штаммов с исходными изменений не выявлено.

После длительного хранения (в течение 27–35 лет) большинство физиолого-биохимических признаков у исследуемых штаммов *B. thuringiensis* оказались довольно стабильными. Все культуры по-прежнему обладали высокой лецитиназной и протеолитической активностью (продуцировали коллагеназу и казеиназу), что характерно для патогенных, и в частности, энтомопатогенных микроорганизмов. У всех штаммов сохранилась способность образовывать амилазу. Вместе с тем восемнадцать штаммов в процессе хранения утратили способность продуцировать уреазу.

Достаточно стабильной оказалась способность культур гидролизовать эскулин. Изменения отмечали у двух штаммов 1 кс и К 2-2, у них появилось свойство разлагать эскулин, в то время как ранее они не обладали данной особенностью, и у штамма КШ-7(4)З, утратившего этот признак после 28 лет хранения. Семь культур, использовавших салицин при изучении в год их выделения, утратили эту способность в процессе хранения. У четырёх штаммов К 2-2, К 9, К 15 и 7-13кс выявлено несоответствие первичным данным такого диагностического признака, как ферментация сахарозы. По данным 1983 г. культуры К 2-2, К 9 и К 15 ферментировали сахарозу, а в 2017 г. – утратили эту способность, К 7-13кс – напротив, стала использовать сахарозу. Взятые для исследования штаммы характеризовались способностью образовывать АМК. После многолетнего хранения у 14 из 34 штаммов такой способности не было обнаружено.

У десяти культур изменился такой диагностический признак, как образование пленки при росте в МПБ. Семь штаммов утратили такое свойство, у трех, напротив, обнаружена такая способность.

Таким образом, проведённые исследования показали, что штаммы *B. thuringiensis* подвидов *thuringiensis*, *kurstaki*, *alesti*, *dendrolimus*, *canadensis* способны к образованию δ -эндотоксина, большинство физиолого-биохимических признаков оказались стабильными, в том числе, сохранилась высокая лецитиназная и протеолитическая активности, что косвенно свидетельствует о сохранности инсектицидной активности после длительного хранения (27–35 лет) культур в лабораторных условиях на питательной среде (рыбо-пептонный агар) под вазелиновым маслом.

Список литературы

1. De Barjac H. Mise au point sur la classification des *Bacillus thuringiensis* / H. De Barjac, A. Bonnefoi // Entomophaga. – 1973. – Vol. 18, 1. 1. – P. 5–17.
2. Вятчина О. Ф. Сохранение биологических свойств энтомопатогенных штаммов вида *Bacillus thuringiensis* после длительного хранения / О. Ф. Вятчина, О. Н. Павлова // Биоразнообразие микроорганизмов Восточно-Сибирского региона и их научно-практическое использование : тез. докл. регион. науч.-практ. конф. Иркутск, 2 нояб. 1999 г. – Иркутск, 1999. – С. 55–56.
3. Вятчина О. Ф. Экологические особенности энтомопатогенных бактерий вида *Bacillus thuringiensis*, циркулирующих в биоценозах Камчатки : дис. ... канд. биол. наук : 03.00.16 / О. Ф. Вятчина. – Иркутск, 2003. – 244 с.
4. Похиленко В. Д. Методы длительного хранения коллекционных культур микроорганизмов и тенденции развития / В. Д. Похиленко, А. М. Баранов, К. В. Детушев // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. – 2009. – № 4, т. 12. – С. 99–121
5. Смирнов О. В. Стабильность свойств ВТ Н14 при хранении / О. В. Смирнов, С. Д. Гришечкина // Проблемы создания и применения микробиологических средств защиты растений : тез. докл. Всесоюз. конф. Москва, 16–18 мая 1989 г. – М., 1989. – С. 96.

УДК 579.695

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИЙ БЕЗМЕМБРАННЫХ (ОДНОКАМЕРНЫХ) МИКРОБНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

С. С. Духнов, Г. О. Жданова

Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
spiralcrab@yandex.ru

A single-chamber (membrane-free) microbial fuel cell manufactured using readily available and inexpensive materials was proposed and tested.

Технология получения электрического тока с помощью микроорганизмов в микробных топливных элементах (МТЭ) – перспективное направление развития альтернативной энергетики [2; 3]. Однако из-за ряда ограничений исследования в этой области пока практически не вышли за рамки лабораторных исследований. Наиболее серьезным из существующих таких препятствий является дорогостоящая протонообменная мембрана, которая является важнейшим элементом стандартных двухкамерных МТЭ [1].

Целью данной работы являлась разработка новой конструкции безмембранного однокамерного МТЭ с применением недорогих стандартных материалов, которые могут быть легко приобретены в продаже.

Для упрощения изготовления МТЭ в качестве камерных ёмкостей применяли тройники для внутренней канализации из полипропилена Т-образного вида. В качестве крышки, закрывающей камеру в верхней её части, использовали заглушку для внутренней канализации. В заглушке проделывали два отверстия, через одно из них проходил изолированный медный провод длиной 11 см, через другое – силиконовая трубка, выходящая из камеры через водяной затвор. Трубка была необходима для отвода газов, которые могут вырабатываться в процессе жизнедеятельности микроорганизмов внутри камеры. С внутренней стороны крышки к проводу прикрепляли углеродную ткань «УРАЛ Т – 22РА» (ОАО «СветлогорскХимволокно» Республика Беларусь) размером 12×3 см (часть провода зачищали и вплетали зачищенную медную проволоку в углеродную ткань). Этот электрод располагался внутри камеры и в электрохимической реакции окисления субстрата микроорганизмами служил анодом (рис. 1).

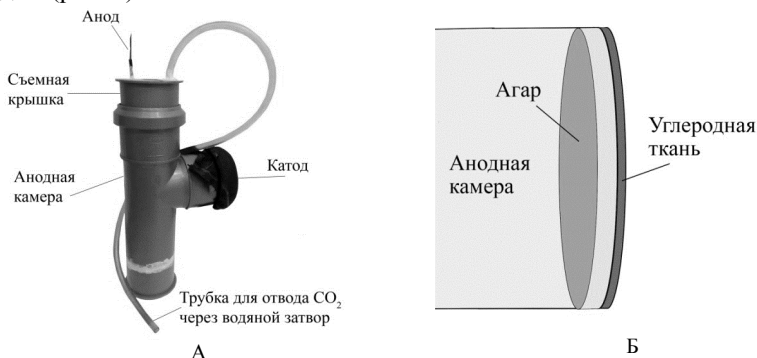


Рис. 1. Однокамерный микробный топливный элемент из ПВХ-деталей сантехнического назначения. А – однокамерный МТЭ в собранном виде, Б – схема устройства катода

К внешней стороне бокового отвода тройника закрепляли кусок углеродной ткани размером 7×7 см (катод). С внутренней стороны к катодному электроду заливали расплавленный бактериологический агар (1,5 %), который после застывания крепко прикреплялся к углеродной ткани и образовывал «пробку» в просвете трубы толщиной 1–1,5 см, которая отделяла катодный электрод от содержимого БТЭ (см. рис. 1).

Проверку работы полученных конструкций проводили при использовании в качестве биоагента коммерческого микробиологического препарата «АкваЭМ-1» («Приморский ЭМ-Центр», Владивосток, Россия). Основной рабочей средой в МТЭ служила модельная сточная вода с добавлением в качестве органического субстрата пептона (0,15 %).

Апробирование работы предложенной конструкции однокамерного МТЭ показало ее работоспособность. Так, в течение 48 ч эксперимента данная конструкция генерировала напряжение до 525 мВ, силу тока – до 690 мкА (рис. 2).

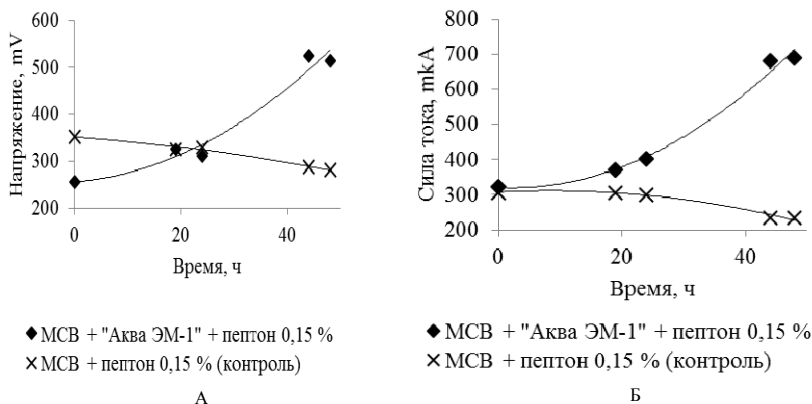


Рис. 2. Динамика напряжения (А) и силы тока (Б), генерируемых разработанной однокамерным МТЭ коммерческим микробиологическим препаратом «Аква ЭМ-1» (среда – модельная сточная вода, субстрат – пептон 0,15 %, электроды – углеродная ткань)

Таким образом, предложен безмембранный однокамерный МТЭ на основе недорогих стандартных материалов, которые могут быть легко приобретены в продаже. Значительный прирост показателей напряжения и силы тока, генерируемых микроорганизмами препарата «Аква ЭМ-1» в разработанных МТЭ за 2 сут эксперимента, свидетельствует о работоспособности изготовленной конструкции.

Работа выполнена при финансовой поддержке МОН РФ в рамках ФЦП (российско-индийский проект RFMEFI58317X0060 «Биоремедиация и биоконверсия отходов с помощью комплекса фотосинтетических организмов и гетеротрофов в аэробных и анаэробных условиях с генерированием биоэнергии»).

Список литературы

1. A review on sediment microbial fuel cells as a new source of sustainable energy and heavy metal remediation: mechanisms and future prospective / S. Z. Abbas [et al.] // International Journal of Energy Research. – 2017. – 23 p.
2. He Zh. One more function for microbial fuel cells in treating wastewater: producing high-quality water Zh. He // Chemik. – 2012. – 66 (1). – P. 3–10.
3. Overview on the developments of microbial fuel cells / V. B. Oliveira [et al.] // Biochemical Engineering Journal. – 2013. – Vol. 73. – P. 53–64.

Научный руководитель: д-р биол. наук, проф. Д. И. Стом

ИЗОЛИРОВАНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ДРОЖЖЕЙ ИЗ МОЛОЧНОКИСЛЫХ ПРОДУКТОВ МОНГОЛИИ

С. Дэлгэрмаа

Монгольский государственный университет науки и технологий,
Институт промышленных технологий, г. Улан-Батор, Монголия
delgermaa_s@must.edu.mn

We isolated and identified nine different yeast strains (*Galactomyces geotrichum*, *Cryptococcus* sp., *Kluyveromyces marxianus*, *Kluyveromyces lactis*, *Rhodotorula mucilaginosa*, *Candida zeylaoides* and three *Saccharomyces cerevisiae*) from airag and khoormog.

Монголы издавна употребляли в пищу такие кисломолочные продукты как кумыс и верблюжье молоко. В ходе данной работы мы изолировали из традиционных молочнокислых продуктов чистые культуры дрожжей, способных сбраживать лактозу.

Цель работы состоит в изолировании и идентификации лактозосбраживающих дрожжей с помощью традиционных микробиологических методов и цепной полимеразной реакции.

В ходе исследования нами выделены и изучены микробиологические свойства девяти чистых культур дрожжей с помощью API системы на 19 углеводах (табл. 1), результаты которой показаны в табл. 2.

Таблица 1

Ассимиляция углеводов

Культуры	Название углеводов																		
	GLU	GLY	2KG	ARA	XYL	ADO	XLT	GAL	INO	SOR	MDG	NAG	CEL	LAC	MAL	SAC	TRE	MLZ	RAP
11	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-
TS26	+	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-
776	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+

Таблица 2

Идентификация с помощью программы API LAB

Культуры	Вид	Идентичность, %
11	<i>Candida lusitaniae</i>	73,5
TS26	<i>Candida kefir</i>	98
776	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	93,5

Как видно из таблицы 2 идентификация с помощью API системы составляет 73–98 %. Для полной идентификации мы провели цепную полимеразную реакцию на данных штаммах дрожжей, результаты кото-

рой приведены в таблице 3. Нами использованы универсальные праймеры ITS1 (5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3') и ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3'). Секвенс анализ проведен с помощью бласт анализа из GenBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST/>). Полученные результаты сравнили с результатами идентификации с помощью API системы (табл. 3).

Таблица 3

Сравнение результатов

Культура	API 20C AUX	ITS1-5.8S-ITS2
11	<i>Candida lusitaniae</i> (73.5 %)	<i>Kluyveromyces marxianus</i> (99 % FJ838773)
TS26	<i>Candida kefyr</i> (98)	<i>Galactomyces geotrichum</i> (99 % JQ668729)
776	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (93,5)	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (100 % KF447149.1)

Как видно из таблицы, идентификация с помощью API системы недостаточно точна для идентификации. В дальнейшей работе мы использовали ЦПР. В таблице 4 показаны результаты анализа видовой принадлежности выделенных культур с помощью ЦПР.

Таблица 4

Видовая принадлежность культур

Культура	NCBI	Genbank number	Идентичность, %
TS26	<i>Galactomyces geotrichum</i>	JQ668729.1	99
9	<i>Cryptococcus sp.</i>	KU350382	100
10	<i>Kluyveromyces marxianus</i>	KC544505	99
11	<i>Kluyveromyces lactis</i>	KF646200	99
12	<i>Rhodotorulla mucilaginosa</i>	KY104880	99
13	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	KM029995	96
14,15(16–18)	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	CP006441.1	99
19	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	KF646202	99
20	<i>Candida zeylaoides</i>	KY102543	100

Как видно из таблицы, видовая принадлежность идентична на 99–100 %, что говорит о достоверности данного метода. Из молочнокислых продуктов нами выделены 3 штамма из вида *Saccharomyces cerevisiae*, 2 культуры из рода *Kluyveromyces*, по одной культуре из 3 других родов.

Вывод. В ходе данной работы нами выделены и идентифицированы 9 штаммов дрожжей, способных сбраживать лактозу. При установлении видовой и родовой принадлежности наиболее точной является метод ЦПР. При проведении данной реакции мы определили видовую принадлежность выделенных штаммов на 99–100 %, что говорит о достоверности данного метода.

ВЛИЯНИЕ ИСТОЧНИКОВ СВЯЗАННОГО АЗОТА И УГЛЕРОДА НА СОСТАВ БАЙКАЛЬСКОГО МЕТАНОТРОФНОГО СООБЩЕСТВА В НАКОПИТЕЛЬНЫХ КУЛЬТУРАХ

**А. С. Захаренко, О. В. Шубенкова, Ю. П. Галачянц,
И. В. Морозов, Г. В. Калмычков, Т. И. Земская**

*Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск, Россия
zakharenko@lin.irk.ru*

The aim of the study was to determine the influence of various sources of nitrogen and carbon on the Baikal methanotrophic communities.

Озеро Байкал – древнейший, пресноводный водоем, глубина которого достигает 1637 метров. Температура воды в глубоководной части озера постоянная и составляет +4 °С [1]. В некоторых районах озера отмечено поступление из донных осадков в водную толщу углеводородов, в том числе метана и нефти [2; 4; 5]. Уникальной группой микроорганизмов, структурно и функционально специализированной на аэробном использовании метана в качестве единственного источника углерода и энергии являются метанотрофные бактерии (МОБ) [6]. В лабораторных условиях был проведен эксперимент с добавлением разных источников связанного азота (KNO_3 и NH_4Cl) и углерода (CH_4 и CH_3OH) с целью определения их влияния на байкальские метанотрофные сообщества. Объектами исследования являлись микробные сообщества донного осадка (0–5 см) из района метанового сипа Посольская Банка (Южный Байкал), отобранного с использованием бентосной трубки с борта НИС «Г. Ю. Верещагин» в ходе летней экспедиции 2015 г., а также накопительные культуры метанотрофных бактерий, полученные из данной пробы. Культивирование природного микробного сообщества проводилось на жидкой минеральной среде Виттенбери [3] в условиях, приближенных к байкальским: при температуре +10 °С и pH 6,8–7,2. С помощью метода высокопроизводительного массового параллельного секвенирования выделенная ДНК из полученных накопительных культур и нативного осадка была проанализирована на платформе Illumina MiSeq в центре коллективного пользования «Геномика», Новосибирск. В результате пиросеквенирования региона V2-V3 гена 16S rRNA было получено 114119 последовательностей. В микробном сообществе из нативного образца метанотрофные бактерии составляли 5,7 % и были представлены последовательностями порядка *Methylococcales* (I тип). При культивировании природного микробного сообщества в атмосфере метана (4 об. %) отмечалось развитие метанотрофных бактерий I типа (порядок *Methylococcales*), последовательности которых не имеют культивируемых гомологов и образуют на филогенетических деревьях отдельные кластеры.

При использовании метанола в качестве дополнительного источника углерода выявлено значительное влияние на таксономический состав метанотрофных бактерий. Увеличение концентрации метанола в среде от 0,01 до 0,5 % приводило к угнетению роста метанотрофных бактерий и доминированию в сообществе метилотрофных бактерий порядка *Methylophilales*. Источники связанного азота не оказывали существенного влияния на состав метанотрофного сообщества. На среде с амонийным источником азота видовое разнообразие метанотрофов было представлено более разнообразно.

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме 0345-2016-0007 и гранта РФФИ № 18-34-00442 мол_а.

Список литературы

1. Атлас Байкала / ред. Г. И. Галазий – М. : Роскартография, 1993. – 160 с.
2. Нефть в озере мирового наследия / О. М. Хлыстов [и др.] // ДАН. – 2007. – Т. 414, № 5. – С. 656–659.
3. Enrichment, isolation and some properties of methane-utilizing bacteria / R. Whittenbury [et al.] // Microbiology. – 1970. – Vol. 61, Is. 2. – P. 205–218.
4. Gas hydrate of Lake Baikal: Discovery and varieties / O. Khlystov [et al.] // Journal of Asian Earth Sciences. – 2013. – Vol. 62. – P. 162–166.
5. Gas seeps in Lake Baikal-detection, distribution, and implications for water column mixing / N. G. Granin [et al.] // Geo-Marine Letters. – 2010. – Vol. 30, Is. 3–4. – P. 399–409.
6. Methanotrophic bacteria / R. S. Hanson, T. E. Hanson // Microbiology Review. – 1996. – Vol. 60, Is. 2. – P. 439–471.

УДК 579.26:574.586(57.083.31:57.083.13:57.017.82):282.256.341

ЧИСЛЕННОСТЬ КУЛЬТИВИРУЕМЫХ ГЕТЕРОТРОФНЫХ БАКТЕРИЙ В ЭПИЛИТИЧЕСКИХ БИОПЛЕНКАХ ОЗЕРА БАЙКАЛ

**Е. А. Зименс, Е. В. Суханова, Ю. Р. Штыкова, М. Ю. Суслова,
Г. В. Подлесная, Т. Я. Косторнова, И. В. Томберг, О. И. Белых**

*Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск, Россия
ekaterinasiemens93@gmail.com*

The aim of the work was to study quantitative and qualitative composition of various physiological groups of microorganisms in epilithic biofilms in Lake Baikal.

Прикрепленный образ жизни для микроорганизмов является более предпочтительным, так как на границе раздела фаз вода-твердое тело находится большое количество органических соединений, такие как липиды, белки, полисахариды и др. Эпилитические биопленки (на камнях) играют важную экологическую роль в окружающей среде, поскольку являются основными местами круговорота углерода, азота и других органических и неорганических веществ [2]. Данные сообщества реагируют на любые изменения естественной среды обитания уменьшением или

увеличением численности различных физиологических групп, изменением структуры сообщества, то есть могут служить индикаторами при изучении уровня антропогенной нагрузки на водную экосистему. Быстро адаптируясь к меняющимся условиям, микробное сообщество биопленок активно участвует в процессах самоочищения, что способствует поддержанию стабильности природных экосистем [1; 3]. Целью данной работы стало изучить количественный состав различных культивируемых физиолого-биохимических групп микроорганизмов сообществ эпилитических биопленок литорали озера Байкал.

Материалы и методы. В период с 4 по 9 августа 2017 г. в ходе экспедиционных работ (НИС «Г. Титов») отобраны пробы глубинной и поверхностной воды, а также природные камни с глубины 12–20 метров на четырех станциях: напротив п. Б. Коты ($51^{\circ}53'930''$, $105^{\circ}03'838''$), напротив п. Б. Голоустное ($52^{\circ}01'208''$, $105^{\circ}23'984''$), в проливе Ольхонские ворота ($53^{\circ}00'915''$, $106^{\circ}55'722''$) и вблизи бухты Ая ($52^{\circ}49'831''$, $106^{\circ}42'223''$).

Биопленки с каменистых субстратов соскребали в асептических условиях (2 см^2), после чего готовили десятикратные разведения и использовали их для микробиологического посева в двух повторностях. Пробы воды инокулировали в объеме 1 см^3 . Используя различные питательные среды и условия культивирования, определили численность: гетеротрофных (РПА/10, 22°C), аллохтонных (МПА, 37°C), амилолитиков (крахмальный агар, 22°C), протеолитиков (молочный агар, 22°C), липолитиков (яичный агар, 22°C), силикатных (глюкозо-содержащая среда с CaSiO_3 , 22°C), фосфатрастворяющих (ФРМ) (г/л: дрожжевой экстракт – 0,2, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ – 0,5, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,1, KCl – 0,2, глюкоза – 10, агар – 15 и растворы: CaCl_2 10 % – 60 мл, K_2HPO_4 – 10 % 40 мл) и фосфатмобилизирующих микроорганизмов (ФММ).

Результаты. Средние значения численности культивируемых гетеротрофных бактерий (ЧКГБ) для всех исследуемых станций колебались в интервале 723–396191 КОЕ/ см^2 в эпилитических биопленках, 126–781 КОЕ/ см^3 в водной толще и 66–246 КОЕ/ см^3 в придонной воде (табл. 1).

Показано, что ЧКГБ в эпилитических биопленках превышает таковую в глубинной и придонной воде на 2–4 порядка на станциях напротив пос. Бол. Голоустное, пролив Ольхонские ворота и бухта Ая. Максимальная ЧКГБ в биопленках показана для станций пролив Ольхонские ворота и бухта Ая.

Высокая численность аллохтонных микроорганизмов выявлена для проб эпилитических биопленок, отобранных на станции напротив пос. Бол. Коты и составила 104401 КОЕ/ см^2 , а для глубинной и придонной воды – на 3–4 порядка ниже, 128 и 68 КОЕ/ см^3 , соответственно. В то время как численность аллохтонных бактерий в биопленках на остальных станциях была ниже на 1–2 порядка (табл.).

Таблица

Численность физиолого-биохимических групп микроорганизмов в эпилитических биопленках (КОЕ/см²) и придонной воде (КОЕ/ см³)

Станция	п. Бол. Коты		п. Бол. Голоустное		пролив Ольхонские ворота		бухта Ая	
	I	II	I	II	I	II	I	II
Гетеротрофы	723	196	3003	86	110 293	246	396 191	66
Аллохтонные	104 401	68	1518	132	29 572	211	н. д.	н. д.
Протеолитики	61	66	36	14	9090	202	528	24
Амилолитики	2028	10	3	12	2518	0	3	5
Липолитики	1	76	488	2	25 563	14	772	6
Силикатные м/о	0	2	1906	1	206	1	75 093	16
ФРМ	20	0	23 753	0	20	0	42 216	9
ФММ	56	185	84	185	32583	198	457 985	7

Примечание: I – эпилитические биопленки, II – придонная вода; н. д. – нет данных.

В результате определения ферментативной активности бактериального сообщества эпилитических биопленок показано присутствие всех исследуемых групп микроорганизмов, а их численность сильно варьировала на разных станциях. Максимальное значение численности протеолитиков, липолитиков и амилолитиков выявлено в пробах биопленок, отобранных в проливе Ольхонские ворота (см. табл. 1).

Бактерии, обладающие способностью растворять силикат кальция, были выявлены на всех станциях кроме п. Б. Коты. Максимальная численность 75093 КОЕ/см² показана для проб, отобранных на станции в районе бухты Ая, что, вероятно, может быть связано с природой субстрата, на котором сформировалась биопленка. Так, например, известно, что при разрушении кварца микроорганизмы осуществляют деградацию полимеров кремния до мономерной стадии.

Наличие нерастворимых неорганических фосфатов свидетельствует об антропогенном воздействии на водоём. Индикаторами таких соединений являются ФРМ, способные переводить минеральные нерастворимые соединения фосфора в растворимое состояние. Максимальное количество ФРМ показано для проб, отобранных в районе бухты Ая. ФММ, разлагающие органические соединения фосфора с освобождением растворимых фосфатов, были отмечены на всех станциях. Стоит отметить, что для станции в районе бухты Ая была показана высокая численность гетеротрофных, силикатных, ФР и ФМ микроорганизмов, и вместе с тем отмечена более высокая концентрация фосфатов, общего и органического фосфора, а также органического вещества по ХПК, что свидетельствует о более высоком поступлении в данном районе органических веществ антропогенного характера.

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме № 0345-2016-0003 (АААА-А16-116122110061-6) «Микробные и вирусные сообщества в биопленках...».

Список литературы

1. Bacterial biofilms in nature and disease / J. W. Costerton, K. J. Cheng, G. G. Geesey [et al.] // *Annu Rev Microbiol.* – 1987. – Vol. 41. – P. 435–464.
2. Davey M. E. Microbial biofilms: from ecology to molecular genetics / M. E. Davey, G. A. O'Toole // *Microbiol Mol Biol Rev.* – 2000. – Vol. 64. – P. 847–867.
3. Flemming H. C. Biofouling in water systems-cases, causes and countermeasures / H. C. Flemming // *Appl Microbiol Biotechnol.* – 2002. – Vol. 59. – P. 629–640.

УДК 579.22

УТИЛИЗАЦИЯ ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗЫ НАТИВНОЙ ДРЕВЕСИНЫ БАЗИДИОМИЦЕТОМ *TRAMETES HIRSUTA* В УСЛОВИЯХ ТВЕРДОФАЗНОГО КУЛЬТИВИРОВАНИЯ

З. А. Ефременко, А. А. Приставка, В. П. Саловарова

Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
makar.efremenko@mail.ru

The activity of *Trametes hirsuta* enzyme systems and the degree of utilization of lignin and cellulose in a wood substrate during solid-phase cultivation are studied.

Ксилотрофные базидиомицеты – возбудители белой гнили, – уникальная группа организмов, обладающая комплексом окислительных ферментов способных к полному разложению лигноцеллюлозы. Ферменты этих грибов оказывают направленное воздействие на лигнин, в результате чего происходит разрыв связей и высвобождение реакционных групп. Этот механизм можно использовать, с одной стороны, для утилизации лигноцеллюлозных отходов, а с другой – для получения ценных продуктов, таких, как древесные биокomпозиты, являющиеся экологически безопасной альтернативой традиционным древесностружечным плитам (ДСП) [1].

Цель работы заключалась в исследовании способности различных видов базидиомицетов утилизировать основные компоненты древесины нескольких пород деревьев при твердофазном культивировании.

Объектом исследования являлись 6 видов грибов: 4 вида, изолированные из лесных экосистем юга Иркутской области (*Inonotus obliquus*, *Trametes hirsuta*, *Pleurotus ostreatus*, *Ganoderma applanatum*), и 2 коммерческих штамма (*Lentinula edodes*, *Ganoderma lucidum*).

Первичный скрининг грибов проводился на голодных агаризованных средах Чапека, в которые в качестве источника углерода и индуктора синтеза ферментов вносились опилки (1 %) или лигнин (0,5 %) с последующим определением линейной скорости роста грибных колоний.

Наиболее активный рост был отмечен у *Trametes hirsuta* – линейная скорость роста на средах с опилками и лигнином составила 1,6 мм/ч и 1,3 мм/ч соответственно (на контрольной среде с глюкозой – 2,8 мм/ч), что в 1,1–11 раз больше, чем у остальных протестированных видов.

Для оценки способности гриба *T. hirsuta* воздействовать на лигно-целлюлозу было проведено твердофазное культивирование на измельченной древесине нескольких пород деревьев – березы, осины, кедра, лиственницы; а также использовались смесь опилок разных видов с деревообрабатывающего предприятия. Культивирование проводилось в течение 30 сут. при 25 °С и влажности субстрата 70 %. Содержание лигнина в древесине до и после культивирования определяли серноокислым методом [2], целлюлозы – щелочным методом [5].

В результате исследований было установлено, что *T. hirsuta* способен эффективно утилизировать основные компоненты древесины – доля целлюлозы в обработанной грибом древесине практически во всех случаях снизилась в 2 раза по отношению к исходному субстрату, а доля лигнина – на 10–50 % в зависимости от принадлежности субстрата к хвойным или лиственным породам (рис.).

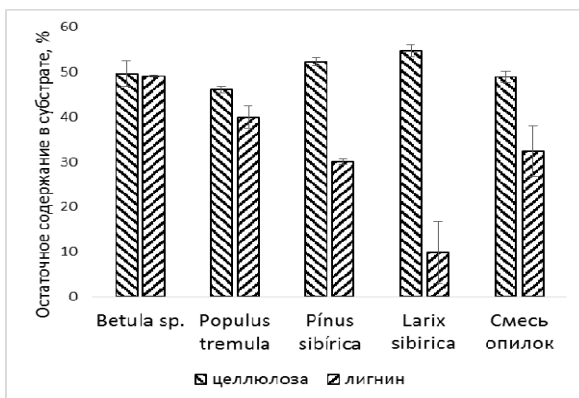


Рис. Степень утилизации лигнина и целлюлозы в древесине разных пород деревьев при твердофазном культивировании *Trametes hirsuta*

Для оценки активности внеклеточных ферментов гриба после завершения процесса твердофазного культивирования проводилась экстракция ферментов из остатков субстрата забуференной водой (На-ацетатный буфер, pH 4,6); в экстрактах были измерены общая целлюлазная, лакказная и лигнинпероксидазная активности [3; 4].

Сравнение полученных результатов с активностью аналогичных ферментов, продуцируемых грибом в условиях глубинного культивирования (среда сусло с добавлением 1 % опилок) позволило выявить следующие особенности:

- при твердофазном культивировании удельная активность повышается в 10–50 раз в зависимости от вида фермента, что объясняется специфичностью фермент-субстратных взаимодействий;

- способ культивирования влияет на долю ферментов целлюлазного и лигниназного комплексов: соотношение активностей «целлаза : лигнинпероксидаза : лакказа» в культуральной жидкости составило 1 : 4:3,5, а при твердофазном культивировании – 3,5 : 2:1, т. е. соотношение сдвинуто в сторону преобладания целлюлаз. Вероятно, это связано с разной доступностью индукторов синтеза целлюлаз и лигниназ при разных условиях культивирования и более выраженной биохимической сопряженностью процессов разложения лигнина и целлюлозы в условиях высокой плотности субстрата.

Таким образом, *T. hirsute* является перспективным продуцентом, способным использовать разные виды древесных субстратов и синтезировать достаточно активный лигноцеллюлазный комплекс

Список литературы

1. Рабинович М. Л. Теоретические основы биотехнологии древесных композитов / М. Л. Рабинович, А. В. Болобова, В. И. Кондращенко. – М. : Наука, 2001. – 264 с.
2. Determination of Lignin in Non-Wood Plant Fiber Sources / M. O. Bagby, G. H. Nelson [et al.] // The Journal of the Technical Association of the Pulpr. – 1971. – Vol. 54, N 11.
3. Ghose T. K. Measurement of cellulase activity / T. K. Ghose // Pure Appl. Chem. – 1987. – Vol. 59. – P. 257–268.
4. Induction of Laccase, Lignin Peroxidase and Manganese Peroxidase Activities in White-Rot Fungi Using Copper Complexes / M. Vrsanska [et al.] // Molecules. – 2016. – N 21. – P. 1–15.
5. On the determination of crystallinity and cellulose content in plant fibres / A. Thygesen, J. Oddershede, H. Lilholt [et al.] // Cellulose. – 2005. – N 12. – P. 563.

УДК 579.68

ОЦЕНКА АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ ПРИРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ АКТИНОБАКТЕРИЙ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ФИТОБЕНТОСНЫХ СООБЩЕСТВ ОЗ. БАЙКАЛ

**М. Е. Краснова, Д. В. Костка, Д. В. Аксёнов-Грибанов,
Е. С. Протасов, М. А. Тимофеев**

*НИИ биологии ИГУ, г. Иркутск, Россия
Байкальский исследовательский центр, г. Иркутск, Россия
marikras98@mail.ru*

Actinobacteria are Gram-positive bacteria, occupying a leading position among producers of antibiotics. Here we present that actinobacteria isolated from Baikal endemic algae is a new source of novel antibiotic with high biological activity.

Среди множества направлений биотехнологических и биомедицинских исследований одними из важнейших являются поиск и выделение новых природных соединений с фармацевтической активностью. Особое значение придается разработке новых антибиотиков, изначально синтезируемых микроорганизмами группы актинобактерии – объектами промышленной биотехнологии, молекулярной биологии и генной инженерии.

рии. Актинобактерии являются грамположительными бактериями и занимают лидирующее положение среди продуцентов антибиотиков. Необходимость поиска новых препаратов обусловлена появлением новых патогенов и увеличением резистентности микроорганизмов к ранее внедренным в клиническую практику антибиотикам.

Несмотря на проводимые исследования, поиск новых антибиотиков осложняется прежде всего тем, что основными продуцентами антибиотиков являются широко изученные почвенные бактерии, что снижает вероятность обнаружения новых биологически активных соединений и продуцентов. В связи с этим, особое внимание исследователей привлекают ранее неизученные сообщества эндемичных организмов, населяющих антропогенно ненарушенные экосистемы с уникальными эволюционными и экологическими характеристиками. Одним из перспективных мест поиска новых микроорганизмов является экосистема озера Байкал и ее обитатели.

Целью исследования являлась оценка биоразнообразия и антимикробных характеристик штаммов актинобактерий, выделенных из пресноводной байкальской водоросли *Draparnaldioides baicalensis*.

В ходе работы было выделено 9 штаммов актинобактерий, которые были идентифицированы с применением метода полимеразной цепной реакции посредством анализа нуклеотидной последовательности гена 16S рРНК. Установлено, что 5 штаммов принадлежали к роду *Streptomyces*. Так же нами выделено по 1 представителю родов *Saccharopolyspora*, *Micromonospora*, *Nonomuraea*, *Rhodococcus*. Стоит отметить, что ранее из озера Байкал и байкальских источников штаммов родов *Nonomuraea* и *Saccharopolyspora* выделено не было.

При проведении спектрофотометрического анализа антимикробной активности выявлено, что штаммы, выделенные из *Draparnaldioides baicalensis* активны по отношению к грамположительным, грамотрицательным бактериям и грибам. При этом, активность проявили как широко распространенные представители рода *Streptomyces*, так и представители редких родов *Saccharopolyspora* и *Nonomuraea*.

Настоящее исследование проведено при частичной финансовой поддержке проектов РНФ (17-14-01063), РФФИ (16-34-60060), проектов Минобрнауки РФ 6.9654.2017/8.9, 6.12738.2018/12.2, а также Фонда поддержки прикладных экологических разработок и исследований «Озеро Байкал»

НОВЫЕ ЛИНИИ АРХЕЙ И ИХ УЧАСТИЕ В ПРОЦЕССЕ АНАЭРОБНОГО ОКИСЛЕНИЯ МЕТАНА В ОСАДКАХ ОЗЕРА БАЙКАЛ

А. В. Ломакина, Т. В. Погодаева, И. А. Хальзов,
В. Г. Иванов, Т. И. Земская

Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск, Россия
lomakina@lin.irk.ru

In this work, we report the results of molecular analysis of archaea communities of different sites with a contrast mineralization of pore waters on Lake Baikal. In these sites we detected different a large taxonomic sampling of *Archaea* including all the new uncultured lineages.

Археи составляют значительную часть глобальной биомассы Земли. Ранее домен *Archaea* был представлен филумами *Crenarchaeota* и *Euryarchaeota*, среди которых известны метаногенные, гипертермофильные и галофильные археи. В последние годы благодаря развитию метагеномных исследований найдены и открыты новые филумы этого домена, а также классы, порядки и некультивируемые линии. Это привело к увеличению разнообразия архей в различных экологических нишах и установлению функциональной роли архей в микробных сообществах. Согласно базе данных NCBI было получено более 1062 архейных геномов, из которых 186 – из метагеномов, а 111 – это геномы из одной клетки [5]. В озере Байкал различными методами идентифицированы природные выходы углеводородов: грязевые вулканы, метановые и нефтяные сипы, районы приповерхностных залегающих газовых гидратов (ГГ) [2–4; 8; 11]. Возможность протекания анаэробного окисления метана (АОМ) в донных осадках озера Байкал основывалась на результатах измерений концентраций метана и наличия в донных осадках некоторых районов озера высоких концентраций отдельных ионов (сульфата, марганца, железа и аммония) – возможных участников данного процесса [1; 10; 12].

В донных осадках различных типов геологических структур озера Байкал охарактеризована структура микробных сообществ с использованием платформы массового параллельного секвенирования Roche 454 и реакции Сэнгера. Выявлены некультивируемые линии архей, роль которых в исследованных осадках не установлена. Это представители Marine Benthic Group D (MBG-D) и Terrestrial Miscellaneous Euryarchaeotal Group (TMEG). А также последовательности новых филумов, таких как *Thaumarchaeota* (их доля в сообществах некоторых районов достигала 100 % от всех проанализированных последовательностей), осуществляющие окисление аммония и образующие на филогенетических деревьях

отдельные кластеры с некультивируемыми представителями из холодно-водных экосистем. Последовательности *Bathyarchaeota* (ранее некультивируемая линия МСГ) в исследованных сообществах составили от 20 до 54,6 % [9]. Которые, возможно, осуществляют процессы АОМ, так как в их геномах детектирован ген *mcrA* – центральный ген АОМ [6]. А также детектированы анаэробные метанотрофные археи кластера ANME-2d, участвующие в процессе АОМ за счет обратного метаногенеза при участии нитрата в качестве акцептора электронов [7].

Таким образом, в донных осадках озера Байкал широко распространены представители новых филумов и некультивируемых линий домена *Archaea*, которые могут быть потенциальными участниками процессов АОМ.

Работа выполнена при поддержке Гос. задания 0345-2016-0007 и гранта РФФИ № 18-04-00244_а.

Список литературы

1. Гранина Л. З. Ранний диагенез донных осадков озера Байкал / Л. З. Гранина / ред. И. Б. Мизандронцев – Новосибирск : ГЕО, 2008. – 160 с.
2. Гидраты метана в поверхностном слое глубоководных осадков озера Байкал / Я. Клеркс [и др.] // ДАН. – 2010. – Т. 393, № 6. – С. 822–826.
3. Нефтегазоносность отложений озера Байкал / А. Э. Конторович [и др.] // Геология и геофизика. – 2007. – Т. 48, № 12. – С. 1346–1356.
4. Нефть в озере мирового наследия / О. М. Хлыстов [и др.] // ДАН. – 2007. – Т. 414, № 5. – С. 656–659.
5. The growing tree of Archaea: new perspectives on their diversity, evolution and ecology / P. S. Adam // The ISME Journal. – 2017. – Т. 11. – P. 2407–2425.
6. Methane metabolism in the archaeal phylum *Bathyarchaeota* revealed by genome-centric metagenomics / P. N. Evans [et al.] // Science. – 2015. – Т. 350. – P. 434–438.
7. Anaerobic oxidation of methane coupled to nitrate reduction in a novel archaeal lineage / M. F. Haroon [et al.] // Nature. – 2013. – Т. 500. – P. 567–570.
8. Gas hydrate of Lake Baikal: Discovery and varieties / O. M. Khlystov [et al.] // Journal of Asian Earth Sciences. – 2013. – Т. 62, № 1. – P. 162–166.
9. Diversity of Archaea in bottom sediments of the discharge area / A. V. Lomakina [et al.] // Geomicrobiol. J. – 2018. – Vol. 35. – P. 50–63.
10. New insights into the formation and burial of Fe/Mn accumulations in Lake Baikal sediments / L. M. Och [et al.] // Chem. Geol. – 2012. – Vol. 330–331. – P. 244–259.
11. Gas seeps in Lake Baikal-detection, distribution, and implications for water column mixing / N. G. Granin [et al.] // Geo-Marine Letters. – 2010. – Т. 30, № 3–4. – P. 399–409.
12. Geochemical and microbiological characteristics of sediments near the Malenky mud volcano (Lake Baikal, Russia), with evidence of Archaea intermediate between the marine anaerobic methanotrophs ANME-2 and ANME-3 / T. I. Zemskaya [et al.] // Geo-Marine Letters. – 2010. – Т. 30, № 3–4. – P. 411–425.

АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМЕ РАСТИТЕЛЬНО-МИКРОБНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ НА ПРИМЕРЕ МЕТАБОЛИЗМА ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

А. С. Морин

*Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН,
г. Иркутск, Россия
aconitkaaco@gmail.com*

Systems of plant-microbial interactions are an example of ecosystems that have an important application in crop production. New experimental and computational methods of bioinformatics and molecular biology make it possible to study deeply the mechanisms of interaction in these systems. The metabolism of phenolic compounds plays a leading role in initiating interactions and in determining the symbiosis specificity between specific species of bacteria and legumes, which makes the task of modeling the metabolism of these compounds an important step in the modeling of the systems under study. The use of bioinformatic methods makes it possible to quantify the parameters of a plant-microbial system, which will be a new step in the task of modeling such systems.

Системы растительно-микробных взаимодействий являются примером экосистем, имеющих важное приложение в растениеводстве [1]. Новые экспериментальные и вычислительные методы биоинформатики и молекулярной биологии позволяют глубоко исследовать механизмы взаимодействия в этих системах. Метаболизм фенольных соединений играет ведущую роль в инициации взаимодействия и в определении специфичности симбиоза между конкретными видами бактерий и бобовых культур, что делает задачу моделирования метаболизма этих соединений важным шагом в моделировании исследуемых систем. Применение биоинформационных методов, дает возможность количественно исследовать параметры растительно-микробной системы, что будет являться новым шагом в задаче моделирования таких систем.

Формирование азотфиксирующего клубенька на корне бобового растения представляют собой сложный многоэтапный процесс, в результате которого происходят глубокие структурные, физиологические, биохимические перестройки симбионтов. Выделяют следующие этапы: образование клубенька: хемотаксис, индукция, экспрессия под-генов клубеньковых бактерий и выделение под-фактора, скручивание корневых волосков, образование инфекционных нитей, деление клеток коры корня, морфогенез клубенька, проникновение бактерий в клетки растения, с последующим их преобразованием в бактериоиды, функционирование зрелого клубенька [2; 3].

Каждая стадия становления бобово-ризобияльного симбиоза сопровождается обменом биохимическими маркерами между растительными

и микробными агентами, и по сути является информационным процессом. Отдельно следует отметить, что множество соединений, продуцируемых растительным агентом симбиоза, могут оказывать неоднозначное влияние на его микробную составляющую.

Цель исследования: попытка моделирования бобово-ризобиального симбиоза как информационного процесса.

Образование и функционирование бобово-ризобиального комплекса является информационным процессом. Имеющиеся на сегодняшний момент данные о пути метаболизма сигнальных молекул, участвующих в данном процессе недостаточны для создания полноценной модели бобово-ризобиального комплекса, однако позволяют однозначно определить с направлениями дальнейших исследований.

Стадия прединфекционного взаимодействия наиболее сложна для моделирования, так как на этой стадии происходят сложные процессы, протекание которых зависит от множества факторов среды, таких как условия почв, биоразнообразие микрофлоры, видовая принадлежность и состояние растительного агента симбиоза, и температура. Чувствительность к продуктам экссудации бобовых растений у бактерий не одинакова, что вероятно влияет на видовой баланс почвенных бактерий.

Морфогенез клубеньков и регуляция развития эндосимбионтов сопровождаются активным обменом сигнальных молекул. Однако эти этапы симбиоза, с точки зрения информационных процессов, разительно проще предыдущих.

Список литературы

1. Взаимоотношения бобовых растений и клубеньковых бактерий на уровне доконттактных взаимодействий при формировании азотфиксирующих систем / Е. В. Кириченко // Физиология и биохимия культурных растений. – 2002. – Т. 34. – С. 95–101.
2. Роль аллелопатических соединений в регуляции и формировании бобово-ризобиального симбиоза / Л. Е. Макарова, В. И. Смирнов, Л. В. Клыба [и др.] // Прикладная биохимия и микробиология. – 2012. – Т. 48, № 4. – С. 394–402.
3. Структурно-функциональные особенности бобово-ризобиального симбиоза / Т. И. Новикова; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Центр. сиб. ботан. сад. – Новосибирск : Гео, 2008. – 170 с.

МОЛЕКУЛЯРНО-БИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДРОЖЖЕЙ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ЛЕСНЫХ ЯГОД

С. Мөнхшүр, С. Дэлгэрмаа

*Монгольский государственный университет науки и технологий,
г. Улан-Батор, Монголия
mtlmng@gmail.com*

The article is devoted to molecular-biological study of yeast isolated from wild berries.

В ходе данной работы мы провели сравнение метода API системы с биоинформационным методом на примере дрожжей рода *Saccharomyces*. При проведении анализа с помощью RAPD-PCR установлено, что культура C1 принадлежит роду *Saccharomyces*.

Цель исследования – определить видовую принадлежность дрожжей, выделенных с поверхностей лесных ягод.

Методы исследования. При проведении исследования нами использованы традиционные методы микробиологического исследования и метод цепной полимеразной реакции (RAPD-PCR).

Результаты исследования. С помощью традиционного метода микробиологических исследований нами выделены в чистом виде 5 колоний дрожжей. Изучены способность образовывать мицель, уреазная активность, спорообразование определено на пяти средах (табл. 1).

Таблица 1

Некоторые признаки дрожжей

№	Культура	Образование мицели	Спорообразование	Уреазная активность
1	D2	+	-	-
2	C1	-	-	-
3	D5	-	-	-
4	D4	-	-	-
5	D3	-	++	-

Как видно из табл. 1, выделенные культуры дрожжей не обладают уреазной активностью, что свойственно дрожжам класса сахаромиицес, споры образует культура D3, а культура D2 образует мицелий, что не свойственно сахаролитическим дрожжам. Для определения их видовой принадлежности нами проведена цепная полимеразная реакция, результаты которой показаны на рис. 1, 2.

Как видно из рисунков, культуры D4, 7, выделенные из облепихи, близки по родству к *Saccharomyces cerevisiae*, а культура D6 – к роду *Kluuyveromyces*, D3 – к роду *Pichia*.

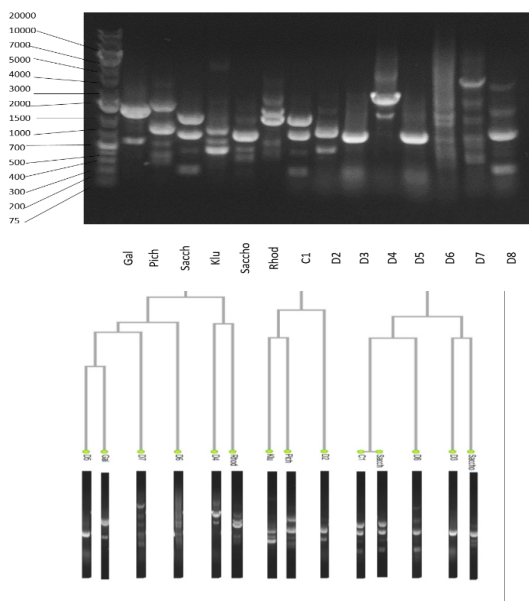


Рис. 1. RAPD-PCR праймер OPB19 5'-CAAACGTCGG

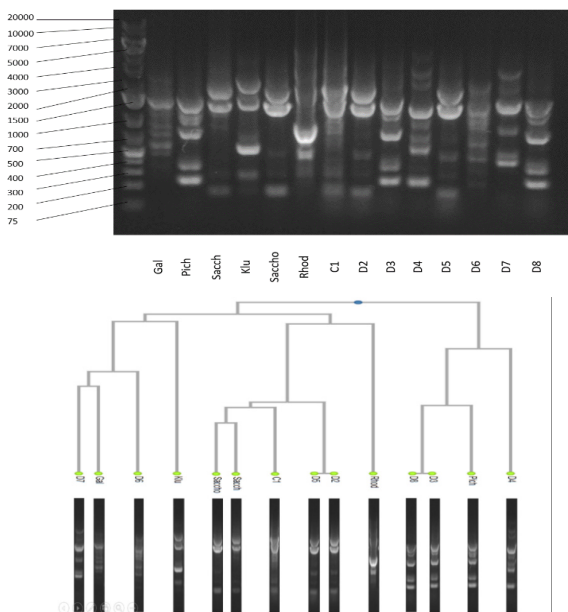


Рис. 2. RAPD-PCR праймер OPA-7 5'-GAAACGGGTG-3

Вывод. При исследовании родовой принадлежности выделенных чистых культур дрожжей нами проведена цепная полимеразная реакция, в результате которой было выявлено, что культуры дрожжей относятся к трем различным родам. В дальнейшем мы планируем провести более полное исследование по видовой принадлежности выделенных культур дрожжей.

Научный руководитель: доктор, Ph. D. Д. Долгоон

УДК 579.666(282.256.341)

ТЕРМОФИЛЬНЫЕ БАКТЕРИИ РОДА *THERMAEROBACTER* В ГАЗОНАСЫЩЕННЫХ ДОННЫХ ОСАДКАХ МЕТАНОВОГО СИПА ОЗЕРА БАЙКАЛ

А. С. Новикова, О. Н. Павлова, Т. И. Земская

*Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск, Россия
novikova.angelinka@mail.ru*

The aim of the work detection of thermophilic microorganisms in the sediments of the Lake Baikal, isolation of pure cultures and description of their physiological and biochemical properties. A thermophilic facultative anaerobic bacterium, related to the genus *Thermaerobacter* was isolated from the surface sediments of the methane seep Posolsk Bank (Southern Baikal).

Среди уникальных явлений природы на Земле озеро Байкал занимает особое место [1]. Байкал – самое глубокое пресноводное озеро нашей планеты, в донных отложениях которого обнаружены выходы нефте- и газосодержащих флюидов, грязевые вулканы и залежи метановых газогидратов [3]. Одним из районов выхода газовых гидратов является Посольская Банка – подводное поднятие, располагающееся юго-западнее дельты р. Селенги [4]. Состав бактериального сообщества в донных осадках Посольской Банки значительно отличается от таковых в других районах разгрузки углеводородсодержащих флюидов. Особенности состава микробных сообществ в этом районе обеспечивается наличием особых путей миграции газосодержащих флюидных потоков, с которыми в холодные поверхностные осадки могут поступать глубинные термофильные микроорганизмы [2].

Термофильные прокариоты – особая группа микроорганизмов, обитающая обособленными сообществами в местах максимально высоких температур и давления.

Из поверхностных осадков, отобранных в районе Посольской Банки, выделена чистая культура термофильного факультативно-анаэробного микроорганизма, отнесенного к роду *Thermaerobacter* (PB12/4term) порядок *Clostridiales*, филум *Firmicutes* (рис.).

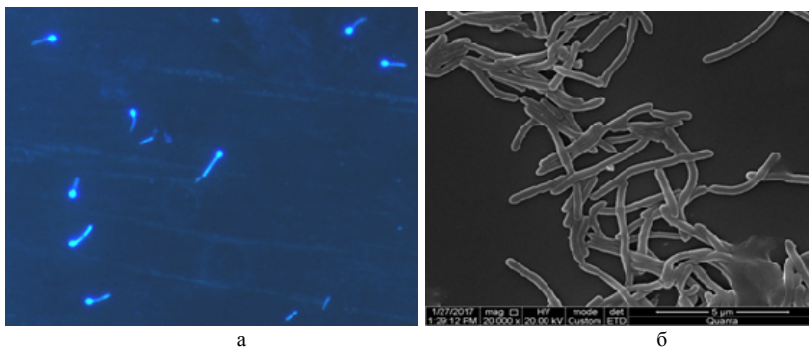


Рис. Морфология клеток штамма PB12/4term в аэробных (а) и анаэробных условиях (б). Сканирующая и эпифлуоресцентная микроскопия. Масштаб для (а) соответствует 5 мкм, для (б) 10 мкм

Типовой вид – *Thermaerobacter marianensis* изолирован из донных осадков наиболее глубокой точки Марианской впадины – «Challenger Deep» с глубины 10897 м [5]. Другие члены рода *Thermaerobacter* выделены из разнообразных экосистем: *T. nagasakiensis* из мелководного гидротермального вента в Японии [6], *T. subterraneus* – из Большого артезианского бассейна Австралии [7], *T. litoralis* – из прибрежных гидротермальных полей в Японии [8], *T. composti* – из илового компоста.

Клетки штамма PB12/4term – длинные прямые палочки толщиной 0,3–0,5 мкм и длиной 1,8–3,0 мкм с закругленными концами, подвижные за счет наличия монополярных жгутиков. Грамотрицательные. Штамм PB12/4term – единственный из всех представителей рода *Thermaerobacter*, способный расти как в аэробных, так и в анаэробных условиях с образованием спор. Рост наблюдался в диапазоне температур от 45 °C до 85 °C с оптимумом 70 °C. Нейтрофил. Выдерживает концентрацию NaCl в среде до 5 г/л. По типу питания PB12/4term миксотроф, в качестве донора электронов использует H₂, в качестве акцепторов Na₂S₂O₃, S, O₂. В аэробных условиях использует пептон, желатин и глюкозамин.

Ближайшим гомологом штамма PB12/4term является *T. nagasakiensis*, изолированный из гидротермального вента в Японии. Сравнительный филогенетический анализ гена 16S рРНК двух штаммов показал сходство на 99 %, анализ ДНК–ДНК гибридизации на 82 %.

Таким образом, впервые из донных осадков оз. Байкал выделен термофильный, факультативно-анаэробный микроорганизм р. *Thermaerobacter*. Несмотря на генетическую идентичность, штамм PB12/4term показал значительные физиолого-биохимические отличия от близкородственных видов р. *Thermaerobacter*. Полученные данные расширяют представления о функциональной активности представителей данного рода.

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме 0345-2016-0007, грантов РФФИ № 16-04-00181_а и № 18-34-00435 мол_а.

Список литературы

1. Байкал в вопросах и ответах / Г. И. Галазий // Добрый свет, 2017. – 6-е изд. – С. 15.
2. Филогенетическое разнообразие микробных сообществ в донных отложениях Посольской банки, оз. Байкал / С. М. Черницына [и др.] // Микробиология. – 2016. – Т. 85, № 6. – С. 652–662.
3. Gas hydrate of Lake Baikal / O. Khlystov, M. De Batist [et al.] // Journal of Asian Earth Sciences. – 2013. – Vol. 62, Is.1. – P. 162–166.
4. Stratigraphic and structural control on the distribution of gas hydrates and active gas seeps on the Posolsky Bank, Lake Baikal / L. Naudts, O. Khlystov [et al.] // Geo-Marine Letters. – 2012. – Vol. 32, Is. 5. – P. 395–406.
5. *Thermaerobacter marianensis* gen. nov., sp. nov., an aerobic extremely thermophilic marine bacterium from the 11 000 m deep Mariana Trench / K. Takai, A. Inoue [et al.] // International Journal of Systematic Bacteriology. – 1999. – Vol. 49. – P. 619–628.
6. *Thermaerobacter nagsakiensis* sp. nov., a novel aerobic and extremely thermophilic marine bacterium / T. Nunoura, S. Akihara [et al.] // Arch Microbiol. – 2002. – Vol. 177. – P. 339–344.
7. *Thermaerobacter subterraneus* sp. nov., a novel aerobic bacterium from the Great Artesian Basin of Australia, and emendation of the genus *Thermaerobacter* / M. Spanevello, H. Yamamoto [et al.] // International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology. – 2002. – Vol. 52. – P. 795–800.
8. *Thermaerobacter litoralis* sp. nov., a strictly aerobic and thermophilic bacterium isolated from a coastal hydrothermal field / R. Tanaka, S. Kawaichi [et al.] // International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology. – 2006. – Vol. 56. – P. 1531–1534.

УДК 579.266.2

БАКТЕРИИ КРУГОВОРОТА АЗОТА В ЛИТОРАЛЬНОЙ ЗОНЕ ОЗЕРА БАЙКАЛ

**Г. В. Подлесная, М. Ю. Суслова, Ю. Р. Штыкова,
Е. А. Зименс, Е. В. Суханова, И. В. Томберг, О. И. Белых**

*Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск, Россия
podlesnaya@lin.irk.ru*

The publication contains data on the number of bacteria participating in the nitrogen cycle in samples from the littoral zone of Lake Baikal.

Азот является одним из основных биогенных элементов, необходимых для функционирования всего живого на Земле. В природных водах азот присутствует в нескольких формах, которые под воздействием различных факторов постоянно переходят друг в друга и находятся в динамической взаимосвязи, описываемой в виде круговорота азота – глобального или частного [1]. Изучение процессов трансформации азотсодержащих соединений относится к числу важнейших задач экологии, поскольку позволяет приблизиться к более полному пониманию процессов, происходящих в водных экосистемах. Кроме того, биогеохимиче-

ский круговорот азота представляет собой ключевой механизм формирования качества воды и от количества азотсодержащих соединений зависит общая продуктивность водоема [3]. Определение количества бактерий, утилизирующих те или иные азотсодержащие соединения, позволяет в некоторой степени оценить их роль в процессах самоочищения водоема, что является весьма актуальным в условиях постоянно усиливающейся антропогенной нагрузки на водные экосистемы. В озере Байкал сведения о процессах биологического круговорота азота представлены единичными данными. Более ранние исследования В. А. Верхожиной с соавторами выявили слабое течение процессов азотфиксации и денитрификации в пелагиали озера и активное – в мелководных районах. Также отмечено, что баланс азота в озере непостоянен и зависит от времени и климатических изменений [2].

Целью данной работы являлось определение численности функциональных групп бактерий, участвующих в круговороте азота, а также выявление взаимосвязей между полученными количественными показателями и гидрохимическими параметрами.

В период с 4 по 9 августа 2017 г. в ходе экспедиционных работ был проведён отбор проб на четырех станциях, расположенных в литоральной зоне оз. Байкал: напротив пос. Бол. Коты; напротив пос. Бол. Голоустное; в районе бухты Ая; в проливе Ольхонские ворота.

Для комплексных исследований отобраны пробы поверхностного микрослоя (нейстон), поверхностной (10–20 см) и придонной воды, подняты твердые субстраты (камни) с биоплёнками с глубины 15–25 м. Численность физиологических групп бактерий цикла азота во всех исследуемых пробах определяли методом предельных разведений с использованием элективных питательных сред. Культивирование азотфиксирующих бактерий (АФ) проводили на твердой среде Эшби, аммонифицирующих бактерий (АМ) – в пептонной воде, денитрифицирующих (ДФ) – в жидкой среде Гильята при температуре 22–24 °С [4]. Содержание растворенных форм азота (нитритного NO_2^- , нитратного NO_3^- , аммонийного NH_4^+ и общего азота $\text{N}_{\text{общ}}$) определяли по стандартным методикам [5].

Проведенное исследование показало, что численность всех физиологических групп бактерий в биоплёнках твердых субстратов на несколько порядков выше, чем в пробах поверхностной и придонной воды. В биоплёнках максимальная численность АМ обнаружена на станции в районе б. Ая (523335 кл/см²), АФ и ДФ на станции в проливе Ольхонские ворота (336250 кл/см² и 8350 кл/см², соответственно). Минимальная численность АМ, АФ и ДФ выявлена на станции напротив п. Б. Коты (1055 кл/см², 635 кл/см² и 10 кл/см², соответственно). Также следует отметить, что численность исследуемых функциональных групп на всех станциях в пробах поверхностной воды была выше, чем в пробах придонной воды. Вероятно, это связано с колебаниями температуры воды, значения кото-

рой в период исследований в поверхностном слое находились в диапазоне от 18 до 20 °С, в придонном – от 7 до 9 °С. Повышение температуры стимулирует развитие фитопланктона, усиливается его фотосинтетическая деятельность и водоем обогащается растворенным органическим веществом, доступность которого приводит к возрастанию численности бактерий [3].

Вследствие того, что водная толща оз. Байкал хорошо аэрирована, численность денитрифицирующих бактерий как в пробах поверхностного микрослоя, так и в пробах поверхностной и придонной воды была не высокой. Максимальную численность ДФ детектировали в пробах поверхностного микрослоя на станции в районе пос. Бол. Коты (20 кл/мл). На станциях напротив п. Б. Голоустное и в проливе Ольхонские ворота, как в нейстоне, так и в поверхностном и придонном планктоне денитрификаторы не обнаружены. Коэффициент корреляции между численностью денитрифицирующих бактерий и гидрохимическими параметрами показал наличие высокой обратной зависимости с нитратами в пробах придонной воды ($R = -0,99$; уровень значимости – 0,05), свидетельствуя о тесной взаимосвязи данных показателей. Как известно, денитрифицирующие бактерии используют нитраты, восстанавливая их до газообразного азота, что объясняет обратную связь между этими параметрами. Другие значимые корреляции между численностью функциональных групп бактерий и гидрохимическими параметрами не обнаружены.

В целом, проведенное исследование позволило установить, что в литоральной зоне оз. Байкал наиболее интенсивно идут процессы минерализации органического вещества, о чем свидетельствует достаточно высокая численность аммонифицирующих бактерий и менее активно протекают процессы денитрификации.

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме 0345-2016-0003 (AAAA-A16-116122110061-6) «Микробные и вирусные сообщества в биопленках пресноводных экосистем...».

Список литературы

1. Бикбулатов Э. С. Гидроксиламин и гидразин в водных экосистемах / Э. С. Бикбулатов, Е. М. Бикбулатова, И. Э. Степанова. – Рыбинск : Рыбин. дом печати, 2007. – 128 с.
2. Верховина В. А. Биогеохимические процессы круговорота азота в экосистеме озера Байкал и их роль в процессах формирования качества воды / В. А. Верховина, Е. В. Верховина // Органическое вещество и биогенные элементы во внутренних водоемах и морских водах: Материалы V Всероссийского симпозиума с международным участием. – Петрозаводск, 2012. – С. 27–30.
3. Кузнецов С. И. Микробиологические процессы круговорота углерода и азота в озерах / С. И. Кузнецов, А. И. Саралов, Т. Н. Назина. – М. : Наука, 1985. – 213 с.
4. Родина А. Г. Методы водной микробиологии / А. Г. Родина. – М. ; Л. : Наука, 1965. – 364 с.
5. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. – Л. : Гидрометеоиздат, 2009. – 1032 с.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ПРОИЗВОДСТВА ПИТЬЕВОГО ЙОГУРТА

Н. Е. Русак, Т. Ф. Казаринова

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
nemerich-natasha@bk.ru*

Microbiological analysis of drinking yoghurt, the control of the sanitary condition of the equipment, the air of industrial premises was conducted. The influence of temperature on the shelf life and quality of the finished product is evaluated.

Создание продуктов нового поколения, продуктов для здорового питания, обогащенных биологически активными компонентами, способных уменьшить негативное влияние вредных пищевых факторов на здоровье человека и улучшить общее состояние организма, остается актуальной проблемой современного общества. Регулярное потребление таких продуктов в составе пищевого рациона соответствует принципам здорового питания, улучшая состояние здоровья и существенно снижая риск возникновения заболеваний. Йогурт – один из самых популярных кисломолочных продуктов у россиян. Как утверждает статистика, сегодня его постоянно употребляет около 30 % населения. На прилавках магазинов – богатейший ассортимент йогуртов. Постоянно разрабатываются новинки с различными вкусовыми и биологически активными добавками, а также разнообразной консистенцией [4]. На необходимость расширения ассортимента йогуртов и обеспечения их высокого качества указывают работы многих авторов [2; 3; 5; 8].

Цель работы: провести санитарно-микробиологическое исследование и оценить качество питьевых йогуртов, производимых предприятием ООО «Иркутский масло-жиркомбинат, молочный завод» г. Иркутска.

Проведен микробиологический анализ сырья (молока и вносимых компонентов), готовой продукции, санитарно-гигиенического состояния участка по производству йогурта.

Объектами исследования были 103 пробы сырого молока, поступающие на предприятие ООО «Иркутский масложиркомбинат, молочный завод» из более, чем 30 хозяйств; 225 проб готовой продукции; смывы с оборудования после мойки и дезинфекции непосредственно перед началом работы, а также пробы воды и воздуха цеховых помещений (розлив молока и йогурта), смывы с рук персонала.

На примере йогурта «Любимая чашка» черника, 2,5 % исследовано влияние температуры на срок хранения и качество готового продукта. Контролировали качество готового продукта в процессе хранения его в холодильнике при 4 °С и в лаборатории при 22 °С. Для этого упаковки йогурта на 1, 3, 5, 7, 10 и 12-й день хранения вскрывали и определяли в

продукте органолептические показатели, количество БГКП (бактерии группы кишечной палочки), дрожжей, мицелиальных грибов, проводили микроскопирование.

В результате исследования было установлено, что только 76 проб (73,8 %) были 1 и 2 класса, имели хорошие показатели (количество соматических клеток в пределах нормы, не содержали антибиотиков), что соответствует требованиям ГОСТ 31449 [1]. Выявлены хозяйства, поставляющие молоко низкого качества.

Микробиологический анализ проб готовой продукции показал соответствие требованиям нормативных документов. Срок хранения готового йогурта при температуре 4 °С без потери качества составляет 7 сут., что на 3 сут. меньше заявленного срока хранения.

Исследование смывов с оборудования не выявило наличие БГКП и КМАФАнМ, что свидетельствует о тщательной промывке и дезинфекции оборудования и о соответствии состояния оборудования СанПиН 2.3.4.551-96 [7]. Микробиологический анализ воды в цехе по производству йогурта показал, что вода соответствует СанПиН 2.1.4.1074 [6], воздух помещений на предприятии ООО «Иркутский масло-жиркомбинат» молочный завод соответствует оценке «хорошо» согласно СанПин 2.3.4.551-96 [7].

Рекомендовано обратить особое внимание на хозяйства, где выявлены пробы молока низкого качества. Для удлинения срока хранения готового продукта необходимо провести дополнительные исследования по применению специальных заквасок с незначительной тенденцией к перекисанию, а также обратить внимание на качество наполнителя.

Список литературы

1. ГОСТ 31449. Молоко коровье сырое. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2013. – 8 с.
2. Курнакова О. Л. Разработка и оценка потребительских свойств обогащенных йогуртов с использованием растительных ингредиентов : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15 / О. Л. Курнакова. – Орел. – 2014. – 20 с.
3. Мусина О. Н. Современное состояние биотехнологии комбинированных молочных продуктов (обзор). 2. Тенденции совершенствования основных видов комбинированных молочных продуктов / О. Н. Мусина // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – № 4. – С. 62–65.
4. Мусина О. Н. Тенденции развития направления «Молочные продукты для здорового питания» / О. Н. Мусина // Переработка молока. – 2016. – № 4. – С. 18–20.
5. Носкова В. И. Разработка технологии йогурта низколактозного маложирного : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.04 / В. И. Носкова. – Вологда–Молочное, 2006. – 18 с.
6. СанПиН 2.1.4.1074–01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества: санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М.: Минздрав России, 2002. – 62 с.
7. СанПиН 2.3.4.551–96. Производство молока и молочных продуктов. Санитарные правила и нормы. – М.: Информ. издат. центр Госкомсанэпиднадзора России, 1996. – 80 с.
8. Федотова О. Б. Повышение качества молочной продукции / О. Б. Федотова, Е. В. Шепелева // Мол. пром-сть. – 2004. – № 2. – С. 39–40.

САНИТАРНО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ НА ПИВОВАРНЕ «ХЕЙНЕКЕН БАЙКАЛ»

Г. А. Скобин, С. В. Афонина, А. П. Макарова

Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
grisha.skobin@mail.ru

The safety of drinking water in the epidemic relation is determined by its compliance with the standards for microbiological indicators. The indicator of the total microbial number gives an idea of the massiveness of bacterial contamination of water and the sanitary and hygienic state of the entire beer production line.

Проведена оценка качества воды по санитарно-микробиологическим показателям с учетом органолептических данных, регламентируемых соответствующими ГОСТами, санитарными правилами и методическими указаниями. Показатель общего микробного числа позволяет получить представление о массивности бактериального загрязнения воды с учетом сапрофитной микрофлоры. Присутствие общих колиформных *Escherichia coli communis* свидетельствует об загрязнении воды факторами антропогенного происхождения. В Российской Федерации гигиенические требования к качеству питьевой воды, подаваемой централизованными системами водоснабжения, изложены в санитарных правилах и нормативах «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованной системы питьевого водоснабжения. Контроль качества». СанПиН2.1.4.1074-01. Санитарные правила применяются в отношении воды, предназначенной для питьевых и бытовых нужд населения, а также для производственных целей, требующих применения воды питьевого качества. После главного ввода на пивоварне вода направляется в цех производства пива и в цех розлива, где она проходит через угольный и песчано-гравийный фильтры соответственно.

Периодичность микробиологических анализов воды составляет:

- 1) главный ввод – 1 раз в месяц;
- 2) после угольного фильтра – 2 раза в месяц;
- 3) после песчано-гравийного фильтра – 2 раза в месяц.

Основным методом исследования воды и других жидких проб является метод мембранной фильтрации.

В результате проведенных исследований установлено, что температура воздуха влияет на температуру воды и выживаемость микроорганизмов в ней. Большая протяженность водопровода усложняет контроля гигиенического состояния труб, а постоянная модернизация производства приводит к образованию застойных зон в водопроводе.

Наличие факторов загрязнения и трудность их ликвидации делает целесообразным внедрение на пивоварне дезинфекции воды. Для этой цели может послужить установление хлор-диоксидной установки.

В отличие от других дезинфицирующих средств, диоксид хлора убивает микроорганизмы, даже если они неактивны.

Диоксид хлора – дезинфицирующее вещество не хлорного типа, не образует свободный хлор. Благодаря уникальному строению молекулы диоксида хлора, основным действующим веществом является кислород, поэтому он экологически безопасен.

УДК 579.873

СОХРАНЕНИЕ СВОЙСТВ МУЗЕЙНЫХ ШТАММОВ АКТИНОМИЦЕТОВ ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ

Е. С. Смолич, Н. Е. Буковская

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
masechka93.93@mail.ru*

The properties of museum strains of actinomycetes has been studied after prolonged storage in laboratory conditions, their viability and enzymatic activity has been revealed.

Введение. Актиномицеты широко распространены в наземных и водных экосистемах. Наибольшее их количество и разнообразие представлено в почве.

Актиномицеты обладают разнообразными физиологическими метаболическими свойствами, такими как выработка внеклеточных ферментов. Актиномицеты являются экономически важным источником разнообразных биологически активных веществ (антибиотиков, гормонов, стероидов, витаминов, различных ферментов). Примерно 7600 биологически активных соединений образуются видами *Streptomyces*.

Поддержание штаммов, продуцентов различных биологически активных соединений, в рабочем состоянии, сохранение их ценных свойств являются важными условиями практически любой работы с микроорганизмами: от первичного изучения до использования их в производстве различных биопрепаратов.

Одним из самых простых методов непродолжительного хранения, не требующего дорогостоящего оборудования и в то же время незаменимым в повседневной работе с микроорганизмами, является субкультивирование. Метод заключается в периодических пересевах микроорганизмов на свежие питательные среды. Преимущества метода: простота, возможность визуального наблюдения за культурой. Недостатками же метода являются необходимость соблюдения регламентов пересевов, потребность в большом количестве посуды, питательных сред, значительные затраты времени, риск загрязнения культуры. При частых пересевах штаммы-продуценты из-за спонтанной диссоциации нередко могут терять или снижать способность к выработке целевых продуктов [1].

Цель данной работы: выявить жизнеспособность музейных штаммов актиномицетов после длительного хранения и изучить их ферментативную активность.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования служили 28 штаммов актиномицетов из коллекции музея микробиологии биолого-почвенного факультета ИГУ, выделенные из образцов почв в 2012 г. (12-4; 8-5; 10-t; 799; Ч-10; 4-2; 4кП-I; 56; 6-1; Ч-8; 2-2; 3-1(07); Чк; 26; 2-7; 2-5; 1-с; Т-2; 3р; Т-3; Ч-1; 26 БЕА; Ф-1; К-10; 7-1; P-2dc str; 4-3; № 1с ББА) и 22 штамма актиномицетов (№ 1 – № 22), выделенные в 2015 г.

Актиномицеты, выделенные в 2012 г., хранились в холодильнике при температуре +4 °С и подвергались периодическим пересевам 1 раз в год.

Для определения жизнеспособности культуры актиномицетов выращивали на среде Гаузе. На 2-е и 7-е сут. культивирования визуально выявляли интенсивность и характер их роста, наличие пигмента. Все посевы проводили в двух повторностях.

Для изучения морфологических и физиолого-биохимических признаков использовали классические методы исследования [3]. Для изучения морфологии актиномицетов готовили препарат «отпечаток».

Результаты и обсуждение. В результате проведенных исследований у 49 штаммов актиномицетов, взятых из коллекции музея микробиологии, на 7-е сут. наблюдался умеренный или обильный рост, что говорит о жизнеспособности этих культур. Один штамм актиномицета (№ 2, выделенный в 2015 г.) уже после 6-месячного хранения оказался нежизнеспособным.

При изучении морфологических признаков актиномицетов методом прямого микроскопирования были обнаружены различные формы споросцев вида RF и RA [2].

На основании изучения морфолого-культуральных признаков исследуемых музейных штаммов актиномицетов было установлено, что они принадлежат к семейству *Streptomycetaceae* роду *Streptomyces*. Окраска хорошо растущего спороносящего воздушного мицелия и его строение позволили отнести исследуемые штаммы к секциям *Albus*, *Cinereus*, *Roseus*, *Azureus*, *Helvolo-flavus*.

Исследование ферментативной активности было изучено у 49 музейных штаммов актиномицетов. Определение целлюлазной активности выявляли на среде Гетчинсона. Выявлено, что 33 штамма из 49 обладают целлюлазной активностью. Наибольшим уровнем активности обладали стрептомицеты секции *Cinereus* (Ф-1; 1с ББА; Ч-1; 3-1(07); 4-2; 4кП-I) и секции *Albus* (7-1).

Определение протеолитической активности выявляли при росте на МПЖ, а казеинолитической – на обезжиренном молоке. Установлено, что из 49 штаммов 9 обладают протеолитической активностью (разжижают желатину), а 23 – выделяют в среду пигмент без разжижения жела-

тины. Все исследуемые штаммы не проявили казеинолитическую активность, т. е. не пептонизировали молоко.

При проведении тестов на наличие амилалитической активности выявили, что из 49 исследуемых культур крахмал гидролизуют все, кроме штаммов № 8 и № 12.

Для определения олигонитрофильности – способности актиномицетов расти при следовых количествах азота – использовали безазотистую среду Эшби. Обильный рост на среде Эшби может свидетельствовать о принадлежности актиномицетов к азотфиксаторам. Все исследуемые актиномицеты являются олигонитрофилами. Наиболее выраженной олигонитрофильностью обладают 10 штаммов, из которых 7 относятся к секции *Cinereus* (№ 16, 19, 4кП-I, Ч-8, 3-1(07), 2б, 2-5, 1с ББА).

Полученные нами результаты позволяют предполагать практическое использование изученных музейных штаммов актиномицетов, обладающих высокой жизнеспособностью после длительного хранения и ферментативной активностью.

Список литературы

1. Герна Р. Хранение микроорганизмов. Методы общей бактериологии: пер. с англ. / Р. Герна ; под ред. Ф. Герхардта [и др.]. – М. : Мир, 1983. – 534 с.
2. Определитель актиномицетов / Н. Ф. Гаузе [и др.]. – М. : Наука, 1983. – 245 с.
3. Практикум по микробиологии : учеб. пособие для студ. вузов / А. И. Нетрусов [и др.] ; под ред. А. И. Нетрусова. – М. : Академия, 2005. – 608 с.

УДК 57.083.182+504.062.4

ХАРАКТЕРИСТИКА УГЛЕВОДОРОДОКИСЛЯЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ, ИЗОЛИРОВАННЫХ ИЗ НЕФТИ ВЕРХНЕЧОНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ПЕЧНОГО ТОПЛИВА

Е. Г. Соловьева, О. Ф. Вятчина

Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
olgairk3@rambler.ru

Five cultures of hydrocarbon oxidizing bacteria were isolated from the oil sample received from Verkhnechonskoye oilfield. On the basis of morphological-cultural and physiological-biochemical features, the isolates are referred to the genus of *Arthrobacter*. From spent domestic heating fuel were isolated six strains of it. Four are of *Arthrobacter* sp. and two of *Bacillus* sp. The most petro destructive-active were five strains of *Arthrobacter* sp. PT 1-1, PT 1-2, H 5-2, H 6-2 and *Bacillus* sp. PT 3-2. For hexadecane, three isolates of *Arthrobacter* sp. PT 1-2, H 5-2, H 6-2.

Введение. Углеводородокисляющие микроорганизмы (УОМ) распространены в различных водных и почвенных экосистемах, особенно загрязнённых углеводородами нефти [2]. Их обнаруживают в составе

микробных сообществ глубоководных и подземных месторождений нефти [6; 7]. УОМ могут колонизировать автомобильные двигатели, контаминировать топлива, другие нефтепродукты, вызывая при определенных условиях их биоповреждение [1; 3; 5].

Цель данной работы: провести микробиологический анализ образца нефти Верхнечонского нефтегазового месторождения и печного топлива и выделить чистые культуры УОМ.

Объекты и методы исследования. В качестве объекта исследования использовали образец нефти Верхнечонского нефтегазового месторождения, расположенного в Катангском районе на севере Иркутской области и отработанное печное бытовое топливо (без признаков биоповреждения).

Для выделения УОМ использовали метод накопительной культуры. Элективной средой служила жидкая среда № 1 следующего состава (%): KNO_3 – 0,40; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,08; KH_2PO_4 – 0,06; Na_2HPO_4 – 0,1, гексадекан – 1,0. Для получения чистых культур УОМ применяли плотную среду № 1. Морфолого-культуральные и физиолого-биохимические свойства изолятов изучали при помощи общепринятых методов [4]. Способность выделенных штаммов к росту на нефти определяли, используя в качестве фоновой жидкую среду № 1. Инкубирование проводили в течение 14 сут. при + 30 °С. Рост культур и степень деструкции нефтяной пленки оценивали визуально.

Результаты и обсуждение. В результате проведенных исследований было выделено одиннадцать штаммов углеводородокисляющих бактерий, в том числе, пять культур из нефти Верхнечонского месторождения, шесть – из отработанного печного топлива.

Девять штаммов представлены полиморфными подвижными или неподвижными палочки, одиночными и соединенными по две, в виде латинской буквы V и Y, S-образными клетками, положительно окрашивающимися по Граму; две культуры являются спорообразующими грамположительными подвижными палочками.

У девяти культур на среде, содержащей в качестве единственного источника углерода и энергии гексадекан, был хороший рост в виде сплошного налета с ровным краем, у одного изолята – слабый, у одного – следы роста. При этом у восьми культур рост был желтого цвета, матовый, у трех – беловатого цвета, матовый. На РПА рост был обильным или хорошим сплошным с ровным или волнистым краем, белого, желтоватого, бежевого цветов. В МПБ культуры образовывали пристеночное кольцо, осадок или давали помутнение среды.

Изучение спектра углеродного питания показало, что сахарозу использовали все одиннадцать исследуемых штаммов, фруктозу – восемь, глюкозу – пять. Культуры не использовали лактозу, дульцит, маннит, сорбит и глицерин. Все изучаемые штаммы использовали в качестве ис-

точника углерода калий виннокислый, натрий яблочнокислый, натрий лимоннокислый и натрий уксуснокислый. Четыре культуры (Пт 1-1, Пт 3-1, Пт 4, Н 6-1) обладали лецитиназной активностью, что свидетельствует о наличии у них патогенного потенциала. Все изоляты не продуцировали казеиназу, три штамма вызывали свертывание молока. Девять штаммов образовывали амилазу, шесть – коллагеназу. Уреазная активность выявлена только у одного штамма. Каталазной и твин-эстеразной активностью обладали все исследуемые штаммы. Способность восстанавливать нитрат до нитрита обнаружена у восьми культур. На синтетической среде росли все штаммы, что говорит об их способности усваивать неорганический азот. На среде Эшби изоляты давали очень слабый рост или следы роста; хороший рост отмечали только у культуры Пт 1-1.

Десять из одиннадцати выделенных штаммов являются факультативно-анаэробными бактериями, один – облигатным аэробом. Все культуры относятся к мезофилам, хорошо растут при температуре +30 и +37 °С, при +5 °С только у одной культуры был умеренный рост.

Систематическое положение выделенных штаммов УОМ было определено на основании их морфолого-культуральных и физиолого-биохимических признаков. Четыре изолята из печного топлива отнесены к роду *Arthrobacter*, два – к *Bacillus*. Пять штаммов, изолированных из нефти, идентифицированы как *Arthrobacter* sp.

В жидкой среде с нефтью высокой активностью отличались пять штаммов: *Arthrobacter* sp. Пт 1-1, Пт 1-2, Н 5-2, Н 6-2 и *Bacillus* sp. ПТ 3-2. На гексадекане хороший рост давали три изолята *Arthrobacter* sp. Пт 1-2, Н 5-2, Н 6-2. Эти культуры после дальнейшего изучения можно рекомендовать для использования в ремедиационных технологиях по ликвидации последствий нефтяных загрязнений.

Список литературы

1. Вятчина О. Ф. Некоторые особенности алканотрофных бактерий, выделенных из гексадекана / О. Ф. Вятчина, О. П. Горбачевская // Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. Биология, Экология. – 2008. – Т. 1, № 1. – С. 10–14.
2. Гоголева О. А. Углеводородокисляющие микроорганизмы природных экосистем / О. А. Гоголева, Н. В. Немцева // Бюл. Оренбург. науч. центра УрО РАН (электрон. журн.). – 2012. – С. 1–7.
3. Матвеева Е. Л. Микробиологическое повреждение авиационных топлив / Е. Л. Матвеева, О. А. Васильченко, Д. А. Демянко // Системи озброєння і військова техніка. – 2011. – № 2(26). – С. 152–156.
4. Практикум по микробиологии : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А. И. Нетрусов [и др.] ; по ред. А. И. Нетрусова. – М. : Академия, 2005. – 608 с.
5. Borah D. Bioremediation of petroleum based contaminants with biosurfactant produced by a newly isolated petroleum oil degrading bacterial strain / D. Borah, R. N. S. Yadav // Egyptian Journal of Petroleum. – 2017. – Vol. 26, I. 1. – P. 181–188.
6. High coverage sequencing of DNA from microorganisms living in an oil reservoir 2.5 kilometres subsurface / H. K. Kotlar [et al.] // Environmental microbiology reports. – 2011. – Vol. 3, Is. 6. – P. 674–681. – doi.org/10.1111/j.1758-2229.2011.00279.x.
7. Succession in the petroleum reservoir microbiome through an oil field production lifecycle / A. Vigneron [et al.] // The ISME Journal. – 2017. – Vol. 11. – P. 2141–2154. – doi: 10.1038/ismej.2017.78.

ИЗМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* ПОД ДЕЙСТВИЕМ ОБЛУЧЕННЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ

К. А. Стешенко, Н. А. Цетенко, Л. А. Кокорина

*Иркутский государственный медицинский университет, г. Иркутск, Россия
lubovkokorina1990@yandex.ru*

The paper deals with the morphological changes of microbial cells that have arisen in response to the laser irradiated herbal medicines.

Модификация микроорганизмов возникает как ответ клетки на неблагоприятные условия ее существования. Это адаптивная реакция на внешние раздражители. Модификация не сопровождается изменением генотипа, в связи, с чем возникшие в клетке изменения по наследству не передаются. При восстановлении оптимальных условий возникшие изменения утрачиваются. Модификация может касаться разных свойств микроорганизмов – морфологических, культуральных, биохимических и др. [1].

В исследовании использована культура бактерий *St. aureus*. В контрольном варианте микроорганизмы росли в стандартных условиях на среде МПА при температуре 37° С, без воздействия внешних факторов. В первом опытном варианте к питательной среде добавлялись растительные лекарственные препараты – отвар и настойка грушанки. Во втором варианте производилось облучение этих же препаратов низкоинтенсивным зеленым лазерным излучением в режиме «светового котла», после чего аналогичным образом вносились в МПА. С учетом литературных данных по биологическим эффектам лазерного излучения использовано 2 режима воздействия: 20 и 60 секунд с длиной волны 525 нм. Из всех выросших к 3 суткам культур были приготовлены мазки-препараты и окрашены раствором водного фуксина. Оцифрованы с использованием иммерсионного микроскопа и видеоокуляра с программным обеспечением для просмотра и работы с изображением на компьютере. Оценивались изменения морфологических свойств бактерий: форма, величина и взаиморасположение клеток.

В контрольном варианте обнаружена типичная морфологическая картина – бактериальные клетки образуют небольшие скопления (грозди), кокки средних размеров.

В опытном варианте, где на культуру действовал 0,11 % раствор настойки грушанки, наблюдается изолированное расположение клеток обычных размеров.

При облучении настойки в течение 20 секунд и добавлению ее к питательной среде наблюдается полиморфизм бактерий – в некоторых маз-

ках-препаратах клетки лежат одиночно, в других – небольшими группами, но имеют очень мелкие размеры. В варианте, где действовала настойка, облученная 60 секунд, наблюдается сходная морфологическая картина, доля отдельных клеток небольшая.

Культура, подвергавшаяся воздействию 0,24 % раствора отвара грушанки, изменила морфотип. Отмечены очень мелкие размеры, а также обнаружено большое количество плохо воспринимающих краситель клеток.

Облученный 20 секунд отвар способствует морфологическим изменениям: визуализируются мелкие клетки, объединённые в группы, наблюдается большое количество плохо окрашенных клеток.

Увеличение времени воздействия низкоинтенсивным лазером на отвар до 60 секунд привело к уменьшению размеров *St. aureus*, одиночному расположению относительно друг друга, а также отмечено присутствие в препаратах большого количества неокрашенных клеток.

Вывод: растительные лекарственные препараты грушанки круглолистной и зимолюбки зонтичной способны приводить к модификации *St. aureus*, а именно изменять морфологические свойства культуры. Более выраженный характер изменений происходит при обработке препаратов низкоинтенсивным лазерным излучением зеленого спектра.

Выражаем благодарность Кушееву Чингису Беликтуевичу и Ломбоевой Светлане Сергеевне за предоставленные лекарственные растительные препараты.

Список литературы

1. Сердюченко И. В. Микробиология: лекционный курс по дисциплине для студентов факультета «Защита растений» / И. В. Сердюченко. – Краснодар : Световод, 2015. – 87 с.

Научные руководители: канд. биол. наук, доц. Т. П. Денисова, д-р биол. наук, проф. Е. В. Симонова

579.22

ВЛИЯНИЕ ДЕГИДРОКВЕРЦИТИНА И ЭКСТРАКТА ДРЕВЕСИНЫ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ НА АКТИВНОСТЬ ПРОБИОТИЧЕСКИХ МИКРООРГАНИЗМОВ

П. О. Седова, А. Э. Макарова, Г. В. Юринова

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
sed-polina@list.ru*

In the 21st century, in the conditions of a shortage of natural raw materials, the attention of researchers is increasingly attracted by the use of renewable plant resources, including Siberian larch. The effect of flavonoid dehydroquercetin (DHA) and the extract of larch wood from Siberian (ECD) on the activity of probiotic microorganisms is considered.

В XXI веке в условиях дефицита природного сырья внимание исследователей все чаще привлекают возможности использования возобновляемых растительных ресурсов, к которым относится и лиственница сибирская. Вследствие богатого химического состава лиственница сибирская имеет широкое применение в медицине, фармакологии, сельском хозяйстве, парфюмерно-косметической промышленности. В качестве лекарственного сырья используются хвоя, молодые побеги, почки и древесина. В древесине и коре лиственницы содержится большое количество низкомолекулярных веществ, обладающих высокой биологической активностью, а именно: эфирные масла, аскорбиновая кислота, дубильные вещества, антоцианы, флавоноиды, органические кислоты. Наиболее важными и полезными из них являются флавоноиды из-за их значительного содержания в сырье [1; 2].

В данной работе рассмотрено влияние флавоноида дегидрокверцетина (ДГК) и экстракта древесины лиственницы сибирской (ЭКд) на активность пробиотических микроорганизмов. В качестве пробиотика был использован базовый препарат для коррекции биоценоза кишечника «Бифидумбактерин». Культивирование бифидобактерий осуществляли на тиогликолевой питательной среде при 37 °С в течение 3 сут., в которую добавляли ДГК и ЭКд. Активность микроорганизмов оценивали по культуральным свойствам и титруемой кислотности.

В ходе эксперимента было показано, что в питательной среде с ЭКд происходит хороший рост бифидобактерий и повышение титруемой кислотности, что говорит о том, что его можно рекомендовать для использования в фармакологии в качестве компонента для приготовления пребиотических препаратов. Колонии на среде с ЭКд напоминают по форме усеченную треугольную пирамиду, что свидетельствует о благоприятной среде для роста. В питательной среде с ДГК роста бифидобактерий не наблюдалось, что позволяет говорить, что он в используемых в опытах концентрациях (2,5 г/л и 3,15 г/л) проявляет бактерицидный эффект.

Список литературы

1. Бабкин В. А. Биомасса лиственницы: от химического состава до инновационных продуктов / В. А. Бабкин, Л. А. Остроухова, Н. Н. Трофимова. – Новосибирск, 2011. – 236 с.
2. Бабкин В. А. Экстрактивные вещества древесины лиственницы: химический состав, биологическая активность, перспективы практического использования / В. А. Бабкин // Инноватика и экспертиза. – 2017. – Вып. 2 (20).

РАЗНООБРАЗИЕ ГЕТЕРОТРОФНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ, ИЗОЛИРОВАННЫХ ИЗ ЭПИЛИТИЧЕСКИХ БИОПЛЕНОК ОЗЕРА БАЙКАЛ

**Е. В. Суханова, Ю. Р. Штыкова, М. Ю. Суслова, О. С. Пестунова,
Т. Я. Косторнова, И. В. Ханаев, В. В. Парфенова**

*Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск, Россия
sukhanovalena17@gmail.com*

The aim of the study was to determine the cultivated diversity and enzymatic activity of heterotrophic bacteria isolated from epilithic biofilms in Lake Baikal.

Известно, что 95–99 % микроорганизмов в природных биотопах существуют в виде биопленок, так как это облегчает доступ питательных веществ к ним, способствует кооперации организмов и защищает клетки от негативного воздействия окружающей среды [3]. Биопленки – это пространственно и метаболически структурированные сообщества, заключенные во внеклеточный полимерный матрикс, расположенные на границе раздела фаз [3]. Эпилитические биопленки (на камнях) по сравнению с другими биопленками имеют сложную гетерогенную структуру, с более высокой биомассой водорослей, богатым видовым составом и численностью бактерий, и мало зависимы от сезонных колебаний [2]. Биопленки являются одним из видов микробных консорциумов, играющих важную роль в биосферных биогеохимических процессах.

Цель работы – определить культивируемое разнообразие и ферментативную активность гетеротрофных бактерий, изолированных из эпилитических биопленок озера Байкал.

Материалы и методы. Объектами исследования стали образцы биопленок, сформированные на твердых субстратах в литоральной зоне озера Байкал, п. Листвянка (м. Березовый, 51°50'41.04", 104°54'05.82"). Биопленки отбирали с заранее подготовленных пластин толщиной от 0,5 до 1,0 см (габбро, уррита, мрамора, гранита, слюды и кварца). В качестве искусственного субстрата использовали стальную пластину и контроля – природный камень. Пластины были погружены на глубину 7–8 м водолазами ЛИИ СО РАН в 2011 г. и экспонировали в естественных условиях озера в течение года.

Для выделения чистых культур использовали питательные среды: NSY, R2A (Fluka analytical, США), PCA и TSA (HiMedia, Индия). Длительность инкубации посевов составила 5–7 дней при 20–22 °С. Изолированные штаммы анализировали на продукцию следующих внеклеточных ферментов: щелочную фосфатазу, протеазу, амилазу и липазу.

Идентификацию культур проводили с помощью молекулярно-генетического анализа фрагмента гена 16S рРНК [1]. Нуклеотидные последовательности 170 штаммов зарегистрированы в GenBank под номерами: HF548373–HF548401, HF678874–HF678990, HF947322–HF947328, LT555292, LT601385–LT601400.

Филогенетический анализ и выравнивание полученных нуклеотидных последовательностей проводили с использованием программы Mega6. Дерево строили методом Neighbour-Joining, модель Kimura 2-parameter. Бутстреп поддержка была рассчитана на 1000 реплик.

Результаты. Получена коллекция гетеротрофных бактерий из 170 штаммов. Все штаммы были идентифицированы по фрагменту гена 16S рРНК и проанализированы на наличие внеклеточных ферментов. Общее разнообразие гетеротрофных бактерий представлено 4 филами и 33 родами: Proteobacteria (*Brevundimonas*, *Devosia*, *Roseomonas*, *Rhizobium*, *Sphingomonas*, *Achromobacter*, *Hydrogenophaga*, *Iodobacter*, *Massilia*, *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Stenotrophomonas*, *Serratia*, *Yersinia*), Firmicutes (*Bacillus*, *Staphylococcus*, *Virgibacillus*, *Paenibacillus*), Actinobacteria (*Kocuria*, *Microbacterium*, *Pseudoclavibacter*, *Rhodococcus*, *Pseudarthrobacter*, *Glaciibacillus*, *Plantibacter*, *Microcella*, *Brachybacterium*, *Streptomyces*, *Sanguibacter*, *Micrococcus*, *Galbitalea*), Bacteroidetes (*Flavobacterium*, *Pedobacter*). Среди общего разнообразия культивируемых бактерий из эпилитических биопленок доминирующими отмечены бактерии родов *Aeromonas*, *Pseudomonas* и *Bacillus*.

Филогенетический анализ нуклеотидных последовательностей фрагмента гена 16S рРНК определил разнообразие культивируемого сообщества эпилитических биопленок в количестве 59 филотипов.

Показано, что культивируемое сообщество водной толщи озера Байкал, нейстонной пленки и биопленок имеют одинаковую структуру, которая определяется следующими филами бактерий Proteobacteria (*Alpha*-, *Beta*-, *Gamma*-), Firmicutes, Actinobacteria, Bacteroidetes, для нейстонной пленки отмечено дополнительно наличие филы Deinococcus-Thermus. Отличительной особенностью состава биопленочных сообществ от нейстонной пленки и водной толщи заключалось в обнаружении разных родов внутри данных фил, особенно для представителей Actinobacteria. В результате исследований получено 11 родов, ранее не детектированных в экосистеме озера Байкал – Actinobacteria (*Microcella*, *Pseudoclavibacter*, *Glaciibacillus*, *Plantibacter*, *Galbitalea*, *Sanguibacter*), Proteobacteria (*Devosia*, *Roseomonas*, *Hydrogenophaga*, *Iodobacter*, *Rhizobium*). Интересно отметить, что два штамма актинобактерий (*Glaciibacillus* sp. BA-51-09 и *Galbitalea* sp. BA-73-09) и один штамм Proteobacteria (*Rhizobium* sp. BA-57-09) являются новыми прокариотическими таксонами, которые еще не охарактеризованы.

Большое разнообразие штаммов получено на стальной пластине (искусственный субстрат) 15 родов бактерий (20 филотипов), единственный субстрат на котором доминировали бактерии рода *Aeromonas*. На природном камне (контроль) получено 9 родов бактерий (15 филотипов), доминирующим только на этом субстрате были представители рода *Bacillus*. На остальных субстратах доминировали в основном бактерии рода *Pseudomonas*.

Изучение активности внеклеточных ферментов исследуемых штаммов показало, что представители филы Proteobacteria (*Aeromonas*, *Pseudomonas*) проводили деструкцию шести различных полимерных субстратов. Штаммы филы Firmicutes проявляли активность по отношению к казеину (84 %) и крахмалу (86 %). Наименьшее количество культур с ферментативной активностью определено для представителей филы Actinobacteria, которые, в основном, проводили деструкцию крахмала (60 %). По результатам проведенного анализа показано, что в культивируемом сообществе биопленок преобладают штаммы с протеолитической активностью (71 %) по отношению к казеину и амилолитической активностью (79 %), липолитической активностью на яичном агаре (58 %) и 59 % штаммов обладали активностью щелочной фосфатазы в отношении *p*-нитрофенилфосфат. Представители родов *Aeromonas*, *Pseudomonas* и *Bacillus* проявили множественную ферментативную активность, таким образом, они являются деструкторами и активно участвуют в разложении органических веществ в биопленке и в экосистеме озера Байкал в целом.

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме № 0345-2016-0003 (AAAA-A16-116122110061-6) «Микробные и вирусные сообщества в биопленках...».

Список литературы

1. Изучение видового состава культивируемых гетеротрофных микроорганизмов / В. В. Парфенова [и др.] // Биология внутренних вод. – 2006. – № 1. – С. 8–15.
2. Bartrons M. High bacterial diversity in epilithic biofilms of oligotrophic mountain lakes / M. Bartrons, J. Catalan, E. O. Casamayor // Microbial Ecology. – 2012. – Vol. 64, Is. 4. – P. 860–869.
3. Bacterial biofilms in nature and disease / J. W. Costerton [et al.] // Annu Rev Microbiol. – 1987. – Vol. 41. – P. 435–464.

ЧАСТОТА ВЫЯВЛЕНИЯ ВЫСОКООНКОГЕННЫХ ТИПОВ ПАПИЛЛОМАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ СРЕДИ НАСЕЛЕНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

О. А. Токарская

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
alya-t1@yandex.ru*

Numerous studies have shown the role of human papillomavirus (HPV) in the generation of cervical cancer. The review presents data on the spread of human papillomavirus in the Siberian region of the Russian Federation on the results of studies presented in domestic publications. The regional feature in the frequency of the HPV is observed. The most oncogenic 16 type the HPV is the most common virus among other papillomavirus in the most Russian regions that corresponds to the global data.

В настоящее время в Российской Федерации наблюдается ухудшение соматического и репродуктивного здоровья населения [2; 3]. В России рак шейки матки (РШМ) занимает 6-е место в общей структуре онкологических заболеваний [1]. Показатель заболеваемости РШМ в мире составляет 10,6 на 100 тыс. женщин [4], что является важной проблемой общественного здоровья. Рак шейки матки занимает второе место в мире среди других онкологических заболеваний по количеству новых случаев и смертей, несмотря на внедрение цитологического цервикального скрининга в развитых странах мира. В результате многочисленных исследований было показано, что этиологическим фактором РШМ является вирус папилломы человека (ВПЧ). Практически в 100 % случаев у пациентов с РШМ выявляется папилломавирус [7; 8].

Папилломавирусная инфекция – это антропонозное заболевание, которое передается только от человека к человеку. На сегодняшний день ВПЧ считается одной из самых распространенных инфекций, передающихся половым путем [5; 6]. В настоящее время насчитывается более 150 различных типов ВПЧ [3]. Показано, что 16 и 18 типы вируса обнаруживаются в 70 % случаев РШМ, еще 20 % случаев связаны с 31, 33, 35, 45 52 и 58 типами ВПЧ [4].

Наиболее агрессивными в отношении РШМ признаны – 16 и 18 тип вируса. В связи с этим представляют интерес данные о распространении тех или иных типов ВПЧ в различных регионах РФ.

Целью нашего исследования было изучить частоту распространения онкогенных типов папилломавирусной инфекции среди обследуемой группы лиц в Иркутской области. Для достижения цели и реализации поставленных задач на наличие цитомегаловирусной инфекции, вируса папилломы человека и вируса простого герпеса проведено обследование 12 960 человек. Исследование было проведено в период с 2014 по 2016 г,

на базе ПЦР-отдела независимой клинико-диагностической лаборатории города Иркутск. Среди обратившихся и обследованных лиц, большую часть составили мужчины и женщины в возрасте от 18 до 67 лет, и меньшую – дети (4 мес. – 2,2 года).

Материалом для исследования были кровь, моча, сперма, слюна, соскобы эпителиальных клеток шейки матки у женщин и уретры у мужчин.

Был использован комплекс современных методик молекулярно-биологического метода ПЦР – исследования в режиме реального времени, включающий: Скрин-титр ВПЧ, ВПЧ – Квант-21, ВПЧ-генотип-FL, Фемофлор-16 и Фемофлор СКРИН. Статистический и графический анализ материалов осуществлялся на персональном компьютере с использованием современных статистических программ Microsoft Office Excel 2011.

В результате проведенного исследования установлено, что частота распространения ВПЧ в среднем за три года у жителей в общем составила 13,52 %, частота обнаружения ВПЧ в среднем за три года у женщин 12,20 %. У мужчин частота распространения ВПЧ в среднем за три года составила 1,31 %. При этом самая высокая частота наблюдается у женщин в 2016 г, она составила 5,7 %; самая низкая частота зафиксирована у мужчин в 2014 г, она составила 0,22 %.

На основании полученных данных сделано заключение об отрицательной динамике распространения вируса папилломы человека среди жителей в г. Иркутск по данным анализа медицинской документации за трехлетний период.

Принимая во внимание высокую ассоциированность ВПЧ с дисплазией и раком шейки матки, рекомендовано проведение регулярных медицинских профилактических осмотров для ранней диагностики заболевания. Важным инструментом выявления папилломавирусной инфекции – как этиологического фактора возможной гинекологической патологии является ПЦР диагностика ВПЧ. Этот метод позволяет выявлять среди контингента обследованных женщин группы риска по развитию онкологических заболеваний уrogenитального тракта.

Список литературы

1. Гончаревская З. Л. Современные методы скрининга рака шейки матки и ВПЧ-тест: клинико-экономическая эффективность / З. Л. Гончаревская [и др.] // Доктор.Ру. – 2014. – № S1(5). – С.11–16.
2. Микрözкология влагалища женщин с неспецифическими воспалительными заболеваниями гениталий и нарушениями репродуктивной функции / Е. А. Кунгурцева [и др.] // Acta Biomedica Scientifica. – 2013. – № 2-2. (90). – С. 197–201.
3. Лещенко О. Я. Распространенность заболеваний, существенно влияющих на репродуктивный потенциал населения Иркутской области / О. Я. Лещенко // Acta Biomedica Scientifica. – 2010. – № 6-2. – С. 121–125.
4. Роик Е. Е. Эпидемиологические особенности папилломавирусной инфекции / Е. Е. Роик А. Н., Баранов, Н. Д. Трещева // Экология человека. – 2015. – № 5. – С. 21–26.

5. Эпидемиологические особенности распространения папилломавирусной инфекции у женщин / З. Ф. Хараева [и др.] // Изв. Кабард.-Балкар. науч. центра РАН. – 2012. – № 3. – С. 243–246.

6. Вирус папилломы человека. Профилактика ВПЧ-ассоциированных заболеваний / Ф. Ч. Шахтагинская [и др.] // Педиатр. фармакология. – 2015. – Т. 12, № 1. – С. 74–78.

7. Bosch F. X. The epidemiology of human papillomavirus infection and cervical cancer / F. X. Bosch, S. de Sanjose // Dis Markers. – 2007. – Vol. 23, N 4. – P. 213–227.

8. Cervical cancer: epidemiology, prevention and the role of human papillomavirus infection / E. L. Franco, E. Duarte-Franco, A. Ferenczy [et al.] // CMAJ. – 2001. – Vol. 164. – P. 1017–1025.

Научный руководитель: канд. биол. наук Е. В. Беляева

УДК 579

ИЗМЕНЕНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МИКРОБНОЙ ПОПУЛЯЦИИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ

М. Н. Третьякова¹, Л. А. Кокорина²

¹ Педагогический институт Иркутского государственного университета,
г. Иркутск, Россия

² Иркутский государственный медицинский университет, г. Иркутск, Россия
mari-mashulya-trtyakova-tretya@mail.ru

The under influence of external factors, including drugs, the microbial cell can change its morphological properties for the purpose of adaptation to the changing environmental conditions.

Проведена микроскопия и оцифровка окрашенных фуксином мазков, приготовленных из культуры *Escherichia coli*. В опытном варианте в среду, на которой осуществлялось культивирование кишечной палочки, добавлялись растительные лекарственные препараты: отвар и настойка грушанки круглолистной, а также отвар и настой зимолубки зонтичной. Оценивали морфо-структурные изменение клеток.

В контрольном варианте, без добавления препаратов, определяются клетки с типичным морфологическим типом – палочковидные, лежащие одиночно, составляющие примерно 65 % всех клеток, и овоидные, на которые пришлось до 35 % клеток (соотношение 2:1).

Морфология тест-культуры, на которую воздействовал отвар грушанки не отличается от контрольного варианта. В то же время наблюдается незначительное появление конгломератных структур. Интересно, что при действии разных концентраций отвара имеется дозозависимый эффект. Так 2,4 % и 0,24 % препарат не приводит к существенным морфофункциональным изменениям, отличных от контроля, хотя в большинстве мазков клетки лежат в виде скоплений. 0,10 % отвар приводит к изменению соотношения палочек и овоидных клеток и составляет 1:1.

E. coli, на которую действовала 1,1 % настойка грушанки, во всех мазках образует массивные конгломераты, большинство клеток типичные (около 85 %). Аналогичная морфологическая картина в мазке наблюдается и под влиянием 0,01 % концентрации препарата. Морфотип бактерий в экспериментальной группе не отличается от контроля.

В варианте с воздействием 0,10 % концентрации отвара зимолюбки наблюдается сходная морфологическая картина: соотношение типичных палочек и овоидных клеток составляет 2:1, но необходимо отметить, что в половине мазков клетки образуют скопления. В концентрациях 0,01 % и 1,0 % отвара соотношение типичных и измененных форм составляет 1:1, практически все клетки лежат относительно друг друга изолировано.

Морфология *E. coli*, на которую воздействовали настойкой зимолюбки зонтичной, не имеет существенных отличий от контрольного варианта. Во всех концентрациях доля типичных палочек составляет 50 %.

Изменение морфотипа в структуре микробной популяции *E. coli* зависит от формы применяемого раствора грушанки круглолистной. Выраженные изменения морфогенеза наблюдаются при действии отвара и имеют концентрационную зависимость. Настойка и отвар зимолюбки зонтичной не оказывает значительного влияния на морфологическую структуру кишечной палочки.

Выражаем благодарность Кушееву Чингису Беликтуевичу и Ломбоевой Светлане Сергеевне за предоставленные лекарственные растительные препараты.

Научные руководители: канд. биол. наук, доц. Т. П. Денисова, д-р биол. наук, проф. Е. В. Симонова

УДК 579.262

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ СЕРНЫХ БАКТЕРИЙ РОДА *THIOPLOCA*

И. А. Хальзов, С. М. Черницына, Т. И. Земская

*Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск, Россия
i_halz@lin.irk.ru*

Bacteria of the genus *Thioploca* are one of the largest known bacteria that form multicellular filaments surrounded by a gelatinous sheath and are one of the largest known prokaryotic structures. In sheaths of *Thioploca* bacteria collected during the 2014 expedition in the Baikal Posolskaya Bank, laser scanning microscopy revealed a huge number of microorganisms, which were detected for the first time. Using phylogenetic analysis of sequences of total DNA, we recorded and identified for the first time various microorganisms.

Бактерии рода *Thioploca* – являются одними из самых крупных прокариотических структур. Они имеют общий студенистый чехол, внутри которого располагаются многоклеточные филаменты. Этот род бесцвет-

ных серных бактерий входит в семейство *Thiotrichaceae*. Особенностью входящих в это семейство микроорганизмов, является способность накапливать элементарную серу и нитрат в своих клетках [5; 6]. Метаболизм *Thioploca* и ее жизненный цикл в полной мере не исследованы, поскольку эти бактерии не поддаются культивированию. Экологическая роль бактерий *Thioploca* велика. Известно, что большие объемы сероводорода, поднимающиеся со дна губительны для всего живого, и вызывают массовую гибель рыб и других гидробионтов [4]. Образуя обширные маты, эти бактерии окисляют сероводород, накапливая серу в своих клетках, которая впоследствии может окисляться до нетоксичного сульфата. Также эти бактерии участвуют в деструкции органического вещества, опускающегося на дно. Исследования, проведенные на морских видах *Thioploca*, показали, что бактерия способна усваивать как неорганический, так и органический углерод. Экофизиологические эксперименты показывают, что *Thioploca* является факультативным хемоавтотрофом, способным к фиксации углекислого газа и ассимиляции ацетата в присутствии серы или сульфида в качестве источника энергии [7].

Как и в морских экосистемах, в Байкале нитчатые серобактерии занимают достаточно обширную зону, охватывающую самые придонные слои воды, микроаэробную зону поверхностных слоёв осадков и более глубокие анаэробные слои донных осадков [2]. Нити *Thioploca* хорошо видны на поверхности донных осадков, где они образуют белый, нежный, легко разрушающийся ковёр. Наибольшая биомасса серобактерий регистрируется в слое 0–1 см, с глубиной она уменьшается, но не обнаруживается в осадках ниже 19 см [1]. В чехлах бактерий *Thioploca*, собранных в ходе экспедиции 2014 г. в районе поднятия Посольская Банка озера Байкал, с помощью лазерной сканирующей микроскопии нами было показано наличие огромного количества микроорганизмов, а методом филогенетического анализа последовательностей гена 16S рРНК впервые были выявлены и определены различные микроорганизмы, такие как β -, γ -, δ -протеобактерии, планктомицеты, бактерии филумов *Chloroflexi*, *Nitrospira*, *Bacteroidetes*, с гомологией в 99 % выявлены последовательности δ -протеобактерий семейства *Desulfobacteraceae*. Впервые внутри чехлов обнаружены археи двух филумов: *Thaumarchaeota* и *Euryarchaeota* [3].

Работа выполнена в рамках темы государственного задания № 0345–2016–0007 и гранта РФФИ № 18-34-00442 мол_а.

Список литературы

1. Бесцветные серные бактерии рода *Thioploca* из различных районов озера Байкал / Т. И. Земская [и др.] // Микробиология. – 2009. – Т. 78, № 1. – С. 134–143.
2. Намсараев Б. Б. Участие бактерий в процессах синтеза и деструкции органического вещества в микробных матах озера Байкал / Б. Б. Намсараев, Л. Е. Дулов, Г. А. Дубинина // Микробиология. – 1994. – Т. 63, № 2. – С. 345–351.

3. Микробное сообщество, ассоциированное с чехлами *Thioploca* sp., обитающей в районе метанового сипа Посольская Банка, Южный Байкал / С. М. Черницына [и др.] // Микробиология – 2016 – Т. 85, № 5. – С. 522–530.
4. Dense Populations of Giant Sulfur Bacterium in Namibian Shelf Sediments / H. N. Schulz [et al.] // Science – 1999. – Vol. 284. – P. 493–495.
5. Jørgensen B. *Thioploca* spp. filamentous sulfur bacteria with nitrate vacuoles / B. Jørgensen, V. Gallardo // FEMS Microbiology Ecology. – 1999. – Vol. 28, N 4. – P. 301–313.
6. Kojima H. Morphological and Phylogenetic Characterizations of Freshwater *Thioploca* Species from Lake Biwa, Japan, and Lake Constance, Germany / H. Kojima, A. Teske, M. Fukui // Appl. Environ. Microbiol. – 2003. – Vol. 69. – P. 390–398.
7. Nitrogen, carbon, and sulfur metabolism in natural *Thioploca* samples / S. Otte [et al.] // Aappl. Environ. Microbiol. – 1999. – Vol. 65, N 7. – P. 3148–3157.

УДК 579.017.8

ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ФАКТОРОВ ПАТОГЕННОСТИ *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* ПОД ДЕЙСТВИЕМ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ

Г. А. Шипицына¹, Л. А. Кокорина²

¹ *Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия*

² *Иркутский государственный медицинский университет, г. Иркутск, Россия
galina.shipitsyna@mail.ru*

Change of factors of pathogenicity of a staphylococcus under the influence of the new vegetable medicinal preparations developed for use in a veterinary medicine is studied.

В настоящее время особое место занимают бактериальные заболевания, из которых большую группу составляют стафилококкозы. Оказалось, что ведущими этиологическими агентами стафилококкозов животных оказался *Staphylococcus aureus*.

Инфекционный процесс в зависимости от свойств возбудителя и формы его взаимодействия с макроорганизмом может иметь различные проявления: от бессимптомного носительства до тяжелейших форм инфекционного заболевания с летальным исходом. В результате инфекции, т. е. проникновения патогенного микроорганизма в макроорганизм, размножения в нём и образования продуктов метаболизма нарушаются нормальные физиологические процессы и постоянство внутренней среды последнего. *S. aureus* способен поражать любую ткань организма и вызывать более 100 различных заболеваний: маститы, дерматиты, пневмонии, артриты, гнойные и раневые инфекции, пищевые отравления, сепсис и др.

В настоящее время антибактериальные средства являются наиболее широко применяемой группой препаратов в лечении инфекционных заболеваний сельскохозяйственных животных. Перед исследователями и ветеринарами стоит задача поиска и создания новых, более эффективных лекарственных препаратов для лечения стафилококкозов животных. Со-

трудники кафедры специальных ветеринарных дисциплин разработали лекарственные растительные препараты на основе *Chimaphila umbellata* и *Pyrola rotundifolia*.

Разработчики препаратов представили две формы лекарственных препаратов и указали их концентрации, рекомендованные к использованию в ветеринарной практике. Так, для Зимолюбки зонтичной в качестве рекомендованных концентраций были следующие: отвар – 0,0249 % действующего вещества и деалкоголизованная настойка – 0,0574 %. Для Грушанки круглолистной – отвар (0,0105 %) и настойка деалкоголизованная (0,0081 %).

В ходе экспериментов исследовали по три концентрации на каждую форму препаратов. Зимолюбка в отваре: 0,249; 0,0249 и 0,0025 %; в настойке – 0,574; 0,0574 и 0,0057 %. Грушанка в отваре 0,105; 0,0105 и 0,0021 %; в настойке – 0,081; 0,0081 и 0,0027 %. Контролем (К) служил стерильный физиологический раствор, положительным контролем (К⁺) – раствор ампициллина (пенициллин полусинтетический) – антибиотик широкого спектра действия в концентрации 1 мкг/мл. Активность препаратов изучали на референтном штамме *S. aureus*, для которого были установлено, что он демонстрирует гемолитическую, ДНК-азную и каталазную активность. Учитываемыми показателями в исследованиях активности указанных препаратов были регистрируемые изменения семи факторов патогенности у *S. aureus* (табл. 1).

Таблица 1

Изменение ферментативной активности референтного штамма *S. aureus*, индуцированное исследуемыми препаратами

Препарат	Вариант опыта	Концентрация, %	Анализируемые показатели						
			1	2	3	4	5	6	7
Зимолюбка зонтичная	Отвар	0,249	-	+	2	1,5	-	+	+
		0,0249	-	+	6	4	+	+	+
		0,0025	-	+	2	1,5	-	+	+
	Настойка	0,574	-	+	7	7	-	+	+
		0,0574	-	-	-	-	-	+	+
		0,0057	-	+	7	7	-	+	+
Грушанка круглолистная	Отвар	0,105	+	+	2	-	-	+	+
		0,0105	-	+	2	-	-	+	+
		0,0021	-	+	2	-	-	+	+
	Настойка	0,081	-	+	2	1,5	-	+	+
		0,0081	-	+	3	1	-	+	+
		0,0027	-	+	3	1	-	+	+
Ампициллин		-	+	5	4	+	+	+	
Референтный штамм		-	-	-	1	+	-	+	

Примечание: 1 – фибринолизин, 2- плазмokoагулаза, 3 – лецитиназа (в мм), 4 – гемолизин (в мм), 5 – ДНКаза, 6 – протеазы, 7 – каталаза.

Установлено, что стафилококки, после обработки всеми исследуемыми препаратами, включая антибиотик, не отличались по каталазной и фибринолитической активности от референтного штамма. ДНКазная активность штамма не подавлялась антибиотиком, но практически не обнаруживалась в вариантах с грушанкой и зимолюбкой. Плазмокоагулязная и лецитиназная активность индуцировалась практически всеми препаратами: антибиотиком и растительными. Настойка грушанки не изменяли у штамма стафилококка гемолитическую активность, тогда как отвар полностью её подавлял. Зимолюбка индуцировала повышение гемолитической активности бактерий, а в отдельных случаях (настойка 0,574 % и 0,0057 %) – превышала по этому показателю даже ампициллин. Все исследуемые препараты индуцировали у *S. aureus* активность протеаз.

Для окончательного заключения об эффективности предлагаемых лекарственных растительных препаратов, необходимо сопоставить информацию об индуцированном изменении факторов патогенности у стафилококка, с результатами изучения их бактерицидного действия.

Выражаем благодарность Кушееву Чингису Беликтуевичу и Ломбовой за предоставленные лекарственные растительные препараты.

Научные руководители: канд. биол. наук, доц. Т. П. Денисова, д-р биол. наук, проф. Е. В. Симонова

УДК 574.586:579.262 (282.256.341)

ЧИСЛЕННОСТЬ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП ГЕТЕРОТРОФНЫХ БАКТЕРИЙ В ЭПИЛИТИЧЕСКИХ БИОПЛЕНКАХ ОЗЕРА БАЙКАЛ

**Ю. Р. Штыкова, Е. В. Суханова, Н. Л. Белькова, М. Ю. Суслова,
О. С. Пестунова, Т. Я. Косторнова, И. В. Ханаев, В. В. Парфенова**

*Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск, Россия
tulupova@lin.irk.ru*

The publication contains data on the number of heterotrophic bacteria of different physiological groups in biofilms on solid substrates from littoral zone of Lake Baikal.

Извлекая минеральные вещества из горных пород и разлагая органику, биопленки участвуют в круговороте основных биогенных элементов и играют ключевую роль в функционировании водных экосистем. Очевидно, что состав и свойства субстрата, на котором развивается эпипитическая биопленка, являются основным фактором, определяющим ее биоразнообразие и функциональность. Более ранние исследования заселений геологических пород разного типа бентосными организмами в литорали оз. Байкал показали, что развитие и активность гидробионтов

зависят от химического состава породы и ее структуры [1; 5]. В отличие от породообразующих минералов, горные породы представлены композицией различных минеральных веществ, которые микроорганизмы могут использовать для своей жизнедеятельности, процессы выветривания и образования трещин и пор, где оседает органика, происходят в них быстрее, что объясняет высокую численность бактерий в таких биопленках [3].

Цель данной работы – провести сравнение численности гетеротрофных бактерий различных физиологических групп в биопленках твердых субстратов литорали оз. Байкал.

Материалы и методы. Объектом исследования стали биопленки, сформированные на различных твердых субстратах в литоральной зоне южной котловины озера Байкал (п. Листвянка, м. Березовый, 51°50'41.04», 104°54'05.82»). Для работы были использованы заранее подготовленные природные субстраты – пластины горных пород (гранит, габбро, уртит и мрамор) и породообразующих минералов (слюда и кварц). В качестве искусственного субстрата использовали стальную пластину, и контрольного природного субстрата – природный камень. Пластины были погружены на глубину 7–8 м водолазной группой ЛИН СО РАН в 2011 г. и экспонированы в естественных условиях озера в течение года. Для количественного учета олиготрофных, мезотрофных и эвтрофных бактерий использовали метод прямого глубинного посева на твердые питательные среды с различной концентрацией органических (0,25–15 г/л) и минеральных компонентов (0,06–9 г/л).

Результаты. Численность культивируемых гетеротрофных бактерий в биопленках, сформированных на экспериментальных пластинах горных пород была в 5 раз больше, чем в биопленках слюды и кварца, и в 2 раза выше, чем в биопленках стальной пластины и природного камня (рис. 1). Среди гетеротрофов биопленок горных пород наибольшая часть была представлена мезотрофными бактериями (52 %). На породообразующих минералах и природном камне преобладали олиготрофные бактерии (53 и 68 %, соответственно). Эвтрофы в биопленках всех природных субстратов составили наименьшую долю (от 8 до 18 %), напротив, на стальной пластине они преобладали (63 %), тогда как мезотрофы и олиготрофы составили 18 и 19 %, соответственно (рис.).

Согласно полученным результатам, можно предположить, что мезотрофные и олиготрофные бактерии в биопленках, в отличие от эвтрофных, адаптированы к олиготрофным условиям озера и обладают большей способностью усваивать минералы из геологических субстратов. Низкие значения численности эвтрофов в биопленках горных пород и минералов могут указывать на их неустойчивость в антагонистических взаимодействиях в консорциуме [2] и подверженность бактерицидному воздействию минеральных веществ, содержащихся в породах [4]. Сталь, в связи с отсутствием в своем составе минеральных компонентов, не

представляет интерес для специфических микроорганизмов, осуществляющих процессы выветривания, и не оказывает на них воздействия, о чем свидетельствует преобладание эвтрофов по сравнению с мезотрофами и олиготрофами в биопленках стальной пластины.

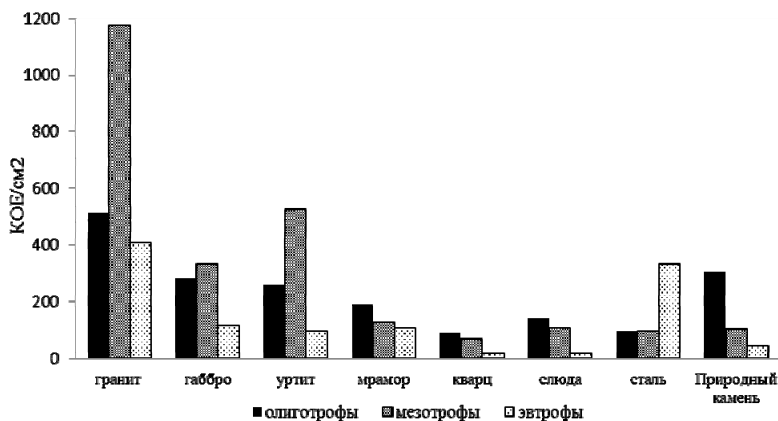


Рис. Численность культивируемых гетеротрофных бактерий различных физиологических групп в эпилитических биопленках

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме 0345-2016-0003 (АААА-А16-116122110061-6) «Микробные и вирусные сообщества в биопленках пресноводных экосистем...».

Список литературы

1. Парфенова В. В. Сообщества гидробионтов, развивающиеся на поверхности раздела фаз: вода – горные породы в озере Байкал / В. В. Парфенова [и др.] // Экология. – 2008. – № 3. – С. 211–216.
2. Антагонистическая активность гетеротрофных микроорганизмов из биопленок на твердых субстратах литоральной зоны озера Байкал / Е. А. Зименс [и др.] // Изв. ИГУ. Сер. Биология. Экология. – 2014. – Т. 7. – С. 91–98.
3. Щеглов Д. И. Выветривание минералов. Учебно-методическое пособие для вузов. / Д. И. Щеглов, Ю. И. Дудкин, Л. И. Брехова – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2008. – 73 с.
4. Nies D. H. Microbial heavy-metal resistance / D. H. Nies // Appl. Microbial. Biotechnol. – 1999. – Vol. 51. – P. 730–750.
5. Rock preferences and microdistribution peculiarities of Porifera and Gastropoda in the shallow littoral zone of Lake Baikal (East Siberia) as evidenced by underwater macrophotograph analysis / О. А. Timoshkin [et al.] // Berliner Palaeobiologische Abhandlungen. Berlin. – 2003. – Vol. 4. – P. 193–200.

ГЕНЕРИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА В БТЭ МИКРОБНЫМ МАТОМ ОЗЕРА СУЛЬФАТНОЕ

Д. А. Юрьев, И. А. Топчий

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
starcarry1666@gmail.com*

High electrogenic activity of alkalophilic microbial mat of Lake Sulfatnoye is shown.

В степной и лесостепной зонах Забайкалья с резко континентальным климатом распространены мелкие сухие озера с минерализацией воды от нескольких граммов соли на один литр воды до уровня насыщения [1]. Микробные маты представлены главным образом гаммапротеобактериями. Значительную роль играют аноксигенные фототрофные бактерии [2]. Что делает их перспективными кандидатами для использования в биологических топливных элементах (БТЭ). БТЭ способны превращать химическую энергию компонентов сточных вод в электричество, биоводород и биотопливо с одновременным элиминированием загрязнителей [3]. Существенным аспектом этой технологии является подбор активных электрогенных микроорганизмов, способных генерировать электричество с эффективным устранением различных загрязняющих компонентов в условиях сточных вод. В этой связи важным свойством таких микроорганизмов является широкая субстратная специфичность, устойчивость к экстремальным условиям среды и способность к развитию в анаэробных условиях, поскольку отсутствие кислорода – важное условие для работы БТЭ. Множественность таких важных характеристик и свойств имеют алкалофильные микробные маты, а также отдельные штаммы микроорганизмов, принадлежащих к микробному сообществу.

В исследовании использовали образцы алкалофильного микробного мата изолированного летом 2016 г. в прибрежной зоне озера Сульфатное (Селенгинский район, Республика Бурятия; pH – 9,3; 20 °С). Электрогенную активность оценивали в БТЭ, их конструкция приведена в [4]. Электроды ($160 \pm 2 \times 30 \pm 2 \times 1$) изготавливали из углеродной ткани «Урал» Т22Р (ОАО «Светлогорск Химволокно», Республика Беларусь). Измерение напряжения и силы тока проводили с помощью цифрового мультиметра РЕСАНТА DT830В.

В качестве модельной среды использовался натриевый карбонатный / бикарбонатный буфер 0,05 М (pH – $9,6 \pm 0,1$) [5] с Na_2HPO_4 (0,25 г/л), NaNO_3 (0,25 г/л) и пептоном (0,25 %) в качестве субстрата.

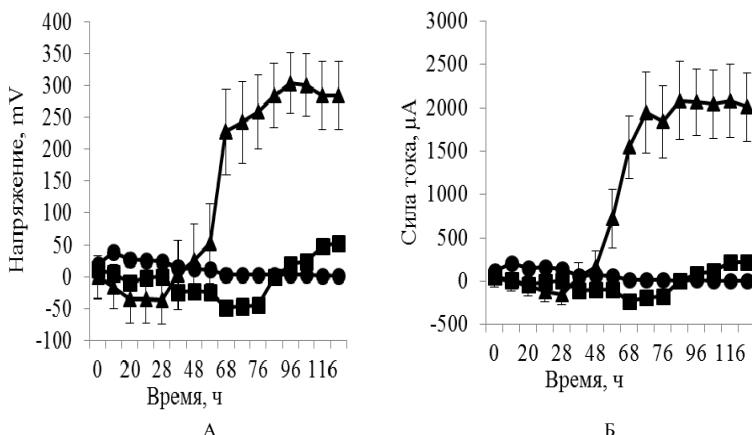


Рис. Динамика напряжения (А) и силы тока (Б) генерируемого в БТЭ при использовании микробного мата «Сульфатное» в качестве биоагента. $t = +20-25^{\circ}\text{C}$, время – 5 сут. Круглый маркер – модельная среда; квадратный маркер – модельная среда с субстратом; треугольный маркер – модельная среда с субстратом и биоагентом

За 5 сут. инкубирования в условиях БТЭ микробного мата «Сульфатное» в модельной среде (см. выше) был зарегистрирован прирост напряжения до 304 mV (рис., А) и силы тока до 2085 μA (рис., Б). В вариантах без биоагента регистрировали потенциал до 54 mV и силу тока до 220 μA (рис. 1).

Таким образом, была показана электрогенная активность микробного мата озера Сульфатное. Полученные данные свидетельствуют о перспективности алкалофильных микробных матов в качестве биоагентов при использовании в БТЭ.

Авторы выражают благодарность С. В. Зайцевой, канд. биол. наук, научному сотруднику лаборатории микробиологии ИОЭБ СО РАН, за предоставленные образцы для исследования и ценные консультации в работе.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках ФЦП (проект RFMEFI58317X0060 «Биоремедиация и биоконверсия отходов с помощью комплекса фотосинтетических организмов и гетеротрофов в аэробных и анаэробных условиях с генерированием биоэнергии»).

Список литературы

1. Минерализованные озера Забайкалья и северо-восточная Монголия: особенности распространения и рудогенерирующий потенциал / Е. В. Склярова, О. А. Склярова, Ю. В. Меньшагин [и др.] // География и природные ресурсы. – 2011. – С. 11.
2. Microbial mat of the thermal spring Kuchiger Republic of Buryatia: species composition, biochemical properties and electrogenic activity in biofuel cell / D. A. Yuriev et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2018. – 121. – P. 6.

3. Hydrogen production by microorganisms and microbial fuel cells using wastewater and waste products / S. A. Markov, E. S. Protasov, V. A. Bybin and etc. // International Scientific Journal «Alternative Energy and Ecology». – 2013. – № 01/2 (118). – P. 108–116.

4. Микробный топливный элемент: пат. 151764 Рос. Федерация: МПК H01M 8/16 Лашин А. Ф., Стом Д. И., Протасов Е. С., Быбин В. А.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Иркутский государственный университет». – № 2014125682/07; заявл. 24.06.2014; опубл. 20.04.2015, Бюл. № 11. – [1 с].

5. Стандартная операционная процедура постановки ИФА для серологической диагностики африканской чумы свиней [Электронный ресурс] // Universidad complutense de Madrid. Facultad de Veterinaria – С. 1–6. URL: <http://sanidadanimal.info/cursos/asf-ruso/pdf/ELISA-OIE-ENG.pdf>

Научный руководитель: д-р биол. наук, проф. Д. И. Стом

БИОЛОГИЧЕСКИЕ СООБЩЕСТВА И СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИХ ИЗУЧЕНИЯ

УДК 581.9(571)

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ОЗЕРА СОЛОНЕЦКОГО (ТАЙШЕТСКИЙ РАЙОН, ИРКУТСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Г. А. Арбузова, А. И. Горбунова, В. В. Чепинога

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
mingronland@mail.ru*

The lake Solonetskoye is known as a unique place, where *Trapa natans* L. occurs in Irkutsk Oblast. We have investigated aquatic and wetland vegetation of the lake. The resulting prodromus contents 17 associations belonging to three classes of phytosociological classification (Braun-Blanquet approach). Five associations considered as endangered in Irkutsk Oblast.

Trapa natans L., или рогульник плавающий, редкий в Сибири вид, включенный здесь в красные книги всех регионов, в которых встречается [3; и др.]. Озеро Солонецкое, расположенное в Тайшетском районе, – единственное местонахождение вида в Иркутской области. Озеро обнаружено в 1985 г. [1] и является памятником природы [2]. Кроме *T. natans*, в озере отмечен ряд других видов, являющихся в регионе редкими [4]. Таким образом, оз. Солонецкое является значимым в поддержании биоразнообразия региона, но информация о его растительном покрове оставалась отрывочной и неполной. Цель нашей работы: описать разнообразие водной и прибрежно-водной растительности озера и оценить участие в ней видов, нуждающихся в охране.

Геоботанические описания выполнялись на площадках 25 м² в случае достаточного размера сообществ, либо в естественных границах фитоценозов. В вегетационные периоды 2004, 2007 и 2017 гг. выполнено 78 описаний. Обработка данных и классификаций выполнена с использованием пакета программ IBIS. Объем синтаксонов принят по В. В. Чепиноге [5]. Номенклатура синтаксонов приведена в соответствии с Международным кодексом фитоценологической номенклатуры [6].

Водная и прибрежно-водная растительность оз. Солонецкое представлена 17 ассоциациями, принадлежащими к трем классам эколого-флористической классификации:

Класс *Lemnetea* de Bolòs et Masclans 1955
 Порядок *Utricularietalia* den Hartog et Segal 1964
 Союз *Utricularion vulgaris* Passarge 1964
 Acc. *Utricularietum macrorhizae* Chepinoga et Rosbakh 2012
 Порядок *Ceratophyllo-Hydrocharitetalia morsus-ranae* Chepinoga et Rosbakh 2012
 Союз *Hydrocharition morsus-ranae* (Passarge 1964) Westhoff et den Held 1969
 Acc. *Ceratophylletum demersi* Corillion 1957
 Acc. *Hydrocharitetum morsus-ranae* van Langendonck 1935
 Класс *Potamogetonetea* Klika in Klika et Novák 1941
 Порядок *Potamogetonetalia* W. Koch 1926
 Союз *Nymphaeion albae* Oberdorfer 1957
 Acc. *Nymphaeo albae-Nupharetum luteae* Nowiński 1927 nom. mut. prop.
 Acc. *Nymphaeetum candidae* Miljan 1958
 Acc. *Trapetum natantis* Kárpáti 1963
 Союз *Potamogetonion* Miljan 1933
 Acc. *Hydrilletum verticillatae* Tomaszewicz 1979
 Acc. *Myriophylletum sibirici* Taran 1998
 Acc. *Myriophyllo spicati-Potamogetonetum compressi* Chepinoga et al. 2013
 Acc. *Potamogetonetum maackiani* Chepinoga et al. 2013
 Acc. *Potamogetonetum pectinati* Carstensen ex Hilbig 1971
 Acc. *Potametum perfoliati* Miljan 1933
 Класс *Phragmito-Magno-Caricetea* Klika in Klika et Novák 1941
 Порядок *Phragmitetalia australis* Koch 1926
 Союз *Eleocharito palustris-Sagittarion sagittifoliae* Passarge 1964
 Acc. *Sparganietum emersi* Mirkin, Gogoleva et Kononov 1985
 Порядок *Magno-Caricetalia* Pignatti 1953
 Союз *Carici-Rumicion hydrolapathi* Passarge 1964
 Acc. *Calletum palustris* Vanden Berghen 1952
 Acc. *Thelypterido palustris-Phragmitetum australis* Kuiper ex van Dons. et al. 1961
 Союз *Magno-Caricion elatae* Koch 1926
 Acc. *Equiseto fluviatilis-Caricetum rostratae* Zumpfe 1929
 Acc. *Peucedano palustris-Caricetum lasiocarpae* Tx. ex Balátová-Tulácková 1972

В составе водной и прибрежно-водной растительности отмечено семь видов, включенных в Красную книгу Иркутской области [3]: *Hydrocharis morsus-ranae* L., *Nuphar lutea* (L.) Smith, *N. pumila* (Timm.) DC., *Nymphaea candida* J. Presl, *N. tetragona* Georgi, *Potamogeton maackianus* A. Benn., *Trapa natans*. Почти все перечисленные виды (кроме *Nuphar pumila*, *Nymphaea tetragona*) ценотически активны и образуют собственные сообщества. Все эти сообщества редки в регионе и составляют четверть всего

перечня типов растительных сообществ, предложенных к охране на территории Иркутской области [5].

Состояние растительности озера вполне удовлетворительно. Бесплодие вызывают только сообщества *Trapa natans*. Ценозы с доминированием этого вида были описаны лишь в 2004 г. При обследовании озера в 2017 г. не было найдено ни одного плотного скопления рогульника – лишь отдельные особи отмечались в составе других сообществ. Причиной этого может являться как цикличность в динамике популяций данного вида, так и антропогенное воздействие. Для жителей расположенных поблизости поселков, озеро Солонецкое является излюбленным местом отдыха. Кроме того, известны факты употребления местными жителями в пищу плодов рогульника. Все вышесказанное указывает на необходимость принятия специальных мер по охране растительности озера Солонецкого.

Список литературы

1. Зарубин А. М. Некоторые интересные флористические находки в Центральной Сибири / А. М. Зарубин, В. И. Ивельская, И. Г. Ляхова // Бот. журн. – 1989. – Т. 74, № 9. – С. 1363–1372.
2. Калихман Т. П. Особо охраняемые природные территории Сибирского федерального округа. Атлас / Т. П. Калихман, В. Н. Богданов, Л. Ю. Огородникова. – Иркутск : Отгиск, 2012. – 384 с.
3. Красная книга Иркутской области. – Иркутск : Время странствий, 2010. – 480 с.
4. Ляхова И. Г. Редкие растения болот Прибайкалья и их охрана / И. Г. Ляхова, Е. И. Косович // Рациональное использование и охрана растительных ресурсов Центральной Сибири. – Иркутск : Изд-во Иркут. ун-та, 1991. – С. 72–76.
5. Чепинога В. В. Флора и растительность водоемов Байкальской Сибири. / В. В. Чепинога. – Иркутск: Изд-во Ин-та географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2015. – 468 с.
6. Weber H. E. International Code of Phytosociological Nomenclature. 3rd edition / H. E. Weber, J. Moravec, J.-P. Theurillat // Journal of Vegetation Science. – 2000. – Vol. 11. – P. 739–768.

УДК 57.088.1

ДНК ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ИЗУЧЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ОЗЕРА БАЙКАЛ

М. С. Астахова, С. В. Кирильчик

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
msa9696@mail.com*

The aim of this study is to assess the specific features of studying the species diversity of Lake Baikal through environmental DNA analysis.

В основе устойчивости экосистем в постоянно меняющихся условиях среды лежит сохранение биоразнообразия. Уменьшение биоразнообразия неизбежно затрагивает экосистемные процессы.

Традиционные подходы к оценке биологического разнообразия, как правило, основаны на визуальном обнаружении и подсчете. Такой сбор данных плохо поддается стандартизации и зависит от практической и таксономической экспертизы.

В озере Байкал обитает более 2,5 тыс. видов животных и растений и около 2/3 из них являются эндемиками [1]. Изучение и учет разнообразия животных и растений озера, является важной научной и природоохранной задачей. Выполнение этой задачи затруднено в связи с большими глубинами озера и наличием множества относительно немногочисленных эндемичных видов. Для эффективного контроля и предотвращения уменьшения количества видов, необходимы надежные и экономичные методы оценки биоразнообразия. Одним из таких подходов является метод анализа ДНК окружающей среды (ДНКос). ДНКос представляет собой ДНК, выделенную из образцов воды, почвы, воздуха и др. На сегодняшний день этот подход – одно из динамично развивающихся и перспективных направлений исследований разнообразия в дикой природе. Современные методы молекулярной биологии позволяют использовать ДНКос для оценки как видового разнообразия, так и биомассы.

Целью данной работы было проведение исследования зависимости скорости деградации ДНКос в температурных условиях, приближенных к байкальским. Известно, что температура воды Байкала ниже горизонта 150–300 м постоянна и приблизительно равна 3,5 °С. А в горизонтах выше 150 м и поверхностных слоях в летний период может прогреваться до 10 °С и выше. Скорость разрушения ДНКос при 3,5 °С до настоящего времени не изучалась. Tsuji с соавторами [2] изучались процессы деградации ДНКос рыбы аю (*Plecoglossus altivelis altivelis*) и карпа обыкновенного (*Cyprinus carpio*) при температурах 10 °С и выше. Продолжительность анализа не превышала 50 ч. Исследования показали, что ДНКос обоих видов разрушается при 20 °С и 30 °С в течение 24 и 18 ч, соответственно. При температуре 10 °С концентрация ДНКос значительно уменьшается, но полного разрушения ДНК не происходит. Период полураспада ДНКос при температурах 10 °С, 20 °С и 30 °С составил 19,55; 4,89 и 2,80 ч соответственно.

В рамках нашей работы мы провели длительные по времени эксперименты. Для проведения исследования были выбраны праймеры, комплементарные участкам митохондриальной ДНК гена NADH 4, и иницирующие синтез ампликона размером в 167 н. п.: 10219CpelMtF (5'-СТАТСССТСТГГГСАСТТCAAAT-3') и 10341CpelMtR (5'-ТААКАТТГГАГААГГТТГАГГСТ-3'). ДНКос выделялась из воды бассейна с сигом байкальским (*Coregonus baicalensis*) аквариального комплекса ЛИН СО РАН. Из бассейна были взяты 2 порции воды по 6 литров каждая и помещены в 2 холодильника, поддерживающие 3,5°С и

12°C. Отбор воды для выделения ДНКос проводился по 600 мл с интервалом 7 дней в течение 6 недель. Выделение ДНКос осуществлялось согласно Tsuji с соавторами [2]. Температурные условия ПЦР в реальном времени были следующими: 2 минуты при 95°C, 4 цикла: 10 с при 95°C, 15 с при 64°C с тагдауном на 1°C 4 раза и 30 с при 72°C, затем 40 циклов: 10 с при 94°C, 15 с при 60°C и 30 с при 72°C со снятием флюоресценции.

В результате исследования были получены следующие данные: при температуре 12 °C полная деградация ДНКос происходит в течение 14 дней, причем в первые 7 дней деградации подверглось 99,8 % ДНКос. При температуре 3,5 °C полного разрушения ДНКос не происходит даже через 6 недель эксперимента, при этом в первые 7 дней происходит деградация 96,1 % ДНКос.

Полученные данные говорят о том, что ДНКос в низких концентрациях в условиях глубоководного Байкала может сохраняться длительное время, возможно, более месяца. В этом случае единичные копии мигрирующей с течениями ДНКос могут служить количественным показателем общей биомассы вида в отдельном районе или котловине озера. Разработанный подход был апробирован с использованием воды Байкала. Заборы воды объемом 5 л на разных глубинах Байкала, проведенные в августе 2017 г., показали, что на глубине 200 м обнаруживается ДНКос байкальского омуля (*Coregonus migratorius*), а на глубине более 200 м обнаружена ДНКос представителей семейства рогатковых (сем. Cottidae).

Список литературы

1. Тимошкин О. А. Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна / ред. О. А. Тимошкин [и др.]. – Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 2001. – Т. 1 : Озеро Байкал, кн. 1. – С. 62.
2. Tsuji S. Water temperature-dependent degradation of environmental DNA and its relation to bacterial abundance M. Ushio, S. Sakurai, T. Minamoto, H. Yamanaka // PLoS ONE. – 2017. – Vol. 12, N 4. – P: e0176608. – DOI: 10.1371/journal.pone.0176608

УДК 574.5

НОЧНОЕ МИГРАЦИОННОЕ СООБЩЕСТВО НА ЛИТОРАЛЬНОЙ ТОЧКЕ В ОЗЕРЕ БАЙКАЛ

С. А. Бирицкая, Е. М. Долинская, Д. Ю. Карнаухов, Е. А. Зилов

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
biritskaya.sofya@mail.ru*

A number of monthly observations of the hydrobiont community during the night time in the littoral zone near the Angara riverhead were carried out. During the study period, the composition and dynamics of the community were established.

В ночное время бентосные амфиподы на литоральных участках всплывают в верхние слои воды и входят в состав так называемого ночного миграционного сообщества (МС). Ночное МС в настоящее время активно изучается. На данный момент, известно несколько гипотез, которые объясняют причины миграционного поведения донных амфипод, в последнее время наиболее правдоподобной считается температурная гипотеза [2]. В состав ночного миграционного сообщества оз. Байкал кроме бентосных видов амфипод также входят: пелагическая амфипода *Macrohectopus branickii* (Dyb.), коттоидные и сиговые рыбы.

Изучение данного сообщества проводилось нами у пос. Листвянка на литоральной точке в озере Байкал недалеко от истока р. Ангара. Для исследования использовались дистанционная видеосистема с прикрепленным к ней термологгером и планктонная сеть Джеди. Видеосистемой сначала в течении 15 мин велась съемка у дна, а затем в течении 5 мин – у поверхности воды. Далее производили тотальный лов во всем столбе воды с помощью сети Джеди в три повторности. Пробы, отобранные планктонной сетью, обрабатывались по стандартной гидробиологической методике, а полученные видеозаписи по ранее опубликованной в ряде статей методике [1].

В результате наблюдений, проводимых с ноября 2017 г. по январь 2018 г., были получены, следующие результаты: численность бентосных и пелагических амфипод в составе сообщества различна, более того, *M. branickii* наблюдался в данном сообществе только при первом наблюдении в ноябре 2017 г. В ноябре 2017 г. максимальное количество бентосных амфипод было равно 8 экз./стоп-кадр, а в декабре их максимальное количество увеличилось до 27 экз./стоп-кадр. На съемке за январь 2018 г. максимальное количество равнялось всего 3 экз. на стоп-кадр. Максимальное количество пелагической амфиподы *M. branickii* в ноябре составило 5 особей на стоп-кадр, а коттоидных рыб, которые также были отмечены в составе сообщества только в ноябре, всего 2 особи на стоп-кадр. На снижение численности донных амфипод, видимо, повлияло понижение температуры воды и становление ледового покрова на Байкале (несмотря на то что непосредственно в месте наблюдения становление ледового покрова не происходит). Возможно, именно с этим связано и отсутствие в составе сообщества коттоидных рыб и *M. branickii*.

Работа выполнена при поддержке проекта Минобрнауки РФ 6.1387.2017/ПЧ и гранта Фонда поддержки прикладных экологических разработок и исследований «Озеро Байкал».

Список литературы

1. Мишарин А. С. Сравнительная характеристика ночной миграционной активности гидробионтов на различных участках литорали озера Байкал / А. С. Мишарин, В. В. Тахтеев, А. М. Левашкевич // Гидробиология водоемов юга Восточной Сибири. – Иркутск : Иркут. ун-т, 2006. – С. 52–66.
2. Тахтеев В. В. Фауна и экология бокоплавов озера Байкал : учеб. пособие / В. В. Тахтеев, С. И. Дидоренко. – Иркутск : Изд-во Ин-та географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2015. – 115 с.

МИКРОСПОРИДИОЗ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ОЗЕРА БАЙКАЛ

Ю. Ван, Ж. В. Петунина, Д. Ю. Щербаков

Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия;

Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск, Россия

mix-er126@yandex.ru

Microsporidia are widespread intracellular parasites; they are known to infect all animal phyla and examples have been reported from all tissue systems. Here we report on the detection of microsporidia in endemic Baikal species mollusks of the *Maackia herderiana* (Lindholm, 1909) and the sponge of the *Lubomirskia baicalensis* (Pallas, 1771).

Микроспоридии – облигатные паразиты, как позвоночных, так и беспозвоночных [10], которые, тесно взаимодействуя со своими хозяевами, оказывают серьезное влияние, как на приспособленность отдельной особи, так и на размер популяции [2; 8]. Изменение сообществ паразита – важный фактор эволюционной диверсификации хозяев, поскольку паразиты усиливают репродуктивную изоляцию путем отбора против гибридов или вселенцев [6] и усиливают половой отбор по иммунитету [4]. В тоже время диверсификация хозяев также может ограничивать распространенность паразитов, поскольку разные виды-хозяев обычно отличаются по способности к их передачи [7]. Древние озера, включая Байкал, образуют изолированные экосистемы, которые содержат разнообразные среды обитания, но доступны только ограниченному числу пресноводных видов. Распространение вида-хозяина в древнем озере и его последующая адаптивная радиация дает много возможностей для утраты или приобретения паразитов [5]. Согласно вышеизложенному и исходя из того, что микроспоридиоз байкальских гидробионтов изучен слабо, для понимания общей картины зараженности гидробионтов озера Байкал, видового спектра микроспоридий и взаимодействий в системе «паразит-хозяин» необходимо их активное всестороннее исследование. Наша работа посвящена подбору условий амплификации молекулярного маркера SSU rDNA и поиску зараженности микроспоридиями некоторых видов байкальских беспозвоночных.

Объектами исследования послужили ручейники (Trioptera sp.), изоподы (*Baicalasellus minutus*, *B. baicalensis*), губки (*Lubomirskia baicalensis*) и моллюски (*Maackia herderiana*, *M. variesculpta*, *Benedictia baicalensis*, *Korotnewia semenkowitschii*, *Teratobaikalia ciliata*, *Parabaikalia dubiosa*, *Pseudobaikalia zachvatkini*, *P. jenteriana*, *P. elegantula*, *P. contabulata*, *P. pulla*, *P. michelae*). Для моллюсков вида *B. baicalensis* проведены морфологические измерения, определение пола и подготовлены образцы печени, так как именно в этом органе визуально обнаружены инородные скопления неизвестного генеза, предположительно являющиеся локали-

зациями спор микроспоридий. Промеры проводили с помощью биноккуляра по стандартной схеме [9]. Выделение общей ДНК проводили методом с использованием цетилтриметиламмоний бромид [3], амплификацию мсрДНК – с использованием пар праймеров v1f-530r, v1f-1342r, 18sf-981r, DpRun-DpFun [1].

Поиск зараженности в имеющихся образцах ручейников, изопод и моллюсков с применением nested ПЦР с парами праймеров v1f-1342r и 18sf-981r не дал положительного результата, как и использование пары праймеров DpFun-DpRun. Наши данные указывают на вероятное наличие инфекции у губки *L. baicalensis*, вызванной видом микроспоридии, которая по последовательности мсрРНК имеет 99 % сходство с *Microsporidium sp.*, обнаруженной у амфиподы *Dorogosraysia parasitica*, паразитирующей на этом виде губки. При амплификации фрагмента исследуемого гена, ограниченного парой праймеров v1f-530r, обнаружена высокая степень заражения особей *M. herderiana* в следующих точках сбора: м. Берёзовый, пос. Б. Коты, пос. Листвянка, пос. Култук, б. Половинка, о-в Ушканый, при этом 97 % из них, вероятно, заражены минимум двумя видами микроспоридий. На фоне высокой степени зараженности моллюсков в этих местообитаниях (90,5 %), точка сбора проб г. Давша показала нулевую зараженность особей *M. herderiana*.

Получены первые данные, указывающие на микроспоридиоз байкальских губок *L. baicalensis* и моллюсков *M. herderiana*. Однако для понимания характера зараженности этих и других видов байкальских беспозвоночных микроспоридиями, видового спектра микроспоридий и взаимодействий в системе «паразит-хозяин» требуются дальнейшие исследования.

Список литературы

1. Небесных И. А. Первое обнаружение представителей Enterocytozoonidae (Fungi: Microsporidia) в рыбах оз. Байкал / И. А. Небесных [и др.] // Междунар. журн. прикл. и фундам. исслед. – 2017. – № 10-1. – С. 86–89.
2. Becnel J. J. Microsporidia in insects / J. J. Becnel, T. G. Andreadis // The microsporidia and microsporidiosis. – American Society of Microbiology, 1999. – С. 447–501.
3. Doyle J. J. Preservation of plant samples for DNA restriction endonuclease analysis / J. J. Doyle, E. E. Dickson // Taxon. – 1987. – Vol. 36. – P. 715–722.
4. Divergent selection on locally adapted major histocompatibility complex immune genes experimentally proven in the field / C. Eizaguirre [et al.] // Ecology letters. – 2012. – Vol. 15, N 7. – С. 723–731.
5. Parasite escape through trophic specialization in a species flock / P. I. Håblützel [et al.] // Journal of evolutionary biology. – 2017.
6. Karvonen A. The role of parasitism in adaptive radiations—when might parasites promote and when might they constrain ecological speciation? / A. Karvonen, O. Seehausen // International Journal of Ecology. – 2012. – T. 2012.
7. Ostfeld R. S. Effects of host diversity on infectious disease / R. S. Ostfeld, F. Keesing // Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics. – 2012. – Vol. 43.
8. Shaw R. W. Fish microsporidia / R. W. Shaw, M. L. Kent // The microsporidia and microsporidiosis. – American Society of Microbiology, 1999. – P. 418–446.

9. Sitnikova T. On morphological and ecological evidence of adaptive differentiation among stony cliff littoral Baikal gastropods / T. Sitnikova, N. Maximova // Journal of natural history. – 2016. – Vol. 50, N 5–6. – P. 263–280.

10. Weiss L. M. Molecular biology, molecular phylogeny, and molecular diagnostic approaches to the microsporidia / L. M. Weiss, C. R. Vossbrinck // The microsporidia and microsporidiosis. – American Society of Microbiology, 1999. – P. 129–171.

УДК 575.86

МИТОХОНДРИАЛЬНЫЙ ГЕНОМ *L. ABIETINA* (LUBOMIRSKIIDAE): ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ И ЭВОЛЮЦИИ

Д. О. Владимирова¹, О. О. Майкова²

¹Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

²Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск, Россия
dashavladimirowa@yandex.ru

The length of *Lubomirskia abietina* mtDNA nucleotide sequence was 19047 bp, of which 11976 bp belong to protein-coding genes (63 %). The nucleotide substitution rate in protein-coding genes of *L. abietina* mtDNA was accelerated in comparison with the cosmopolitan ancestral species *E. muelleri*.

Губки (*Porifera*) являются самыми древними и примитивными многоклеточными животными, дивергировавшими в самостоятельную эволюционную ветвь от общего предка *Metazoa* около 580635 млн лет [2; 4].

В Байкале обитает эндемичное семейство губок *Lubomirskiidae*, распределение, таксономия и филогенетические связи внутри которого до сих пор исследуются [1]. Использование последовательностей ДНК в качестве филогенетических маркеров имеет преимущества перед морфологическими признаками. В последнее время с целью исследования филогенетических отношений активно используют полные митохондриальные геномы. Ранее на основе белок-кодирующих генов митохондриальной ДНК была проведена реконструкция эволюционной истории губок семейства *Lubomirskiidae*, где показано, что байкальские губки дивергировали от общего космополитного предка около 10 млн лет назад.

С целью исследования особенностей и механизмов эволюции байкальских эндемичных губок была определена нуклеотидная последовательность полного митохондриального генома вида *Lubomirskia abietina*, для чего был выбран образец № 2363, имеющий типичное строение спикул и скелета. Длина полученной нами нуклеотидной последовательности мтДНК *L. abietina* составила 19047 п. н., из них на белок-кодирующие гены приходится 11976 п. н. (63 %). Порядок расположения генов в мтДНК *L. abietina* не отличается от такового у других представителей семейства *Lubomirskiidae*, чьи геномы определены к настоящему времени.

Филогенетический анализ проведен с помощью программы MrBayes v 3.2.1 на основе нуклеотидных последовательностей 14 белок-кодирующих генов мтДНК 7 видов семейства Lubomirskiidae и *E. muelleri* (номера в GenBank: *R. echinata* (JQ302309), *S. papyracea* (JQ302308), *B. intermedia profundalis* (JQ302310), *L. baicalensis* (GU385217), *B. bacillifera* (KJ192328), *B. intermedia* (KU324767), *E. muelleri* (NC_010202)) [3] (рис.).

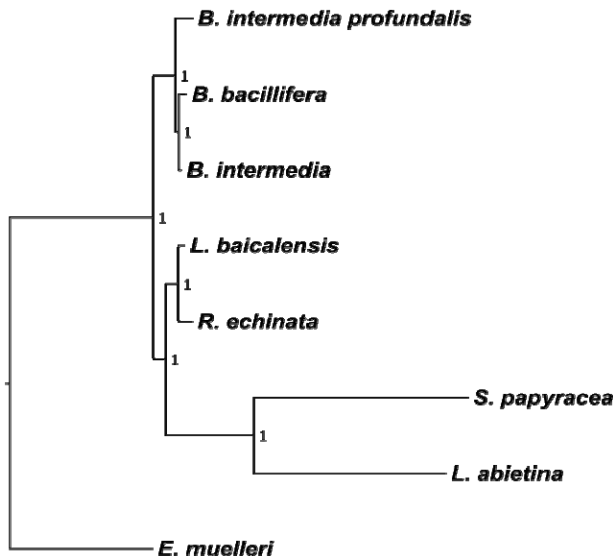


Рис. Филогенетическое дерево, полученное методом Байеса, основанное на нуклеотидных последовательностях 14 белок-кодирующих генов 8 митохондриальных геномов.

На филогенетическом дереве видно, что виды рода *Baikalospongia* образует единую кладу с максимальной степенью поддержки (100 %). Вторая кладка включает представителей 3 родов: *Lubomirskia*, *Rezinkovia* и *Swartschewskia*. Род *Lubomirskia* парафилетичен: вид *L. baicalensis* и *R. echinata* дивергировали от общего предка, тогда как исследуемый нами вид *L. abietina* образовал общую кладу с видом *S. papyracea* с вероятностью 100 %. Полученная нами топология не противоречит более раннему исследованию, а дополняет его [3].

В результате подсчета скоростей эволюции белок-кодирующих генов мтДНК байкальских губок относительно *E. muelleri* показано увеличение скорости накопления нуклеотидных замен у видов *S. papyracea* и *L. abietina* в 2 раза, значение доверительных интервалов составило 2,035635 и 1,888631 соответственно (табл.).

Значение 95 % доверительного интервала (95 % HPD) относительных скоростей нуклеотидных замен по каждому таксону

Вид	Значение
<i>E. muelleri</i>	0,741841
<i>L. baicalensis</i>	0,033182
<i>R. ehinata</i>	0,298707
<i>B. intermedia profundalis</i>	0,284815
<i>B. bacillifera</i>	0,118583
<i>B. intermedia</i>	0,032514
<i>S. papyracea</i>	2,035635
<i>L. abietina</i>	1,888631

В результате исследования были впервые получены нуклеотидные последовательности митохондриального генома *Lubomirskia abietina*.

Сравнительный анализ нуклеотидных последовательностей митохондриальной ДНК губок показал, что порядок расположения и протяженность генов *L. abietina* идентичен таковому у других видов семейства Lubomirskiidae. На основе филогенетического анализа нуклеотидных последовательностей 14 белок-кодирующих генов мтДНК показано, что род *Lubomirskia* парафилетичен, а вид *L. abietina* наиболее близок виду *S. papyracea*. Выявлено ускорение накопления нуклеотидных замен в белок-кодирующих генах мтДНК вида *L. abietina* в два раза относительно космополитного предкового вида *E. muelleri*.

Список литературы

1. Ефремова С. М. Губки (*Porifera*) / С. М. Ефремова // Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна. – Новосибирск: Наука, 2001а. –Т. 1: Озеро Байкал. Кн. 1. – С. 177–190.
2. Li C. W. Precambrian sponges with cellular structures / C. W. Li, J. Y. Chen, T. E. Hua // Science. – 1998. –Vol. 279. –P. 879–882.
3. Maikova O. The complete mitochondrial genome of *Baikalospongia intermedia* (Lubomirskiidae): description and phylogenetic analysis / O. Maikova, D. Sherbakov, S. Belikov // Mitochondrial DNA. Part B: Resources. – 2016. – Vol. 1, N 1. – P. 569–570.
4. Masuda Y. Studies on the Taxonomy and Distribution of Freshwater Sponges in Lake Baikal / Y. Masuda // Biosilica in Evolution, Morphogenesis, and Nanobiotechnology. –Berlin Heidelberg : Springer, 2009. –P. 81–110.

НОВЫЕ НАХОДКИ РАСТЕНИЙ И ГРИБОВ В ОКРЕСТНОСТЯХ БИОСТАНЦИИ БОЛЬШИЕ КОТЫ

В. Д. Галемина, И. А. Дмитриев

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
goldennerpa@mail.ru*

New for the South-Western coast of the Baikal finds of plants (4 species) and macro-mycetes (3 species) are presented.

В настоящее время флора ППНП выявлена достаточно полно – на территории парка отмечено 1385 видов сосудистых [1] и 1761 вид споровых растений [5]. Особый интерес представляют конкретные флоры в окрестностях биостанций Иркутского госуниверситета – ст. Маритуй и пос. Большие Коты. Планомерное и комплексное изучение всех компонентов растительности на ограниченной территории в течение десятилетий позволяет использовать эти флористические данные для построения различных математических моделей.

Во время полевой практики по ботанике в июле 2017 г. в окрестностях пос. Б. Коты нам удалось обнаружить несколько видов цветковых растений и грибов-макромицетов, ранее здесь не отмеченных [4]. Собранный гербарий хранится на кафедре ботаники ИГУ.

Ячмень гривастый – *Critesion (Hordeum) jubatum* (L.) Nevski – падь Б. Коты, деревенская улица, вдоль изгороди, с осокой твердоватой, спорышем и клевером ползучим.

Крыжовник иглистый – *Grosularia reclinatum* L. – берег Байкала близ устья пади Черной, галечный пляж.

Барбарис амурский – *Berberis amurensis* Rupr. – падь Жилище, пойменный лиственный-сосновый лес с березой, ивами и ольхой кустарниковой, на обочине лесной дороги.

Вишня войлочная – *Cerasus tomentosa* (Thunb.) Wall. – скалистый берег Байкала между падами Малые Коты и Варначка, криоксерофитная степь, в зарослях таволги средней и кизильника черноплодного вдоль Байкальской экологической тропы (БЭП).

Леофиллум сросшийся – *Lyophyllum connatum* (Schumach.) Singer – падь Жилище, заросли ив и ольхи кустарниковой по берегу реки, у тропы, в дернине злаков.

Круцибулум гладкий – *Crucibulum laeve* (Huds.) Kambly – падь Б. Коты, деревенская улица, на старых сосновых щепках и древесной трухе.

Млечник альпийский – *Lactarius alpigenes* Kuhner (= *L. pusillus* Bres.) – падь Б. Коты, заросли ив и ольхи кустарниковой по берегу реки, на голой или местами замшелой почве.

Если предыдущие 6 таксонов можно отнести к группе адвентивных или сорных видов, то млечник альпийский является классическим представителем гипоарктомонтанного элемента флоры Прибайкалья. Этот реликт флор ледникового периода включен в Красные книги Иркутской области [2] и Бурятии [3], а также в некоторые другие региональные списки охраняемых видов на территории Российской Федерации.

Список литературы

1. Конспект флоры сосудистых растений Прибайкальского национального парка / А. М. Зарубин [и др.]. – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2005. – 494 с.
2. Красная книга Иркутской области / отв. ред. В. В. Попов. – Иркутск : Время странствий, 2010. – 480 с.
3. Красная книга Республики Бурятия: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов / отв. ред. Н. М. Пронин. – Улан-Удэ : Изд-во БНЦ СО РАН, 2013. – 688 с.
4. Полевая практика по ботанике на биостанции в пос. Большие Коты : учеб. пособие / В. А. Барицкая [и др.]. – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. – 94 с.
5. Споровые растения Прибайкальского национального парка / Т. В. Макрый [и др.]. – Новосибирск : Акад. изд-во «Гео», 2008. – 368 с.

Научный руководитель: канд. биол. наук, доц. А. Н. Петров

УДК 587.527.1(571)

ПРЕДСТАВИТЕЛИ РОДА *SALIX* L. (SALICACEAE MIRB.) РАЙОНА ПЗ-2 РЕГИОНАЛЬНОГО ДЕЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Э. В. Енин, О. П. Виньковская

*Иркутский государственный аграрный университет
имени А.А. Ежевского, г. Иркутск, Россия
edward_lp@icloud.com*

The article is presented the primary distribution data of genus *Salix* L. (Salicaceae Mirb.) within locus «ПЗ-2» regional division of Irkutsk oblast. Identified 20 species, eight of which (*S. dasyclados* Wimm., *S. kochiana* Trautv., *S. phylicifolia* L., *S. pyrolifolia* Laeb., *S. rorida* Laksch., *S. saposhnikovii* A. K. Skvortsov, *S. saxatilis* Turcz. ex Ledeb., *S. udensis* Trautv.) need to be clarified, because the data of it's distribution from literature sources are different or not at all. It's necessary to collect additional data of these issue.

На территории Сибири род ива (*Salix* L.) самый крупный в семействе ивовые (*Salicaceae* Mirb.) и среди древесных растений всей России. По данным И. Ю. Коропачинского и Т. Н. Встовской [2] в азиатской части России встречается 77 видов ив, в Сибири по Ю. П. Хлонову [4] – 68 видов, при этом в Иркутской области из них отмечено 49 [1]. Количество видов ив увеличивается по всей Сибири с запада на восток таким образом, что наибольшее их видовое разнообразие наблюдается в горах Алтая, Саян и Витимского плоскогорья [4]. По всей видимости, Иркутская

область попадает в пределы ареала видообразования рода *Salix*, во всяком случае, именно на Байкальскую Сибирь приходится максимальное видовое богатство [3].

Ивы относятся к двудомным растениям, имеют непродолжительную фенофазу цветения, которая сокращает время сбора образцов для дальнейшего определения. На территории исследования этот период составляет 7–10 дней в конце мая – начале июня. Все политомические ключи и дихотомические таблицы построены на особенностях морфологии исключительно женских особей. К середине – концу июня сережки на ивах опадают и тогда идентификация их до вида крайне затруднена. Среди видов ив встречаются как крупные жизненные формы (деревья), так и небольшие (кустарники), и маленькие древесные растения – кустарнички [2; 4]. Ивы быстро растут, очень устойчивы к загрязнению почв и атмосферного воздуха, хорошо реагируют на обрезку, замечательно поддаются формовке, широко используются в лесомелиорации и зеленом строительстве. Ивы являются источником танидов (дубильных веществ) [4], имеют большое значение в питании многих фитофагов, особенно копытных животных. Встречаются повсеместно во всех природных зонах Сибири, являются неотъемлемой частью подлеска таежной зоны, поднимаются далеко на север и высоко в горы, входят в состав растительных сообществ зональных и горных тундр. По руслам рек всех зон образуют чистые и часто плохо проходимые заросли, чем определяют не только кормовую емкость охотничьих угодий, но и их защитную пригодность для многих видов животных.

Территория исследования находится в пределах Чуно-Ангарского березово-елово-соснового лесного округа Средне-Сибирской провинции Восточно-Сибирской геоботанической подобласти светлохвойных лесов, в подзоне южной тайги. Для округа характерно господство сосновых лесов зеленомошных, разнотравно-брусничных, багульниково-черничных, толокнянково-лишайниковых и др. Согласно ботаническому районированию области [1], «Пз-2» попадает в Ангаро-Саянский флористический район, который отличается относительно высоким фиторазнообразием.

Целью исследований стало выявление по литературным данным видового разнообразия рода *Salix* L. района, который обозначен как «Пз-2» согласно флористическому региональному делению территории Иркутской области [1].

Для литературной обработки были использованы как специализированные по семейству издания – Ю. П. Хлонов «Атлас деревьев и кустарников Сибири (ивы, тополя, чозения)» [4], по древесным растениям – И. Ю. Коропачинский, Т. Н. Встовская «Древесные растения Азиатской части России» [2], так и региональная флористическая сводка «Конспект флоры Иркутской области (сосудистые растения)» [1]. Других источников, содержащих необходимую нам информацию и вышедших позже,

нами не обнаружено. Список ив территории исследования включает 20 видов (табл. 1), что согласуется с данными Ю. П. Хлонова [4], по которым район находится в пределах зоны Сибири с разнообразием ив от 15 до 20 видов.

Таблица 1

Список видов рода *Salix* L. для территории исследования с указанием источников информации

№	Название вида	Лит. источник*	№	Название вида	Лит. источник
1	<i>S. abscondita</i> Laksch.	1, 2, 4	11	<i>S. pyrolifolia</i> Laeb.	1, 4
2	<i>S. bebbiana</i> Sarg.	1, 2, 4	12	<i>S. rhamnifolia</i> Pall.	1, 2, 4
3	<i>S. caprea</i> L.	1, 2, 4	13	<i>S. rorida</i> Laksch.	1, 4
4	<i>S. dasyclados</i> Wimm.	1, 4	14	<i>S. rosmarinifolia</i> L.	1, 2, 4
5	<i>S. hastata</i> L.	1, 2, 4	15	<i>S. saposhnikovii</i> A. K. Skvortsov	1, 4
6	<i>S. jensseensis</i> Flod.	1, 2, 4	16	<i>S. saxatilis</i> Turcz. ex Ledeb.	4
7	<i>S. kochiana</i> Trautv.	2	17	<i>S. taraikensis</i> Kimura	1, 2, 4
8	<i>S. myrtilloides</i> L.	1, 2, 4	18	<i>S. triandra</i> L.	1, 2, 4
9	<i>S. phylicifolia</i> L.	1, 4	19	<i>S. udensis</i> Trautv.	1, 4
10	<i>S. pseudopentandra</i> Flod.	1, 2, 4	20	<i>S. viminalis</i> L.	1, 2, 4

*Примечание: источники указаны цифрами, согласно их порядковому номеру в списке литературы.

Выявленные для территории исследования виды в большинстве своем широко распространены и являются обычными в Сибири. Для Иркутской области, как и Предбайкалья в целом, достаточно редкой ивой можно назвать только *S. phylicifolia*, которая имеет евразийское распространение, но во внутриконтинентальных районах Азии разрывает свой ареал. Помимо территории исследования, *S. phylicifolia* обнаружена еще в двух местах Иркутской области (в окрестностях Слюдянки и на хребте Кодар), при этом находки датируются 25-летней давностью и больше не повторялись [1].

Для восьми видов (*S. dasyclados* Wimm., *S. kochiana* Trautv., *S. phylicifolia* L., *S. pyrolifolia* Laeb., *S. rorida* Laksch., *S. saposhnikovii* A. K. Skvortsov, *S. saxatilis* Turcz. ex Ledeb., *S. udensis* Trautv.) в изученных источниках информации приведены противоречивые данные. Таким образом, требуются дополнительные исследования.

Список литературы

1. Конспект флоры Иркутской области (сосудистые растения) / В. В. Чепинога [и др.]; под ред. Л. И. Малышева. – Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2008. – 327 с.
2. Коропачинский И. Ю. Древесные растения Азиатской части России / И. Ю. Коропачинский, Т. Н. Ветовская. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2002. – 707 с.
3. Малышев Л. И. Особенности и генезис флоры Сибири (Прибайкалье и Забайкалье) / Л. И. Малышев, Г. А. Пешкова. – Новосибирск: Наука, 1984. – 263 с.
4. Хлонов Ю. П. Атлас деревьев и кустарников Сибири (ивы, тополя, чозения) / Ю. П. Хлонов. – Новосибирск, 2000. – 93 с.

СТРУКТУРА МАКРОЗООБЕНТОСА ГОРНОГО РОДНИКОВОГО РУЧЬЯ ТРАВЯНИСТЫЙ НА СЕВЕРНОМ МАКРОСКЛОНЕ ХРЕБТА ХАМАР-ДАБАН

И. О. Еропова^{1,3}, В. В. Тахтеев¹, Н. А. Рожкова²

¹ *Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия*

² *Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск, Россия*

³ *Байкальский музей ИНЦ СО РАН, пос. Листвянка Иркутской обл., Россия*
e-mail: eropova.irina@yandex.ru

Macrozoobenthos communities of the Travyanisty mountain spring brook, the Khamar-Daban ridge, are described. The upstream flow hosts a quantitatively poor community dominated by Oligochaeta and an abundant one dominated by amphipods. The downstream flow is a habitat for a community with obvious prevalence and a large biomass of Turbellaria.

Байкальский регион характеризуется большим разнообразием водных экосистем, таких как реки, озера, родники, минеральные и термальные источники, горные ручьи. Если разнообразие фауны малых водотоков юга Восточной Сибири уже отчасти исследовано (хотя при этом многие из них вообще не изучались гидробиологами), то данные о количественном обилии в них бентосных беспозвоночных крайне ограничены. К их числу относятся горные речки и ручьи хребта Хамар-Дабан, отличающегося в пределах региона наибольшим увлажнением и реликтовым характером экосистем.

Цель работы – описание сообществ макрозообентоса одного из ручьев, стекающего с хр. Хамар-Дабан в оз. Байкал. Ручей Травянистый расположен на северном макросклоне хребта, на горе Травянистая, имеет протяженность около 4 км. Он берет начало в верхнем поясе гор, и впадает в Байкал в 6 км от восточной окраины г. Байкальск.

Сбор материала проводили с 5 по 7 июля 2017 г. в верхнем (высота 940 м) и нижнем течении ручья. На каждой точке выполняли ее общее описание, измеряли скорость потока. Температуру воды измеряли ртутным термометром и термооксиметром, им же определяли содержание растворенного кислорода. Количественные пробы макрозообентоса отбирали с помощью круглого бентометра ($S = 0,017 \text{ м}^2$) собственной конструкции. Для исследования состава фауны отбирали также качественные пробы с помощью сачка. Всего обработано 7 проб (4 количественных и 3 качественных). Была отобрана проба воды; гидрохимический анализ выполнен Е. Р. Хадеевой и канд. биол. наук О. Г. Лопатовской. Состав воды выражали в виде формулы М. Г. Курлова. Камеральную обработку проб проводили по общепринятой в гидробиологии методике с расчетом численности и биомассы каждой таксономической группы на

1 м². Тип сообщества зообентоса определяли по таксономической группе, которая доминировала по биомассе.

Ширина ручья составляет в разных участках от 0,6 до 3 м, скорость течения от 3 до 30 см/с, на стремнинах до 1 м/с, показатели насыщения O₂ изменялись от 9,2 мг/дм³ до 15,3 мг/дм³. Температура воды варьировала от 6 °С в основном потоке в верхнем течении до 11 °С в устьевой части ручья. Грунт представлен мелким и средним заиленным песком, детритом, с примесью дресвы и щебня. По берегам ручья местами обильно развит мох.

Вода, отобранная на точке 208/7 (верхнее течение), относится к гидрокарбонатно-хлоридному магниевно-кальциевому типу, имеет слабощелочную реакцию:

$$M\ 0,13 \frac{Cl\ 68\ HCO_3\ 32}{Ca\ 59\ Mg\ 39} pH\ 7,6$$

В составе донной фауны ручья Травянистый выявлены 10 таксономических групп макробеспозвоночных животных. В верхнем его течении, у края основного потока (точки 208/1, 208/2), количественные характеристики зообентоса были невелики (табл.); по численности и биомассе доминируют олигохеты, субдоминирующая группа – комары сем. Limoniidae. Ручейники представлены видами *Rhyacophila sibirica* McL., *Rh. cedrensis* Schmid. (ранее отмечался в Южном Приморье и на Алтае), амфиподы – эндемичным для хребта Хамар-Дабан видом *Gammarus dabanus* Tacht. et Mekhanikova. Интересна находка личинки веснянки сем. Capniidae, близкой к эндемичному для Байкала роду *Baikaloperla*.

Таблица

Количественные показатели макрозообентоса ручья Травянистый

Таксономические группы	Точки отбора проб							
	208/1		208/2		208/3		297/1	
	Обилие*	Доля, %	Обилие*	Доля %	Обилие*	Доля %	Обилие*	Доля %
Amphipoda	$\frac{118}{0,06}$	$\frac{3,0}{1,5}$	$\frac{235}{0,47}$	$\frac{14,7}{32,1}$	$\frac{12176}{117,00}$	$\frac{51,6}{89,0}$	$\frac{118}{0,53}$	$\frac{0,8}{1,6}$
Ceratopogonidae	$\frac{59}{0,06}$	$\frac{1,4}{1,5}$	$\frac{412}{0,35}$	$\frac{26,0}{24,0}$	$\frac{118}{0,06}$	$\frac{0,5}{0,0}$	$\frac{59}{0,06}$	$\frac{0,4}{0,2}$
Oligochaeta	$\frac{2648}{2,06}$	$\frac{65,2}{53,0}$	$\frac{471}{0,23}$	$\frac{29,6}{15,7}$	$\frac{2823}{2,70}$	$\frac{12,0}{2,0}$	$\frac{2412}{0,94}$	$\frac{17,2}{2,8}$
Planariidae	0	0	$\frac{412}{0,29}$	$\frac{26,0}{20,0}$	$\frac{3765}{9,35}$	$\frac{16,0}{7,0}$	$\frac{10118}{29,06}$	$\frac{72,3}{86,8}$
Ephemeroptera	0	0	0	0	0	0	$\frac{176}{0,18}$	$\frac{1,3}{0,5}$

Таксономические группы	Точки отбора проб							
	208/1		208/2		208/3		297/1	
Plecoptera	$\frac{118}{0,06}$	$\frac{3,0}{1,5}$	0	0	$\frac{235}{0,12}$	$\frac{1,0}{0,1}$	$\frac{59}{0,12}$	$\frac{0,4}{0,4}$
Trichoptera	0	0	0	0	$\frac{176}{2,65}$	$\frac{1,0}{2,0}$	0	0
Diptera: Limoniidae	$\frac{1059}{1,41}$	$\frac{26,0}{41,0}$	0	0	0	0	0	0
Diptera: Chironomidae	$\frac{59}{0,06}$	$\frac{1,4}{1,5}$	0	0	0	$\frac{18,0}{0,5}$	$\frac{1059}{2,60}$	$\frac{7,6}{7,7}$
Diptera прочие	0	0	$\frac{59}{0,12}$	$\frac{3,7}{8,2}$	0	0	0	0
Всего	$\frac{4061}{3,90}$	$\frac{100}{100}$	$\frac{1589}{1,46}$	$\frac{100}{100}$	$\frac{23587}{132,60}$	$\frac{100}{100}$	$\frac{14001}{33,48}$	$\frac{100}{100}$

Примечание: * числитель – численность, экз./м²; знаменатель – биомасса, г/м². Номера точек: 208/1 – верхнее течение ручья, у края основного потока; 208/2 – там же, в 10 м выше; 208/3 – верхнее течение, родниковый геокрен в разрастаниях мха рядом с основным руслом; 297/1 – устьевая часть в 150 м от оз. Байкал, у края основного потока.

В нижнем течении перед впадением в Байкал (точка 297/1), также у края потока, численность и биомасса резко возрастают за счет очень большого количества турбеллярий (см. табл.). Им значительно уступают личинки хирономид и олигохеты, другие группы присутствуют единично. Большой интерес представляет сообщество геокрена в верхнем течении среди мхов (точка 208/3). Там выявлены наивысшие значения численности и биомассы за счет очень большого количества амфипод *Gammarus dabanus*; также довольно многочисленны турбеллярии и олигохеты.

Таким образом, в ручье выявлены три различных типа бентосных сообществ: олигохетное, турбеллярное и амфиподное, что говорит о значительной гетерогенности условий обитания даже в одном небольшом водотоке.

Исследования поддержаны РФФИ (грант № 17-29-05067-офи).

ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ БАЙКАЛЬСКИХ ВОДОРΟΣЛЕЙ РОДА *CHORICYSTIS* (CHLOROPHYTA, TREBOUXIOPHYCEAE)

С. А. Кашин¹, Н. В. Кулакова²

¹ Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

² Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск, Россия
kashinserejka1996@mail.ru

The study of Baikal microalgae *Choricystis* based on *rbcl* gene analysis revealed two phylogenetic lineages in *Choricistys* clade that was not shown earlier by 18S rRNA gene analysis. Two genetic variants of Baikal *Choricystis* differed from cosmopolite type species *Choricystis minor* (Skuja) Fott, 1976 presumably due to their endemic speciation.

Зеленые водоросли из отдела Chlorophyta – многочисленная и разнообразная группа организмов в озере Байкал, для многих из которых вопросы биоразнообразия и эволюции остаются до конца неясными. Род *Choricystis* согласно принятой классификации относится к классу Trebouxiophyceae и порядку неопределенного таксономического положения. Из 16 описанных видов только восемь являются принятыми, из которых типовой вид, *Choricystis minor* (Skuja) Fott, 1976 – космополитный пресноводный вид. Ранее при изучении пикопланктона в озере Байкал были получены несколько штаммов идентифицированных как *C. minor* [1], однако вопрос об их видовой принадлежности остается открытым ввиду сложности идентификации по морфологическим признакам и недостаткам использования гена 18S рРНК для молекулярной идентификации на уровне вида.

С целью определения эволюционных взаимоотношений и генетического разнообразия байкальских и небайкальских представителей рода *Choricystis* нами проведен молекулярно-генетический анализ фрагмента гена большой субъединицы рибулозобифосфаткарбоксилазы/оксигеназы (*rbcl*). Пробы воды (0,5 литра) отбирали в прибрежной зоне в районе пади Варначка в 2017 г. Воду, отфильтровывали через нитроцеллюлозные мембранные фильтры с диаметром пор 0,22 мкм и проводили выделение ДНК. Фрагмент гена *rbcl* амплифицировали в ПЦР с помощью универсальных праймеров 5'-GACCTTACWAAAGATGAYGA-3' и 5'-CCTTCGTTACGARCTTGYG-3'. Полученные ампликоны клонировали в плазмидном ТА-векторе, трансформировали в штамм XL-1 *E. coli* и анализировали наличие вставок. Секвенирование фрагмента длиной 792 нуклеотидных оснований проводили по методу Сенгера. Первичный анализ нуклеотидных последовательностей проводили с помощью поиска (Blastn) наиболее сходных последовательностей в базе данных GenBank. Для филогенетического анализа использовали 44 полученных нуклеотидных последовательности и последовательности представителей класса Trebouxiophyceae из базы данных GenBank. Окончательный элай-

мент включал 126 последовательностей. Построение элаймента проводили с помощью программы Clustal W [2]. Построение филогенетических деревьев на основе нуклеотидных и транслированных аминокислотных последовательностей проводили с помощью методов максимального правдоподобия, ближайших соседей и Байеса.

В результате анализа показано, что полученные последовательности принадлежат отдельной кладе *Choricystis*, представленной двумя филогенетическими линиями (рис.). Клада *Choricystis* образует собой отдельную ветвь, для которой ближайшими родственниками являются роды *Botryococcus* и *Coccomyxa*. В озере Байкал обнаружены два генетических варианта, принадлежащих обоим филогенетическим линиям *Choricystis*. Один из байкальских видов является наиболее близким к типовому виду *C. minor*, синонимичному *C. parasitica* [3], Однако генетические отличия указывают на существование двух различных видов, возможно эндемичных для Байкала, что требует дальнейших исследований. Таким образом, анализ гена *rbcL* позволил определить генетические особенности и предположить эндемичное видообразование двух байкальских видов, принадлежащих филогенетической кладе *Choricystis*.

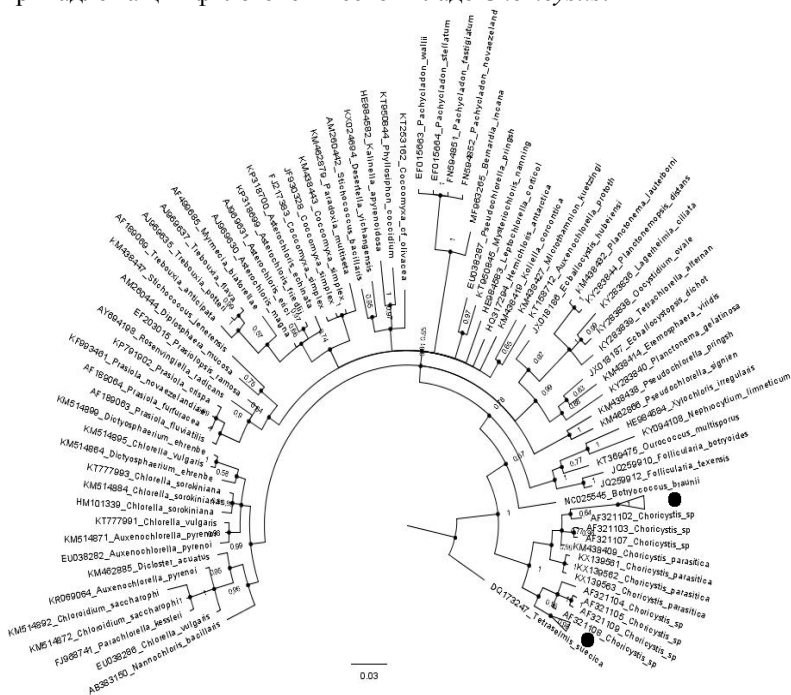


Рис. Филогенетическое дерево, реконструированное по транслированным аминокислотным последовательностям по методу Байеса
 ● – группа последовательностей, обнаруженных в Байкале.

Список литературы

1. An eukaryotic algae from picoplankton of Lake Baikal: morphology, ultrastructure and rDNA sequence data / O. I. Belykh [et al.] // *Hydrobiologia*. – 2000. – Vol. 435. – P. 83–90.
2. ClustalW and ClustalX version 2 / M. A. Larkin [et al.] // *Bioinformatics*. – 2007. – Vol. 23 (21). – P. 2947–2948.
3. The systematics of *Zoochlorella* revisited employing an integrative approach / T. Proschold [et al.] // *Environmental microbiology*. – 2011. – Vol. 13 (2). – P. 350–364.

УДК 575.852'113, 57.063.7

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ITS1-ITS2 РЕГИОНА В ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИХ И ФИЛОГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ВИДОВ РОДА *WALDSTEINIA* WILLD

А. Д. Коновалов^{1,2}, В. В. Павличенко², М. В. Протопопова²

¹ Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

² Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, г. Иркутск, Россия
konovalov.alexey.d@gmail.com

The study was dedicated to the comparative analysis of ITS1-ITS2 nucleotide sequences in several *Waldsteinia* species. The results confirmed the monophyly of *Waldsteinia* genus and genetic differentiation of *Waldsteinia ternata* populations.

Настоящая работа направлена на установление филогенетических связей нескольких видов рода *Waldsteinia* Willd. и исследование филогеографии комплекса видов *Waldsteinia ternata* (Steph.) Fritsch aggr. с использованием ITS1-ITS2 региона. Род относится к семейству *Rosaceae* и по разным источникам включает в себя от 5 до 9 видов. Особый интерес в филогеографическом отношении представляет комплекс видов *Waldsteinia ternata* (Steph.) Fritsch aggr. Первоначально вид был описан из его основного местонахождения на северном макросклоне хр. Хамар-Дабан и в настоящее время трактуется как южносибирский эндемик (Красная книга Республики Бурятия, 2002; Красная книга Иркутской области, 2010). На территории Европы произрастает близкородственный вид *Waldsteinia trifolia* Roch. ex Koch, в восточноазиатской части ареала – *Waldsteinia maximovicziana* (Teppner) Prob., с предгорий Западного Саяна описан новый вид *Waldsteinia tanzybeica* N. V. Stepanov. Однако в настоящее время нет единого мнения о систематическом статусе этих видов, и рядом авторов они рассматриваются как расы единого евроазиатского вида с сильно дизъюнктивным ареалом (Teppner, 1974; Li, Ikeda and Ohba, 2003).

В работе проводили сравнительный анализ нуклеотидных последовательностей ITS1-ITS2 региона у нескольких представителей рода *Waldsteinia*. Сбор образцов (свежие листья) осуществляли из популяций *W. ternata* с хр. Хамар-Дабан (поймы р. Дулиха и р. Безымянная), в пред-

горях Восточного Саяна (р. Белая Зима) и Приморском крае (Дальний Восток, вблизи пос. Сиреневка и Раздольное). Для анализа также были использовали образцы, собранные в предгорьях Западного (р. Большой Кебеж) и Восточного Саяна (р. Онот), хранящиеся в гербариях IRKU и IRK. Образцы европейского вида *W. geoides* были собраны на территории Ботанического сада ИГУ, где он культивируется с 2003 г. Суммарную ДНК выделяли из высушенных в силикагеле листьев с помощью СТАВ метода (Doyle and Doyle, 1987) с авторскими модификациями (Протопопова и др., 2015; 2016). ПЦР проводили с использованием универсальных праймеров (Wang et al., 2009; Utelli, 2000). Полученные ампликоны лигировали в плазмидный вектор pTZ57R/T (Thermo Fisher Scientific) с последующей трансформацией клеток *E. coli*. Секвенирование ампликонов и плазмид проводили по методу Сэнгера с использованием набора BigDye Terminator Cycle Sequencing kit v. 3.1 (Applied Biosystems, США) на генетическом анализаторе серии 3500 (Applied Biosystems, США). Выравнивание нуклеотидных последовательностей проводили с помощью алгоритма MUSCLE, филогенетический анализ – метода максимального правдоподобия с учетом оптимальных моделей нуклеотидных замен в MEGA v. 7.0.16. и байесовского анализа на основе метода Монте-Карло для марковских цепей также с учетом оптимальных моделей нуклеотидных замен в MrBayes v. 3.2.5. Для проведения филогенетического анализа были использованы нуклеотидные последовательности ITS1-ITS2 региона референтных видов, находящиеся в GenBank, в том числе последовательности *W. fragarioides* (Michx.) Tratt. представителей рода *Geum* L.

В своей работе мы опирались на результаты Jenny Smedmark с соавторами (2002, 2003, 2006) по исследованию трибы *Colurieae* и оценки монофилитичности рода *Geum* с использованием молекулярно-генетических маркеров, в том числе ITS1-ITS2 региона. В работе авторов было определено положение рода *Waldsteinia* в трибе *Colurieae*, однако для филогенетической реконструкции авторы использовали информацию только об одном типичном представителе рода – *W. geoides*.

Наши результаты с привлечением данных о последовательностях ITS1-ITS2 региона дополнительных видов (*W. ternata*, *W. maximovicziana*, *W. tanzybeica*, *W. fragarioides*) показали, что все исследованные виды выделяются на филогенетическом дереве в отдельную кладу. В свою очередь, это подтверждает, род *Waldsteinia* может рассматриваться как монофилитическая группа. Однако в случае проведения анализа, с использованием лишь основных гаплотипов ITS1 региона, вид *W. geoides* не объединялся в кладу с комплексом видов *W. ternata* aggr. и *W. fragarioides*, что может свидетельствовать в пользу теории сетчатого видообразования в исследованной трибе (Smedmark et al., 2003, 2005)

Для исследования филогеографии популяций *W. ternata* в пределах его сибирско-восточноазиатского распространения, был использован только ITS1 регион. Нами было выявлено несколько гаплотипов этого региона. Первый – был характерен для дальневосточных популяций; второй, производный от первого, – для всех Сибирских популяций (хр. Хамар-Дабан, Восточный и Западный Саяны). Третий гаплотип был обнаружен одновременно со вторым у особей из одной популяции с хр. Хамар-Дабан (р. Безымянная) и в образце с Западного Саяна. Несколько низкокопийных вариантов ITS1 региона, формирующих общую гаплогруппу, было выявлено у популяций с Восточного Саяна. Эти гаплотипы являются, по-видимому, производными от второго типа последовательности.

Таким образом, несмотря на образование метапопуляций, объединяющих популяции *W. ternata* бассейнов соседних речных пойм, вдоль северного макросклона хр. Хамар-Дабан перенос генов является лимитированным. Степень выявленных генетических отличий между популяциями с хр. Хамар-Дабан, Восточного и Западного Саянов свидетельствует в пользу их непродолжительной изоляции друг от друга. Несмотря на наличие четкой генетической дифференциации популяций *W. ternata*, величина генетического расстояния и наличие общих вариантов ITS1 региона не позволяют однозначно подтвердить видовой статус дальневосточных и западносаянских популяций. Полученные результаты также свидетельствуют в пользу восточноазиатского источника происхождения сибирских популяций этого вида.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 17-74-10074) и грантов Российского фонда фундаментальных исследований (проекты 16-34-60135 мол_а_дк, 16-05-00783). Авторы благодарят ЦКП «Биоаналитика» СИФИБР СО РАН за предоставленный доступ к оборудованию и ЦКП «Биоресурсный центр» СИФИБР СО РАН за предоставленный доступ к работе с гербарием, Н. С. Пробатову и Е. А. Пименову за помощь в сборе образцов из Приморского края.

УДК 574.5

ПОДЛЕДНОЕ РАЗВИТИЕ ФИТОПЛАНКТОНА В 2013 Г. В ЮЖНОМ БАЙКАЛЕ

М. Л. Кострикина

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
maria.kos1995@mail.ru*

The results of observation of under-ice phytoplankton at Point #1 in February-April of 2013 are discussed. The under-ice bloom (decrease of transparency from 24 m to 10,5 m) took place. There were 35 forms of phytoplankton belonging to 7 orders: Bacillariophyta,

Chlorophyta, Chrysophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Ochrophyta, Cyanophyta. All endemic species of diatoms, dinophytes and *Synechocystis limnetica* were present. Despite high diversity, number of diatoms was low, while *Synechocystis limnetica*, *Koliella longiseta*, *Rhodomonas pusilla* demonstrated really mass development as well as *Gymnodinium bailense*. 2013 can be counted as “gymnodinium year”, not “melosira year”.

Байкал занимает особое место среди глубоких озер мира по уникальным природным особенностям. Его отличают древность происхождения, богатство и разнообразие видов флоры и фауны, представленных во многом эндемичными организмами, огромные объемы исключительно чистой пресной воды, редкая красота и своеобразие природных ландшафтов. В 1996 г. Байкал вошел в список Всемирного наследия ЮНЕСКО. Экосистема озера Байкал, подобно океанской экосистеме, функционирует за счёт работы биоты пелагиали. Именно поэтому фитопланктон озера составляет основу его жизнеобеспечения. Отличительной чертой озера Байкал является то, что так называемый весенний всплеск развития фитопланктона приходится не на момент освобождения озера ото льда (как в других димиктических озерах умеренных широт [6]), а именно подо льдом, когда создаётся, в некоторые годы, львиная доля годовой первичной продукции [4]. Целью настоящей работы было определение качественного и количественного состава фитопланктона в одно из таких подлёдных цветений – в 2013 г.

В феврале – апреле 2013 г. в пелагиали Южного Байкала на Точке № 1 (репрезентативной для Южного Байкала [3]) температуры в слое 0–50 м варьировали на разных глубинах от 0,2 до 1,4 °С, возрастая с глубиной, средневзвешенная составляла $0,72 \pm 0,21$ °С. Прозрачность в начале периода наблюдений составляла 24 м, к апрелю упала до 10,5 м, т. е. наблюдалась вспышка подлёдного развития водорослей.

Зарегистрировано 35 таксонов водорослей, относящихся к 7 отделам. Наиболее разнообразен видовой состав диатомей – Bacillariophyta (не считая донных неидентифицированных до вида водорослей) в пробах зарегистрировано 14 видов. Присутствовали все эндемичные диатомовые водоросли. Несмотря на разнообразие, их численность была достаточно низка. Значения варьировали от 0,02 тыс. кл./л у *Synedra ulna* до 44,61 тыс. кл./л у *Synedra acus*. Не слишком интенсивное развитие диатомей несколько противоречит распространенному мнению о том, что большая часть органического вещества в озере создается диатомовыми водорослями [1] и подтверждает ранее опубликованную гипотезу о реальной доле диатомового планктона в общей фитомассе в Байкале [7].

Второй по разнообразию видов отдел золотистых водорослей, Chrysophyta – 6 видов. Наиболее многочислен среди них *Chrysochromulina parva*, его численность варьировала от 0,18 до 27,51 тыс. кл./л. Криптофитовые водоросли составляют 5 видов, их численность колебалась от 0,02 (*Cryptomonas marssonii*) до 84,01 тыс. кл./л (*Rhodomonas pusilla*).

Отдел зелёных водорослей Chlorophyta представлен 4 видами. Максимальная численность была у вида *Koliella longiseta* и достигала 1347,57 тыс. кл./л. Наименьшая численность отмечалась у *Elakatothrix lacustris* – 0,01 тыс.кл./л. Водоросли отдела Dinophyta включают также 4 вида, максимальные значения варьируют от 0,21 до 150,37 тыс.кл./л. Все эти виды достаточно типичны для подледного фитопланктона Байкала [1; 2; 8].

В максимально больших количествах в пробах присутствовали неидентифицированные одиночные кокки диаметром 1,2–2 мкм (возможно, *Synechocystis limnetica*). В пробах фитопланктона они являлись доминирующими водорослями. Максимальная численность преобладающего фитопланктона – 9381,86 тыс. кл./л. Отмечены и другие неидентифицированные водоросли – это клетки пико(нано)планктонных синезеленых водорослей, жгутиковых, шарообразных, диатомовых и цисты золотистых.

В феврале 2013 г. доминирующие по средневзвешенной численности видами фитопланктона (исключая неидентифицированные виды) на глубине 0–50 м были *Koliella longiseta*, *Rhodomonas pusilla* и *Synedra acus*. В марте к этим видам добавились *Monoraphidium pseudomirabile* и *Gymnodinium baicalense*.

Общая численность фитопланктона (без учета пико(нано)планктона и других неидентифицированных видов) начала значительно увеличиваться с середины февраля достигла своего максимума к началу апреля. Общая численность фитопланктона, включая весь неидентифицированный фитопланктон, была максимальной также в конце февраля – начале апреля. В целом, подлédный фитопланктон остается таким, каким и описан в литературе ранее [1; 2; 4; 8].

Список литературы

1. Весенний фитопланктон пелагиали озера Байкал в 2007–2011 годы / Г. И. Поповская, М. В. Усольцева, В. М. Домышева, М. В. Сакирко, В. В. Блинов, Т. В. Ходжер // География и природные ресурсы. – 2015. – № 3. – С.74–84.
2. Izmet'seva L. R. Long-Term Dynamics of Lake Baikal Pelagic Phytoplankton under Climate Change / L. R. Izmet'seva, E. A. Silow, and E. Litchman // Inland Water Biology. – 2011. – Vol. 4, No. 3. – P. 301–307. DOI: 10.1134/S1995082911030102.
3. Kozhov M. M. Lake Baikal and its Life / M. M. Kozvov. – The Hague : W. Junk Publishers, 1963. – 344 p.
4. Kozhova O. M. Phytoplankton of Lake Baikal: Structural and Functional Characteristics / O. M. Kozhova // Arch. Hydrobiol. – 1987. – V. 25. – P. 19–37.
5. Kozhova O. M., Izmet'seva L. R. (eds) Lake Baikal: Evolution and Biodiversity. – Leiden : Backhuys Publ., 1998. – 456 p.
6. Lampert W. Limnecology – The Ecology of Lakes and Streams / W. Lampert, U. Sommer. – Oxford: Oxford University Press, 2007. – 324 p.
7. Mokry A. Long-term dynamics of diatom alga of lake Baikal phytoplankton / A. Mokry, G. Kobanova, E. Silow // 13th World Lake Conference Papers. – Shiga: ILEC, 2010. – 4 p.
8. Shimaraeva S. Long-term dynamics of under-ice community of Baikal phytoplankton and climate change / S. Shimaraeva, L. Izmet'seva, E. Silow // 13th World Lake Conference Papers. – Shiga: ILEC, 2010. – 4 p.

Научный руководитель: д-р биол. наук, проф. Е. А. Зилов

**ПОДБОР УСЛОВИЙ АМПЛИФИКАЦИИ
НЕКОТОРЫХ МОЛЕКУЛЯРНЫХ МАРКЕРОВ
ДЛЯ ОЦЕНКИ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОЛИМОРФИЗМА
ANEMONE BAICALENSIS TURCZ.**

**Д. А. Орлова¹, В. В. Павличенко², Е. Д. Золотовская^{1,2},
М. В. Протопопова²**

¹ Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

² Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, г. Иркутск,
Россия

orlova.daria.alexeevna@gmail.com

The amplification parameters of ITS1-ITS2 and *trnL-trnF* DNA regions were adapted for the endemic plant species *Anemone baicalensis* Turcz. (*Ranunculaceae*). The results of Sanger sequencing confirmed the specificity of the amplification for all primers annealing parameters were used.

Настоящая работа была направлена на подбор условий амплификации некоторых молекулярных маркеров для последующей оценки генетического полиморфизма и филогеографической структуры неморального реликта – *Anemone baicalensis* Turcz. (*Ranunculaceae*). Вид трактуется как южносибирский эндемик, известен из двух изолированных фрагментов ареала: в предгорьях Западного Саяна (юг Красноярского края) и вдоль северного макросклона хр. Хамар Дабан (юг Байкальской Сибири) (Красная книга Республики Бурятия, 2002; Красная книга Красноярского края, 2005; Красная книга Российской Федерации, 2008; Красная книга Иркутской области, 2010). По мнению ряда авторов, *A. baicalensis* имеет более широкое южносибирско-восточноазиатское дизъюнктивное распространение (Wang, Ziman & Dutton, 2001). В этом случае, восточноазиатские близкородственные виды *Anemone flaccida* F. Schmidt, *A. glabrata* (Maxim.) Juz., *A. pratti* Huth ex Ulbr., *A. rossi* S. Moore, распространенные на территории российского Дальнего Востока и странах Восточной Азии (Япония, Северная и Южная Корея, Центральный и Северо-Восточный Китай), принимаются в качестве разновидностей либо подвидов *A. baicalensis*, отличающиеся, в частности, по плоидности. Таким образом, в настоящее время нет единого мнения ни о систематическом статусе этих видов, ни о направлениях их распространения после завершения оледенения в голоцене.

В работе были использованы образцы, собранные в пойме р. Безымянная (хр. Хамар-Дабана). Суммарную ДНК выделяли из высушенных в силикагеле листьев СТАВ методом (Doyle and Doyle, 1987) с авторскими дополнениями (Протопопова и др., 2015, 2016). В качестве молекулярных маркеров использовали участки рибосомальной РНК (ITS1-ITS2)

и ДНК хлоропластов (*trnL-trnF*). Амплификацию проводили с использованием набора реактивов для ПЦР GoTaq Flexi DNA Polymerase (Promega, #M8295) в финальном объеме реакционной смеси – 20 мкл и готовой смеси для ПЦР с высокоточной полимеразой Q5 High-Fidelity 2X Master Mix (NEB, #M0492S) в финальном объеме – 25 мкл. Для амплификации ITS1-ITS2 региона использовали универсальные праймеры на фланкирующие последовательности генов 18S и 26S рибосомальной ДНК ITS1-P2_F (Utelli et al., 2000) и ITS4_R (White et al., 1990) в финальной концентрации 0,25 мкМ (GoTaq Flexi ДНК полимеразы) и 0,5 мкМ (Q5 High-Fidelity 2X Master Mix); для амплификации хлоропластного межгенного слейсера *trnL-trnF* – на фланкирующие последовательности соответствующих генов (Taberlet et al., 1991) в финальной концентрации 0,25 мкМ (GoTaq Flexi ДНК полимеразы) и 0,5 мкМ (Q5 High-Fidelity 2X Master Mix). Для определения эффективных параметров ПЦР отжиг праймеров проводили в течении 20 с (Q5 High-Fidelity 2X Master Mix) и 30 с (GoTaq Flexi ДНК полимеразы) в условиях температурного градиента, который устанавливали исходя из рассчитанных температур отжига праймеров с использованием *on-line* ресурсов OligoAnalyzer 3.1 (Intergated DNA technologies, eu.idtdna.com/calc/analyzer) для GoTaq Flexi ДНК полимеразы и Tm Calculator v. 1.9.8 (New England BioLabs, tmcaculator.neb.com) для реакционной смеси с Q5 полимеразой. Отжиг праймеров для амплификации региона ITS1-ITS2 проводили в градиенте температур 48 – 59°C в случае использования GoTaq Flexi ДНК полимеразы и 57 – 62°C в случае использования Q5 полимеразы. Отжиг праймеров для амплификации региона *trnL-trnF* проводили в градиенте температур 52–60°C в случае использования GoTaq Flexi ДНК полимеразы и 61–65°C в случае использования Q5 полимеразы. Эффективность амплификации оценивали по интенсивности окрашивания полученных ПЦР-продуктов бромистым этидием в агарозном геле и по отсутствию дополнительных неспецифических амплифицированных фрагментов ДНК. Выделение и очистку ПЦР продуктов из агарозного геля проводили с использованием набора GeneJET Gel Extraction Kit (Thermo Fisher Scientific, США). Секвенирование ампликонов проводили по методу Сэнгера с использованием набора BigDye Terminator Cycle Sequencing kit v. 3.1 (Applied Biosystems, США) на генетическом анализаторе серии 3500 (Applied Biosystems, США). Выравнивание нуклеотидных последовательностей проводили с помощью алгоритма MUSCLE в программе MEGA v. 7.0.26.

Наибольшую эффективность отжига праймеров при амплификации ITS1-ITS2 региона наблюдали при температуре 52°C в течение 30 с в случае использования GoTaq Flexi ДНК полимеразы и при температуре 58°C в течение 20 с в случае использования Q5 полимеразы. В случае использования GoTaq Flexi ДНК полимеразы существенных различий в эффективности амплификации *trnL-trnF* региона в использованном гра-

диенте температур отжига праймеров обнаружено не было. В то же время, в случае использования температур отжига 56°C и 58°C в течение 30 с реакция протекала более специфично. В случае использования Q5 полимеразы в выбранном градиенте температур отжига праймеров, специфичных к участкам генов *trnL* и *trnF*, не наблюдали.

Секвенирование амплифицированных фрагментов и последующее сопоставление полученных нуклеотидных последовательностей с информацией из базы данных GenBank подтвердило специфичность прохождения амплификации при всех использованных параметрах.

Работа выполнена за счет средств гранта Российского научного фонда (проект № 17-74-10074) и грантов Российского фонда фундаментальных исследований (проекты 16-34-60135 мол а дк, 16-05-00783). Авторы благодарят ЦКП «Биоаналитика» СИФИБР СО РАН за предоставленный доступ к оборудованию и ЦКП «Биоресурсный центр» СИФИБР СО РАН за предоставленный доступ к работе с гербарием.

УДК 577.21

ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДА ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО МЕЧЕНИЯ ФРАГМЕНТОВ ДНК РАЗНОЙ ДЛИНЫ АКТИВИРОВАННЫМ N-ГИДРОКСИ-СУКЦИНИМИДНЫМ ЭФИРОМ

А. В. Панфилов

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
panfilov.alexander@mail.ru*

During PCR in vitro a modified mononucleotide 5-(aminoallyl)-2'-deoxyuridine-5'-triphosphate (AA-dUTP) is inserted in the double-stranded DNA by thermostable Dream Taq polymerase. The obtained amino-DNA with inserted modified mononucleotides was labeled post-synthetically using the N-hydroxysuccinimidyl ester (Cy3-SE) following by detection and determination of the PCR product concentration by spectrophotometer.

Нативные биополимеры и биологические образцы обладают низким контрастом внутренних структур. Эти структуры имеют прозрачность среды, поэтому возможности их наблюдения методом классической микроскопии светлого поля ограничены. Основным методом контрастирования в молекулярно-генетических и цитологических исследованиях является флуоресцентное окрашивание, так называемое мечение (маркировка) как отдельных молекул (момечение), так и целых биохимических структур [1].

Реализация фазового и дифференциального интерференционного коэффициента контрастности позволяет на фоне огромного числа биомолекул селективно наблюдать флуоресцирующие.

Актуальность исследования определяется необходимостью в разработке методов анализа специфических последовательностей в ДНК.

Флуоресцентное мечение нуклеиновых кислот – дезоксирибонуклеиновой (ДНК) и рибонуклеиновой (РНК) является основным методом биодетекции в молекулярной биологии, а именно: ДНК/РНК-диагностика, секвенирование, генная инженерия [2].

Задача исследования заключалась в том, чтобы в процессе полимеразной цепной реакции (ПЦР) *in vitro* встроить в двунитевую ДНК размером 265, 1024 п. н. комплементарно dTTP (дезокситимидин-5'-трифосфат) минорный компонент модифицированный мононуклеотид 5-(3-аминоаллил)-2'-дезоксуридин-5'-трифосфат (аминоаллил-dUTP), с последующим постсинтетическим мечением аминоаллил-dUTP в составе амплифицированных молекул ДНК активированным N-гидроксисукцинимидным эфиром (NHS-эфир (N-hydroxysuccinimidyl Ester) или Cyanine3-Sulfo Ester (Cy3-SE), где Cy3-SE переводится как эфир N-гидроксисукцинимидил).

Ковалентное присоединение флуоресцентного красителя происходит благодаря реакции сульфгидрильной и амино-группы биополимера с малеимидом красителя или сложным эфиром N-гидроксисукцинимидом (NHS-эфир, т. е. Cy3-SE) [3].

Для синтеза модельных фрагментов ДНК размером 265, 1024 п. н. (пары нуклеотидов) использовали dream-Taq полимеразу, так как фермент имеет низкую редактирующую способность, что увеличивает возможность введения точечных мутаций. Фермент катализирует синтез в направлении 5'→3' в ДНК, не проявляет 3'→5' экзонуклеазной (коррекционной) активности.

Постсинтетическое мечение аминоаллила-dUTP проводили в фосфатном буфере K_2HPO_4/KH_2PO_4 при pH 8.4, так как при низких значениях pH происходит протонирование аминогрупп 5-(3-аминоаллил)-2'-дезоксуридин-5'-трифосфата, что снижает результаты мономечения. Результаты меченых фрагментов ДНК указаны на (рис. 1):

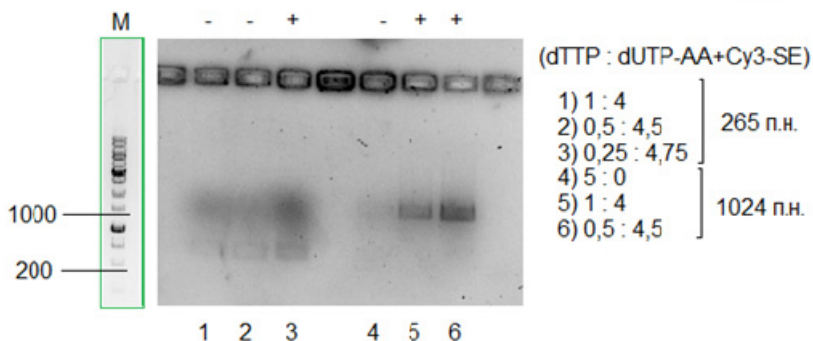


Рис. 1. Гель-документирование меченных Cy3-SE фрагментов ДНК 265 и 1024 п. н. соответственно.

Исходя из результатов гель-документирования (рис.1) обратили внимание, что выход флуоресценции для короткого меченого ДНК фрагмента (265 п. н.) с тестируемыми соотношениями dTTP:dUTP-AA, а именно 1:4 и 0,5:4,5 очень низкий по сравнению с фрагментом 1024 п. н.

По колебательным и характеристическим частотам молекул dUTP-AA-Су3-SE (рис. 2) идентифицировали образование амидной связи между аминок-ДНК и флуорохромом Су3-SE. Анализ осуществляли путем концентрирования образцов на стеклянной пластине из монокристалла KRS-5с удалением органической фазы (этанол).

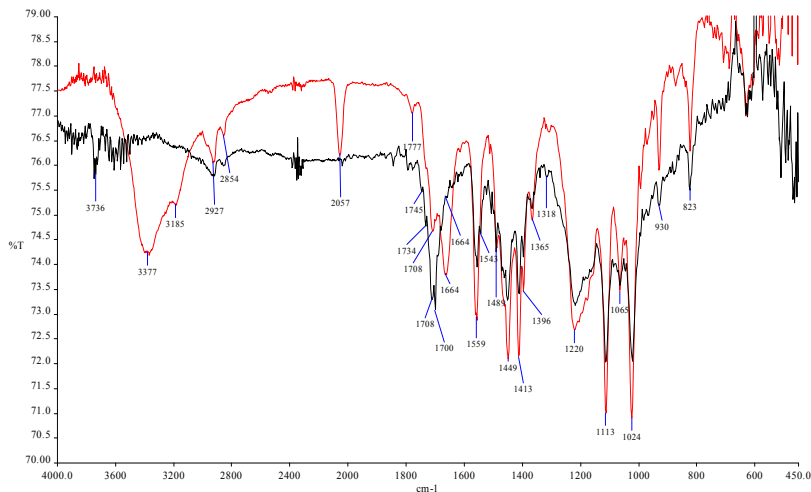


Рис. 2. Результаты ИК-спектрофотометрического анализа dUTP-AA-Су3-SE с частотами деформационных колебаний N-H и колебаний C-N со значениями 1570-1515 и 1550-1510 cm^{-1} соответственно.

Список литературы

1. Bentley D. R. Accurate Whole Human Genome Sequencing Using Reversible Terminator Chemistry Nature / D. R. Bentley // Biochem. – 2008. – Vol. 20, N 5. – P. 53–59.
2. Brinkley M. A brief survey of methods for preparing protein conjugates with dyes, haptens, and crosslinking reagents / M. Brinkley // Bioconjugate Chemistry. – 2014. – P. 2–13.
1. Коржевский Д. Э. Молекулярная морфология. Методы флуоресцентной и конфокальной лазерной микроскопии / Д. Э. Коржевский, О. В. Кирик, Е. Г. Сухорукова. – СПб. : Изд-во СпецЛит, 2014.

Научный руководитель: канд. биол. наук, с. н. с. М. В. Кулинченко

ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ Т4-ПОДОБНЫХ БАКТЕРИОФАГОВ СЕМЕЙСТВА *MYOVIRIDAE* В БЕНТОСНЫХ БИОПЛЁНКАХ И ПОВЕРХНОСТНОМ МИКРОСЛОЕ ОЗЕРА БАЙКАЛ

С. А. Потапов, А. Д. Галачянц, И. В. Тихонова, О. И. Белых

Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск, Россия
poet1988@list.ru

The theses briefly illustrate the biodiversity of T4-like bacteriophages of the *Myoviridae* family from fragment of *g23* gene in benthic biofilms and surface microlayer of Lake Baikal.

Биопленка – это специализированная структура, состоящая из микроорганизмов, окруженных внеклеточным полисахаридным матриксом [4]. Большинство бактерий при определенных условиях способны формировать такие структуры. Бактериофаги (фаги) – вирусы бактерий – играют ключевую роль в регулировании разнообразия и численности бактерий. Ранее предполагали, что биоплёнки не подвержены влиянию вирусов из-за непроницаемости матрикса. Однако, фаги эволюционируя совместно с бактериями, выработали несколько механизмов для преодоления препятствий на пути заражения бактерий. Известно, что многие геномы бактериофагов содержат гены, кодирующие ферменты способные разрушать элементы матрикса биопленки. В дополнение, многие бактериофаги имеют ферменты, которые позволяют фагам проникать через стенку бактериальной клетки [6]. Нейстон – это сообщество организмов, обитающее в поверхностном микрослое на границе раздела воды и воздуха. Оно сформировалось за счет особых экологических условий – воздействия агрессивных факторов среды и наличия большого количества питательных веществ. Толщина поверхностного микрослоя не превышает нескольких десятков микрометров, тем не менее, он резко отличается от водной толщи по физико-химическим характеристикам и содержит большое количество органических соединений, таких как липиды, белки и полисахариды [8].

Наиболее многочисленными бактериофагами в водных экосистемах являются фаги, принадлежащие к отряду Caudovirales (хвостатые). Этот отряд состоит из четырёх семейств: *Ackermannviridae*, *Podoviridae*, *Siphoviridae* и *Myoviridae*. Важным членом семейства *Myoviridae* является группа «Т4-подобных фагов», которая представляет собой группу литических фагов с генетической гомологией и морфологическим сходством с хорошо изученным колифагом Т4 [2]. Все Т4-бактериофаги разделяют на 4 подгруппы: Т-, PseudoТ-, SchizoТ- и ExoТ-evens. В первые три подгруппы входят изоляты от патогенных и условно-патогенных бактерий.

Подгруппа EхoT-evens включает изоляты вирусов морских пикцианобактерий *Synechococcus* spp. и *Prochlorococcus* spp. Для анализа биоразнообразия Т4-подобных фагов из семейства *Myoviridae* часто используют фрагмент гена g23, который кодирует основной капсидный белок.

Целью работы было выявить биоразнообразие Т4-подобных фагов в бентосных биоплёнках и поверхностном микрослое оз. Байкал.

В 2016 г. отобраны пробы № 1 (камень) и № 2 (биомат) на оз. Байкал, в районе посёлка Б. Коты, пробы нейстона отбирали напротив мыса Хобой (М. Море). ДНК выделяли фенол-хлороформным методом. В работе использованы праймеры MZIA1bis и MZIA6 [5]. Реакционная смесь содержала следующие компоненты на один образец – 5 мкл 2х ПЦР-Color HS-Taq (БиоМастер, Новосибирск), по 0,1 мкл (10 pmol) праймеров, 3,8 мкл mQ H₂O. Ампликоны визуализировали в 2 % агарозном геле. Полосы ожидаемой молекулярной массы были вырезаны и клонированы набором Clone JET PCR Cloning Kit (Thermo scientific, США). Секвенирование фрагментов гена g23 было произведено в компании «Синтол» (Москва). Полученные нуклеотидные последовательности далее обрабатывали, как описано ранее [1].

В результате получена 31 уникальная последовательность фрагмента гена g23. Количество последовательностей было 13 из нейстона, 5 с камня и 13 из биомата. Последовательности имели ближайших родственников из различных экосистем: Саргассового моря, Байкала (Россия), озёр Бурже и Анси (Франция), озера Дунху (Китай), рисовых полей Японии и Китая, из глубинной воды (3246 м) Чукотского моря, Чесапикского залива, Лимнополар (Антарктика). Сходство последовательностей с ближайшими соседями варьировало от 73 до 100 %. Последовательности распределились по всему дереву (исключая группы T-, PseudoT-, SchizoT-evens, в них не вошла ни одна последовательность), демонстрируя высокую гетерогенность данного фрагмента гена. Сходство между байкальскими последовательностями из биоплёнок и нейстона с планктонными, полученными ранее [3; 7] варьировало от 17 % до 100 %. Только 3 байкальских последовательности из этого исследования (одна из нейстона, две из биоплёнок) имели ближайших родственников из трёх байкальских групп (B2, B3, B4), которые состоят из последовательностей планктонных бактериофагов северной котловины. 13 последовательностей вошли в кластер EхoT-evens, причём только из биоплёнок камня и биомата, из которых две имели 99 % сходство с изолятом *Synechococcus* phage S-CAM7, (AOV62334), а 6 последовательностей формировало отдельную кладу, что возможно при большем количестве данных может сформировать свою «группу байкальских бентосных биоплёнок».

Впервые получены нуклеотидные последовательности Т4-подобных бактериофагов из бентосных биоплёнок и поверхностного микрослоя озера Байкал. Проведённый анализ показал большое разнообразие Т4-

подобных бактериофагов. В дальнейшем планируется расширить это исследование, используя высокопроизводительное секвенирование.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-34-00513 мол.а.

Список литературы

1. Генетическое разнообразие T4-подобных бактериофагов в озере Байкал / С. А. Потапов, Т. В. Бутина, О. И. Бельх, С. И. Беликов // Изв. ИГУ. Сер. Биология. Экология. – 2013. – № 1 (3). – С. 14–19.
2. Ackermann H. W. A catalogue of T4-type bacteriophages / H. W. Ackermann, H. M. Krisch // Archives of virology. – 1997. – N 12 (142). – p. 2329–2345.
3. Phylogenetic diversity of T4-like bacteriophages in Lake Baikal, East Siberia / T. V. Butina, O. I. Belykh, S. Y. Maksimenko, S. I. Belikov // FEMS Microbiology Letters. – 2010. – N 2 (309). – p. 122–129.
4. De-Beer D. Microbial biofilms / D. De-Beer, P. Stoodley // Applied Microbiology. – 2006. – (1). – p. 1–50.
5. Marine T4-type bacteriophages, a ubiquitous component of the dark matter of the biosphere / J. Filé, F. Tétart, C. A. Suttle, H. M. Krisch // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. – 2005. – N 35 (102). – p. 12471–6.
6. Bacteriophages and Biofilms / D. Harper, H. Parracho, J. Walker, R. Sharp, G. Hughes, M. Werthén, S. Lehman, S. Morales // Antibiotics. – 2014. – N 3 (3). – P. 270–284.
7. Assessing the diversity of the g23 gene of T4-like bacteriophages from Lake Baikal with high-throughput sequencing / S. Potapov, O. Belykh, A. Krasnopeev, A. Gladkikh, M. Kabilov, A. Tupikin // FEMS microbiology letters. – 2018. – N 3 (365). – P. fnx264
8. Studies on the sea surface microlayer. II. The layer of sudden change of physical and chemical properties/ Z. Zhang, L. Liu, C. Liu, W. Cai // Journal of colloid and interface science. – 2003. – N 1 (264). – P. 148–159.

УДК 574:575.858

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЧЕЛЮСТНЫХ ПИЯВОК (GNATHOBDELA, HIRUDINEA)

Л. И. Федорова^{1,2}, Н. В. Сороковикова¹, И. А. Кайгородова^{1,3}

¹ Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск, Россия

² Служба по охране и использованию животного мира Иркутской области,
г. Иркутск, Россия

³ Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
ludiko@list.ru

This study results confirm the use of the DNA barcoding approach as a reliable tool for species identification within jaw leeches.

К челюстным пиявкам традиционно относят представителей подотряда Hirudiniformes, характеризующихся специфичной морфологией и разнообразной стратегией выживания. Недостаточная изученность фауны в комплексе с отсутствием ясности в таксономии пиявок [1; 5] делают любые попытки использования этой группы в мониторинге окружающей среды невозможными.

В целях изучения разнообразия и уточнения видового состава челюстных пиявок были собраны образцы на территории Иркутской области (Россия), Восточно-Казахстанской и Павлодарской областей (Казахстан) и Херсонской области (Украина). В результате морфологического анализа во всех пробах выявлены представители вида *Haemopsis sanguisuga* L., 1758 (сем. Haemoridae). Вместе с тем таксономический статус ювенальной особи из Восточного Казахстана определить не удалось, предположительно она относится к роду *Limnatis* Moquin-Tandon, 1826 (сем. Praobdellidae).

Для уточнения видовой принадлежности образцов был применен молекулярный подход. В качестве маркера использован традиционный в ДНК-штрихкодировании беспозвоночных фрагмент митохондриального гена первой субъединицы цитохромоксидазы (mtCOI). Определены нуклеотидные COI последовательности длиной 675–681 п. н. для шести особей челюстных пиявок из разных районов Палеарктики. Редактирование и выравнивание последовательностей проводились при помощи компьютерных программ BioEdit [2] и ClustalW [4]. Для подбора группы сравнения из базы данных GenBank был использован поиск базового локального сходства (BLAST). Филогенетический анализ, выбор модели эволюции, а также расчеты генетических дистанций выполнены с использованием пакета программ MEGA7 [3]. На основе поиска наиболее подходящей модели для исследуемого набора генетических данных выбрана обобщенная реверсивная по времени модель (GTR) [6]. С использованием этой модели эволюции реконструировано максимально правдоподобное древо, отражающее филогенетические отношения в исследуемой группе. На рисунке видно, что последовательности представителей сем. Haemoridae с высокой вероятностью (бутстреп поддержки 100 %) формируют пять филогенетических линий в соответствии с их таксономической принадлежностью. Исключение составляет группа из 10 представителей рода *Haemopsis*: *H. sanguisuga*, *H. caeca*, *Haemopsis* sp. и *Limnatis* sp., COI последовательности которых кластеризуются вместе. Уровень генетической вариабельности внутри этой группы не превышает 3 %, что свидетельствует об их генетической однородности и принадлежности к одному виду.

Нуклеотидная последовательность *Limnatis* sp. оказалась филогенетически близка *H. sanguisuga*, генетическое расстояние от которой ничтожно мало и составляет 0,15 %. Следовательно, образец, отнесенный нами к виду *Limnatis* sp., вероятно, морфологически был определен неправильно. Ювенильная стадия развития и в связи с этим слабо выраженные таксономические признаки способствовали ошибочной идентификации этого образца.

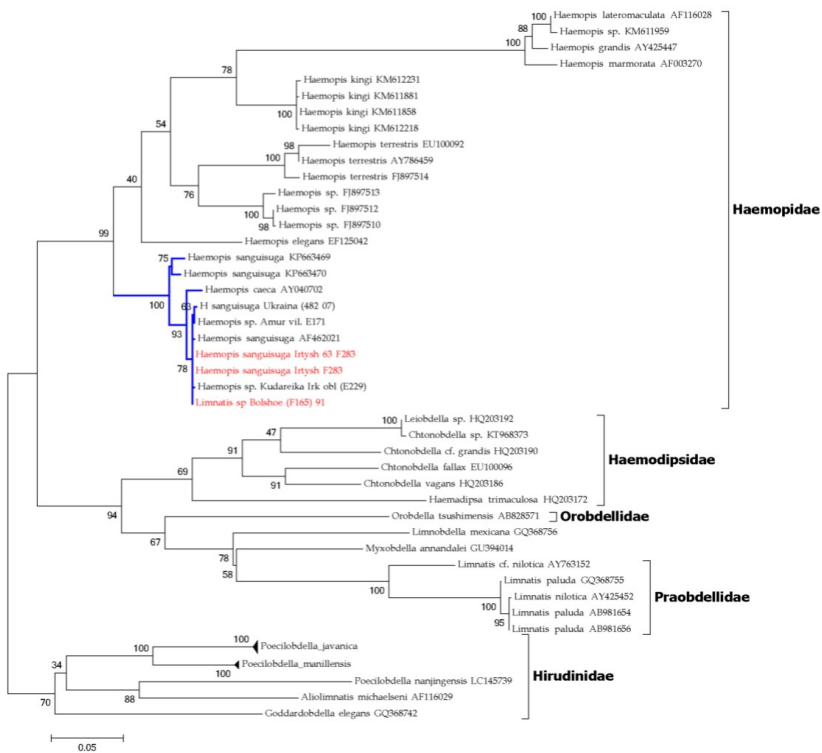


Рис. Схема филогенетических отношений челюстных пиявок.

Полученные сведения подтверждают пригодность молекулярного маркера COI для ДНК-штрихкодирования. Применение молекулярного подхода в комплексе с классическими морфологическими методами повышает достоверность определения филогенетического и таксономического разнообразия челюстных пиявок, что важно для выявления паразитических видов, изучения биологического разнообразия и осуществления экологической диагностики.

Список литературы

1. Лукин Е. И. Пиявки пресных и солоноватых водоемов / Е. И. Лукин // Фауна СССР. Пиявки, 1976 – Т. 1. – 484 с.
2. Hall T. A. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT / T. A. Hall // Nucl. Acids. Symp. Ser. – 1999. – Vol. 41. – P. 95–98.
3. Kumar S. MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 7.0 for bigger datasets / S. Kumar, G. Stecher, K. Tamura // Molecular Biology and Evolution. – 2016. – 33. – P. 1870–1874.
4. Clustal W and Clustal X version 2.0 / M. A. Larkin [et al.] // Bioinformatics. – 2007. – Vol. 23. – P. 2947–2948.

5. Neseemann H. Clitellata, Branchiobdellida, Acanthobdellida, Hirudinea / H. Neseemann, E. Neubert // Süßwasserfauna von Mitteleuropa. – 1999. – Vol. 6(2). – P. 1–178.

6. Traveré S. Some probabilistic and statistical problems in the analysis of DNA sequences / S. Traveré // Lect. Math. Life Sci. – 1986. – Vol. 17. – P. 57–86.

УДК 574.522

ВЛИЯНИЕ ПОСТЕПЕННОГО ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ СРЕДЫ НА СОДЕРЖАНИЕ БТШ70 И ЛАКТАТА У БАЙКАЛЬСКИХ ГЛУБОКОВОДНЫХ АМФИПОД *OMMATOGAMMARUS FLAVUS*

**Ю. А. Широкова, Е. В. Мадьярова, Б. К. Бадиев,
И. А. Дмитриев, Ж. М. Шатилина**

*НИИ биологии ИГУ, г. Иркутск, Россия
yuliashirokova2501@gmail.com*

The purpose of the study was to estimate the influence of gradual change in ambient temperature on HSP70 content and lactate level of deepwater Baikal endemic amphipod species *Ommatogammarus flavus*. This research demonstrates specificities of Baikal deep-water amphipods adaptation to stress factors.

Климатические изменения являются одной из наиболее актуальных проблем XXI века. Исследователи отмечают тенденцию к повышению температуры атмосферы и гидросферы за счет антропогенного воздействия [3]. Изучение влияния повышения температуры среды на жизнедеятельность организмов необходимо для прогнозирования возможных изменений структуры их популяций и существования вида в целом [1; 2]. Особенно это актуально для организмов, обитающих в стабильных условиях, так как они могут быть наиболее восприимчивыми к изменению условий существования. Целью настоящего исследования была оценка влияния гипо- и гипертермии на содержание белков теплового шока с молекулярной массой 70 кДа (БТШ70) и лактата у байкальских глубоководных амфипод *Ommatogammarus flavus*.

Отлов *O. flavus* осуществлялся с глубины 100 м в бухте Большие Коты (Южный Байкал) при помощи глубоководных ловушек. Перед экспериментами амфиподы были акклимированы при температуре 4 °С в течение недели. В данной работе были проведены два типа экспериментов: 1) экспозиция организмов в условиях постепенного (1°С/ч) повышения температуры с 4°С (температура обитания, температура акклимации) до 22°С; 2) экспозиция организмов в условиях постепенного понижения температуры с 4°С до 0,5 °С.

Амфипод экспонировали в аэрируемых термостатируемых аквариумах. В ходе эксперимента определенное количество амфипод было зафиксировано в жидком азоте при следующих температурах: 0,5, 1, 2, 6,

8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 °C. Контрольная группа особей была зафиксирована перед началом экспериментов (при 4 °C). Для определения содержания БТШ70 проводили денатурирующий электрофорез с последующим вестерн-блоттингом. Содержание лактата измеряли энзиматическим, спектрофотометрическим методом с помощью набора согласно протоколу фирмы производителя (Vital diagnostic, СПб).

В контрольной группе содержание БТШ70 составило $0,66 \pm 0,31$ усл. ед., а содержание лактата $0,20 \pm 0,17$ мкМоль/г сыр. веса. При постепенном понижении температуры среды до $0,5$ °C у *O. flavus* не было выявлено достоверных изменений содержания лактата. При понижении температуры до 2 °C наблюдали повышение уровня БТШ70 до $1,1 \pm 0,34$ усл. ед. Однако снижение температуры среды до 1 °C сопровождалось восстановлением содержания БТШ70 до контрольных значений.

В условиях постепенного повышения температуры статистически значимое повышение содержания БТШ70 отмечали при достижении температур 20 и 22 °C ($1,2 \pm 0,55$ усл. ед. и $1,4 \pm 0,67$ усл. ед. соответственно). Отмечали достоверное повышение концентрации лактата до $0,48 \pm 0,13$ мкМоль/г сыр. веса при достижении температуры 18 °C. Концентрация лактата оставалась повышенной в сравнении с контролем до конца экспозиции (22 °C) и составляла $0,72 \pm 0,23$ мкМоль/г сыр. веса.

Временное повышение уровня БТШ70 при гипотермии свидетельствует об адаптации *O. flavus* к низкой положительной температуре среды. Отмеченное в нашей работе увеличение содержания БТШ70 при повышении температуры экспозиции свидетельствует о нарушении структуры клеточных белков в результате стрессового воздействия. Повышение содержания лактата у *O. flavus* при 18 °C говорит об активации в клетках анаэробного гликолиза, что является стрессовой реакцией при нехватке кислорода и снижении адекватного энергообеспечения. Таким образом, повышение температуры среды вызывает активацию исследуемых элементов стресс-резистентности, в то время как ее понижение показало только временное изменение содержания БТШ70.

Настоящее исследование проведено при частичной финансовой поддержке проектов РНФ (17-14-01063), РФФИ (17-44-388067-р_а), Гранта президента РФ МК-6804.2018.4, проекта Минобрнауки Госзадание РФ 6.9654.2017/8.9, а также Фонда поддержки прикладных экологических разработок и исследований «Озеро Байкал».

Список литературы

1. Тимофеев М. А. Экологические и физиологические аспекты адаптации к абиотическим факторам среды эндемичных байкальских и палеарктических амфипод : дис. ... доканд. биол. наук: 03.02.08 / М. А. Тимофеев, – Томск, 2010. – 384 с.
2. Expression patterns and organization of the hsp70 genes correlate with thermotolerance in two congener endemic amphipod species (*Eulimnogammarus cyaneus* and *E. verrucosus*) from Lake Baikal / D. S. Bedulina [et. al.] // Molecular ecology. – 2013. – Vol. 22. – P. 1416–1430.

3. IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change // Core Writing Team / R. K. Pachauri and L. A. Meyer (eds.). – Geneva : IPCC, Switzerland. – 151 p.

Научный руководитель: д-ра биол. наук, проф. М. А. Тимофеев.

УДК 577

ОЦЕНКА ПРИМЕНИМОСТИ УЧАСТКА I3-M11 ГЕНА COI ДЛЯ ВИДОВОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ БЛИЗКОРОДСТВЕННЫХ БАЙКАЛЬСКИХ ГУБОК

А. С. Яхненко, В. Б. Ицкович

Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск, Россия

yakhnenkoas@gmail.com

The aim of the study was to compare the variability of two fragments of the mitochondrial COI gene in freshwater Baikal sponges of the families Lubomirskiidae and Spongillidae. It has been shown that the I3-M11 fragment, as well as 5' end one, is not sufficiently variable for the species recognition of closely related Baikal sponges, but the nucleotide and amino acid substitutions in the I3-M11 fragment are evolutionarily more significant.

Губки (Porifera) являются древнейшими многоклеточными животными, что делает их интересным объектом филогенетических исследований [9]. На сегодняшний день спонгиозауна Байкала представлена 16 видами и 2 подвидами губок [1; 6]. Видовая идентификация и классификация губок осложнялась широкой нормой реакции и высокой вариабельностью внешних признаков. На сегодняшний день развитие молекулярных методов позволило изучать взаимоотношения между видами при помощи молекулярно-генетических маркеров [2].

Наиболее популярный молекулярный маркер – 5'-концевой участок гена COI (ген 1 субъединицы цитохром С оксидазы), успешно применяемый для идентификации видов позвоночных животных, является недостаточно вариабельным для идентификации губок. Предложенный Erpenbeck (2006) альтернативный фрагмент гена COI, как показано на морских губках, является более вариабельным на межвидовом уровне, чем стандартный 5'-концевой участок. Он находится на 23 аминокислоты дальше 5'-концевого участка и обозначается в статьях как фрагмент I3-M11.

Открытым остается вопрос пригодности I3-M11 фрагмента гена COI для видовой идентификации пресноводных губок, а именно эндемичных губок оз. Байкал. Для его решения в данной работе был впервые проведен сравнительный анализ двух участков гена COI для близкородственных видов семейств Lubomirskiidae и Spongillidae.

В ходе работы нами определены нуклеотидные последовательности 2 фрагментов гена COI – 5'-концевой фрагмент [4] и фрагмент I3-M11

[3] у 6 видов и 2 подвидов 2 родов семейства Lubomirskiidae. Род *Baikalospongia* (Annandale, 1914) – *B. bacillifera* (Dybowski, 1880), *B. ungiformis* (Makuschok, 1927), *B. robusta*, *B. martinsoni* (Efremova, 2001), *B. i.intermedia* (Dybowski, 1880), *B. i.profundalis* (Rezvoj, 1936), Род *Swartschewskaia* (Makuschok, 1927), *S. papyracea* (Dybowski, 1880) и одного вида семейства Spongillidae рода *Spongilla* – *S. lacustris*.

Всего было исследовано 46 образцов, для которых были получены последовательности по обоим фрагментам. Для 16 из них по 5'-концевому фрагменту ранее была показана вариабельность в виде 1–4 синонимичных трансверсий [5]. По фрагменту I3-M11 для этих образцов данных опубликовано не было.

После выравнивания последовательностей по 5'-концевому фрагменту обнаружено 42 нуклеотидные замены, 6 из них привели к замене аминокислот, то есть являются миссенс-мутациями. Имеющиеся замены в 5'-концевом фрагменте гена COI не являются видоспецифичными. Разные образцы вида *Sw. papyracea*, *B. i.intermedia* и *B. martinsoni* имеют идентичные гаплотипы. Также замены обнаружены в последовательностях образцов, отнесенных к видам *B. martinsoni*, *B. i. intermedia*, *B. fungiformis*, *Sw. papyracea*, *S. lacustris*, *B. bacillifera*. Поскольку морфологические отличия у образцов одного вида не выявлены, наличие дивергентных гаплотипов COI может указывать на скрытое видообразование.

Для фрагмента I3-M11 была выявлена 31 замена нуклеотидов. 18 из них привели к замене аминокислот, что, по сравнению с количеством миссенс мутаций, в 5'-концевом фрагменте, достоверно различается по критерию χ^2 с уровнем значимости 0,01.

Имеющиеся замены во фрагменте I3-M11 также не являются видоспецифичными, поскольку выявленные гаплотипы совпадают для разных видов. Замены обнаружены в последовательностях образцов, отнесенных к видам и подвидам: *B. fungiformis*, *B. i.profundalis*, *B. martinsoni*, *B. i. intermedia*, *Sw. papyracea*, *B. bacillifera*, *S. lacustris*.

По результатам работы можно сделать следующие выводы:

1. Для 5'-концевого фрагмента показана внутри- и межвидовая вариабельность для видов *Sw. papyracea*, *B. fungiformis*, *S. lacustris*, *B. martinsoni* и подвида *B. i. intermedia*.

2. Для фрагмента I3-M11 показана внутри- и межвидовая вариабельность для видов и подвидов *B. martinsoni*, *B. i.profundalis*, *B. i.intermedia*, *B. fungiformis*, *Sw. papyracea* и *S. lacustris*, что делает его, наряду с 5'-концевым фрагментом, непригодным для видовой идентификации близкородственных байкальских губок.

3. Достоверность различий по числу миссенс мутаций в двух исследуемых фрагментах гена COI позволяет сделать вывод о том, что нуклеотидные замены во фрагменте I3-M11 гена COI являются эволюционно более значимым.

Обнаружено 11 новых дивергентных гаплотипов по 5'-концевому фрагменту гена COI и 14 по фрагменту I3-M11, что, вероятно, говорит о скрытом видообразовании у байкальских губок и требует дальнейшего изучения.

Работа выполнена в рамках госбюджетной темы № VI.50.1.4. (0345-2016-0002) «Молекулярная экология и эволюция живых систем Центральной Азии на примере рыб, губок и ассоциированной с ними микрофлоры» при финансовой поддержке РФФИ, проект № 17-04-01598, 17-44-388103 p_a.

Список литературы

1. Ефремова С. М. Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна / С. М. Ефремова. – Новосибирск : Наука, 2001. – Т. 1. – 832 с.
2. A virus discovery method incorporating DNase treatment and its application to the identification of two bovine parvovirus species / T. Allander [et al.] // Proc. Natl Acad. Sci. USA. – 2001. – Vol. 98. – P. 11609–11614.
3. Erpenbeck D. COI phylogenies in diploblasts and the ‘Barcoding of Life’ – are we sequencing a suboptimal partition? / D. Erpenbeck, J. N. A. Hooper, G. Wörheide // Molecular Ecology Notes. – 2006a. – N 6. – P. 550–553.
4. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome C oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates / O. Folmer [et al.] // Molecular Marine Biology and Biotechnology. – 1994. – Vol. 3. – P. 294–299.
5. Endemic Lake Baikal Sponges From Deep Water. 1: Potential Cryptic Speciation and Discovery of Living Species Known Only From Fossils / V. B. Itskovich [et al.] // Zootaxa. – 2015. – V. 3990(1). – P. 123–137.
6. Endemic Lake Baikal Sponges From Deep Water. 2: Taxonomy and Bathymetric Distribution / V. B. Itskovich [et al.] // Zootaxa. – 2017. – V. 4236(2). – P. 335–342.
7. Masuda Y. Studies on the taxonomy and distribution of freshwater sponges in Lake Baikal / Y. Masuda // Prog Mol Subcell Biol. – 2009. – V. 47. – P. 81–110.
8. Palumbi S. R. How body plants limit acclimation: responses of a demosponge to wave force / S. R. Palumbi // Ecology. – 1986. – Vol. 67(1). – P. 208–214.
9. Phylogenomics restores traditional views on deep animal relationships / H. Philippe [et al.] // Curr. Biol. – 2009. Vol. 19. – P. 706–712.

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

УДК 618.36 (551.521.1)

ВЛИЯНИЕ ФАЗ ЛУНЫ НА НАСТУПЛЕНИЕ РОДОВ У ЖЕНЩИН

А. Ю. Абуздина

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
abuzdina.anna@mail.ru*

This work is devoted to the study of the influence of the moon phases on the onset of labor in women. A greater number of births in full moon, or 28 % fewer births recorded in the new moon of 23 %. We also considered the dependence of the occurrence of birth in various moon phases women of a certain age.

Биологические ритмы являются, важнейшим условием существования живых систем, обеспечивающих регуляцию и синхронизацию всех процессов в организме. Благодаря этому происходит согласование физиологических функций организма с ритмами окружающей среды, что является основой гомеостаза [1; 2].

Биоритмы человека зависят от фаз Луны, которая благодаря близости к Земле оказывает значительное влияние на все процессы, происходящие во всех живых системах. Лунный месяц состоит из четырех фаз, которые определяются положением Луны к Солнцу. В фазу новолуния Луна находится между Землей и Солнцем примерно на одной прямой, а полнолуние – их противостояние. Различают две формы состояния Луны – когда она растет и когда она идет на убыль. Так же имеется четыре важные точки лунного месяца: новолуние, полнолуние, дни первой и третьей четверти. Продолжительность каждой фазы примерно 7,4 сут. Это и есть лунный ритм [3; 4].

Целью данного исследования явилось выявление зависимости спонтанной родовой деятельности от фаз Лунного цикла. Материалами для исследования были анализ данных 290 женщин от 17–40 лет, родоразрешенных от 38 до 41 недель за период с 1.01. по 31.05.2013 обратившихся в Областной перинатальный центр ГБУЗ Иркутская областного «Знак почёта» областной клинической больницы (ИОКБ ОПЦ).

Нами было установлено, что меньшее количество родов отмечено в новолуние (23 %), а большее – в полнолуние (28 %) (рис.1).

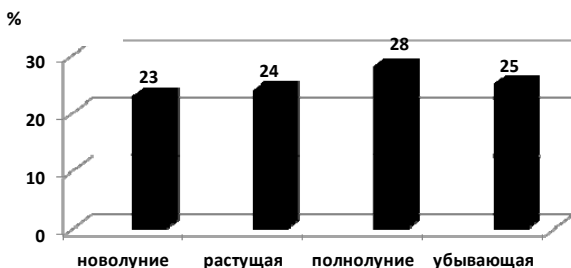


Рис. 1. Количество родов у женщин в различные фазы Луны

Мы предположили, что спонтанная родовая деятельность у женщин различного возраста может отличаться в зависимости от фаз Луны (рис. 2). Беременные женщины были распределены соответственно на три возрастные группы: 1-я группа – до 29 лет, 2-я группа – от 30 до 40 лет, 3-я группа – от 41 года.

Максимальное количество родов у женщин в 1-й возрастной группе приходилось на растущую Луну что составило 70 %, а минимальное – в убывающую фазу Луны 42 %. В остальные периоды количество родов у рожениц этой группы колебалось от 60 % до 64 %

Во 2-й возрастной группы максимальное количество родов приходилось на убывающую и составило 55 %, а минимальное количество пришлось в растущую фазу Луны 24 %. В остальные фазы Луны количество родов колеблется от 33 % до 40 %.

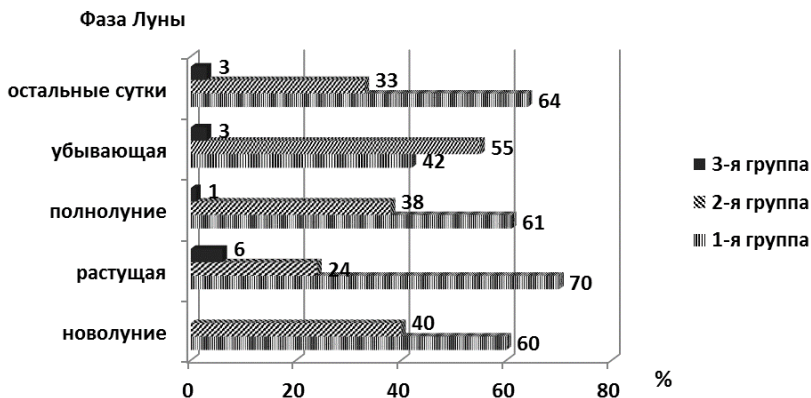


Рис. 2. Количество родов у женщин трех возрастных групп (%) в различные фазы Луны

Тогда как у женщин третьей группы, несмотря на ее малочисленность ($N = 11$), как и в 1-й возрастной группе, в растущую фазу Луны количество родов максимальное (6 и 70 %, соответственно). В новолуние родов у 3-й возрастной группы не было.

Результаты исследования показали, что Луна оказывает влияние на наступление спонтанных срочных родов у женщин во всех возрастных группах. Так же, отдельная фаза Луны по-разному влияет на наступление родов в определенный возраст роженицы.

Список литературы

1. Губин Г. Д. Суточные ритмы биологических процессов и их адаптивное значение в онто- и филогенезе позвоночных / Г. Д. Губин., Е. Ш. Герловин. – Новосибирск : Наука, 1980.
2. Доскин В. А. Биологические ритмы. Краткая Медицинская Энциклопедия / В. А. Доскин., Н. А. Лаврентьева. – Изд. 2-е. – М. : Сов. энцикл. 1989.
3. Дубров А. П. Лунные ритмы у человека: монография / А. П. Дубров. – М. : Медицина, 1990.
4. Котельник Л. А. Виновата ли Луна? / Л. А. Котельник // Природа и человек. – 1987. – № 10. – С. 35–38.

Научный руководитель: д-р биол. наук, проф. Е. В. Осипова

УДК 57.085.1

МОРФО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭРИТРОЦИТОВ РОГАТКОВИДНЫХ РЫБ РАЗНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ОЗ. БАЙКАЛ

А. К. Батудаева

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
annabatudaeva16@mail.ru*

The aim of the study is a comparative study of red blood cells of six species of cottoid fish, in connection with their adaptation to habitat in various ecological niches of the lake Baikal.

К настоящему моменту для озера Байкал описано около 34 видов рогатковидных (Cottoidei) рыб, относящихся к семействам Cottidae, Comenphoridae и Abyssocottidae. Рогатковидные рыбы Байкала характеризуются высокой степенью эндемизма, большим разнообразием морфологического строения и особенностями среды обитания, а также биологической пластичностью видов, которая позволила им освоить разнообразные экологические ниши водоема от побережья до максимальных глубин озера.

Основная роль в газообмене в организме у рыб принадлежит эритроцитам, и поэтому целью исследования является сравнительное изучение эритроцитов шести видов рогатковидных рыб, в связи с их приспособ-

соблением к обитанию в различных экологических нишах оз. Байкал. На период исследования были поставлены следующие задачи: провести морфологическое и ультраструктурное исследование клеток красной крови, сравнить рогатковидных рыб по цитометрическим параметрам, выявить связь морфологических признаков клеток красной крови и экологически видовых особенностей исследуемых видов.

Коттоидные рыбы отлавливались в течение нерестового периода на местах нереста: большая (*C. baicalensis*) и малая голомянки (*C. dybowski*) в 5-ти км от пос. Листвянка на глубинах до 1000 м с помощью ловушек в марте-апреле 2018 г; желтокрылка (*C. grewingkii*), каменная широколобка (*P. knerii*) и длиннокрылка (*C. inermis*) в марте-апреле 2017–2018 гг. в районе пос. Култук на глубинах от уреза воды до 5 м с помощью удочек; плоская широколобка (*L. bergianus*) – в августе 2017 г. в районе Ушканьих островов донными травами на глубинах до 1000 м.

В периферической крови исследованных видов обнаружены зрелые и незрелые эритроциты, лейкоциты и тромбоциты [1]. Среди клеток белой крови преобладают лимфоциты, из которых большие лимфоциты встречаются очень редко. Малочисленны зернистые нейтрофилы и незернистые – моноциты. По морфологическим признакам различий между исследованными видами не выявлено.

Цитометрические параметры эритроцитов являются наиболее устойчивыми признаками и отражают физиологическую адаптацию рыб к кислородным условиям в разных зонах обитания. По всем цитометрическим параметрам эритроцитов исследованные виды достоверно различаются за исключением голомянок, а также большой голомянки и каменной широколобки по форме клеток (Е) (табл. 1). У желтокрылки эритроциты имеют наиболее вытянутую форму. Известно, что у менее активных рыб форма эритроцитов близка к округлой.

Плоская широколобка имеет наибольшую площадь цитоплазмы. Однако большое содержание гемоглобина в эритроцитах обеспечивает организм этого малоподвижного вида кислородом. Низкие цитометрические индексы, но высокое NCR у каменной широколобки возможно связано с малоподвижным образом жизни в литорали и сублиторали и как следствие – низким СГЭ (табл. 2).

Площадь клетки и ядра эритроцитов большой голомянки в отличие от малой значительно больше. У малой голомянки, длиннокрылки и желтокрылки цитометрические индексы эритроцитов имеют промежуточные значения (табл. 1).

Высокие параметры по числу эритроцитов, концентрации гемоглобина и КЕК выявлены у желтокрылки, наименьшие значения Э и Нб – у плоской широколобки. Однако у плоской широколобки и малой голомянки СГЭ имеют высокие значения. По КЕК достоверных различий не выявлено (табл. 2).

Таблица 1

Цитометрические параметры эритроцитов рогатковидных рыб Байкала

Выборки рыб	Цитометрические параметры мкм.				
	E $\pm$ m	S $\pm$ m	s $\pm$ m	NCR $\pm$ m	n
<i>C. baicalensis</i>	0,715 $\pm$ 0,009	198,9 $\pm$ 2,5	29,6 $\pm$ 0,5	0,149 $\pm$ 0,002	120
<i>C. dybowskii</i>	0,707 $\pm$ 0,012	148,9 $\pm$ 4,3	22,8 $\pm$ 0,3	0,174 $\pm$ 0,006	125
<i>C. inermis</i>	0,799 $\pm$ 0,009	144,1 $\pm$ 1,8	17,3 $\pm$ 0,3	0,122 $\pm$ 0,003	200
<i>C. grewingkii</i>	0,683 $\pm$ 0,008	143,5 $\pm$ 2,6	24,8 $\pm$ 0,5	0,176 $\pm$ 0,005	65
<i>P. knerii</i>	0,714 $\pm$ 0,007	108,5 $\pm$ 1,1	23,4 $\pm$ 0,3	0,218 $\pm$ 0,004	100
<i>L. bergianus</i>	0,745 $\pm$ 0,008	221,1 $\pm$ 2,1	29,2 $\pm$ 0,4	0,134 $\pm$ 0,002	146

Примечание: 1–6 – рыбы; n^2 – число исследованных эритроцитов; $\pm m$ – ошибка средней. Средние значения: E – числовая эксцентricность, S – площадь клетки, s – площадь ядра, NCR – ядерно-цитоплазматические отношения.

Таблица 2

Количественные параметры красной крови

Рыбы	Э(млн/мм ³) $\pm m$	СГЭ(мкг/э) $\pm m$	Hb (г %) $\pm m$	КЕК(об.ед.) $\pm m$	n
<i>C. baicalensis</i>	1,1 $\pm$ 0,19	54,76 $\pm$ 5,88	6,02 $\pm$ 1,16	10,57 $\pm$ 1,19	20
<i>C. dybowskii</i>	0,98 $\pm$ 0,35	78,56 $\pm$ 31	6,9 $\pm$ 1,1	10,06 $\pm$ 0,81	18
<i>C. inermis</i>	1,52 $\pm$ 0,23	58,43 $\pm$ 10,69	7,77 $\pm$ 0,69	12,37 $\pm$ 0,71	13
<i>C. grewingkii</i>	2,17 $\pm$ 0,44	60,34 $\pm$ 10,24	8,57 $\pm$ 0,561	13,2 $\pm$ 0,58	12
<i>P. knerii</i>	1,42 $\pm$ 0,1	55,95 $\pm$ 5,89	6,68 $\pm$ 0,351	11,24 $\pm$ 0,36	10
<i>L. bergianus</i>	0,88 $\pm$ 0,24	88,39 $\pm$ 36,61	5,53 $\pm$ 0,79	11,47 $\pm$ 1,13	3

Примечание: КЕК – кислородная емкость крови, Hb – концентрация гемоглобина. $\pm m$ – ошибка средней, Э – количество эритроцитов в 1 мм³ крови (млн/мм³), СГЭ – содержание гемоглобина в эритроците (мкг мкг/э).

Таким образом, цитометрические параметры эритроцитов с одной стороны определяются экологическими условиями обитания и образом жизни видов. У малоактивных видов форма клетки эритроцита округлая, у более активных – эллипсоидная. Размеры эритроцитов и ядер крупнее, количество эритроцитов меньше, но содержание гемоглобина в эритроците – больше по сравнению с более активными видами.

Список литературы

1. Иванова Н. Т. Атлас клеток крови рыб / Н. Т. Иванова // Сравнительная морфология и классификация форменных элементов крови рыб. – 1983. – № 1340. – С. 56.

Научный руководитель: гл. спец. лаб. ихтиологии ЛИН СО РАН, канд. биол. наук В. М. Яхненко

АДАПТАЦИЯ СТУДЕНТОВ К ОБУЧЕНИЮ В ВУЗЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ

Н. М. Вавилова

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
nata-n-vavilova@mail.ru*

The evaluation of functional asymmetry of cerebral hemispheres, characteristics of the cardiovascular system, results of the survey to assess the degree of adaptation to training in 110 full-time students. Girls with a predominance of functional activity of the left hemisphere were more susceptible to emotional stress, which is well consistent with the significant correlation between the profile of lateral asymmetry and indicators of the cardiovascular system, which takes an active part in the adaptation processes. Students with a predominance of functional activity of the right hemisphere were more irritable and felt a sense of loneliness.

Переломным моментов для выпускников школ является поступление в вуз. Мало изученными остаются вопросы, которые объясняют успешную учебную деятельность в связи с индивидуальными психофизиологическими особенностями студентов, а именно особенностями функциональной асимметрии головного мозга (ФАГМ) студентов, и возможностями их адаптации [2; 3; 5].

В исследовании на основании добровольного информированного согласия приняли участие 110 студенток 1-го, 2-го, 3-го, 4-го курсов очного обучения ЕГФ ПИ ИГУ ФГБОУ. Все обследованные девушки в возрасте от 17 до 23 лет были практически здоровы. 70 % обучающихся девушек приехали из сельской местности.

Для определения ФАГМ использовали комплексный метод, который позволяет учесть различную асимметрию (моторную, сенсорную и др.) [4]. Оценку состояния сердечно-сосудистой системы (ССС) проводили с использованием общепринятых методов (Частота сердечных сокращений (ЧСС), систолического артериального давления (САД), диастолического артериального давления (ДАД), среднее динамическое давление (СДД), Систолический объем (СО), минутный объем кровообращения (МОК)). Для оценки уровня функционирования системы кровообращения и определения ее адаптационного потенциала существует индекс функциональных изменений (ИФИ) [1]. Для определения адаптации студенток к условиям обучения в вузе была разработана анкета, которая включала 34 вопроса. Статистический анализ проводили с помощью известных статистических методов и прикладных программ Statistica6.0.

С помощью комплексного метода, было установлено, что из 110 девушек – с полным доминированием ЛП – 41 студентка, с неполным доминированием ЛП – 18, с неполным доминированием ПП – 39, с полным доминированием ПП – 12. Согласно методике их возможно объединить в две группы с доминированием ЛП и ПП, таким образом у 54 % студентов преобладает функциональная активность ЛП, у – 46 % – ПП

У студенток обнаружена достоверно значимая отрицательная корреляционная связь между активностью левого полушария головного мозга и ДАД ($r = -0,46$, $p < 0,05$), активностью левого полушария головного мозга и СДД ($r = -0,41$, $p < 0,05$) и положительная связь между активностью левого полушария головного мозга и СО ($r = 0,38$, $p < 0,05$). Известно, что ДАД определяют работу сосудистой системы, а СО крови – ударный объем миокарда желудочков сердца. Это позволило предположить, что повышение функциональной активности ЛП сопровождается снижением тонуса сосудов ($r = -0,46$, $p < 0,05$) и, соответственно, большим напряжением работы желудочков сердца ($r = 0,38$, $p < 0,05$).

Уровень среднегруппового значения ИФИ у девушек, составил $1,7 \pm 0,2$ баллов и является показателем удовлетворительной адаптации.

Студентки с преобладанием функциональной активности ЛП с началом обучения в вузе сталкиваются с наличием сильного страха быть отчисленными из университета (26 %). Кроме того, 40 % из них после поступления в вуз стали раздражительнее. Большая часть обучающихся девушек (72 %) испытывали незначительные трудности по отдельным предметам, 14 % – учеба давалась большими трудностями.

Девушки студентки с преобладанием функциональной активности ПП были менее раздражительны, только 28 % респондентов ответили положительно на вопрос об усилении раздражении после поступления в вуз. В ходе исследования выявлено, что они более подвержены чувству одиночества (41 %) в отличие от студенток с преобладанием функциональной активности ЛП (24 %).

Студентки с преобладанием функциональной активности ПП оценили отношение к учебе несколько иначе. А именно, 22 % респондентов ответили, что учиться легко, 17 % испытывали большое напряжение. В то же время 61 % студентов этой группы испытывали незначительные трудности по отдельным предметам, что сопоставимо с ответами на этот вопрос студенток с преобладанием функциональной активности ЛП.

Данная самооценка студенток свидетельствует о напряжении, которое испытывают студентки с преобладанием функциональной активности ЛП при адаптации к обучению в вузе, которая выражается в их опасении «завалить» сессию и быть отчисленными из вуза. Студенты с преобладанием функциональной активности ЛП оказались более подвержены состоянию эмоционального стресса. Эти результаты хорошо согласуются с достоверно значимыми корреляционными связями различной

силы и направленности, выявленными между профилем латеральной асимметрии и показателями ССС принимающей активное участие в адаптационных процессах и свидетельствующих о ее напряжении.

Список литературы

1. Баевский Р. М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. / Р. М. Баевский. – М. : Медицина, 1997. – 235 с.
2. Гора Е. П. Экология человека: учебное пособие для вузов / Е. П. Гора. – 2-е изд., перераб. И доп. – М. : Дрофа, 2007. – 540 с.
3. Милютин С. Г. Динамика показателей физиологического уровня функционального состояния организма студентов медицинского колледжа в процессе адаптации к обучению / С. Г. Милютин, В. Н. Сысоев, А. М. Борисов и [др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 2. – С. 103.
4. Реброва Н. П. Межполушарная асимметрия мозга человека и психические процессы / Н. П. Реброва, М. П. Чернышева. – СПб., 2004. – 96 с.
5. Черемушникова И. И. Анализ механизмов эмоциональной напряженности и индивидуальных особенностей личности студентов / И. И. Черемушникова, Т. А. Сманцер, Е. С. Барышева, Н. О. Давыдова // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 11. – С. 900–904.

Научный руководитель: д-р биол. наук, проф. Е. В. Осипова

УДК 591.185.5:597.541

ИЗУЧЕНИЕ УЛЬТРАСТРУКТУРНЫХ КОРРЕЛЯТОВ АКУСТИЧЕСКОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ У СИГОВЫХ РЫБ В УСЛОВИЯХ COMMON GARDEN ЭКСПЕРИМЕНТОВ

**М. Э. Ворнхолт¹, Ю. П. Сапожникова², О. Ю. Глызина²,
М. Л. Тягун², В. М. Яхненко², П. В. Гасаров¹, М. М. Макаров²,
В. А. Куликов³, Л. В. Суханова²**

¹ *Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия*

² *Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск, Россия*

³ *Сколковский институт науки и технологий, г. Москва, Россия
vornholt@grinnell.edu*

The aim of this study was to investigate the ultrastructure of the sensory saccular epithelia of the coregonid fishes. The results of this research are not only important in further study on the effects of intense sounds on hearing apparatus of fish, but also international research in the growing field of fish hearing.

Роль отдельных органов чувств у рыб, обитающих в разных экологических условиях, различна. Уникальность фаунистического биоразнообразия озера Байкал, а также неоднородность экологических условий среды обитания организмов на различных глубинах озера позволяют исследовать адаптивные особенности развития сенсорных систем. Уникальность условий обитания сиговых рыб в Байкале предполагает возможность существования у них специфических механизмов адаптации любого уровня, что и определило выбор объектов данного исследования.

В этом аспекте озеро Байкал является непрерывно существующим древнейшим водоемом с уникальной разнородностью экологических условий обитания сиговых рыб, а Восточная Сибирь – исходной точкой видообразования рыб рода *Coregonus*. Особый интерес представляет также подключение морфологического скрининга сенсорных систем в условиях common garden экспериментов при искусственном выращивании сиговых рыб. Для решения задач данной работы произведена адаптация методики длительного содержания байкальских сиговых рыб и их гибридов первого поколения (F1), проведены эксперименты по искусственной гибридизации, инкубации икры и выращиванию гибридного (F1) и негибридного потомства в контролируемых условиях. Уникальной научной установки «Экспериментальный пресноводный аквариумный комплекс байкальских гидробионтов». Непосредственно после вылова у рыб с вентральной стороны вскрывали черепную коробку, удаляли головной мозг, обнажали ушные капсулы, с помощью пинцета извлекали правый и левый лабиринты и отделяли саккулюс вместе с сагиттой (отолитом). Саккулярный мешочек с отолитом фиксировали в 2,5 %-ном растворе глутарового альдегида на 0.1 М фосфатном буфере (pH 7.4) 3 часа, промывали тем же буфером в течение 5 мин, дофиксировали 1 %-ным раствором осмия 12 часов, обезживали в ряду возрастающих концентраций этанола (30 %, 50 %, 70 %, 98 %) по 10 мин в каждой концентрации, высушивали при критической точке на аппарате Balzers CPD 030, сенсорный эпителий напыляли золотом и исследовали с помощью сканирующих электронных микроскопов Philips 525M (Голландия) и Quanta 200, FEI Company (США). Ультроструктуру сенсорного саккулярного эпителия исследовали у следующих сиговых рыб: пеляди (*Coregonus peled*), байкальского омуля (*C. migratorius*), озерно-речного сига или байкальского пыжьяна (*C. pidschian*), байкальского сига (*C. baicalensis*) и их гибридов. Для морфометрического анализа сенсорного эпителия выполнено от 30 до 50 фотоснимков каждой макулы с шагом, равным 30 мкм. Длину, ширину и площадь макулы, длину киноцилий и стереоцилий, а также угол морфологической поляризации (расположение стереоцилий и киноцилии одной клетки относительно ростокаудальной и дорсовентральной осей макулы) рассчитывали с помощью программы Image-Pro Plus. Длину каждой макулы измеряли от ее рострального участка до каудального, ширину макулы определяли для трех ее участков – рострального, центрального и каудального. Процентное соотношение площадей разных зон макулы рассчитывали относительно ее общей площади. Для классификации волосковых клеток использовали кластерный метод анализа, в частности, методы k-средних и иерархической кластеризации, с применением программы Statistica 8.0. Количественный показатель сходства волосковых клеток, принадлежащих к одному кластеру, рассчитывали исходя из длин киноцилий и максимальной длины стереоцилий.

На основе полученных данных проведен сравнительный анализ морфологических характеристик сенсорного эпителия сиговых рыб, показано, что макро- и ультраструктура слухового сенсорного эпителия является видоспецифичной. Максимальная ширина макул у всех сиговых рыб, как правило, приходится на ростральный край – 0.54 ± 0.004 мм, к каудальному концу макула сужается и составляет в среднем 0.23 ± 0.003 мм. Численность волосковых клеток на единицу поверхности эпителия относительно выше с рострального и каудального концов макул. В центральной зоне макулы волосковые клетки располагаются на значительном расстоянии друг от друга, особенно у сига-пыжьяна и байкальского сига. Различия периферических и центральных волосковых клеток проявляются прежде всего в размерах цилий в пучке. При описании длин стереоцилий приведены длины максимально варьирующих у разных клеток стереоцилий, которые находятся в ближнем к киноцилии ряду.

С помощью кластерного анализа по наиболее значимым и варьирующим признакам – длина киноцилии (к) и длина наиболее высокой стереоцилии (с) у сиговых рыб выделено 8 типов волосковых саккулярных клеток (цифры обозначают длину киноцилии и наибольшей стереоцилии в мкм). У пеляди выделено четыре типа волосковых клеток (к2с2, к3с2, к5с4, к11с4), у байкальского омуля – четыре типа (к3с2, к11с4, к6с5, к7с2), у сига-пыжьяна – два типа клеток (к4с3, к2с2), у байкальского сига – четыре типа клеток (к4с3, к6с2, к3с2, к2с2) и у гибридов сига-пыжьяна ♀ и байкальского омуля ♂ – четыре типа (к3с2, к5с4, к4с3, к6с2), где цифрами приведены длины киноцилий (к) и максимальных стереоцилий (с) в мкм. На основе полученных фотографий макул сиговых рыб проведен сравнительный анализ площадей на макулах, занимаемых волосковыми клетками разных типов.

Деление макулы на зоны с разными типами волосковых клеток не всегда совпадает с её делением на зоны с разной морфологической поляризацией волосковых клеток, также описанной для сиговых рыб. Особенности морфологической поляризации макулы отражают способность слухового аппарата рыб в определении направления на источник акустических сигналов в воде, в то время как наличие тех или иных типов волосковых клеток на макуле предопределяет функциональные возможности слухового аппарата в отношении частотного кодирования поступающей информации. Сделаны предположения о возможном адаптивном значении ультраструктурных особенностей для диапазонов сенсорной чувствительности у разных видов сиговых рыб.

Морфологический скрининг сиговых рыб выполнен при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Иркутской области, проект № 17-44-388081 р_а, аквакультура сиговых рыб получена в рамках проекта Правительства Иркутской области «Получение высокотехнологичной аквакультуры сиговых рыб...» (Форум «Байкал»), сравнительный анализ

сенсорной слуховой системы осуществлен в рамках бюджетной темы 0345-2016-0002 (AAAA-A16-116122110066-1) «Молекулярная экология и эволюция живых систем...». Ультроструктурный анализ выполнен на базе Объединенного центра ультрамикрoанализа ЛИН СО РАН (<http://www.lin.irk.ru/copp/rus/>).

УДК 591.185.5 (597.541)

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОЙ ЗВУКОВОЙ СТИМУЛЯЦИИ НА СЛУХОВОЙ ЭПИТЕЛИЙ РЫБ

**П. В. Гасаров¹, Ю. П. Сапожникова², М. Л. Тягун²,
М. М. Макаров², М. Э. Ворнхолт¹, В. А. Куликов³,
В. М. Яхненко², О. Ю. Глызина², Л. В. Суханова²**

¹ *Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия*

² *Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск, Россия*

³ *Сколковский институт науки и технологий, г. Москва, Россия*
gapovla@yandex.ru

The research of effects of underwater sound on auditory organs of fish is immensely important due to the increasing levels sound pollution in the recent years in their natural habitat, as well as in the course of their rearing in closed tanks of aquaculture. The acoustic impact different pure tones of noise (1000 and 5000 Hz) at sound pressure levels (SPLs) ranging from 158 to 163 dB re 1 μ Pa has been shown to damage to portions of the sensory epithelia of the inner ear and its otoliths, causing not only temporary (and possibly permanent) hearing loss, but also disruption of fish behavior.

Акустическое воздействие определенной интенсивности приводит к механическому повреждению сенсорного слухового эпителия и временной или постоянной потере слуха. Возможными последствиями может стать ухудшение слуховой чувствительности, повышение стресса, снижение темпов роста особей, нарушение социального поведения.

Для сиговых рыб, выращенных в аквакультуре на базе Уникальной научной установки «Экспериментальный пресноводный аквариумный комплекс байкальских гидробионтов», показано, что после продолжительной стимуляции интенсивным звуком различных чистых тонов (1000 и 5000 Гц) при уровнях звукового давления от 158 до 163 дБ/мкПа происходят деструктивные изменения волосковых клеток типов кбс2 и к3с2 (до 60 % от общей площади макулы) (рис.).

Установлены разрывы округлой формы, неравномерно распределенные на разных участках слухового эпителия и равные площади апикальной поверхности волосковых клеток, выходящих на поверхность эпителия. Выдвинута гипотеза о тональной избирательности разных участков слухового эпителия на основе интенсивности повреждения сенсорных клеток, участвующих в восприятии колебаний разной часто-

ты: клетки с длинными стереоцилиями участвуют в восприятии более низкочастотных колебаний по сравнению с клетками, имеющими короткие стереоцилии [1–3].

Проведен микроанализ закладки отолитов сиговых рыб в условиях интенсивной звуковой стимуляции. У особой сиговых рыб, находящихся в нехарактерном для них акустическом пространстве, процесс роста отолита либо остановлен, либо слабо выражен, в то время как для рыб, находящихся в благоприятных условиях, процесс формирования отолита за счет отдельных отоконий и отоконияльных масс идет достаточно активно. Влияние интенсивного звука на сиговых рыб характеризуется также изменением нормального поведения: различия отмечены в предпочтениях глубины, направлении движения и скорости плавания.

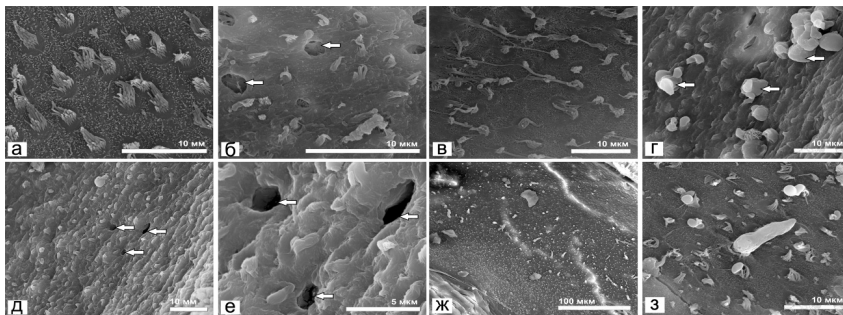


Рис. Разновидности деструктивных изменений волосковых клеток гибридов сиговых рыб без (а, в) и вследствие (б, г) стимуляции интенсивным тональным звуком: разрывы сенсорного эпителия периферической зоны сенсорного эпителия (а, б); явление вакуолизации волосковых клеток центральной зоны эпителия (в, г); участок макулы, представленный волосковыми клетками типа к3с2 (д, е); участок макулы, представленный волосковыми клетками типа к6с2 (ж, з). Деструктивные изменения клеток эпителия указаны стрелками. СЭМ Quanta 200, FEI Company

Данное исследование показывает, что воздействие интенсивной звуковой стимуляции в искусственных условиях аквакультуры может привести к значительным изменениям в структурах сенсорной слуховой системы рыб, а также в поведении особей.

Морфологический анализ сенсорного эпителия сиговых рыб выполнен при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Иркутской области, проект № 17-44-388081 p_a, аквакультура сиговых рыб получена в рамках проекта Правительства Иркутской области «Получение высокотехнологичной аквакультуры сиговых рыб...» (Форум «Байкал»), процессы кристаллизации отолитов под воздействием звука изучены в рамках бюджетной темы 0345-2016-0002 (AAAA-A16-116122110066-1) «Молекулярная экология и эволюция живых систем...». Ультроструктурный анализ выполнен на базе Объединенного центра ультрамикрo-анализа ЛИН СО РАН (<http://www.lin.irk.ru/copp/rus/>).

Список литературы

1. Hawkins A. D. Directional hearing in the median vertical plane by the cod / A. D. Hawkins, O. Sand // Journal of Comparative Physiology A. – 1977. – Vol. 122. – P. 1–8.
2. Ultrastructural correlates of acoustic sensitivity in Baikal coregonid fishes / Yu. P. Sapozhnikova, A. A. Belous, M. M. Makarov, O. Yu. Glyzina, I. V. Klimenkov, V. M. Yakhnenko, L. V. Sukhanova // Fundamental and Applied Limnology. – 2017. – Vol. 189, N 3. – P. 267–278.
3. Structural and functional effects of acoustic exposure in goldfish: evidence for tonotopy in the teleost saccule / M. E. Smith [et al.] // BMC neuroscience. – 2011. – Vol. 12, N 1. – P. 19.

УДК 159.91

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СТУДЕНТОВ ОТ ДИНАМИКИ НЕРВНЫХ ПРОЦЕССОВ

Н. Е. Зверочкина

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
nata.n.9248@list.ru*

The aim of the study was to investigate the dependence of the functional state of students on the dynamics of nervous processes. In this paper, the main properties of the nervous processes are studied: the excitation force, the inhibitory force and the mobility of the nervous processes.

Представлены результаты психофизиологического исследования баланса между процессами возбуждения и торможения в центральной нервной системе полученные в группе студентов 1-го-4-го курсов биолого-почвенного факультета ИГУ. В целом показано, что для большинства студентов 1-го – 4-го курсов учебные нагрузки вызывают однотипные реакции, характеризующиеся сменой преобладания процессов возбуждения на преобладание процессов торможения с сохранением подвижности нервных процессов. У студентов 1-го, 3-го и 4-го курсов подвижность нервных процессов не изменялась в течение учебного дня, а преобладание процессов возбуждения до учебной нагрузки сменялось на преобладание процессов торможения после учебной нагрузки, что обусловлено адаптацией к определенным психофизиологическим нагрузкам и проявлению способности к изменению поведения в соответствии с изменяющимися условиями жизни, а также защитными реакциями организма. Но у части студентов 2-го курса повышалась тормозная реакция и снижалась подвижность нервных процессов, что говорит о глубоких изменениях в центральной нервной системе, которые свидетельствуют о дезадаптации реакций, что обусловлено быстрой утомляемостью и снижением активности. Результаты исследования свидетельствуют, что наибольшему воздействию на нервную систему подвержены студенты 2-го курса, и при распределении учебной нагрузки за весь период обучения возможно именно у студентов 2-го курса она неравномерна. В связи

с этим, целесообразно проведение дальнейшего исследования для выявления факторов развития таких дезадаптационных реакций. У испытуемых все предикторы, определяющие психотип, изменились в течение учебного дня. Таким образом, внешние условия в течение одного дня могут менять психотип человека.

Научный руководитель: д-р биол. наук, проф. И. Н. Гутник

УДК 547.979.7:582.263:593.4:282.256.341(543.544.42)

БИОТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ РЕДУКЦИОННЫХ ТЕЛ *LUBOMIRSKIA BAICALENSIS* В ИСКУССТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Е. А. Константинова¹, Л. А. Глызин², О. Ю. Глызина²

¹*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия*

²*ФГБУН Лимнологический институт СО РАН, г.Иркутск, Россия
helena.vip.lena1998@mail.ru*

There have been developed the method of getting cultures of the Baikal sponge bodies *Lubomirskia baicalensis* in the aquarium plants conditions on the base of the unique scientific plant «Experimental freshwater aquarium complex of the Baikal the hydrobionts».

Экологическая система изолированных водоемов, к которым относится озеро Байкал, со временем претерпевает катастрофические изменения. Эпидемии среди губок, особенно долгоживущих и медленно растущих, могут оказать на их популяции серьезный долгосрочный эффект. Заболевания губок и их коммерческие сборы поставили многие популяции на грань вымирания. За последние два десятилетия сообщения о болезни и массовой гибели кораллов и губок встречаются по всему миру и достаточно часто. Для сохранения биоразнообразия планеты в мировой практике и в России вопросы совершенствования методов искусственного содержания и культивирования ценных гидробионтов выдвигаются на первый план. Также существует проблема длительного содержания сообщества губок в живых музейных экспозициях. В настоящее время Всемирным центром мониторинга окружающей среды создана база данных по болезням кораллов и губок, которая включает сообщения и публикации по их заболеваниям.

При наблюдаемом сейчас изменении экосистемы озера Байкал, у губок, возможно, нарушается система взаимосвязей между клетками и их симбионтами и губки теряют способность регенерировать поврежденные клетки. Одним из возможных путей восстановления колоний губок может служить создание биотехнологии культивирования губок в искусственных условиях. У пресноводных и морских губок при неблагоприятных условиях образуются редуccionные тела, которые способны пережить резкие изменения среды. В естественных условиях у байкаль-

ских губок образование таких телец до настоящего времени не отмечено. В нашей работе были использованы образцы губки *Lubomirskia baicalensis*, собранные с 5–8-метровой глубины в южной части озера Байкал в 2015–2016 гг. (м. Берёзовый, п. Большие Коты). Эксперименты проводили в полупроточных аквариумных установках на базе уникальной научной установки «Экспериментальный пресноводный аквариумный комплекс байкальских гидробионтов» (ПАК) наполненных байкальской водой. Состав воды регулярно контролировали, pH поддерживали в интервале 7,5–7,8. Результаты экспериментальных исследований показали, что повышение температуры воды до +9...+13 °C вызывает у губки различные адаптационные биохимические реакции. Визуальные признаки разрушения колоний губки (втянутые оскулюмы, появление небольших областей мёртвых клеток, снижение численности экзосимбионтов – амфипод и малощетинковых червей), живущих при температуре +10 °C (выше, чем в естественных условиях), появились уже на 45-е сут. культивирования. Искусственно изменённые условия вызвали активизацию полового размножения – ранний выход личинок губок. При этом наблюдалось не только половое, но и бесполое размножение – с помощью образования редукционных телец.

Редукционные тельца имеют ярко-зеленый цвет и размеры от 1 до 10 мм, держатся на губке около двух недель, а затем падают на грунт и начинают самостоятельное развитие. С наступлением благоприятных условий из этих редукционных телец развиваются новые губки. Всего с 2010 по 2017 гг. в эксперименте в условиях значительной проточности воды и постоянного светового режима получено 12 партий редукционных телец. Как показали биохимические исследования, редукционные тельца имеют высокое содержание хлорофиллов *a* и *b*, полиненасыщенных жирных кислот из ряда демоспонгиевых.

Культивирование колоний губок и их редукционных телец *in vivo* на базе ПАК позволило создать управляемую живую модель в экспериментально контролируемых условиях. А сочетание натурных наблюдений, комплекса современных методов биохимического анализа и методов культивирования губок доказывает возможность успешного восстановления популяций байкальских губок в природе.

Проведенные исследования актуальны как в области изучения физиологии подобных организмов, так и в экологии биоценоза, основой которого является губка. Данные материалы могут иметь большое значение в понимании механизмов адаптации сложных симбиотических сообществ, в оценке их устойчивости в экосистеме озера Байкал, для проведения экспериментальных работ и содержания пресноводных губок в музейных экспозициях.

НОРМАТИВЫ ОЦЕНКИ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ДОШКОЛЬНИКОВ ГОРОДА ИРКУТСКА

И. А. Кирилова

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
kirilova-i@mail.ru*

Monitoring of physical development allows to determine the features of growth and development of children, formed in the conditions of a certain way of life and habitat. To evaluate the morphometric characteristics of the physical development of preschool children, the method of centile tables, the norms of which are subjected to discussions, is widely used.

Проведена оценка и сравнительный анализ физического развития (ФР) дошкольников с помощью метода центильных таблиц согласно межрегиональным (МРН) [1] и региональным (РН) [2] нормативам.

В обследовании принимали участие практически здоровые (I и II групп здоровья) дети дошкольного возраста 3 – 7 лет русской национальности. Дети посещали МБ ДОУ детский сад № 148 «Ручеек» в Ново-Ленино Ленинского района г. Иркутска. Изучены антропометрические характеристики 189 детей, из них 89 мальчиков и 100 девочек.

Антропометрические обследования дошкольников выполнены в соответствии с обязательным соблюдением этических принципов медико-биологических исследований, изложенных в Хельсинкской декларации 1975 г. с дополнениями в 1983 г., национальных стандартов ГОСТ Р – 52379 2005 г. и ФЗ № 152 «О персональных данных» (от 27.07.2006 г. с изменениями и дополнениями от 19.04.2013 г.).

Оценка физического развития иркутских дошкольников с помощью межрегиональных и региональных центильных таблиц представлена в таблице 1.

Установлено, что нормальное физическое развитие согласно МРН имели 66,1 % детей и 58,0 % – по РН. При этом девочек с нормальным ФР (70,7 и 64,6 %) больше, чем мальчиков (61,1 и 51,0 % соответственно).

Общее количество отклонений в ФР выявили у 33,9 % – по МРН и 42,0 % – по РН. Согласно МРН у детей чаще встречалась повышенная масса тела при нормальной длине тела (8,0 %), причем более выражен процент данного отклонения среди мальчиков (10,0 %) по сравнению с девочками (6,1 %). Тогда как по РН чаще наблюдали высокую массу тела при нормальной длине тела (10,1 %), которая встречалась у мальчиков (15,6 %) в три раза чаще, чем у девочек (5,1 %).

Отклонения от нормального уровня физического развития дошкольников, обусловленные сниженной и низкой массой тела, а также

сниженной длиной тела при нормальных значениях массы тела, практически в равной степени встречалась как по МРН, так и по РН.

Следует отметить, что число девочек со сниженной длиной тела при нормальной массе тела (11,1 %) в 2,5 раза больше, чем мальчиков (4,5 %). Низкая длина тела при любых значениях массы тела у дошкольников в большей степени выявлена согласно РН (9,0 %) по сравнению с МРН (5,8 %). У мальчиков отмечена та же тенденция (11,1 и 6,7 % соответственно), в отличие от девочек (7,1 и 5,1 % соответственно).

Таблица 1.

Распределение детей по группам физического развития с учетом центильных стандартов (%)

Группа физического развития	Мальчики	Девочки	Оба пола
Нормальное физическое развитие	<u>61,1</u> 51,0	<u>70,7</u> 64,6	<u>66,1</u> 58,0
Отклонения в развитии			
Повышенная масса тела при нормальных значениях длины тела	<u>10,0</u> 0	<u>6,1</u> 5,1	<u>8,0</u> 2,7
Высокая масса тела при нормальных значениях длины тела	<u>7,8</u> 15,6	<u>4,0</u> 5,1	<u>5,8</u> 10,1
Сниженная масса тела при нормальных значениях длины тела	<u>3,3</u> 5,6	<u>1,0</u> 2,0	<u>2,1</u> 3,7
Низкая масса тела при нормальных значениях длины тела	<u>2,2</u> 6,7	<u>1,0</u> 4,0	<u>1,5</u> 5,3
Сниженная длина тела при нормальных значениях массы тела	<u>4,5</u> 4,5	<u>11,1</u> 11,1	<u>8,0</u> 8,0
Сниженная длина тела при повышенной и высокой массе тела	<u>2,2</u> 0	<u>0</u> 0	<u>1,1</u> 0
Сниженная длина тела при пониженной и низкой массе тела	<u>0</u> 2,2	<u>1,0</u> 1,0	<u>0,5</u> 1,6
Высокая длина тела	<u>2,2</u> 3,3	<u>0</u> 0	<u>1,1</u> 1,6
Низкая длина тела	<u>6,7</u> 11,1	<u>5,1</u> 7,1	<u>5,8</u> 9,0
Всего отклонений	<u>38,9</u> 49,0	<u>29,3</u> 35,4	<u>33,9</u> 42,0

Примечание: В числителе приведены данные по межрегиональным (1990 г.), в знаменателе – по региональным (2004 г.) нормативам.

Таким образом, результаты обследования морфометрических характеристик физического развития иркутских дошкольников с помощью метода центильных таблиц показали, что согласно региональным нормативам отклонения от нормальных величин более выражены, чем по межрегиональным нормативам и направлены в сторону уменьшения длины тела и увеличения массы тела. Данная тенденция свидетельствует об изменении в антропометрических параметрах современных дошкольников, по сравнению с их сверстниками прошлого десятилетия, что обуславливает необходимость корректировки нормативов для адекватной оценки физического развития детей.

Список литературы

1. Межрегиональные нормативы для оценки длины и массы тела детей от 0 до 14 лет: Метод. указания / МЗ СССР. – М., 1990. – 37с.
2. Региональные показатели физического развития детей и подростков Иркутской области: Методические рекомендации. – Иркутск, 2004. – 43 с.

УДК 618.36 (551.521.1)

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ГЕОМАГНИТНОЙ АКТИВНОСТИ НА РОДОВУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЖЕНЩИН

Л. И. Логинова¹, В. В. Суховская²

¹Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

*²Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России
perminevamil@mail.ru*

Currently accumulated a large number of facts proving that many phenomena: from biochemical processes inside the cell to events occurring in the whole body, are associated with the influence of heliogeophysical factors that are associated with the geomagnetic activity of the Sun and its influence on the magnetic shell of the Earth.

В настоящее время накоплено большое количество фактов, доказывающих, что многие явления: от биохимических процессов внутри клетки до событий, происходящих в целом организме, связаны с влиянием гелиогеофизических факторов, которые связаны с геомагнитной активностью Солнца и её влиянием на магнитную оболочку Земли. Изучением влияния изменений солнечной активности на живые организмы Земли занимается гелиобиология, основные положения которой были сформулированы А. Л. Чижевским [1; 3] и впоследствии были подтверждены результатами не очень многочисленных исследований.

Основными проявлениями геомагнитной активности являются сильные возмущения и магнитные бури, а также слабые возмущения – разнообразные типы магнитных пульсаций. Естественное электромагнитное поле Земли защищает не только от ионизирующей радиации, идущей из космоса, но и является главным регулятором жизненных процессов всех живых организмов, синхронизатором их биоритмов [4]. При геомагнитных возмущениях, возникающих вследствие изменения солнечной активности, наступает нарушение согласованного функционирования многих систем организма, в первую очередь – систем регуляции: нервной и эндокринной, что отражается на состоянии здоровья человека [2; 4].

У женщин во время беременности повышается чувствительность к действию экологических факторов, в том числе и гелиогеофизических. Однако влияние геомагнитной активности на различные периоды развития организма от его зачатия до момента рождения до недавнего време-

ни практически не рассматривалась. Неизвестно насколько взаимосвязаны геомагнитная активность и спонтанная родовая деятельность женщин. В связи с этим была сформулирована цель данной работы.

Материалами для исследования послужили данные статистики Областного перинатального центра ГБУЗ Иркутская округа «Знак почёта» областной клинической больницы (ИОКБ ОПЦ) за период с 1.01 по 31.05.2013. Были проанализированы сроки родов рожениц двух возрастных групп: 1-я группа – до 29 лет ($N = 53$), 2-я группа – 30–40 лет ($N = 53$). В работе соблюдали этические принципы, предъявляемые Хельсинкской Декларацией Всемирной медицинской ассоциации (World Medical Association Declaration of Helsinki (1964, 2013 ред.)).

Для анализа влияния гелиогеофизических факторов использовали: индекс геомагнитной возмущенности (А_p-индекс). Показатели солнечной активности представлены Центром прогноза космической погоды (SWPC) Национальной администрации США по океанам и атмосфере (NOAA).

Результаты исследования представлены на рисунке.

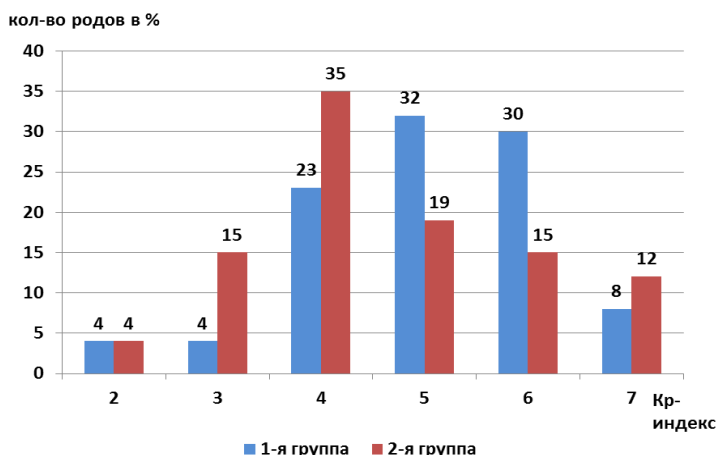


Рис. Количество срочных родов у женщин до 29 лет (1-я группа) и 30–40 лет (2-я группа) с физиологической беременностью в различные периоды геомагнитной возмущенности

Увеличение количества срочных родов у всех беременных отмечали в дни усиления возмущения магнитного поля Земли, когда уровень А_p-индекса составлял 5–6 баллов. В период слабого возмущения магнитного поля Земли при А_p = 3 балла и А_p 4 балла чаще рожали беременные старшей возрастной группы (от 30 до 40 лет) в 3,8 раз и 1,5 раза, соответственно (см. рис.). На усиление магнитной бури до А_p = 5 баллов и

Ар = 6 баллов – в 1,7 и 2 раза, соответственно, более молодые роженицы 1-й группы (до 29 лет) (см. рис.). В большую магнитную бурю (Ар = 7 баллов) вновь увеличивалось количество родов во 2-й группе.

Вероятно, такая динамика родов в двух возрастных группах обусловлена различными адаптивными возможностями беременных к изменению активности магнитного поля Земли, которая может оказывать стимулирующее действие на подготовку организма женщин к спонтаным родам. Выявленный феномен требует проведения дальнейших исследований в этом направлении.

Список литературы

1. Бобина И. В. Влияние факторов солнечной и геомагнитной активности на психометрические и клиничко-лабораторные показатели беременных женщин / И. В. Бобина // Биологические науки. – 2009. – С. 7.
2. Бреус Т. К. Магнитные бури: медико-биологический гелиогеофизический аспект / Т. К. Бреус, С. И. Раппопорт. – М.: Советский спорт. – 2003. – 192 с.
3. Хорсева Н. И. Экологическое значение естественных электромагнитных полей в период внутриутробного развития человека: дис. канд. биол. наук / Н. И. Хорсева. – М., 2004. – 143 с.
4. Чижевский А. Л. Солнечный пульс жизни / А. Л. Чижевский. – М.: Айрис-пресс, 2015. – 352 с.

Научный руководитель: д-р биол. наук, проф. Е. В. Осипова

УДК 664.32

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЖИРОВОЙ ТКАНИ СКОТА

Б. Мөнхзаяа, Я. Алтанцэцэг, Ц. Сэлэнгэ

*Монгольский государственный университет науки и технологий,
г. Улан-Батор, Монголия
bmunkhaya1211@yahoo.com*

Purpose of the study is to summarize study results of the biochemical specific profile of a fat of the Mongolian pasture-raised livestock' fatty tissues and to line the utilization way of such a resource according to the related scientific data.

В Монголии за год заготавливают в среднем 450–500 тыс. голов крупного рогатого скота, 1,2–1,3 млн голов мелкого рогатого скота, из них 200 т мяса, 115 т субпродуктов перерабатывают предприятия мясной промышленности, но из-за малого изучения физико-химического состава некоторые виды субпродуктов остаются неиспользованными [1; 4; 5].

В мире из-за увеличения сердечно-сосудистых заболеваний, роста числа людей, страдающих ожирением, растёт тенденция использования в пищу мясных продуктов, обогащенных коллагеном, содержащих большое количество ненасыщенных жирных кислот [2]. В нашей стране

растёт необходимость изучения вторичного сырья мясоперерабатывающей промышленности для использования их в питании, парфюмерии и лечебной терапии.

Цель данной работы состоит в изучении химического состава жира, содержащегося в желтом мозге кости, путовом суставе.

Методы исследования. Для изучения химического состава жировой ткани нами использованы традиционные методы химического анализа:

- определение жирорастворимых витаминов с помощью метода жидкостной хроматографии;
- определение минерального состава с помощью атомной спектроскопии;
- определение холестерина с помощью метода тонкослойной хроматографии.

Результаты исследования. Мы изучили минеральный состав жировой ткани пастбищного скота с помощью метода атомной спектроскопии. Результаты исследования показаны в таблице.

В ходе исследования мы установили, что мягкая ткань, жёлтый мозг трубчатых костей, жировой слой внутренностей содержат кальций, железо, цинк в малых количествах. Из результатов исследования видно, что жировой слой скота [3; 6; 7] содержит микро и макроэлементы в количествах, необходимых для организма. Их различное содержание в отдельных частях организма объясняется возрастом скота, кормом, условиями содержания и выгона.

В ходе исследования установлено, что жировой слой мяса скота содержит необходимые витамины и минералы. Общее содержание холестерина уменьшается под влиянием жировых кислот, содержащихся в жировой ткани и мясе.

Вывод. В ходе исследования установлено, что в жировой ткани скота содержание калия составляет 321–101 мкг/%, кальция 20–8 мкг/%, железа – 6,2–1,97 мкг/%, витамина “А” 39-21 мкг/%, “Д” – 0,03-0,01 мкг/%, “Е” – 39-13 мкг/% соответственно.

Список литературы

1. Гомбо Г. Традиционная пища монголов / Г. Гомбо. – Улаанбаатар, 2000. – 43 с.
2. Дамдинсүрэн Л. Научно-технологические основы для развития молочной промышленности в Монголии / Л. Дамдинсүрэн. – Улаанбаатар, 2011 – 50 с.
3. Мунхзаяа Х. Химико-технологическое исследование жировой ткани трубчатых костей монгольского скота : дис. ... канд. техн. наук / Х. Мунхзаяа. – Улаанбаатар, 2014. – 150 с.
4. Сэржмядаг С. Обоснование функционального действия мяса скота : дис. ... канд. техн. наук / С. Сэржмядаг. – Улаанбаатар, 2009. – 150 с.
5. Энхтуяа Б. Технологическо-биохимическое исследование мяса пастбищного скота Монголии, характеристика системы : дис. ... д-ра хим. наук / Б. Энхтуяа. – Улаанбаатар, 2009. – 150 с.

Таблица

Содержание минералов, витаминов, холестерина в мясе скота (n = 5)

Показатели		Минерал, мкг %				Витамины, мкг %				Холестерин, мкг %
		Кальций	Калий	Медь	Цинк	Железо	А	Е	Д	
Кониния	Желтый мозг	11,1±0,2	321±0,64	0,71±0,2	2,0±0,41	7,96±0,3	30,1±1,7	29,1±1,7	0,03±0,4	0,51±0,2
	Жир плутового сустава	10,2±0,2	195±0,36	0,68±0,2	1,82±0,2	7,23±0,4	27,6±0,3	25,1±1,6	0,04±0,6	0,54±0,7
	Околопочечный жир	8,9±1,46	101±0,26	0,7±1,2	1,4±0,35	4,3±0,92	27,3±1,9	17,1±1,2	0,04±0,6	0,9±1,1
	Сальник	9,0±1,48	293±0,41	0,8±0,94	1,3±0,57	4,25±1,5	31,2±1,2	33,1±1,8	0,04±0,3	0,6±0,9
	Жир под грбени	9,1±1,79	273±0,71	0,79±0,1	1,35±0,2	4,29±1,5	31,9±1,7	32,9±0,3	0,03±1,6	0,71±0,8
Г овядины	Мягкая ткань	9,8±0,15	229±0,75	0,4±0,26	3,3±0,71	5,18±0,3	39,1±1,7	39,6±1,4	0,04±0,3	0,5±0,91
	Желтый мозг	20,1±0,4	248±0,15	0,2±0,13	5,7±0,63	6,0±0,35	28,7±0,6	14,1±0,4	0,02±0,2	1,1±1,46
	Жир плутового сустава	19,3±0,3	201,2±0,3	0,2±0,12	4,9±0,35	5,34±0,9	27,1±0,6	13,2±0,3	0,023±0,4	1,3±0,31
	Околопочечный жир	8,1±1,69	101±1,36	0,12±0,2	3,1±1,25	3,3±0,75	26,7±1,2	17,2±0,2	0,03±0,2	1,4±0,32
	Сальник	8,6±1,94	99,1±0,75	0,46±0,3	2,59±0,4	3,16±0,3	27,9±1,4	14,3±1,2	0,02±0,1	1,1±0,96
Г овядины	Брыжейка	9,0±1,26	103±0,35	0,37±0,2	3,2±0,79	3,06±0,5	29,1±1,2	15,9±0,3	0,029±0,5	1,3±0,56
	Мягкая ткань	9,3±0,68	121±0,74	0,2±0,57	6,0±0,24	4,1±0,29	30,6±0,5	28,2±0,5	0,02±0,48	1,1±0,79
	Желтый мозг	14±0,63	251±0,35	1,86±1,2	1,86±0,7	6,1±0,3	26,7±1,4	21,7±1,7	0,02±0,1	0,93±0,3
	Жир плутового сустава	12,3±0,5	163±0,68	1,2±0,35	1,67±0,4	5,8±0,46	25,9±1,5	21,1±0,2	0,02±0,25	0,89±0,4
	Околопочечный жир	8,97±1,3	103±0,35	2,0±2,12	1,54±0,3	4,1±0,56	29,1±1,7	14,3±0,9	0,03±0,41	1,21±0,2
Верблюжатины	Брыжейка	8,92±1,2	99,8±1,73	1,97±1,8	1,32±0,9	4,6±0,24	28,1±0,3	14,6±0,7	0,03±0,36	1,27±0,3
	Мягкая ткань	10,4±0,1	171±0,32	3±0,46	3,0±0,46	5,9±0,36	30,7±1,4	26,4±1,7	0,02±0,46	1,1±1,23
	Желтый мозг	20,7±0,1	261±0,71	0,97±0,2	3,19±0,1	6,2±0,53	27,4±1,3	14,1±1,6	0,02±0,43	0,82±0,1
	Жир плутового сустава	18,9±1,5	192±0,35	0,85±0,8	3,0±0,36	5,4±1,25	26,9±1,9	14,7±0,3	0,02±0,13	0,91±0,5
	Околопочечный жир	12,1±1,4	104±1,68	0,7±1,75	2,9±0,68	3,9±1,57	20,9±1,3	15,1±1,4	0,01±0,1	1,2±1,27
Баранины	Сальник	8,0±1,37	99,1±1,72	0,4±0,25	2,46±0,3	3,64±0,2	27,1±0,7	13,4±0,4	0,01±0,23	1,1±1,54
	Брыжейка	8,9±1,34	102,9±1,1	0,5±0,58	2,54±0,4	3,27±1,3	25,6±0,3	13,9±0,7	0,01±0,46	1,16±1,2
	Мягкая ткань	9,4±0,63	250±0,14	0,79±0,4	8,9±0,76	4,3±0,54	36,9±0,4	17,1±1,3	0,02±0,68	0,97±0,7
	Желтый мозг	20,1±0,2	250±0,13	0,8±0,91	4,3±0,12	5,39±0,2	27,1±1,7	23,4±0,4	0,01±0,41	0,69±0,7
	Жир плутового сустава	17,6±0,3	182±0,24	0,71±0,3	3,9±0,47	5,1±0,85	26,3±0,6	14,3±0,7	0,015±0,7	0,71±0,3
Козлятины	Околопочечный жир	11,9±1,8	104,7±1,7	0,6±1,31	3,3±0,35	2,1±1,25	21,7±0,4	16,1±1,4	0,015±0,3	1,1±0,93
	Сальник	8,2±1,64	101,7±0,2	0,46±0,3	3,4±0,78	1,97±0,4	28,1±0,7	14,3±1,9	0,012±0,6	1,23±0,7
	Брыжейка	8,9±1,34	101,3±0,5	0,51±0,6	3,51±0,8	2,56±0,5	31,7±0,4	14,9±1,7	0,01±0,28	1,19±0,4
	Мягкая ткань	8,6±0,74	130±0,35	0,6±0,76	8,1±1,68	3,4±0,46	33,1±1,2	30,4±1,4	0,02±0,57	0,7±0,16

6. Modulatory effect of omega-3 polyunsaturated fatty acids on osteoblast function and bone metabolism / B. A. Watkins [et al.] // Prostaglandins, Leukotriens and Essential Fatty Acids. – 2003. – Vol. 68. – P. 387-398.

7. Ammar ali Hassan. Level of selected nutrients in meat, liver, tallow and bone marrow from semi-domesticated anima / Ammar ali Hassan, Torkjei M. Sandlanger and Magritt Brustad // Meat Science. – 2012. – Vol. 976. – P. 1120.

Научный руководитель: д-р техн. наук Х. Мөнхзаяа.

УДК 664.32

ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЖИРОВОЙ ТКАНИ СКОТА (НА ПРИМЕРЕ КОНИНЫ)

Х. Мунхзаяа, Ц. Жавзан, Ц. Сэлэнгэ

*Монгольский государственный университет науки и технологий,
г. Улан-Батор, Монголия
munhzaya_h@must.edu.mn*

Conducted analysis on biochemical composition and food value of Mongolian pasture-raised livestock' fatty tissues, depending on animals and fatty tissues type, obtained results compared to those of pure-bred animals' fatty tissues data.

Из мяса скота конина богата содержанием ω -3, ω -6 жирных кислот, что делает возможным её использования в качестве пищевых добавок.

Цель работы – получение очищенного жира, богатого содержанием ненасыщенных жирных кислот, из жира под гребени и пашины конины.

Объект и метод исследования. Объектом исследования служил жир под гребени и пашины конины. Были использованы традиционные методы химического анализа.

Результаты исследования. Для очистки жира от примесей мы использовали метод индийских учёных Sharma H, Giriprasad R., Goswami M. [2], разработанный для очистки жира животного происхождения. В очищенном жире конины нами определены следующие показатели (табл.)

Таблица

Показатели жира конины

Показатель	Жир под гребени		Жир пашины	
	Неочищенный	Очищенный	Неочищенный	Очищенный
Иодовое число, г	133	266	110	240
Кислотное число, мгКОН/г	0,4	0,31	0,7	0,63
Число омыления мгКОН/г	215,2	180	220,6	184

При сравнении числа омыления жира до и после очистки видно, что после очистки число омыления снижается в 1,16–1,19 раза. Кислотное число после очистки достигает 180 мгКОН/г. При сравнении наших

данных с данными других исследований [1; 3] видно, что при очистке жира с помощью смешанного угольного фильтра это число снижается в 1,04 раза, тогда как при использовании фильтра из смешанного оксида алюминия снижается в 1,07 раза. Иодовое число жира пашины после очистки активированным углем увеличивается в 1,17–1,3 раза, чем было до очистки, тогда как при очистки алюминием увеличивается в 1,9–2,1 раза. Снижение кислотного числа является показателем качества очистки жира, поэтому при очистки жира с помощью оксида алюминия это число снижается в 2,2–2,6 раза, тогда как при использовании фильтра из активированного угля – в 1,6–2 раза. Поэтому использование фильтра из оксида алюминия наиболее полно очищает жир.

Выводы. 1. Гребень и пашина конины содержат 2,1–3 % белка, 5,5–6,2 % влаги, 0,1–0,7 % золы, 87,8–89 % жира.

2. При очистке жира конины установлено, что иодовое число жира под гребени конины в 1,2 раза больше по сравнению с жиром пашины, число омыления в 1,02 раза ниже. Поэтому для приготовления препарата из ненасыщенных жирных кислот наиболее подходящем сырьем является жир под гребени конины.

Список литературы

1. Мунхзая Х. Некоторые результаты химического анализа жировой ткани ног крупного и мелкого рогатого скота / Х. Мунхзая, Д. Монгончимэг, П. Мандхай // Актуал. проблемы соврем. науки. – 2009. – № 3. – С. 171.
2. Wetsell M. S. Human Health Effects of Fatty Acids in beef / M. S. Wetsell, E. B. Rayburn, J. D. Lozier // Fact Sheet: West Virginia University & U.S.D.A. Agriculture Research Service, 2003. – Ref Type: Electronic Citation.
3. Brooker E. G. Studies on the composition of horse oil. 1. Composition of horse oil in relation to the depot fats of other pasture-fed animals / E. G. Brooker, F. B. Shorland // Biochemical Journal. – 1950. – Vol. 46 (1). – P. 80–85; <https://doi.org/10.1042/bj0460080>.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Я. Алтанцэцэг

УДК 574/577

ПОЛУЧЕНИЕ ПЕРВИЧНОЙ КУЛЬТУРЫ ГЕМОЦИТОВ АМФИПОД *EULIMNOGAMMARUS VERRUCOSUS* (GERSTFELDT, 1858) ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ КЛЕТОЧНОГО ИММУННОГО ОТВЕТА

**А. А. Назарова, А. Н. Гурков, Е. П. Щапова,
И. А. Дмитриев, М. А. Тимофеев**

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
annazarova1995@gmail.com*

In this study, we obtained a primary culture of hemocytes from amphipods *Eulimnogammarus verrucosus* (for the first time for amphipods in general) and showed the immune reaction of hemocytes to microorganisms *in vitro*.

Актуальной задачей современной физиологии беспозвоночных является изучение их иммунного ответа. Понимание особенностей иммунного ответа важно, например, в контексте исследования взаимодействия беспозвоночных животных с разнообразными патогенами, а также для разработки имплантируемых оптических микросенсоров, используемых для регистрации физиологических параметров *in vivo* непосредственно в тканях организма.

Озеро Байкал – это крупнейший пресноводный водоём, населённый уникальной и разнообразной фауной беспозвоночных. Эндемичные байкальские амфиподы являются важным компонентом экосистемы озера и объектом ряда исследований их взаимоотношений с паразитами и экофизиологических работ с применением имплантируемых микросенсоров [2; 4], что требует понимания механизмов иммунной реакции амфипод. Иммунный ответ ракообразных формируется гуморальным и клеточным компонентами иммунной системы [6]. Фенолоксидазная система, белки-лектины и другие белки гемолимфы обеспечивают гуморальный иммунный ответ, и у ракообразных они изучены сравнительно хорошо. Циркулирующие в гемолимфе ракообразных клетки – гемоциты отвечают за клеточный иммунный ответ, физиология которого у ракообразных изучена хуже.

Важным инструментом, необходимым для исследования клеточного иммунного ответа, является первичная культура гемоцитов, позволяющая максимально полно следить за поведением клеток беспозвоночных при внесении в среду различных инородных тел [5]. Из литературы известны методики получения первичных культур гемоцитов представителей ряда групп ракообразных [1; 3], однако эти культуры не были применены для изучения иммунного ответа этих животных. Работы по получению первичной культуры гемоцитов амфипод ранее не проводились.

Целью данной работы была отработка методики получения первичной культуры гемоцитов эндемичных байкальских амфипод *Eulimnogammarus verrucosus* (Gerstfeldt, 1858), а также тестирование чувствительности гемоцитов к микроорганизмам *in vitro*.

Условия получения первичной культуры гемоцитов *E. verrucosus* были подобраны на основе ранее предложенного протокола [5] по ряду параметров: процент потери и агрегации клеток, концентрация гранул, покинувших гемоциты, и выживаемость клеток (по окраске трипановым синим). С помощью подобранной методики выделения удалось добиться потери не более 30 % гемоцитов, при этом жизнеспособность выделенных гемоцитов составляла не менее 70 % клеток, а агрегация не превышала 20 %. При этом не менее 60 % клеток сохраняют жизнеспособность в культуре в течение суток. Концентрация гранул оказалась близка к их концентрации в гемолимфе. Для исследования чувствитель-

ности первичной культуры гемоцитов использовали суспензию убитых дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*.

В данной работе была впервые отработана методика получения первичной культуры гемоцитов амфипод. Установлено, что степень агрегации гемоцитов амфипод в культуре в присутствии *S. cerevisiae* повышается по сравнению с контрольной группой, что демонстрирует применимость полученной первичной культуры для определения иммуногенности инородных тел для амфипод *E. verrucosus*.

Список литературы

1. George S. K. An improved method of cell culture system from eye stalk, hepatopancreas, muscle, ovary, and hemocytes of *Penaeus vannamei* / S. K. George, A. K. Dhar // In Vitro Cell. Dev. Biol. – V. 46. – P. 801–810. – 2010.
2. Gurkov A. Remote *in vivo* stress assessment of aquatic animals with microencapsulated biomarkers for environmental monitoring / A. Gurkov, E. Shchapova, D. Bedulina, B. Baduev, E. Borvinskaya, I. Meglinski, M. Timofeyev // Scientific Reports. – V. 6. 36427. – 2016
3. Li C. Primary culture of hemocytes from the Caribbean spiny lobster, *Panulirus argus*, and their susceptibility to *Panulirus argus* Virus 1 (PaV1) / C. Li, J. D. Shields // Journal of Invertebrate Pathology. – V. 94. – 2007 – P. 48–55.
4. Microsporidian parasites found in the hemolymph of four baikalian endemic amphipods / R. V. Adelshin, M. D. Dimova, D. V. Axenov-Gribanov, Y. A. Lubyaga, M. A. Timofeyev // PLoS One. – V. 10, e0130311. – 2015.
5. Modulation of immune responses of *Rhynchophorus ferrugineus* (Insecta: Coleoptera) induced by the entomopathogenic nematode *Steinernema carpocapsae* (Nematoda: Rhabditida) / M. Mastore, V. Arizza, B. Manachini, M. F. Brivio // Insect Science. – V. 22. – P. 748–760. – 2014.
6. Immunity mechanisms in crustaceans / L. Vazquez, J. Alpuche, G. Maldonado, C. Agundis, A. Pereyra-Morales, E. Zenteno // Innate immunity – Vol. 15. – P. 179–188.

УДК 547.574.3:615.015

ПРИМЕНЕНИЕ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ АКВАКУЛЬТУР ГИБРИДОВ СИГОВЫХ РЫБ

**М. М. Рязанов¹, Р. А. Ахмедзянов¹, В. М. Яхненко², Т. Н. Авезова²,
Л. А. Глызин², Ю. П. Сапожникова², М. Л. Тягун², С. Н. Адамович³,
Л. В. Суханова², О. Ю. Глызина²**

¹Иркутский государственный аграрный университет им. А. А. Ижевского, г. Иркутск, Россия

²Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск, Россия

³Иркутский институт химии им. А. Е. Фаворского СО РАН, г. Иркутск, Россия
ryazanov.marikys2010@gmail.com

The first data were obtained in the study of the effect of growth-stimulating protatrans on the development of aquaculture hybrids of Baikal whitefish in conditions of closed water supply.

Для стимуляции роста организмов на практике обычно используются различные гормоны, ферменты, иммуномодуляторы, пробиотики, а также кормовые антибиотики. Действие стимуляторов роста основано на их способности регулировать самые разные процессы, происходящие в организме и оказывающие влияние на его рост, от стимуляции ассимиляционных процессов, что проявляется в лучшем усвоении питательных элементов входящих в состав кормов до повышения иммунитета. Список стимуляторов роста (СР) для культурных животных и растений достаточно обширен и ежегодно обновляется новыми веществами и строго регламентирован на основе международных стандартов.

Природные и синтезированные СР вводят и в кормовой рацион рыб при их промышленном разведении. Применение данных средств позволяет значительно улучшить их скорость роста и развития, а также продуктивность.

В последнее время в рыбном хозяйстве все чаще используются гибридные формы промысловых рыб. Особенной популярностью в байкальском регионе, как и во многих регионах России пользуются семейства карповых и сиговых. Гибриды семейства сиговых наиболее выгодны для товарного выращивания. Так как основой для использования гибридов в промышленном рыбоводстве служат высокие гастрономические качества при быстром темпе роста.

Увеличению темпов роста и усилению иммунитета рыб способствует введение в корм, воду или внутримышечно минеральных компонентов (хлористого кобальта, сульфата цинка, солей железа, фосфора), витаминов, антибиотиков, бычьего инсулина, 4-хлортестостеронацетата, крезацина и особенно кротонолактон.

Как показала практика стимуляторы роста могут оказывать и отрицательное влияние, не только на самих выращиваемых рыб, но и на их потребителей, в том числе и человека, отдельные ростостимулирующие препараты оказались токсичны. Все это сдерживает их применение отдельных СР в рыбоводстве.

Механизм действия СР сложен и до конца не определен. Поэтому при разработке эффективных ростостимулирующих препаратов важную роль играет изучение закономерностей их влияния на рост и развитие организмов в онтогенезе, основные физиолого-биохимические показатели, определение влияния на качество и сохраняемость конечной продукции.

В последнее время в России и в мировой практике часто используют и синтетические стимуляторы. Реакцией биогенных гидроксиэтиламинов с биологически активными арилхалькогенилуксусными кислотами синтезирован ряд водорастворимых, нетоксичных, доступных в производстве солей и ионных жидкостей – “протатранов” и их аналогов. Выявлена их высокая и разнообразная фармакологическая активность (иммунотропная, противоопухолевая, антиметастатическая, антитромботическая,

адаптогенная и др.). Кроме того, протатраны даже в наноконцентрациях оказались мощными биостимуляторами различных биологических процессов. В организме рыб эти СР повышают белковый, жировой, минеральный и углеводный обмены, проявляют иммуностимулирующий эффект, высокую биостимулирующую активность, хорошо растворимы в воде и не токсичны ($LD_{50} = 1300-6000$ мг/кг).

Цель данной работы – рассмотреть возможность использования протатранов при получении устойчивой аквакультуры гибридов первого поколения байкальских промысловых рыб (озерно-речного сига (пыжьяна) х озёрного сига). Создание гибридных форм ставит задачу исследования их адаптаций к новым, иногда далеким от природных условиям жизни, в частности к условиям «стойлового» (садкового, бассейнового и аквариумного) содержания.

Проводимые экспериментальные работы по выращиванию гибридов-сеголетков в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) на базе уникальной научной установки «Экспериментальный пресноводный аквариумный комплекс байкальских гидробионтов» Лимнологического института СО РАН выявили у полученных гибридов промежуточное значение основных морфометрических признаков по сравнению с родительскими видами. По большинству из данных признаков отмечены достоверные различия гибрида и родительских форм ($p > 0,999$). В ходе эксперимента в УЗВ обеспечена идентичность условий инкубации икры и последующего выращивания рыб для всех вариантов скрещиваний F1.

Исследования влияния СР на аквакультуру изучаемых рыб обусловлены необходимостью определить дозы и способы применения этих веществ. Данные первых опытов показали, что микродозы СР, добавляемые в корм, снижают частоту заболеваний и повышают выживаемость аквакультуры. В сравнении с контрольными рыбами сеголетки гибрида в эксперименте превышали показатели выживаемости на 4,5 % и роста на 4 % за три месяца.

В целом на данном этапе исследований можно отметить, что диета с добавлением СР и выращивание гибридов байкальских сиговых рыб при температурном режиме с малыми пределами колебаний ($+16...+18$ °C) не ведут к заметному изменению физиолого-биохимических показателей молоди, по сравнению с традиционными методами выращивания.

МЕЖВИДОВАЯ ТРАНСПЛАНТАЦИЯ ПЕРВИЧНЫХ ПОЛОВЫХ КЛЕТОК У СИГОВЫХ РЫБ – МЕТОД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СЕТЧАТОЙ ЭВОЛЮЦИИ, СОХРАНЕНИЯ ВИДОВ И ПОПУЛЯЦИЙ, СОЗДАНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ АКВАКУЛЬТУР

Е. Ю. Трофимова¹, Л. В. Суханова²

¹*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия*

²*Лимнологический институт СО РАН, Иркутск, Россия*

Trofimovaelka1998@mail.ru

The aim of the study is to analyze the world experience of using the interspecific germ cells transplantation (GCT) on fish, with an emphasis on salmonids, to assess the feasibility of applying the method for coregonid fishes, as well as to design an experiment.

GCT – инновационная молекулярная биотехнология, позволяющая сохранять биоразнообразие, подсаживая рыбе реципиенту клетки зародышевого пути донорного сохраняемого организма, которые далее развиваются в нем в полноценные половые продукты, оптимизировать многие моменты содержания рыб в искусственных условиях и более эффективно использовать маточный организм, поскольку в качестве реципиента подбирают виды легко содержащиеся в неволе, быстро достигающие половой зрелости, имеющие небольшие размеры [1; 5].

GCT имеет огромные перспективы как для экспериментальных исследований особенностей сетчатой эволюции сиговых рыб (эволюции посредством гибридизации) [2; 6] и сохранения исчезающих видов и популяций, так и для поиска/создания перспективных форм сиговых для индустриальной аквакультуры, которая все еще находится в зачаточном состоянии в глобальных масштабах, но будет стремительно развиваться, поскольку урожайность этих хозяйственно ценных видов рыб в природных водоемах неуклонно уменьшается в связи с климатическими изменениями и антропогенным прессом, и больше не может удовлетворять требованиям рынка [4].

Опыт искусственного получения и длительного культивирования байкальских сиговых рыб и их гибридов в аквариальном комплексе ЛИН СО РАН, владение методами криоконсервации половых продуктов, гормональной стимуляции половозрелых рыб, цитологического, молекулярно-биологического анализа [3] предполагает возможность проводить эксперименты по трансплантации замороженных клеток зародышевого пути (germ cell transplantation – GCT).

В работе проанализирован мировой опыт использования методов GCT на рыбах, с акцентом на лососевидных и возможности его использования на сиговых, предложена схема эксперимента и потенциальные виды-доноры и виды-реципиенты.

Работа выполняется при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Иркутской области, проект № 17-44-388106 р_а, а также бюджетной темы 0345-2016-0005 (AAAA-A16-116122110068-5) «Экспериментальные исследования геномов и протеомов» на базе УНУ «Экспериментальный пресноводный аквариумный комплекс байкальских гидробионтов» (ПАК).

Список литературы

1. Бучацкий Л. П. Биотехнология аквакультуры рыб / Л. П. Бучацкий // *Biotechnologia Acta* – 2013. – Т. 6, № 6. – С. 45–57.
2. Медников Б. М. Сиговые рыбы: новый механизм репродуктивной изоляции / Б. М. Медников, Е. А. Шубина, М. Н. Мельникова // *Журн. общ. биологии* – 2000. – Т. 61, № 4. – С. 393–398.
3. Суханова Л. В. Опыт искусственного получения гибридных форм байкальских сиговых рыб (*Coregonus* sp.) / Л. В. Суханова, В. В. Смирнов, Н. С. Смирнова-Залуми и [др.] // *Актуальные проблемы науки Прибайкалья*. – 2017. – Выпуск № 2. – С. 215–221.
4. Anneville O. Impact of Fishing and Stocking Practices on Coregonid Diversity. / O. Anneville, E. Lasne, J. Guillard, R. Eckmann, J. D. Stockwell, C. Gillet, D. L. Yule. // *Food and Nutrition Sciences*. – 2015. – Vol. 6. – P. 1045–1055.
5. Manipulation of Fish Germ Cell: Visualization, Cryopreservation and Transplantation / T. Okutsu, A. Yano, K. Nagasawa, S. Shikina, T. Kobayashi, Y. Takeuchi and G. Yoshizaki // *Article in Journal of Reproduction and Development*. – 2007. – Vol. 52, N 6, 2006.
6. The geography of speciation and adaptive radiation in Coregonines / A. G. Hudson [et al.] // *Adv. Limnol.* – 2007. – Vol. 60. – P. 111–146.

УДК 612.115:618.4:550.385

ВОЗДЕЙСТВИЕ МАГНИТНЫХ БУРЬ НА ФАКТОРЫ СВЁРТЫВАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ КРОВИ ПРИ ОСЛОЖНЕННОЙ БЕРЕМЕННОСТИ

А. В. Ухова¹, В. В. Суховская², Н. А. Солдатенко¹

¹ *Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия*

² *Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Иркутск, Россия
kaching1212@yandex.ru*

Magnetic storms are one of the natural abiotic risk factors for human health. Evaluation of the effect of weak magnetic storm (G4) parameters of blood of pregnant women with placental insufficiency compared to healthy pregnant women showed a significant change in blood parameters (thrombocytes, fibrinogen, prothrombin time, activated partial thromboplastin time).

Из многообразия эффектов воздействия солнечной активности на организмы наиболее значимы магнитные бури. Магнитные бури воздействуют на организм и его регуляторные механизмы на всех уровнях: молекулярном, внутриклеточном, межклеточном и т. д. [1].

Целью исследования является выявление изменений характеристик свертывающей системы крови при магнитных бурях у женщин с физиологической беременностью и плацентарными нарушениями.

В исследование включены 98 пациенток, родоразрешенных в Областном перинатальном центре ГБУЗ Иркутской области «Знак почёта» областной клинической больницы (ИОКБ ОПЦ) за период с 1 января по 30 апреля 2014 г.

Проведена ретроспективная оценка результатов свертывающей системы крови, общего анализа крови у 45 беременных с плацентарным нарушением (возраст $28,8 \pm 0,4$ лет). Контрольная группа состояла из 53 здоровых беременных (возраст $28,3 \pm 0,5$ лет).

В работе соблюдали этические принципы, предъявляемые Хельсинкской Декларацией Всемирной медицинской ассоциации (World Medical Association Declaration of Helsinki (1964, 2013 ред.)).

Для анализа влияния гелиогеофизических факторов использовали: индекс геомагнитной возмущенности (Аp-индекс). Показатели солнечной активности представлены Центром прогноза космической погоды (SWPC) Национальной администрации США по океанам и атмосфере (NOAA: www.swpc.noaa.gov) на электронном носителе.

Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью пакета прикладных программ Statistica 6,0 (StatSoft Inc., США). Для проверки статистической гипотезы разности средних значений использовали t-критерию Стьюдента, F-критерий Фишера. Выбранный критический уровень значимости составлял 5 % (0,05).

У беременных с плацентарными нарушениями, при росте геомагнитной активности (Аp-индекс 4–5 баллов), установлено достоверно значимое увеличение вязкости крови, это происходит из-за увеличения количества тромбоцитов и уровня фибриногена. Это не противоречит известным данным о повышении свертываемости крови здоровых обследуемых в период магнитных бурь [2; 3]. В то же время отмечали удлинение общего времени свёртывания крови, так как изменялись характеристики показателей протромбинового времени и *АПТВ* у беременных с плацентарными нарушениями, что обеспечивает маточно-плацентарный кровоток и препятствует развитию гипоксемии плода в условиях возмущенного магнитного поля Земли, и может рассматриваться как адаптационно – компенсаторная реакция на воздействие факторов внешней среды.

Список литературы

1. Агаджанян Н. А. Магнитное поле Земли и организм человека // Н. А. Агаджанян, И. И. Макарова // Экология человека. – 2005. – № 9. – С.3–9.
2. Бобина И. В. Влияние факторов солнечной и геомагнитной активности на психометрические и клиничко-лабораторные показатели беременных женщин / И. В. Бобина // Известия АГУ. – 2009. – № 3. – С. 7–11
3. Варакин Ю. Я. Влияние гелиогеофизических возмущений на гемореологические параметры у здоровых людей / Ю. Я. Варакин // Земский врач. – 2011. – № 2 – С. 21–24.

Научный руководитель: д-р биол. наук, проф. Е. В. Осипова

ДИНАМКА АКТИВНОСТИ АНТИОКСИДАНТНЫХ ФЕРМЕНТОВ ПРИ ТЕМПЕРАТУРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ У ГАСТРОПОД ИЗ БЕЛАРУСИ И РОССИИ, ОБИТАЮЩИХ В ВОДОЕМАХ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

**А. С. Хомич¹, Ю. А. Широкова², О. А. Бодиловская¹,
Ю. А. Лубяга², М. Е. Краснова², Д. В. Аксенов-Грибанов²**

¹Международный государственный экологический институт

им. А. Д. Сахарова, г. Минск, Республика Беларусь

²НИИ биологии ИГУ, г. Иркутск, Россия

Andy3331@mail.ru

The aim of the research was to carry out a comparative analysis of the activity of basic antioxidant enzymes (peroxidase, glutathione S-transferase, catalase) in mollusks from water reservoirs with different level of contamination under conditions of acute hyperthermia. It has been shown that the activity of peroxidase higher in representatives from affluent of Angara River in comparison with Chizhovsky reservoir. The activity of catalase in *L. stagnalis* from contaminated affluent of Angara River was higher compared to mollusks from clean Naroch Lake and polluted Chizhovsky reservoir.

Температура среды является одним из важнейших факторов, оказывающим непосредственное влияние на жизнедеятельность гидробионтов. Повышение температуры водоема, связанное как с глобальным потеплением, так и с антропогенной нагрузкой может приводить к негативным последствиям, в том числе и у брюхоногих моллюсков *Lymnaea Stagnalis* (Linnaeus, 1758). Данный вид имеет широкий ареал распространения, способен существовать в водоемах с различным уровнем природного и антропогенного загрязнения и часто используется для экофизиологических и мониторинговых исследований.

Целью эксперимента являлась оценка динамики активности основных ферментов антиоксидантной системы (пероксидаза, глутатион S-трансфераза, каталаза) у моллюсков из водоемов с разным уровнем загрязнения при остром температурном стрессе. Гастропод вида *L. stagnalis* отбирали на территории Республики Беларусь из Чижовского водохранилища и озера Нарочь, а также на территории Российской Федерации в Байкальском регионе в затоке реки Ангара.

Чижовское водохранилище представляет собой технический водоем и является коллектором, собирающим ливневые стоки практически со всей территории города, а также часть коммунальных стоков и сбросных вод ряда крупных промышленных предприятий. По микробиологическим показателям Чижовское водохранилище относится к IV классу чистоты водоемов («загрязнённая вода»). Озеро Нарочь является центральным природным элементом Национального парка «Нарочанский». К настоящему времени по индексу загрязнения воды озеро относится к II

классу чистоты («чистая вода»). *Заток реки Ангара* – мелкий малопроточный водоем с полупогруженной растительностью, который располагается неподалеку от источника сточных вод.

Половозрелых моллюсков, отловленных из каждого водоема, акклиматизировали в течение 5–10 сут. при температуре отлова. Температура воды в момент отлова в Чижевском водохранилище и озере Нарочь составляла 20–22 °С, а в затоке реки Ангара – 6–7 °С. Отсутствие гибели и высокая двигательная активность моллюсков в период акклиматизации позволяют считать, что содержание в лабораторных условиях не являлось для особей *L. stagnalis* стрессовым. Для проведения экспериментальной экспозиции животных помещали в термостатируемые аэрируемые аквариумы при температуре воды 30 °С для особей из затока р. Ангара, и 35 °С для особей из популяций Беларуси (оз. Нарочь и Чижевское водохранилище) и экспонировали в течение 24 часов. Предъявляемая температура значительно превышает температуру отлова и является стрессовой для данного вида (Golubev, 2015). Через час после начала экспозиции, а затем через 4, 8, 12, 16 и так далее до 24 часов, у моллюсков отбирали мышечную ткань, которую фиксировали в жидком азоте. Контрольную группу особей фиксировали до начала проведения экспериментальной экспозиции. Активность ферментов антиоксидантной системы оценивали с применением спектрофотометрических методов [1; 3; 4] с модификациями М. А. Тимофеева (2010). Измерения проводили на спектрофотометре Cary 50 (Varian, США) при $\lambda = 340$ нм (глутатион S-трансфераза), $\lambda = 240$ нм (каталаза) и $\lambda = 436$ нм (пероксидаза). Для оценки удельной активности ферментов в образцах определяли содержание суммарного белка по методу М. Бредфорд [2].

Было показано, что при повышении температуры среды у *L. stagnalis* из всех трех водоемов не происходит статистически достоверных изменений активности исследуемых ферментов АОС по сравнению с контрольными уровнями. В течение экспериментальной экспозиции у моллюсков, отловленных в затоке Ангары, активность пероксидазы оставалась достоверно выше по сравнению с представителями Чижевского водохранилища, и не отличалась от моллюсков, отловленных в оз. Нарочь. Отличий активности глутатион S-трансферазы между популяциями из различных водоемов при воздействии температурного стресса не возникло. Активность каталазы у экспериментальной группы *L. stagnalis* из затока Ангары оставалась достоверно выше по отношению к соответствующим исследуемым группам из оз. Нарочь и Чижевского водохранилища. Таким образом, представители *L. stagnalis*, обитающие в затоке Ангары, в большей степени подвержены окислительному стрессу, на что указывает более высокая активность ферментов АОС.

Настоящее исследование проведено при частичной финансовой поддержке проектов РНФ (17-14-01063), РФФИ (17-34-50012), проек-

тов Минобрнауки РФ 6.9654.2017/8.9, 6.12738.2018/12.2, а также Фонда поддержки прикладных экологических разработок и исследований «Озеро Байкал».

Список литературы

1. Aebi H. Catalase in vitro / H. Aebi // Methods Enzymol. – 1984. – Vol. 105, p. 121–126.
2. Bradford M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding/ M. Bradford // Anal. Biochem. – 1976. – Vol. 72, Is. 1-2 – p. 248–254.
3. Drotar A. Evidence for glutathione peroxidase activities in cultured plant cells. / A. Drotar, P. Phelps, R. Fall // Plant Sci. – 1985. – Vol. 42. – P. 35–40.
4. Habig W. H. Glutathione S-Transferases: The first enzymatic step in mercapturic acid formation / W. H. Habig., M. J. Pabst., W. B. Jakoby // J. Biol. Chem. – 1974. – Vol. 249. – P. 7130–7139.

Научный руководитель: д-р биол. наук, доц. А. П. Голубев

УДК 616.36-002.2

СОСТОЯНИЕ ПРОЦЕССОВ ЛИПОПЕРОКСИДАЦИИ У ПАЦИЕНТОК С ХРОНИЧЕСКИМИ ВИРУСНЫМИ ГЕПАТИТАМИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ АКТИВНОСТИ ВОСПАЛИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Н. Н. Яковлева

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
n669468@yandex.ru*

The study shows the state of parameters of lipid peroxidation, antioxidant protection in patients with chronic viral hepatitis, depending on the degree of activity of the inflammatory process.

Согласно исследованиям, хронические вирусные гепатиты являются системными воспалительными заболеваниями, приводящими к изменению состояния органов и систем организма, к которым относятся основные константы гомеостаза [1]. Перекисное окисление липидов и состояние антиоксидантной системы (ПОЛ-АОЗ) занимают важное место в основе сохранения гомеостаза, адаптивных реакций, снижения активности воспалительных процессов и патологии [2].

Хронический гепатит – это диффузное воспалительно-дистрофическое поражение печени различной этиологии, продолжающееся не менее 6 мес. Выделяют 4 степени активности хронического гепатита: минимальную, низкую (мягкую или слабовыраженную), умеренно выраженную и высокую [4].

Объекты и методы исследования. Клиническая группа была сформирована из 44 пациенток гепатологического отделения ОГБУЗ «Иркутская областная инфекционная клиническая больница» г. Иркут-

ска, больных хроническими вирусными гепатитами В и С. Контрольную группу составили 28 практически здоровых женщин. В качестве материала для лабораторных исследований использовалась сыворотка, плазма и гемолизат крови. Методы исследования: спектрофотометрические, флюорометрические, статистические.

Результаты. Оценка содержания продуктов ПОЛ (перекисного окисления липидов) у женщин, клинических групп (табл.), показала более низкие значения продуктов липопероксидации – ДК (диеновых конъюгатов) в 1,3 раза и КД (кетодиены), СТ (сопряженные триены) в 1,6 раз в группе с минимальной и низкой степенью активности на фоне повышения содержания конечного продукта ПОЛ –ТБК-АП (тиобарбитуровой кислоты продуктов) в 1,5 раза по сравнению с группой контроля. В группе с умеренной и высокой степенью активности – величина конечных ТБК-АП, по сравнению с группой здоровых женщин, существенно увеличивалась в 2,3 раза.

Таблица 1.

Состояние системы ПОЛ (перекисное окисление липидов) у женщин репродуктивного возраста, больных ХВГ (хроническими вирусными гепатитами) В и С в зависимости от степени активности воспалительного процесса ($M \pm \sigma$, Ме, 25 %-75 %)

1. Показатели	2. Контроль (n = 28)	3. ХВГ с минимальной и низкой степенью актив- ности (n = 24)	4. ХВГ с умеренной и высокой степенью активности (n = 20)
ДВ.СВ. (двойные связи) (усл. ед.)	2,12±0,39 2,12 (1,86 и 2,3)	2,38±1,02 2,57 (1,51 и 3,20)	2,41±1,45 2,40 (1,33 и 3,40)
ДК (диеновые конъюгаты) (мкмоль/л)	1,15±0,37 1,15 (0,88 и 1,38)	0,89±0,56 0,80 (0,54 и 1,02)* p = 0,047	1,10±1,53 0,79 (0,40 и 1,07)
КД и СТ (усл. ед.)	0,37±0,26 0,39 (1,08 и 0,16)	0,23±0,16 0,20 (0,09 и 0,35)* p = 0,023	0,37±0,43 0,22 (0,10 и 0,45)
ТБК-АП (мкмоль/л)	1,03±0,49 0,96 (2,12 и 0,60)	1,59±1,01 1,49 (0,69 и 2,24)* p = 0,013	2,40±2,18 1,97 (0,84 и 2,75)* p = 0,002

Примечание: * – статистически значимые различия с группой контроля.

Согласно полученным данным о состоянии компонентов антиоксидантной защиты, в группе с минимальной и низкой степенью активности отмечается снижение общей АОА (антиокислительной активности) в 1,6 раз и активности фермента СОД (супероксиддисмутазы) в 1,3 раза, на фоне увеличения содержания ретинола в 1,3 раза и GSH (восстановленного глутатиона) в 1,2 раза. В группе с умеренной и высокой степенью активности также отмечено снижение величины общей АОА в 1,7 раз,

активности СОД в 1,3 раза, а также α -токоферола в 1,4 раза и GSSG (окисленного глутатиона) в 1,1 раз, что является результатом снижения АОЗ (антиоксидантной защиты) клеток. Воспалительные процессы в печени вызывают генерацию активных форм кислорода, инициирующих процессы ПОЛ. На фоне ХВГ происходит снижение активности системы АОЗ, накопление продуктов липопероксидации [3].

Таким образом, у пациенток с хроническими вирусными гепатитами происходит накопление токсичных продуктов липопероксидации, с разнонаправленным изменением содержания параметров антиоксидантной защиты. В группе с минимальной и низкой степенью активности воспалительного процесса отмечено снижение АОА (антиокислительной активности), содержания СОД (супероксиддисмутазы), на фоне увеличения уровня ретинола, GSH (восстановленного глутатиона), ТБК-АП (тиобарбитуровой кислоты продуктов). При умеренной и высокой степени активности воспалительного процесса у пациенток с ХВГ (хроническими вирусными гепатитами) отмечалось снижение АОА (антиокислительной активности), активности СОД (супероксиддисмутазы), α -токоферола и GSSG (окисленного глутатиона), увеличение содержания ТБК-АП.

Список литературы

1. Состояние системы перекисного окисления липидов и антиоксидантной защиты у женщин репродуктивного возраста, больных вирусным гепатитом А / Б. Я. Власов [и др.] // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. – 2015. – № 1. – С. 7–10.
2. Окислительный стресс. Патологические состояния и заболевания / Е. Б. Меньщикова [и др.] – Новосибирск: АРТА, 2008–284 с.
3. Гепатит С в России: эпидемиологическая характеристика и пути совершенствования диагностики и надзора / Н. Н. Пименов [и др.] // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2012. – № 3. – С. 4–9.
4. Яковенко Э. П. Хронические заболевания печени: диагностика и лечение / Э. П. Яковенко, П. Я. Григорьев // Рус. мед. журн. – 2003. – Т. 11, № 5. – С. 291–296.

Научный руководитель: д-р биол. наук, в. н. с. М. А. Даренская

УДК 57.088

ВЫДЕЛЕНИЕ ВЕЩЕСТВА K214 ИЗ КЛЕТОК РАСТЕНИЯ *SCORZONERA HISPANICA*

Р. Р. Ахметсафина

*Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН,
г. Иркутск, Россия
ahmetsafinarimma@mail.ru*

The aim of the work was to isolate lignan substance from plant cells *Scorzonera hispanica* according to a certain method.

Лигнаны – группа фенольных соединений растительного происхождения. В частности, к ним относят и вещество K214-моногликозид синрингарезинола. Источником вещества служит суспензионная культура клеток растения *Scorzonera hispanica*.

Основное свойство вещества K214 – регуляция активности иммунной системы. Продукт K214 представляет собой чистое химическое вещество с чрезвычайно высокой биологической активностью. Разовая лечебная доза его для человека составляет 0,005 – 0,01 мг/70кг. В ряде случаев возможно наружное применение. Токсичность для грызунов $LD_{50} > 6000$ мг/кг [3].

Доклиническими исследованиями установлено, что K214 эффективно восстанавливает клеточные и гуморальные иммунные показатели, нарушенные цитотоксинами, обладает сильным ранозаживляющим эффектом, используют его для лечения аллергий, терминальных стадий рака, многочисленных артритов, полиартритов, местных гнойных процессов, постлучевых язв, мастопатии, фибромиомы матки и других болезней. Широкий диапазон применения препарата объясняется тем, что его действие осуществляется путем регулирования реактивности систем гуморального и клеточного иммунитета. Вероятно, будут обнаружены и другие области медицинского использования [2].

K214 изготавливается из растительных клеток, выращивание которых является стадией технологического процесса, т. е. основное сырье самовозобновляемое.

Согласно литературным данным, старая технология выделения K214 заключалась в следующем: фильтрация суспензионной культуры клеток, экстракция органическими растворителями, адсорбционная и жидкость-жидкостная хроматография, кристаллизация вещества K214 (чистота > 99 %) [3]. Эта технология выделения вещества затратна из-за органических растворителей и требует уникального оборудования для жидкость-жидкостной хроматографии.

Идея настоящего проекта состоит в том, чтобы путём денатурации клеточных биополимеров перевести вещество K214 в водный раствор, откуда его выделение должно быть проще, чем путем экстракции органическими растворителями.

Необходимо считать, что данная тема актуальна как в научной, так и в технологической сфере, например, в фармацевтике, так как новая технология получения K214 позволит в разы сократить затраты на получение субстанции и минимально снизит применение органических растворителей. Это в дальнейшем сделает препарат на основе K214 более доступным.

Был отмечен факт, что водорастворимый лигнан не присутствует в культуральной среде при выращивании клеток, то есть удерживается в биомассе в результате связывания с биополимерами. Поэтому было выдвинуто предположение, что если обработать клетки реагентами, разрушающими такие связи, то искомое вещество перейдёт в водный раствор. И таким образом можно будет избавиться от многих сопутствующих веществ, нерастворимых в воде. В ходе некоторых экспериментов в качестве такого реагента был установлен $\text{Ba}(\text{OH})_2$.

Дальнейшая работа была направлена на выделение вещества моноглюкозид синрингарезинола с применением найденного реагента. В общем виде опыты представляли собой следующее: экстрагирование сырой биомассы клеток реагентом $\text{Ba}(\text{OH})_2$, фиксирование присутствия исследуемого вещества методами тонкослойной и высоко-эффективной жидкостной хроматографии, выделение вещества методами колоночной хроматографии.

Таким образом, в ходе постановки эксперимента были получены результаты, способствующие выводу о том, что экстрагирование клеточной биомассы реагентом $\text{Ba}(\text{OH})_2$ приводит к более лучшему выделению вещества, что в конечном итоге можно считать новой технологией его выделения.

Список литературы

1. Брянский О. В. Глюкозид синрингарезинола из культуры клеток *Scorzonera hispanica* / О. В. Брянский, В. В. Толстихина, А. А. Семенов // Химия природных соединений. – 1992. – № 5. – С. 591–592.
2. Иммуномодулирующие свойства лигнанового глюкозида из культивируемых клеток *Scorzonera hispanica* L. / В. Б. Хобракова [и др.] // Химический фармакологический журнал – 2003. – № 7. – С. 10–11.
3. Study of the Healing Effect of Syringaresinol β -D-Monoglucoside / A. A. Semenov [et al.] // Intern. J. Biomed. – 2013. – № 3(4). – P. 286–289.

Научный руководитель: д-р хим. наук, проф. А. А. Семёнов

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕННОЙ ЭКСПРЕССИИ
МИТОХОНДРИАЛЬНОЙ NAD(P)Н-ДЕГИДРОГЕНАЗЫ *ndb2*
НА ЭКСПРЕССИЮ ГЕНОВ, КОДИРУЮЩИХ КОМПОНЕНТЫ
АЛЬТЕРНАТИВНОГО ДЫХАТЕЛЬНОГО ПУТИ
АРАБИДОПСИСА**

**М. Б. Бороздина¹, А. И. Катышев², А. В. Федяева²,
Д. В. Савчин³, И. В. Федосеева², О. Ю. Урбанович³,
Г. Б. Боровский²**

¹Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

²Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, г. Иркутск, Россия

³Институт генетики и цитологии НАН, Минск, Беларусь

mayaborozdina@gmail.com

This work is devoted to research on role of one of the crucial genes, which is coding components of alternative respiratory path – *ndb2* in transgenic plants of *Arabidopsis thaliana*, which were made by us, with increased expression of this gene.

Важным компонентом альтернативного дыхательного пути является NAD(P)Н-дегидрогеназа, участвующая в таких процессах как термогенез, регуляция уровня АФК и энергетического баланса в клетках растений [2]. У арабидопсиса семейство генов, кодирующих NAD(P)Н-дегидрогеназу II типа (NDII: *nda1-2*, *ndb1-4* и *ndc1*) небольшое и относится к кодирующим энергорассеивающие митохондриальные системы семействам генов; таким как семейства генов альтернативных оксидаз (*aox1a-d*, *aox2*) и разобщающих белков (*ucp1-3*) [2]. По данным Elhafez с соавторами, для эффективного окисления NAD(P)Н митохондриального матрикса и цитозоля достаточно координированной экспрессии генов *nda2*, *ndb2* и *aox1* [1]. Исследования роли генов ND II с использованием трансгенных растений со сниженной или повышенной экспрессией начаты относительно недавно [3; 5].

Целью данной работы являлось исследование роли одного из ключевых генов, кодирующих компоненты альтернативного дыхательного пути – *ndb2* в полученных нами трансгенных растениях арабидопсиса с повышенной экспрессией данного гена.

В ходе исследования растений с повышенным количеством транскриптов гена *ndb2* наблюдалось достоверное увеличение экспрессии генов *nda2* и альтернативной оксидазы – AOX1A, что подтверждает литературные данные о тесной координации экспрессии этих генов. Что касается изменений экспрессии других генов, кодирующих компоненты альтернативного пути дыхания, было показано, что гиперэкспрессия исследуемого гена приводит также к увеличению уровней экспрессии генов, кодирующих альтернативные оксидазы – AOX1D, AOX1B и разоб-

щающие белки UCP1, UCP2 и UCP3. Возрастание количества экспрессии генов *aox1d*, *aox1b* и *ucp1-3* при повышении экспрессии гена *ndb2* показано впервые.

В работе исследовалась также возможность того, что изменение экспрессии гена *ndb2* влияет на экспрессию генов, кодирующих компоненты основного дыхательного пути митохондрий. Гены, кодирующие отдельные субъединицы митохондриальных дыхательных комплексов, представлены как в ядерном, так и в митохондриальном геномах. Количество транскриптов ядерных генов, кодирующих субъединицы митохондриальных дыхательных комплексов (CA2, Nd-F, *sdh1-1*, MPP-beta, CytC2, *CoxVc*, *CoxX2-1* и *Atp3*) в контрольных условиях в растениях линии арабидопсиса с повышенной экспрессией гена *ndb2* достоверно не изменялось. В то же время в исследуемых растениях был увеличен уровень экспрессии ряда митохондриальных генов, таких как *nad6*, *cox1*, *matR*, *orf153a* и *cob*, а количество транскриптов генов *atp8* и *rps3* не изменялось (рис.).

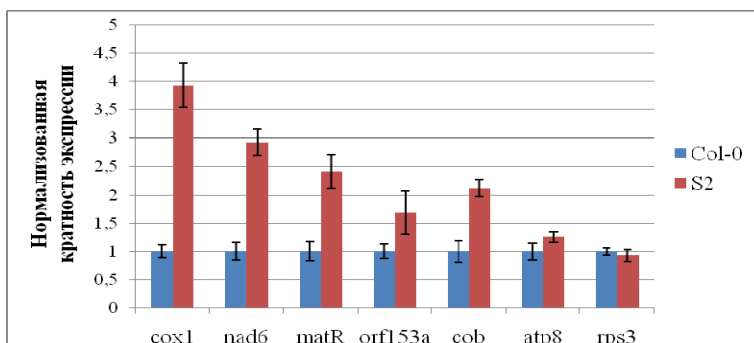


Рис. Сравнительный анализ количества транскриптов митохондриальных генов в контрольных растениях и растениях-гиперэкспрессорах арабидопсиса (*A. thaliana*). Col-0 – растения дикого типа, S2 – растения с повышенной экспрессией гена *ndb2*

Выявленные различия в экспрессии митохондриальных транскриптов могут быть связаны с активностью двух различных митохондриальных РНК-полимераз RpoTm и RpoTmr. Так, известно, что гены *nad6*, *matR*, *orf153a* транскрибируются РНК-полимеразой RpoTmr, а гены *atp8* и *rps3* – RpoTm. RpoTm является основной митохондриальной РНК-полимеразой, в то время как RpoTmr является ферментом, осуществляющим транскрипцию как митохондриальных так и хлоропластных генов вследствие своей двойной локализации [4]. Измененная в наших экспериментах экспрессия гена *cob*, который, согласно литературным данным, является транскрибируемым RpoTm, может быть изменена при участии

каких-либо неизвестных транскрипционных факторов, либо экспрессия данного гена может также осуществляться с ранее неохарактеризованного промотора RpoTmp.

Работа была поддержана грантами РФФИ 17-54-45090 и DST.

Список литературы

1. Elhafez D. Characterization of Mitochondrial Alternative NAD(P)H Dehydrogenases in *Arabidopsis*: Intraorganelle Location and Expression / D. Elhafez, M. W. Murcha, R. Clifton [et al.] // Plant Cell Physiology. – 2006. – Vol. 47, Is. 1. – P.43–54.
2. Park B. S. *Arabidopsis* SIZ1 positively regulates alternative respiratory bypass pathways / B. S. Park, S.-I. Kim, J. T. Song [et al.] // BMB Reports. – 2012. – Vol.45, Is. 6. – P. 342–347.
3. Smith C. Alterations in the Mitochondrial Alternative NAD(P)H Dehydrogenase NDB4 Lead to Changes in Mitochondrial Electron Transport Chain Composition, Plant Growth and Response to Oxidative Stress / C. Smith, M. Barthet, V. Melino [et al.] // Plant Cell Physiology. – 2011. – Vol. 52, Is. 7. – P. 1222–1237.
4. Tarasenko V. I. RPOTmp, an Arabidopsis RNA polymerase with dual targeting, plays an important role in mitochondria, but not in chloroplasts / V. I. Tarasenko, A. I. Katyshev, T. V. Yakovleva [et al.] // Journal of Experimental Botany. – 2016.

УДК 576.36

НАРУШЕНИЕ РАСПАДА ХЛОРОФИЛЛОВ ПРИ ИНДУЦИРОВАННОМ СТАРЕНИИ ЛИСТЬЕВ МУТАНТА АРАБИДОПСИСА *GDH1GDH2*

Д. В. Вильянен¹, Е. Ю. Гарник², В. И. Тарасенко²

¹ Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

² Сибирский институт физиологии и биохимии растений, г. Иркутск, Россия
akella_lksm@mail.ru

The distinctions in dynamics of chlorophyll degradation between *Arabidopsis thaliana* double mutant *gdh1gdh2* and wild type plants during a long-term exposition in the dark. *gdh1gdh2* plants demonstrated more slow fall of total chlorophyll and more rapid decrease of chlorophyll *a/b* rate.

Синтез и распад хлорофиллов являются чрезвычайно важными процессами, играющими ключевую роль в жизни растительного организма. Они регулируются множеством факторов: стадией развития, внешними условиями, заболеваниями, атакой патогенов [1]. Для нормальной жизнедеятельности растению необходимо, чтобы содержание и состав хлорофиллов поддерживался на оптимальном для данных условий и стадии развития уровне. Известно, что искусственное воздействие на растения стрессовых факторов (холода или тепла, отсутствия света, засухи) может запустить в них процесс индуцированного старения, которое сопровождается снижением содержания хлорофиллов и изменением их состава. Эти изменения проявляются в пожелтении листьев. Однако вместо такой

естественной реакции на неблагоприятные условия, мутант *Arabidopsis thaliana* по генам NAD-зависимой глутаматдегидрогеназы ведет себя иначе. При длительном выдерживании растений данного мутанта в темноте пожелтение листьев происходит гораздо медленнее, чем у арабидопсиса дикого типа. Вероятно, мутация в генах *GDH1* и *GDH2* оказывает влияние на программу распада хлорофиллов.

В данной работе мы использовали растения арабидопсиса двух линий – дикий тип *Col-0* и двойной нокаут-мутант *gdh1gdh2* – и отслеживали изменения в содержании и составе хлорофиллов при длительном выдерживании растений в темноте. Арабидопсис выращивали в чашках Петри в течение трех недель, затем убирали в темноту на 0, 4 и 7 сут. Хлорофиллы экстрагировали 80 % ацетоном на холоде [2]. Содержание и состав хлорофиллов определяли спектрофотометрически, расчет вели по следующим формулам [3]:

$$C_a = 12,7 * A_{663} - 2,69 * A_{645} \text{ (Chlorophyll } a \text{)}$$

$$C_b = 22,9 * A_{645} - 4,86 * A_{663} \text{ (Chlorophyll } b \text{)}$$

$$C_{a+b} = 8,02 * A_{663} + 20,20 * A_{645} \text{ (Chlorophyll } a+b \text{)}$$

Было обнаружено, что при выдерживании растений арабидопсиса в темноте более 4 сут. происходит снижение содержания как хлорофилла *a*, так и хлорофилла *b*. Через 4 сут. в темноте общее содержание хлорофилла у линии *Col-0* снижалось наполовину, через 7 сут. снижение продолжалось. У растений *gdh1gdh2* снижение содержания хлорофиллов было выражено существенно слабее.

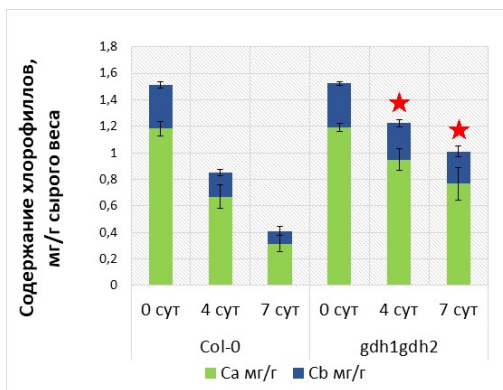


Рис. Изменение содержания и состава хлорофиллов у растений *gdh1gdh2* и *Col-0* в течение 7 сут. в темноте. $N \geq 5$. Бары обозначают стандартные отклонения. Знаком «звездочка» обозначены различия между линиями *Col-0* и *gdh1gdh2* при $p < 0,001$

Снижение содержания хлорофиллов завершалось в течение 6–7 сут. у обеих исследуемых линий, однако остаточное содержание хлорофиллов у *Col-0* составляло от 20 до 30 %, у *gdh1gdh2* – от 55 до 60 %. Таким

образом, разрушение хлорофиллов у мутанта происходило менее эффективно. У растений *gdh1gdh2* проявлялась тенденция к снижению соотношения хлорофиллов *a/b* в течение 4–7 сут. в темноте вследствие относительно более медленного снижения содержания хлорофилла *b*.

Список литературы

1. Altered circadian rhythms regulate growth vigor in hybrids and allopolyploids / Z. Ni [et al.] // *Nature*. – 2009. – Vol. 457. – P. 327–331.
2. Lim P. O. Leaf Senescence / P. O. Lim, J. H. Kim, H. G. Nam // *Annu. Rev. Plant Biol.* – 2007. – Vol. 58. – P. 115–136.
3. Porra R. J. Determination of accurate extinction coefficients and simultaneous equations for assaying chlorophylls a and b extracted with four different solvents: verification of the concentration of chlorophyll standards by atomic absorption spectroscopy / R. J. Porra, W. A. Thompson, P. E. Kriedemann // *Biochimica et Biophysica Acta*. – 1989. – Vol. 975. – P. 384–394.
4. Suppression of NDA-Type Alternative Mitochondrial NAD(P)H Dehydrogenases in *Arabidopsis thaliana* Modifies Growth and Metabolism, but not High Light Stimulation of Mitochondrial Electron Transport / S. V. Wallstrom [et al.] // *Plant Cell Physiology*. – 2014. – Vol. 55, Iss. 5. – P. 881–896.

УДК 577.21

ЭКСПРЕССИЯ ГЕНОВ РАСПАДА ХЛОРОФИЛЛОВ У ДВОЙНОГО НОКАУТ-МУТАНТА *ARABIDOPSIS THALIANA* ПО ГЕНАМ ГЛУТАМАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ ПРИ ИНДУЦИРОВАННОМ СТАРЕНИИ

А. А. Власова¹, Е. Ю. Гарник², В. И. Тарасенко²

¹Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

²Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН,

г. Иркутск, Россия

anfi98@bk.ru

The dark-induced senescence in *Arabidopsis thaliana* wild type plants *Col-0* and mutant line *gdh1gdh2* was studied. Expression of genes responsible for chlorophyll degradation were estimated in green, yellowing and yellow *Col-0* leaves and in typical (green) *gdh1gdh2* leaves after 5–6 days in the dark. It was found that in *gdh1gdh2* leaves, but not in yellowing *Col-0* leaves, the examined genes expression does not increase in this conditions.

Глутаматдегидрогеназа (GDH, EC1.4.1.2) катализирует окислительное дезаминирование глутамата до 2-оксоглутарата, а также обратную реакцию. Поскольку превращение этих метаболитов является связующим звеном между метаболизмом С и N в растениях, GDH, локализованная в митохондриях, играет важную роль в метаболизме растений. В растениях *Arabidopsis thaliana* были клонированы и охарактеризованы три гена, кодирующие GDH, два из которых – *GDH1* и *GDH2* – ответственны за большую часть активности GDH у арабидопсиса [1].

Существует жизнеспособный двойной нокаут-мутант по генам *GDH gdh1gdh2* [3]. Нами обнаружено, что мутант *gdh1gdh2* при длительном (4 сут. и более) выдерживании растений в темноте сохраняет зеленый цвет листьев в отличие от растений дикого типа *Col-0*, листья которых при этом желтеют (рис. 1). Это явление (пожелтение и отмирание листьев при длительном выдерживании в темноте) называется индуцированным старением [2].

Для того чтобы проследить, как развивается индуцированное старение листа у растений дикого типа и у мутантных, растения выращивали до возраста 3 недели в чашках Петри, либо 4 недели на земле (стадия вегетации), после этого выдерживали в темноте до 6 сут. Собирали для растений дикого типа отдельно желтые, желтеющие и зеленые листья, для растений *gdh1gdh2* – типично окрашенные (зеленые) листья. Выделяли РНК и оценивали экспрессию генов методом ПЦР в реальном времени с обратной транскрипцией.

Так как разрушение хлорофилла – главный признак индуцированного старения, а мы наблюдали у мутантных растений замедление пожелтения листьев, то мы исследовали экспрессию генов, ответственных за распад хлорофиллов. Были исследованы следующие гены: *NYC1* – кодирует хлорофилл b-редуктазу, участвующую в деградации хлорофилла b. *PAO* – кодирует феофорбид а оксигеназу, катализирующую превращение феофорбида а в красный катаболит. *PPH* – кодирует феофитиназу, участвующую в деградации хлорофилла. Семейство генов *SGR* (*SGR1*, *SGR2* и *SGRL*) – кодирует группу белков, обеспечивающих разборку хлорофилл-белковых комплексов фотосинтетического аппарата и регуляцию распада хлорофиллов [4].

Нами обнаружено, что у растений дикого типа по ряду генов экспрессия различается на разных стадиях старения листа: гены экспрессируются на низком уровне в зеленом листе, на высоком уровне в желтеющем. В полностью пожелтевшем листе экспрессия генов, связанных с распадом хлорофиллов, может быть как достаточно высокой, так и низкой, в зависимости от того, как далеко зашли процессы отмирания тканей. Экспрессия тех же генов в листьях мутанта *gdh1gdh2* находится на таком же низком уровне, как в зеленом листе дикого типа. Это свидетельствует либо о нарушении программы распада хлорофиллов в листьях мутантных растений (что хорошо согласуется с замедлением пожелтения листьев), либо о более раннем начале гибели их листьев. Ранее было показано, что при длительном выдерживании в темноте мутант *gdh1gdh2* начинает погибать раньше, чем растения дикого типа [3].

Таким образом, нами обнаружено, что нокаут-мутации по генам *GDH1* и *GDH2* приводят к нарушению механизма развития индуцированного старения.

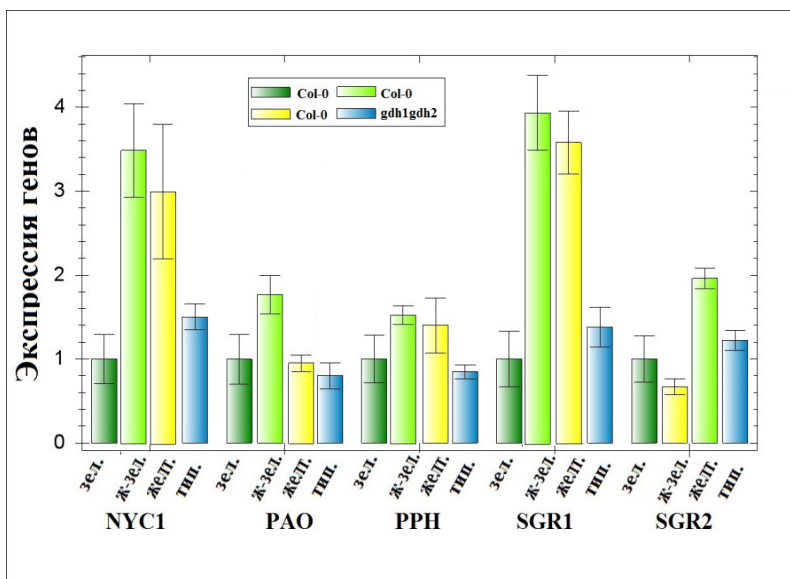


Рис. Изменение экспрессии генов *NYC1*, *PAO*, *PPH*, *SGR1*, *SGR2* в листьях *Col-0* и *gdh1gdh2* на разных стадиях индуцированного старения. Растения выращены на земле

Список литературы

1. Fontaine J.-X. Further insights into the isoenzyme composition and activity of glutamate dehydrogenase in *Arabidopsis thaliana* / J.-X. Fontaine, T. Terce-Laforgue, S. Bouton [et al.] // Plant Signalling and Behavior. – 2013. – Vol. 8, No. 3. – e23329.
2. Lim P. O. Leaf Senescence / P. O. Lim, J. H. Kim, H. G. Nam // Annu. Rev. Plant Biol. – 2007. – Vol. 58. – p. 115–136.
3. Miyashita Y. NAD(H)-dependent glutamate dehydrogenase is essential for the survival of *Arabidopsis thaliana* during dark-induced carbon starvation / Y. Miyashita, A. G. Good // Journal of Experimental Botany. – 2008. – Vol. 59, No. 3. – p. 667–680.
4. Tanaka R. Tetrapyrrole Metabolism in *Arabidopsis thaliana* / R. Tanaka, K. Kobayashi, T. Masuda // The *Arabidopsis* Book. – 2011.

ОСОБЕННОСТИ ЛИПИДНОГО ОБМЕНА ТКАНИ НЕКОТОРЫХ ХВОЙНЫХ

И. В. Горбенко¹, Н. В. Семенова²

¹Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
²Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН,
г. Иркутск, Россия
anhangerderalchemie@protonmail.com

The aim of the study is a comparative analysis of the fatty acid composition of pine needles and callus tissues of some coniferous species. The results obtained contains conclusions about lipid metabolism of studied species and callus tissues, and desaturase relations that can be a measure of fatty acid desaturases activity.

Хвойные растения – эволюционно древний таксон, имеющий большое экологическое и хозяйственное значение. Ареал их произрастания обширен, однако неуклонно сокращается из-за антропогенного воздействия, а некоторые исследования свидетельствуют о том, что хвойные растения подвергаются эволюционному угнетению со стороны цветковых растений, и могут исчезнуть далеко в будущем.

Одним из перспективных методов, делающих возможным восстановление хвойных лесов, является выращивание клеточных культур растений *in vitro*, однако данный метод сопряжен с определенными затруднениями ввиду недостаточной изученности биохимических процессов, происходящих в растущих клетках *in vivo* и *in vitro*, в частности липидный обмен.

Помимо обеспечения правильной работы мембранных белковых комплексов липиды вовлечены и в такие важные клеточные процессы, как работа клеточных сигнальных систем, где они играют роль предшественников внутренних медиаторов, которые вызывают изменение экспрессии генов.

В докладе рассматривается сравнительный анализ жирнокислотного состава хвои первого года некоторых хвойных деревьев, а также каллусов, инициированных из них. На основании содержания жирных кислот оценена активность ацил-липидных десатураз, в том числе специфических ($\Delta 11$ -специфичная $\Delta 5$ -десатураза и $\Delta 9$ -специфичная $\Delta 5$ -десатураза).

Отдельное внимание уделяли жирным кислотам $\Delta 5$ -серии, которые являются маркером эволюционно древних таксонов.

Проведен сравнительный анализ профилей нейтральных липидов, фосфолипидов и гликолипидов *Pinus sylvestris*, *Larix sibirica* и *Picea pungens*.

Анализ содержания жирных кислот выполнен на хромато-масс-спектрометре 5973N/6890N MSD/DS, Agilent Technologies.

Работа выполнена на базе лаборатории физико-химических методов исследований СИФИБР СО РАН.

Научный руководитель: канд. биол. н. Л. В. Дударева

ВЛИЯНИЕ НАНОКОМПОЗИТОВ НА РАСТЕНИЕ КАРТОФЕЛЯ *IN VITRO*

А. В. Дьякова¹, А. И. Перфильева², О. А. Ножкина²,
И. А. Граскова², Б. Г. Сухов³

¹Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

²Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, г. Иркутск, Россия

³Иркутский институт химии СО РАН, г. Иркутск, Россия

flora_217@mail.ru

The influence of silver and humic substances (HS) nanocomposites (NC) of three species obtained from mud, shale and coals of deposits located in Mongolia on the peroxidase activity and potato plant growth *in vitro*. It was established that all the investigated nanocomposites had no negative effect on the growth of potatoes, and the nanocomposite NC HS-mu/Ag based on mud had even a stimulating effect on leaf formation in plants.

Кольцевая гниль картофеля вызывается бактерией *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus* (Cms) и является одной из наиболее распространенных и вредоносных болезней. Бактерия *C. michiganensis* – биотрофный патоген. На сегодняшний день не существует эффективных способов борьбы с этим заболеванием. Более того, в настоящее время отсутствуют химические агенты, способные ограничивать распространение бактериальных болезней картофеля. Представляется необходимым разработать эффективные и экологически безопасные против бактерий и безопасные для растений агенты для оздоровления картофеля от *C. michiganensis* с применением препаратов на основе природных соединений.

В настоящей работе изучали разработанные Иркутским институтом химии серебросодержащие композиты на основе гуминовых веществ, и выявляли их влияние на картофель *in vitro*. Нанокompозиты серебра и гуминовых веществ (НК ГВ/Ag) синтезировали трех видов, в зависимости от предшественника – гуминового вещества. Гуминовые вещества были выбраны в качестве матриц для наночастиц, потому что они представляют собой основной органический почвенный компонент, который также является первичным метаболитом для большинства микробов, находящихся в почве. Нами были получены следующие нанокompозиты: 1. На основе лечебных грязей озера Гурван Нуур (НК ГВ-гр/Ag); 2. На основе сланцев (НК ГВ-сл/Ag); 3. На основе бурых углей (НК ГВ-уг/Ag).

Эффект нанокompозитов был изучен на картофеле. Объектами исследований являлись растения картофеля сорта Лукьяновский, выращенные *in vitro*. Микроклональное размножение пробирочных растений осуществляли с помощью черенкования на агаризованной питательной среде Мурасиге-Скуга с добавлением сахарозы и витаминов pH 5,8–6,0. Черенки культивировали в течение 20 сут. при 26 °C.

Для экспериментов в среду роста картофеля вносили водный раствор нанокompозитов и их предшественников. Растения инкубировали 18 сут., отслеживая каждые 2 сут. биометрические показатели и активность пероксидазы во всех органах – листьях, корнях и стеблях. Активность растворимой и слабосвязанной пероксидазы определяли по методу Бояркина.

При исследовании влияния НК на растения было выявлено, что предшественник нанокompозитов – AgNO_3 , ГВ-грязи, ГВ-сланцы, НК ГВ-гр/Ag, НК ГВ-сл/Ag более чем в 2 раза снижали активность пероксидазы в тканях картофеля. Обращает на себя внимание тот факт, что ГВ-угли и НК ГВ-уг/Ag оказывали на активность пероксидазы картофеля стимулирующее влияние. Из литературы известно, что молекулы гуминовых веществ содержат множество активных центров, что может приводить к инактивации металло-ферментов и их ингибированию.

При изучении влияния нанокompозитов и их предшественников на рост и развитие растений результаты показали, что AgNO_3 негативно влиял на биометрические показатели растений. ГВ-гр не оказывали выраженного эффекта на прирост растений, но снижали количество листьев. А нанокompозит на основе грязей (НК ГВ-гр/Ag) характеризовался небольшим снижением прироста растений и количеством листьев на уровне контроля. ГВ-уг повышали прирост картофеля, но при этом снижали количество листьев растений. Это может свидетельствовать о негативном влиянии углей на картофель, наличии стрессового состояния. НК ГВ-уг/Ag по влиянию на прирост был на уровне контроля, но несколько снижал количество листьев растений. ГВ-сл по влиянию на прирост были на уровне контроля, а НК из них в начале периода наблюдения несколько снижал прирост, затем показатели были на уровне контроля. ГВ-сл и НК из них незначительно снижали образование листьев у картофеля.

Также нами была проанализирована длина междоузлий растений. Во всех вариантах она была как в контроле. После обработки растений ГВ-гр длина междоузлий увеличивалась. Аналогичным эффектом характеризовались растения, обработанные НК ГВ-гр/Ag.

В конце эксперимента мы измерили массу корней и массу надземной части. Исследование показало, что AgNO_3 негативно влиял на данные показатели. ГВ-гр стимулировали массу корней, но понижали массу зеленой части растений. Нанокompозит, полученный из них, не влиял на массу корней, но понижал массу надземной части растений. ГВ-уг негативно влияли на данные показатели растений. Нанокompозит, полученный из них, не изменял массу корней и надземной части растений по сравнению с контролем. ГВ-сл и нанокompозит, полученный из них, стимулировали корнеобразование по сравнению с контролем. При этом ГВ-сланцы и НК на их основе понижали массу надземной части растений картофеля.

По результатам проделанной работы можно сделать следующие выводы:

1. Синтезированы и охарактеризованы нанокompозиты серебра и гуминовых веществ (НК ГВ/Ag) трех видов.

2. ГВ угли и нанокompозит, полученный из них, стимулировали активность пероксидазы в тканях картофеля *in vitro*.

3. ГВ грязи и ГВ угли стимулировали прирост растений, снижая при этом количество листьев. ГВ сланцы и все нанокompозиты не влияли на эти показатели.

4. ГВ сланцы и нанокompозит, полученный из них, стимулировали корнеобразование по сравнению с контролем. При этом ГВ сланцы и НК на их основе несколько понижали массу надземной части растений картофеля.

УДК 57.02

ЭВОЛЮЦИЯ КАРБАМОИЛФОСТАТСИНТАЗ У ДИАТОМЕЙ

Н. Ю. Епишев

Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
Nick.Epishev@mail.ru

The phylogenetic analysis of an extended dataset of diatom carbamoyl phosphatase has largely supported the clades described previously. We have also detected some sequences probably acquired by diatoms via HGT from bacteria.

Диатомеи – одна из крупнейших групп одноклеточных эукариотических фотосинтетиков, отличающаяся наличием «панциря» из диоксида кремния. Она представляет интерес как в качестве ключевого продуцента во многих экосистемах, так и в силу своеобразия их метаболизма. Одна из особенностей заключается в том, что у диатомовых был обнаружен цикл мочевины. Ранее уже проводилась филогенетическая реконструкция вовлечённых в него семейств белков [2]. Было описано две основных клады карбамоилфосфатсинтаз диатомей, одна из которых вовлечена в цикл мочевины, а другая – в синтез пиримидинов. Тем не менее, на момент выхода этой работы были доступны геномы всего трёх диатомовых водорослей. В последние годы были отсекарованы многочисленные геномы и транскриптомы диатомей (в частности, в рамках проекта MMETSP было отсекаровано около семидесяти видов и штаммов, и появилась возможность воспроизвести ранее проделанные работы с большим набором информации, поэтому мы решили воспроизвести этот анализ, используя больший набор белков данного семейства. Мы обнаружили, что основные клады карбамоилфосфатсинтаз, выделенные в статье Аллена [1], воспроизводятся и в нашей работе. Помимо них в наборе данных присутствуют последовательности, которые, скорее всего, были приобретены отдельными видами диатомей в процессе горизонтального переноса генов.

Список литературы

1. Allen A. E. An ecological and evolutionary context for integrated nitrogen metabolism and related signaling pathways in marine diatoms / A. E. Allen, A. Vardi, C. Bowler // *Biology*. – 2006. – Vol. 9, Is. 3. – P. 264–273.
2. Allen A. E. Evolution and metabolic significance of the urea cycle in photosynthetic diatoms / A. E. Allen, C. L. Dupont, M. Obornik [et. al.] // *Evolution. Marine biology. Metabolism*. – 2011. – P. 203–207.

*Научный руководитель: главный специалист по биоинформатике
Отдела ультраструктуры клетки ЛИН СО РАН А. А. Морозов*

УДК 579.61

ИЗМЕНЕНИЕ ЦИТОСТАТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГРУШАНКИ

Л. Б. Занаева, Л. А. Кокорина

*Иркутский медицинский государственный университет, г. Иркутск, Россия
lubovkokorina1990@yandex.ru*

The paper deals with the issues of changes in cytostatic activity of herbal medicine in its treatment with a green low-intensity laser.

У большинства бактерий сформирована резистентность к современным лекарственным средствам. Для решения этой проблемы чаще используются идеи по изменению химической структуры препарата. В данной работе предложено воздействие физическим фактором – лазерным излучением.

В исследовании использована культура бактерий *Bacillus subtilis*, на которую осуществлялось воздействие растительными препаратами – отваром и настоек грушанки, а также этими же препаратами, облученными низкоинтенсивным лазером в режиме «светового котла» с длиной волны 525 нм. Культивирование микробов проходило на мясопептонном агаре при температуре 37° С в течение 3 сут.

В таблице представлены суммарные показатели роста колоний на протяжении эксперимента. При подсчете колоний учитывалось время появления первой колонии, а затем каждые 24 часа после посева.

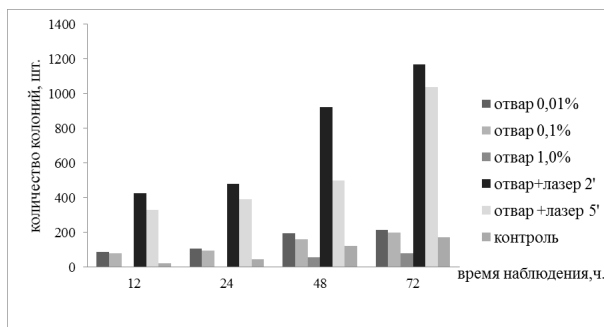
Динамика роста колоний представлена на рисунке.

При действии 0,01 % и 0,1 % отвара грушанки наблюдается примерно одинаковая активность роста бактерий, по сравнению с контролем наблюдается незначительный стимулирующий эффект. При его 1,0 % концентрации наблюдается токсическое действие на тест-культуру, эффект которого составляет 66,7 % . Кроме того, отвар грушанки в концентрации 1,0 % обладает выраженным цитостатическим эффектом, который проявляется в задержке роста колоний на твердой питательной среде до 24 часов.

Таблица

Динамика прироста колоний *Bacillus subtilis* в контрольной и опытных группах

Вид препарата	Концентрация действующего вещества, %	Количество выросших колоний за время от начала посева, ч			
		12	24	48	72
Отвар	0,01	87	106	195	216
	0,1	82	97	162	199
	1,0	0	3	58	79
Настойка	0,04	83	102	171	207
	0,4	92	124	206	250
	3,7	71	93	161	189
Отвар, облученный 2 мин	0,1	428	481	923	1167
Отвар, облученный 5 мин	0,1	332	391	498	1039
Настойка, облученная 2 мин	0,4	373	423	572	1091
Настойка, облученная 5 мин	0,4	396	435	956	1425
контроль		23	47	122	173

Рис. Динамика прироста колоний *Bacillus subtilis* на отваре Грушанки круглолистной (необлученном и облученном)

В отличие от отвара настойка не обладает токсическим действием на культуру *Bacillus subtilis*. Также не обнаружен и микростатический эффект действия.

Воздействие лазера на отвар и настойку грушанки не усилило ее микробоцидный и микростатический эффект, а наоборот, наблюдали в опытных вариантах стимулирующее развитие тест-культуры.

На основании выполненных исследований установлено, что отвар грушанки обладает большой биологической активностью в отношении *Bacillus subtilis*. Эффект отвара зависит от его концентрации. Облучение препарата приводит к стимуляции роста *Bacillus subtilis*.

Выражаем благодарность Кушееву Чингису Беликтуевичу и Ломбоевой Светлане Сергеевне за предоставленные лекарственные растительные препараты.

Научный руководитель: канд. биол. наук, доц. Т. П. Денисова, д-р биол. наук, проф. Е. В. Симонова

DE NOVO СЕКВЕНИРОВАНИЕ ГЕНА ДЕГИДРИНА *WCS120* ИЗ ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ СОРТА ИРКУТСКАЯ

**Е. Д. Золотовская^{1,2}, М. В. Протопопова²,
Д. А. Орлова¹, В. В. Павличенко²**

¹*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия*

²*Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, г. Иркутск, Россия
zolotovskayaelenad@gmail.com*

At the present study, the *de novo* sequencing of *WCS120* gene from *Triticum aestivum* L. Irkutsk variety has been performed. There are two nucleotide substitutions in the *TaWCS120* gene open reading frame in comparison with GeneBank database were detected.

В последнее время проблема создания генетически модифицированных растений, обладающих новыми полезными сельскохозяйственными признаками, становится все более актуальной. Одним из наиболее важных признаков является устойчивость культурных растений к таким абиотическим стрессовым факторам как холод, засуха и засоление. Данные факторы приводят к потере внутриклеточной воды и, как следствие, к истощению или гибели целого организма. В процессе эволюции растения выработали механизм защиты клеток от подобных повреждений, который ассоциирован с белками дегидринами, которые активно синтезируются в растительных клетках в результате воздействия низких положительных температур и способствуют защите от обезвоживания, а также выполняют криопротекторные функции, предотвращая образование внутриклеточного льда. Гены, кодирующие дегидрины, активно используются для генетической трансформации сельскохозяйственных растений с целью повышения их морозо- и/или холодоустойчивости. Донорами ДНК для генетической трансформации могут являться любые растения, обладающие морозо- и/или холодоустойчивостью. Одним из наиболее часто используемых модельных генов для придания растениям морозо- и/или холодоустойчивости является ген дегидрина *WCS120* из пшеницы мягкой. Существует множество сортов пшеницы мягкой (*Triticum aestivum*), отличающихся друг от друга по степени устойчивости к низким положительным температурам, заморозкам и зимостойкости. Одним из наиболее морозоустойчивых сортов пшеницы мягкой является сорт Иркутская (*Triticum aestivum* L., разновидность *albidum*). Сорт морозоустойчив, хорошо переносит зимовку на полях со снежным покровом не менее 20 см.

В процессе селекционного отбора каждый вновь полученный сорт может приобрести особенности в нуклеотидных последовательностях различных генов.

Таким образом, данная работа была направлена на *de novo* секвенирование гена дегидрина семейства WCS120, выделенного из пшеницы мягкой сорта Иркутская.

Из этиолированных проростков пшеницы выделяли суммарную РНК. О качестве выделенной РНК судили по наличию классических фракций рибосомальной РНК, визуализированных после их электрофоретического разделения в 1 % агарозном геле. На основе РНК, очищенной от геномной ДНК, синтезировали кДНК. Для амплификации целевого гена дегидрина *TaWCS120* осуществляли подбор рабочих праймеров с использованием известной последовательности гена *WCS120*, представленной в базе данных GeneBank (№ M93342.2). Подбор праймеров проводили к участкам гена, включающим в себя 5' и 3' некодирующие области гена, а также «Старт» и «Стоп» кодоны. Для облегчения дальнейшей работы с ампликоном в нуклеотидные последовательности 5' и 3' некодирующих областей гена вносились изменения таким образом, чтобы праймеры содержали заранее выбранные сайты рестрикции BamH1 (5'-GGATCC-3') и SacI (5'-GAGCTC-3'). Данные сайты рестрикции необходимы для переноса ампликона в различные векторные конструкции, которые затем используются для секвенирования встроенного фрагмента ДНК и для агробактериальной трансформации растений. Основные характеристики праймеров представлены в таблице.

Амплификацию гена *TaWCS120* проводили с использованием трёх различных полимераз: GoTaq Flexi DNA Polymerase (Promega, США), Advantage 2 Polymerase Mix (Clontech, США) и iProof High-Fidelity DNA Polymerase (Bio-Rad, США). Полученный ПЦР продукт очищали от димеров праймеров и компонентов ПЦР реакции методом горизонтального электрофореза в агарозном геле и лигировали в вектор pTZ57R/T. Полученной векторной конструкцией трансформировали компетентные клетки *E. coli*. Из отобранных с помощью бело-голубого скрининга колоний выделяли плазмидную ДНК, несущую целевой ген, и проводили ее секвенирование по методу Сенгера на автоматическом капиллярном секвенаторе ABI 3500 (Applied Biosystems) с использованием коммерческих праймеров M13. Для каждого ПЦР продукта, полученного с помощью различных полимераз, проверяли по 8 различных клонов.

Таблица

Праймеры для амплификации гена *TaWCS120*

Название	Последовательность (от 5' к 3')	Температура отжига (°C)	Длина праймера, п. о.	Длина ампликона, п. о.
WCS120_F	GTGAGGATCCCAGCGCAAGATGGAG	63,2	25	1222
WCS120_R	GGCAGAGCTCGCTCAGTGCTG	62,9	21	

При анализе результатов секвенирования целевого продукта с использованием трех различных полимераз было обнаружено что полимеразы GoTaq Flexi DNA Polymerase и Advantage 2 Polymerase Mix дают большое количество замен (ошибок) в нуклеотидной последовательности целевого гена по сравнению с последовательностью из GeneBank, что может быть связано с низкой точностью работы исследованных полимераз. Наиболее точной оказалась iProof High-Fidelity DNA Polymerase. Однако во всех трех случаях наблюдали повторяющиеся устойчивые замены в последовательности целевого гена (1176 пар оснований в открытой рамке считывания) в позициях № 115 и 481 по сравнению с нуклеотидной последовательностью, представленной в базе данных GenBank. В случае использования высокоточной iProof High-Fidelity DNA Polymerase наблюдали только эти замены.

Полученный результат может быть связан с полиморфизмом генов дегидринов, что привело к образованию собственного нуклеотидного варианта гена *WCS120* у пшеницы мягкой сорта Иркутская.

В результате проведенных исследований показано, что для *de novo* секвенирования лучше использовать высокоточные полимеразы, позволяющие минимизировать число ошибок при амплификации, а также снизить число анализируемых клонов и ускорить процесс поиска верной последовательности. Полученная нуклеотидная последовательность гена *TaWCS120* может быть использована для дизайна векторных генетических конструкций, используемых для генетической трансформации растений с целью придания им морозо- и/или холодоустойчивости. Найден новый нуклеотидный вариант гена *TaWCS120*.

Авторы благодарят ЦКП «Биоаналитика» СИФИБР СО РАН за предоставленный доступ к оборудованию.

УДК 582.232: 574.58

ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ФОТОСИНТЕЗИРУЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ-АССОЦИАНТОВ БАЙКАЛЬСКОЙ ГУБКИ *LUBOMIRSKIA BAIKALENSIS*

Е. С. Клименко¹, С. И. Беликов², Л. И. Черногор², Н. Л. Белькова²

¹ *Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия*

² *Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск, Россия
klimenko.elizabet@gmail.com*

The diversity of photosynthetic microorganism, associated with Baikal sponge *Lubomirskia baikalensis* and cultivated under laboratory conditions was studied. Green microalga *Choricystis* sp. was identified by genomic and chloroplast DNA in the culture of primmorphs.

Губки (тип Porifera) являются многоклеточными примитивными животными-фильтраторами, которые формируют симбиотические отношения с представителями разных групп организмов. Энергетическая потребность губок реализуется за счет симбиотических отношений с фотосинтезирующими организмами, разнообразие которых велико: динофлагелляты, зоохлореллы, красные водоросли, нитчатые зелёные водоросли, а также цианобактерии [3]. Цель работы – изучение генетического разнообразия фотосинтезирующих микроорганизмов-ассоциантов губки *L. baikalensis*.

Материалом для работы стала клеточная культура примморф байкальской губки *L. baikalensis*, культивируемая при 4°C и естественном освещении. Воду из аквариумов фильтровали через 0,2 мкм, суммарную ДНК выделяли набором Quick-DNA Fecal/Soil Kits (Zymo Research, США). Амплификацию фрагментов рибосомного оперона проводили с использованием праймеров, специфичных для цианобактерий CYA106L/CYA781R [1] и зеленых водорослей, фланкирующих участок 5,8S-ITS2-28S рПНК длиной 500 п. н. и разработанных нами. Целевые ампликоны использовали для лигирования с плазмидой и трансформации по стандартному методу с CaCl_2 [2]. Скрининг колоний вели в ПЦР с плазмидными праймерами, все положительные ампликоны были проанализированы секвенированием. Выравнивание последовательностей и филогенетический анализ проводили с использованием программы MEGA 7.0.

Сравнительный анализ последовательностей, полученных на праймерах, специфичных рибосомному оперону зеленых водорослей показал максимальную гомологию с родом *Choricystis*. Среди ближайших гомологов отмечены *Choricystis* sp. TP-2009, *Choricystis minor* SAG 251-1 и *Choricystis* sp. F106U1B1.

Сравнительный анализ последовательностей, полученных на цианобактериальных праймерах, выявил среди ближайших гомологов последовательности как хлоропластной 16S рДНК, так и полученные молекулярным клонированием и охарактеризованные как цианобактериальные. В филогенетический анализ для уточнения таксономического положения полученных последовательностей взяли последовательности изолированных и охарактеризованных культур цианобактерий, относящихся к таким родам, как *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Calotrix*, *Halospirulina*, *Leptolyngbia*, *Lyngbia*, *Nostoc*, *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Pseudoanabaena*, *Rivularia*, *Schizothrix*, *Synechococcus* (Cyanobacterium), а также последовательности хлоропластной 16S рДНК из *Choricystis parasitica* и изолятов Chlorophyta symbiont *Lubomirskia* и *Baikalospongia* (Chlorophyta symbiont 1, 2). Последовательности, полученные в данной работе, формируют кластер общий с последовательностями 16S рДНК морских неидентифицированных цианобактерий (Балтийское море), но

этот кластер является сестринским к кластерам, сформированным последовательностями хлоропластной 16S рДНК *Chlorophyta symbiont 1* и *Choricystis parasitica*. Последовательности цианобактерий формируют отдельный глубоко ветвящийся кластер Cyanobacterium. Это позволяет предположить, что последовательности, полученные в данной работе на цианобактериальных праймерах, позволили идентифицировать хлоропластную 16S рДНК *Choricystis* sp. По-видимому, при культивировании в лабораторных условиях в примморфах развивается моно симбиотическое сообщество фотосинтезирующих микроорганизмов.

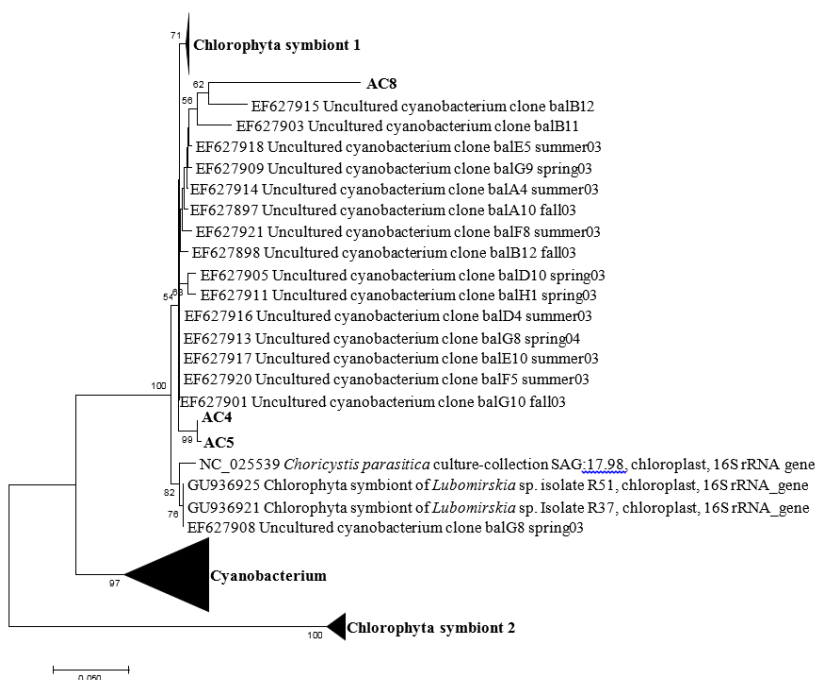


Рис. Филогенетическое дерево, построенное методом объединения ближайших соседей для фрагментов гена малой субъединицы рРНК. Масштаб соответствует 5 заменам на 100 п. н. Последовательности, полученные в данной работе, выделены жирным шрифтом

Таким образом, среди фотосинтезирующих микроорганизмов, формирующих симбиотические ассоциации с примморфами *L. baikalensis*, культивируемыми при 4°C и естественном освещении, идентифицирована по геномной 18S рДНК и хлоропластной 16S рДНК микроводоросль *Choricystis* sp.

Работа выполнена в рамках государственного задания № 0345-2016-0002, а также при финансовой поддержке проектов РФФИ № 16-04-00065; № 18-04-00224.

Список литературы

1. Биоразнообразие бактерий на различных глубинах южной котловины озера Байкал, выявленное по последовательностям 16S рРНК / Л. Я. Денисова [и др.] // Микробиология. – 1999. – Т. 68. – с. 547–556.
2. Sambrook J. Molecular Cloning: A laboratory Manual / J. Sambrook, E. F. Fritsch, T. Maniatis. – Cold Spring Harbor : Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1989. – Vol. 1, 2, 3.
3. Webster N. S. Diverse microbial communities inhabit Antarctic sponges / N. S. Webster, A. P. Negri, M. M. Munro // Environ. Microbiol. – 2004. – Vol. 6. – p. 288–300.

УДК 57.085.2

ОБРАЗОВАНИЕ СУПЕРОКСИДНОГО АНИОН-РАДИКАЛА И ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА В ВАКУОЛЯРНОМ СОДЕРЖИМОМ В ПРИСУТСТВИИ ГЕРБИЦИДОВ

О. Д. Нимаева¹, Е. В. Праделова¹, А. Б. Карпова², Р. К. Салаяев¹

¹*Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, г. Иркутск, Россия*

²*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
sandra_ok@mail.ru*

The results of the study showed that the vacuolar redox systems generating $O_2^{\bullet -}$ and H_2O_2 , are able to interact with herbicides.

Активные формы кислорода (АФК) образуются при любом стрессовом воздействии, что является одной из ранних реакций на стресс. Концентрация АФК в различных клеточных структурах зависит от активности систем, способных их генерировать и утилизировать. АФК-генерирующая система растительных клеток активно исследуется в митохондриях, хлоропластах, клеточных стенках и ядрах [1]. Что касается самого крупного компартмента центральной вакуоли, то в настоящее время о вакуолярной АФК-генерирующей активности известно совсем немного. На её наличие указывает присутствие: фенольной пероксидазы (ЕС 1.11.1.7); Cu,Zn -супероксиддисмутазы (Cu,Zn -СОД, ЕС 1.15.1.1); низкомолекулярных соединений (фенолов, аскорбиновой кислоты, глутатиона) [1; 2]. Фенольная пероксидаза способна как восстанавливать H_2O_2 до H_2O , так и генерировать супероксидный анион радикал ($O_2^{\bullet -}$). Это зависит от условий, определяющих редокс-состояние кофермента (гемина). СОД ускоряет дисмутацию $2O_2^{\bullet -}$, в результате образуется H_2O_2 [4]. Оба фермента, относимые к антиоксидантам, могут генерировать АФК. Однако неизвестно, при каких условиях внутри вакуоли будет происходить интенсивное образование АФК. Возможно, таким условием

будет токсическое действие гербицидов. Предполагают, что одним из механизмов, с помощью которого гербициды проявляют свою токсичность, служит интенсивная АФК-генерация в клеточных структурах, приводящая к развитию окислительного стресса. В связи с этим целью настоящего исследования явилось изучение эффекта гербицидов на генерацию H_2O_2 и $\text{O}_2^{\cdot-}$ в вакуолях растительных клеток.

Исследовали образование АФК в экстрактах вакуолей, которые изолировали из клеток корнеплодов столовой свеклы (*Beta vulgaris* L.). В работе использовали следующие гербициды: 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота (2,4-Д), глифосат, диурон, фтородифен, клопиралид.

Генерация H_2O_2 в вакуолярном содержимом. Исследуемые гербициды, добавленные к вакуолярному содержимому, оказывали различные эффекты. Например, диурон, фтородифен и клопиралид вызывали увеличение концентрации H_2O_2 в среднем на 30 – 40 % от контрольного варианта. А в присутствии 2,4-Д содержание H_2O_2 возрастало в среднем на 20 %. Глифосат не вызывал повышения H_2O_2 .

Источниками АФК в вакуолярном содержимом могут служить оксидоредуктазы. Поэтому в испытуемые образцы вносили ингибитор оксидоредуктаз – цианид калия (KCN). При наличии в среде ингибитора не происходило повышения концентрации H_2O_2 . По всей видимости, гербицид взаимодействовал с ферментами, активность которых подавлялась этим соединением. Возможно, основным генератором H_2O_2 в вакуолях являлась фенольная пероксидаза. Следует отметить, что этот фермент в пероксидазных реакциях способен восстанавливать H_2O_2 до воды, и этот тип реакций эффективно подавляется KCN [3].

Генерация $\text{O}_2^{\cdot-}$ в вакуолярном содержимом. Результаты исследования показали, что только часть гербицидов способствовали образованию $\text{O}_2^{\cdot-}$. А именно, в присутствии глифосата было выявлено повышение содержания $\text{O}_2^{\cdot-}$ на 40 %, в присутствии 2,4-Д и диурона – на 20 %. Фтородифен и клопиралид не оказывали выраженного эффекта.

Последующие эксперименты с ингибитором показали довольно высокую эффективность цианида. Цианид снижал интенсивность образования $\text{O}_2^{\cdot-}$ при наличии в образцах 2,4-Д и диурона в среднем на 20 % от значений опытного варианта. В случае с глифосатом используемый ингибитор был неэффективным. Не исключено, что основным источником $\text{O}_2^{\cdot-}$ были продукты окисления гербицидов, т. е. происходило вторичное взаимодействие окисленных продуктов гербицидов с кислородом. Ингибирование цианидом образования $\text{O}_2^{\cdot-}$ в вакуолярном содержимом косвенно указывало на причастность редокс-ферментов к АФК-генерации.

Модельный эксперимент с пероксидазой хрена. Образование АФК, вызываемое гербицидами, подавлял ингибитор оксидоредуктаз (KCN). Что могло свидетельствовать о причастности этих ферментов к АФК-генерации. На роль АФК-генерирующего фермента в вакуолях более

всего подходит фенольная пероксидаза. Мы предположили, что некоторые из исследуемых гербицидов могли служить субстратом для пероксидазы вакуолей. Проверить это предположение было возможно с помощью модельного эксперимента с пероксидазой из корней хрена.

Дальнейшее исследование взаимодействия пероксидазы хрена с гербицидами позволило выявить эффект некоторых из них. Фтородифен вызывал повышение H_2O_2 в среднем на 60 %, а при наличии СОД (H_2O_2 -образующий агент) – на 80 %, в тоже время содержание $\text{O}_2^{\cdot-}$ повышалось в среднем на 40 %. Присутствие 2,4-Д, как и в экспериментах с вакуолярным экстрактом, было отмечено увеличение концентрации H_2O_2 и $\text{O}_2^{\cdot-}$ в среднем на 20–30 %. Диурон и клопиралид не влияли на содержание АФК. Однако в присутствии глифосата содержание H_2O_2 не повышалось, зато содержание $\text{O}_2^{\cdot-}$ увеличивалось на 40 %. Такое действие глифосата на данном этапе исследования трудно объяснить, что требует дальнейшего изучения.

Обобщая все полученные результаты, можно отметить, что специфичную реакцию, т. е. АФК-генерацию, показали только два гербицида – 2,4-Д и диурон. В их присутствии повышалось содержание и $\text{O}_2^{\cdot-}$, и H_2O_2 . На данном этапе исследования можно предположить, что фенольная пероксидаза вакуолей является генератором АФК. Таким образом, полученные данные позволяют прийти к заключению, что вакуоли клеток корнеплодов столовой свёклы содержат ферментативные редокс-системы, способные взаимодействовать с некоторыми гербицидами и активировать генерацию АФК.

Список литературы

1. Полесская О. Г. Растительная клетка и активные формы кислорода / О. Г. Полесская. – М. : Книжный Дом Университет, 2007. – 140 с.
2. Прадедова Е. В. Супероксиддисмутаза вакуолей клеток растений / Е. В. Прадедова, О. Д. Ишеева, Р. К. Салаяев // Биологические мембраны. – 2009. – Т. 26, № 1. – С. 5–14.
3. Chen S. Hydroxyl-radical production in physiological reactions – a novel function of peroxidase / S. Chen, P. Schopfer // Eur. J. Biochem. – 1999. – Vol. 260. – P. 726–735.
4. Ferreres F. Identification of phenolic compounds in isolated vacuoles of the medicinal plant *Catharanthus roseus* and their interaction with vacuolar class III peroxidase: an H_2O_2 affair? / F. Ferreres, R. Figueiredo, S. Bettencourt [et al.] // J. Exp. Botany. – 2011. – Vol. 62. – P. 2841–2854.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ХОЛОДОВОГО ЗАКАЛИВАНИЯ И РАЗЗАКАЛИВАНИЯ НА СИНТЕЗ ДЕГИДРИНОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Е. А. Полякова¹, О. А. Боровик², О. И. Грабельных^{1,2}

¹*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия*

²*Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН,*

г. Иркутск, Россия

polyackova.elizaveta727@mail.ru

In the given work the task is set to make a comparative analysis of the content of dehydrins of two varieties of winter wheat «Memory» and «Irkutsk», differing in frost resistance, under conditions of cold hardening and cold un hardening. Differences in the dynamics of accumulation and content of dehydrins in tillering nodes at various stages of cold hardening and cold un hardening. It was found out that the «Irkutsk» type is characterized by a higher content of dehydrins at different stages, in contrast to the less stable grade «Memory».

Низкие неблагоприятные температуры вызывают повреждение растений и их гибель. Для озимых злаков важную роль для успешной перезимовки играет процесс холодого закаливания, протекающий в осенний период и связанный с последовательным прохождением растениями низких положительных (первая фаза закаливания) и неповреждающих отрицательных (вторая фаза закаливания) температур. Первая фаза закаливания протекает на свету при температурах немного выше 0 °С, характеризуется остановкой роста растений и изменениями клеточного метаболизма, повышающими устойчивость к низкой температуре. При действии отрицательных температур (ниже 0 °С) во время второй фазы закаливания в протопласте создаются условия, обеспечивающие его выносливость к обезвоживанию. Растения озимой пшеницы проявляют заложенную в их генотипе морозоустойчивость при действии на начальном этапе закаливания средних суточных температур ниже 10 °С. После прохождения поэтапного закаливания озимые злаки достигают максимальной морозоустойчивости, которая сохраняется в течение всего зимнего периода. При повышении температуры воздуха в весенний период начинается раззакаливание растений, что снижает их морозоустойчивость. В регионах с нестабильным климатом стадия раззакаливания может начаться из-за оттепелей даже в зимний период, что приведет к гибели растений при последующих морозах. Особую значимость в механизмах закаливания и раззакаливания играет экспрессия генов белков семейства LEA-II, содержание которых возрастает при обезвоживании. Представителями данного семейства являются дегидрины, которые обладают криопротекторной, антифризной, антиоксидантной и другими функциями. При закаливании озимой пшеницы содержание дегидринов

возрастает, однако до сих пор неизвестны ключевые для развития морозоустойчивости дегидрины. В связи с этим, цель работы – сравнительный анализ содержания и спектра дегидринов у двух сортов озимой пшеницы, отличающихся по морозоустойчивости, на разных этапах закаливания и при раззакаливании.

В работе использовали два сорта озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) – сорт Иркутская и сорт Память. Сорт Иркутская получен в СИФИБР СО РАН (г. Иркутск) в результате отбора образцов озимой пшеницы из коллекции ИЦИГ СО РАН (г. Новосибирск), способных перезимовывать в условиях Восточной Сибири. Сорт Память создан в КНИИСХ им. П. П. Лукьяненко (г. Краснодар) методом индивидуально-го отбора из гибридной популяции 1256t/Леда//Панацея, имеет среднюю морозоустойчивость, является менее морозоустойчивым, по сравнению с сортом Иркутская. Растения озимой пшеницы выращивали, закаливали и раззакаливали в контролируемых условиях в климатических камерах Binder и CLF Plant Climatics на станции искусственного климата Фитотрон при СИФИБР СО РАН. Для исследований использовали серую лесную среднесуглинистую почву агроэкологического стационара СИФИБР СО РАН со следующими свойствами: Собщ = 1,86 %; Нобщ. = 0,18 %; рНсол. = 5,8, сумма обменных оснований 23,2 мг экв/100 г, влажность почвы 70 %. Влажность почвы поддерживали путем полива с поверхности и через трубку до достижения поливного веса. Влажность воздуха в камерах достигала 70 %. Температура воздуха в контрольных условиях составляла +20 °С (день) / +12 °С (ночь) при 12 часовом фотопериоде (25–28 дней), освещенность 180–200 мкмоль/(м²•с). Для прохождения растениями первой фазы закаливания температуру в камере снижали до +8 °С / +2 °С (день/ночь) при 12 часовом фотопериоде (продолжительность закаливания 10 дней). Для прохождения второй фазы закаливания растения подвергали обработке температурой -2 °С, закаливание проводили в темноте в течение 10 дней. После двух фаз закаливания растения подвергали раззакаливанию, повышая температуру в камере до +10 °С (день/ночь) при 12 часовом фотопериоде в течение 2 дней. Изучение содержания дегидринов в узлах кущения проводили с помощью электрофореза в ПААГе с ДДС-Na и иммуноблоттинга с антителами против К-сегмента дегидринов (ADI-PLA-100, Enzo Life Sciences, США, разведение 1:1000).

Анализ выживаемости растений озимой пшеницы выявил более высокую устойчивость сорта Иркутская к отрицательным температурам, так LT₅₀ для сорта «Иркутская» составила -14,6 °С, а для сорта Память LT₅₀ = -13,5 °С. Морозоустойчивость закаленных проростков изучали путем их промораживания при температурах от -7 °С до -16 °С (в камере МКТ-240 «Binder»), снижая посуточно температуру со скоростью 1 °С/ч. Морозоустойчивость определяли с помощью подсчета выживших после

отрастания растений (в % от общего числа проростков). Анализировалась температура, вызывающая гибель 50 % растений (LT_{50}).

Различия в морозоустойчивости совпадали с различиями в динамике накопления и содержания дегидринов в узлах кущения озимой пшеницы. Первая фаза холодового закаливания сопровождалась некоторым увеличением содержания полипептида с молярной массой 66 кДа и индукцией синтеза новых полипептидов с молярными массами 209–169 кДа, 70 и 55 кДа. Эти изменения были более выражены в узлах кущения озимой пшеницы сорта Иркутская. Действие отрицательной температуры во вторую фазу закаливания индуцировало синтез полипептидов с молярными массами 60 и 46 кДа как у сорта Иркутская, так и у сорта Память. Также происходило более выраженное увеличение содержания высокомолекулярных полипептидов и полипептидов с молярными массами 70 и 55 кДа. Однако у обоих сортов озимой пшеницы во вторую фазу закаливания наблюдали исчезновение полипептида с молярной массой 66 кДа. Несмотря на сходную тенденцию синтеза дегидринов во вторую фазу закаливания у изученных сортов озимой пшеницы, их содержание было значительно выше в узлах кущения сорта Иркутская. Повышение температуры до +10 °C после второй фазы закаливания не приводило к снижению содержания дегидринов, а даже наоборот, у сорта Память вызывало дальнейшее увеличение в узлах кущения содержания полипептидов с молярными массами 70 и 55 кДа, что, возможно, связано с защитной функцией данных полипептидов на начальном этапе раззакаливания менее морозоустойчивых сортов.

Таким образом, используемые в работе два сорта озимой пшеницы Иркутская и Память отличались по морозоустойчивости и динамике накопления и содержания дегидринов в узлах кущения на разных этапах закаливания и при раззакаливании. Наряду с повышенной морозоустойчивостью озимой пшеницы сорта Иркутская, способной перезимовывать в условиях резко-континентального климата Восточной Сибири, для данного сорта было характерно более высокое содержание дегидринов в узлах кущения в период закаливания и раззакаливания, по сравнению с менее устойчивым сортом. Требуется более пристального внимания изучение механизма синтеза дегидринов на начальном этапе раззакаливания у менее морозоустойчивых сортов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ № 17-54-04076. Авторы благодарят А. В. Поморцева за проведенный анализ морозоустойчивости сортов озимой пшеницы.

ОБНАРУЖЕНИЕ НИТРАТОВ В ОВОЩАХ

Т. И. Сиденова¹, М. О. Шишкова²

¹ *Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия*

² *СОШ № 77, г. Иркутск, Россия*
t.sidenowa@yandex.ru

This article is about nitrates that were found in vegetables by diphenylamine method. Vegetables were bought in Irkutsk shops and markets.

Основными источниками витаминов и минеральных веществ для организма человека являются овощи и фрукты. Вместе с полезными веществами через растительные продукты в наш организм поступают и опасные вещества, которые вызывают отравления. Этими опасными веществами являются нитраты. Избыток нитратов в организме может привести к восстановлению в них более токсичных веществ: нитритов и нитрозаминов, которые провоцируют развитие сердечно-сосудистых, онкологических, нервных и др. заболеваний. Поэтому одной из актуальных проблем в питании современного человека является снижение в них содержания нитратов.

В связи с этим авторами была определена цель исследования: выявить случаи превышения норм содержания нитратов в овощах.

Объектом исследования являются овощи, продаваемые в магазинах г. Иркутска.

Предмет исследования: определение содержания нитратов в овощах.

Гипотеза исследования: в овощах, выращенных в теплицах у разных сельхозпроизводителей в зимне-весенний период времени содержание нитратов может превышать допустимые нормы.

Практическая значимость работы заключается в том, что полученные результаты помогут информировать население о состоянии сельскохозяйственной продукции в г. Иркутск в зимне-весенний период времени.

Данная работа является начальным этапом исследования, авторами планируется дальнейшее исследование содержания нитратов в различных сельскохозяйственных растениях в разное время года (весна, начало-конец лета, осень и зима).

Исследования проводились в феврале и марте 2018 г. с помощью полуколичественного метода определения нитратов с использованием дифениламина. Этот метод может быть использован для анализа сельскохозяйственной продукции как ориентировочный, результаты не могут служить для отбраковки продукции, так как он дает только визуальную оценку окрашенных соединений, образующихся при взаимодействии нитратов с дифениламином.

Для исследования были приобретены следующие культурные растения: перец зеленый, укроп, петрушка, зеленый лук, салат листовой. Они были куплены в супермаркетах «Слата», «Абсолют», производители продукции Россия (Новосибирск, Молдова, Иркутская область), Китай.

Для исследования нитратов в овощах был использован 1 % раствор дифениламина в концентрированной серной кислоте, дистиллированная вода, части различных овощей.

Первым этапом исследования были приготовлены серии калибровочных растворов путем разбавления исходного раствора 3000 мг/кг в 2 раза. К 3 мл исходного раствора добавили 2 мл дистиллированной воды, взболтали; вновь отбирали 2 мл и добавляли 2 мл дистиллированной воды и т. д. Получили шкалу с концентрациями 3000, 1500, 750, 375, 188 мг/кг.

Исследуемый материал – это корнеплоды овощей, листья зелени. Овощи разрезали на части: кожура, периферийная часть, срединная часть, жилки. Срезанные части мелко растирали в ступке, сок отжимали через 2–3 слоя марли. Далее 2 капли сока каждого овоща капали на чистое предметное стекло, положенное на белую бумагу, добавляли 2 капли дифениламина. Затем быстро описывали все наблюдаемые реакции согласно схеме.

Описание реакции проводили согласно следующей градации, которую можно использовать как калибровочную:

1. Сок или срез окрашивается быстро и интенсивно в иссиня-черный цвет. Окраска устойчива и не пропадает – содержание нитратов > 3000 мг/кг;
2. Сок или срез окрашивается в темно-синий цвет. Окраска сохраняется некоторое время – 3000 мг/кг;
3. Сок или срез окрашивается в синий цвет. Окраска наступает не сразу – 1000 мг/кг;
4. Окраска светло-синяя, исчезает через 2–3 мин – 500 мг/кг;
5. Окраска быстро исчезает, окрашивается главным образом проводящие пучки – 250 мг/кг;
6. Следы голубой, быстро исчезающей окраски – 100 мг/кг;
7. Нет ни голубой, ни синей окраски. На целых растениях возможно порозовение – 0.

Результаты исследования показали, что большое количество нитратов (> 3000 мг/кг) содержится в укропе, петрушке, в зеленом луке, чуть меньше в салате (3000 мг/кг в жилках, в листьях – 1500 мг/кг).

Также достаточно большое количество нитратов содержится в редиске (750 мг/кг), в баклажанах (у ботвы – > 3000 мг/кг; в срединной части – 750 мг/кг; у кончика – 375 мг/кг.). Небольшое количество нитратов обнаружено в картофеле, выращенном в Иркутской области (188 мг/кг), а также в огурцах (Китай) у основания их 375 мг/кг, в кончике не обнаружено. В моркови (Китай, Россия) и в огурцах (Новосибирск) со-

держание нитратов < 188 мг/кг, в зеленом перце (Китай) у стебля выявлено 375 мг/кг, в кончике их не обнаружено. В исследуемом томате (Молдова) не обнаружено нитратов.

Таким образом, отметим, что в растениях нитраты распределены неравномерно. В верхней части у большинства овощей содержание нитратов больше, чем в середине и в нижней части. У моркови: в сердцевине – 90 % и в наружной части – 10 %; у картофеля в мелких клубнях нитратов больше, чем в крупных, в основном их много под кожурой; маленькие огурцы содержат нитратов меньше, чем большие.

У растений максимальное накопление нитратов происходит в период созревания плодов. Поэтому овощи раннего созревания, а также незрелые овощи могут содержать нитратов значительно больше, чем достигшие нормальной уборочной зрелости. Содержание нитратов в овощах может резко увеличиваться и при неправильном применении азотистых удобрений.

Однако у различных растений есть и свои индивидуальные особенности. Известны «накопители» нитратов. К ним относятся зеленые овощи: салат, укроп, петрушка, зеленый лук. В других овощах нитратов значительно меньше.

Итак, гипотеза нашего исследования частично подтвердилась. Из всех исследованных овощей (независимо от страны производителя) в зимне-осеннее время большое количество нитратов содержали только укроп, петрушка, зеленый лук.

Для уменьшения содержания нитратов в овощах рекомендуется срезать те части овощей, в которых их концентрация максимальна. Варение, тушение овощей снижает количество содержания нитратов, также содержание нитратов в овощах можно понизить, если перед употреблением вымачивать их несколько часов в воде.

УДК 579.6

РЕАКЦИЯ *E. NIGRUM* НА НАНОЧАСТИЦЫ ОКСИДА ЖЕЛЕЗА

Р. Т. Хандуханов¹, Г. Ю. Мельников²

¹ Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

² Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, Россия
ms.handuhanjva@gmail.com

Results of researches of toxic properties of suspension of the nanoparticles of oxide of iron synthesized by method of laser evaporation on eukaryotic organisms are presented: the melaninsoderzhashchy microscopic fungi of *Exophiala nigrum* which are grown up at presence or without (control) of nanoparticles. Suspensions of nanoparticles in concentration of 1,10,100,1000 and 10000 maximum allowable concentrations are investigated (on iron). The stimulating action of high concentration is established, and also morphologically changed colonies are found.

Магнитные наночастицы (МНЧ) находят широкое диагностическое и терапевтическое применение в медицине в связи с особыми физическими (в частности, магнитными) свойствами. Оксиды железа, как магнетит (Fe_3O_4) и маггемит (Fe_2O_3), хорошо известны как материалы с высокой степенью биосовместимости, тем не менее, их цитотоксичность мало изучена.

В данной работе представлены результаты исследований токсических свойств электростатически стабилизированных водных суспензий МНЧ оксида железа $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$, синтезированных методом лазерного испарения. Экспериментальные концентрации МНЧ: от 1 ПДК до 10000 ПДК (1 ПДК – 0,3 мг/л общего железа). В качестве тест-объекта использовали штамм меланинсодержащих одноклеточных грибов *E.nigrum*.

Дрожжи росли в жидкой питательной среде Сабуро с добавлением МНЧ (опытные варианты), либо на той же среде, но без МНЧ (контроль). Время экспозиции составляло 24, 48, 72 и 96 ч. По истечении каждого периода экспонирования проводили посевы на твердую питательную среду. Учитываемые показатели: количество клеток в 1 мл в течение всего периода экспонирования (в камере Горяева), количество выросших колоний на твердой питательной среде.

Установлено, что в контрольном варианте и при концентрациях 1 – 1000 ПДК при экспозиции от 0 до 48 ч количество клеток дрожжей в 1 мл примерно одинаково. После 48 ч в контрольном варианте и случае с 1 и 10 ПДК зафиксирована тенденция выхода в стадию гибели. Тогда как клетки при той же экспозиции (72 ч) в суспензии 100 и 1000 ПДК вновь начинают активное деление, и к 96 ч их количество ещё больше увеличивается. При концентрации 100 ПДК различия с контролем составляют 3–5 раз, а при 1000 ПДК – 4–30 ($p < 0,05$).

Высоко стимулирующий эффект демонстрирует концентрация железа в 10000 ПДК. Практически через сутки после начала обработки дрожжей обнаруживается высокая концентрация клеток: в 52 раза больше контрольного варианта ($p < 0,05$). Это действие сохраняется на протяжении всего периода наблюдения (рис. 1).

Высокая плотность клеток в 1 мл привела к тому, что в чашках Петри выросло большое количество колоний. Причем после 48 ч экспозиции учет колоний на чашках оказался бессмысленным, так как рост дрожжей был сплошной (рис. 2).

Полученные результаты свидетельствуют, что концентрации 1 ПДК и 10 ПДК не индуцируют токсических эффектов. Суспензии наночастиц в концентрациях 100 ПДК и 1000 ПДК характеризуются как умеренно токсичные, а в концентрации 10000 ПДК – как токсичные.

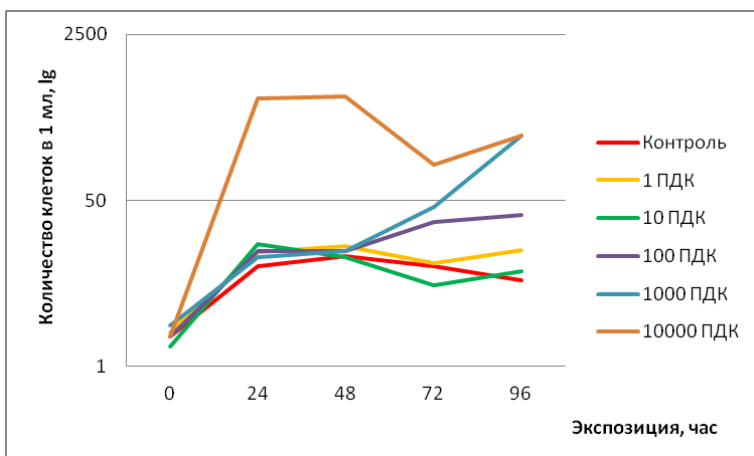


Рис. 1. Изменение концентрации клеток дрожжей в 1 мл в зависимости от длительности экспозиции в разных вариантах опыта

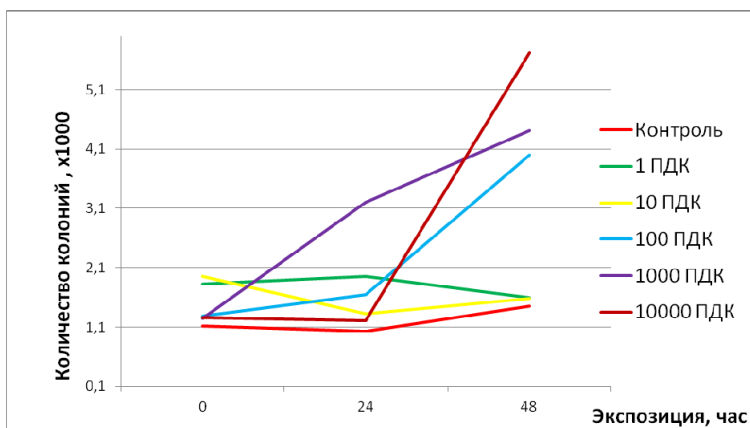


Рис. 2. Количество колоний *E. nigrum*, выросших на твердой среде

Научные руководители: канд. биол. наук, доц. Т. П. Денисова (ПИ ИГУ); д-р физ.-мат. наук, проф. Г. В. Курляндская (УРФУ).

РОЛЬ МЕМБРАННЫХ ЛИПИДОВ В ЗАЩИТЕ КЛЕТКИ ОТ СТРЕССА

Л. В. Широкова¹, В. В. Гурина²

¹ *Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия*

² *Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, г. Иркутск, Россия
lyubov-shirokova@inbox.ru*

In this paper we studied changes in lipid composition of vacuolar membranes of beet root under different types of abiotic stress.

Основной особенностью липидов в мембранах растительных клеток является то, что они могут уменьшать действие стрессора, например, увеличивая количество ненасыщенных ЖК в составе мембранных липидов, что приводит к снижению микровязкости липидного бислоя [4].

Также в мембране увеличивается синтез определенных липидов, которые содержатся в нормальных условиях в следовых количествах. Их содержание значительно возрастает в условиях стресса [5].

Липиды, входящие в состав клеточной мембраны можно подразделить на несколько классов – общие липиды, фосфолипиды, гликолипиды, нейтральные липиды, жирные кислоты (ЖК) и их производные. Большую часть липидов мембран растительных клеток составляют фосфолипиды и гликоглицеролипиды (ГЛ). Жирные кислоты (ЖК) и их производные, из которых состоят липиды, играют существенную роль в клетке, выполняют функцию резервного запаса, который используется для получения энергии, а также выступают в качестве строительных блоков в мембранах и действуют как сигнальные молекулы, запускающие в ответ на различные виды стрессовых факторов каскады сигнальных реакций [2]. ГЛ участвуют в формировании структурных изменений, обеспечивающих стабильность мембраны и способны оказывать регулирующее воздействие на функционирование расположенных в мембране белков.

Известно, что особенности состава липидов, входящих в клеточные мембраны, зависят от условий окружающей среды. Изменения в их составе происходят под действием различных факторов: абиотических и биотических. Что в свою очередь связано с регуляцией экспрессии отдельных генов, ответственных за синтез липидного метаболизма [9]. Абиотические стрессовые факторы обуславливаются климатическими и почвенными условиями, технологиями, наличием вредных веществ в атмосфере. Они могут быть природного и антропогенного происхождения и почти всегда действуют не изолированно, а в различных комбинациях. Биотические факторы обусловлены действием на растения микроорганизмов и грибов, других растений, животных.

В настоящее время хорошо изучен липидный состав клеточных мембран. Одной из наименее исследованных мембран является тонопласт, который присутствует только в растительных клетках. В связи с этим необходимо изучать механизмы адаптивных реакций растительной клетки на уровне вакуолярной мембраны, что позволит направленно повысить устойчивость растений к стрессам. Поэтому целью нашего исследования было изучение изменений липидного состава вакуолярных мембран корнеплодов столовой свёклы при разных видах абиотического стресса.

В экспериментах использовали тонопласт корнеплодов столовой свёклы (*Beta vulgaris* L.), сорт Модана, выделенные по методу [8]. Использовались корнеплоды в период покоя. Для создания гиперосмотического стресса эти корнеплоды подвергали подсушиванию в течение 3 сут., для создания гипоосмотического стресса корнеплоды в течение суток выдерживали в дистиллированной воде, для создания окислительного стресса кусочки ткани корнеплода инкубировали в растворе перекиси водорода. Экстрагирование липидов проводили по методу [1]. Разделение липидов осуществляли методом ТСХ. Идентификацию липидов на пластинках проводили с помощью опрыскивания специальными реагентами и с использованием стандартов.

Среди фосфолипидов вакуолярной мембраны в норме и при стрессах нами были идентифицированы фосфатидилхолины, фосфатидилэтаноламины, фосфатидилинозиты, фосфатидилсерины и фосфатидная кислота. Количественное содержание фосфолипидов определяли по неорганическому фосфору методом [7]. Было обнаружено значительное снижение фосфатидной кислоты при гипоосмотическом стрессе. Отмечено снижение фосфатидилхолинов в условиях гиперосмотического воздействия и наиболее интересным из всей совокупности полученных результатов по фосфолипидной динамике является тот факт, что при окислительном стрессе отсутствовали фосфатидилсерины. Исследования гликоглицеролипидов проводили по методу Дюбуа [3], в модификации Роу-гахана и Батта [6]. При воздействии осмотических стрессов содержание МГДГ уменьшалось, при окислительном стрессе наоборот увеличивалось по сравнению с контролем. Количество ДГДГ в условиях гиперосмотического стресса достоверно снижалось, при окислительном стрессе содержание ДГДГ увеличивалось на 71 %.

Список литературы

1. Bligh E. C. A rapid method of total lipid extraction and purification / E. C. Bligh, W. J. Dyer // Can. J. Biochem. and Physiol. – 1959. – Vol. 37, N 8. – P. 911–917.
2. Baker A. Chewing the fat: β -oxidation in signaling and development / A. Baker, I. A. Graham, M. Holdsworth [et al.] // Trends Plant Sci. – 2006. – Vol. 11, N 3. – P. 124–132.
3. Dubois M. Colorimetric method for determination of sugars and related substances / M. Dubois, K. A. Gilles, J. K. Hamilton [et al.] // Analytical Chemistry. 1956. – Vol. 28, N 3. – P. 350–356.

4. Los D. A. Regulatory role of membrane fluidity in gene expression and physiological functions / D. A. Los, K. S. Mironov, S. I. Allakhverdiev // *Photosynth. Res.* – 2013. – N 343. – P. 489–509.
5. Okazaki Y. Roles of lipids as signaling molecules and mitigators during stress response in plants / Y. Okazaki, K. Saito // *Plant J.* – 2014. – N 79. – P. 584–596.
6. Roughan P. G. Quantative analysis of sulfolipid (sulfoquinovosyl diglyceride) and galactolipids (monogalactosyl and digalactosyl diglycerides) in plant tissues / P. G. Roughan, R. D. Batt // *Analitical biochemistry.* – 1968. – Vol. 22. – P. 74–88.
7. Vaskovsky V. E. Modified Jungnickel's reagent for detecting phospholipids and other phosphorus compounds on thin-layer chromatograms / V. E. Vaskovsky, N. A. Latyshev // *J. Chromatogr.* – 1975. – Vol. 115, N 1. – P. 246–249.
8. Салаев Р. К. Выделение и очистка вакуолей и вакуолярных мембран из клеток растений / Р. К. Салаев, В. Я. Кузеванов, С. Б. Хаптагаев [и др.] // *Физиология растений.* – 1981. – Т. 28, Вып. 6. – С. 1295–1306.
9. Новицкая Г. В. Изменение состава и содержания липидов в листьях магнитоориентационных типов редиса под влиянием слабого постоянного магнитного поля / Г. В. Новицкая, Т. В. Феофилактова, Т. К. Кочешкова [и др.] // *Физиология растений.* – 2008. – Т. 55, № 4. – с. 541–551.

Научный руководитель: д. биол. н. Н. В. Озолина

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ВОСПИТАНИЕ

УДК 57.022

АДАПТАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СТУДЕНТОВ К ОБУЧЕНИЮ В ВЫСШЕМ УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ

В. И. Артеменко

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
artemenko.valerya@gmail.com*

The article analyzes morpho-functional characteristics as indicators of students' adaptation to learning.

С общебиологических позиций, адаптация – это система реакции, способствующая не только поддержанию динамического гомеостаза индивидуума в соответствии с требованиями среды (фенотипическая адаптация), но и обеспечивающая индивидуальные стратегии (генотипическая адаптация).

Адаптационные возможности организма – предполагают единство физического, психического, социального здоровья и требуют комплексного подхода. Одним из ключевых является представление о личностном адаптационном потенциале

Все люди реагируют на изменения условий окружающей среды по-разному. Это определяется разным адаптационными возможностями. Адаптационный потенциал оценивается по уровню физиологических изменений в организме. В первую очередь эти изменения отмечаются в состоянии сердечно-сосудистой системы (ССС) Для определения изменений ССС и оценки адаптационного потенциала использовался индекс функциональных изменений (ИФИ) [1]. Этот индекс позволяет быстро и объективно оценить состояние здоровья и уровень адаптационных резервов организма, особенно у студентов, постоянно испытывающих стресс, связанный не только с условиями среды, но и с социальными факторами.

Объектом исследования являлись студенты 1–2-х курсов кафедры естественнонаучных дисциплин Педагогического института Иркутского государственного университета. В исследовании приняло участие 57 студентов в возрасте 17–18 лет.

У исследованных студентов определяли морфометрические показатели (рост стоя, рост сидя, масса тела, объем грудной клетки на вдохе и на выдохе) и следующие функциональные характеристики: систолическое артериальное давление (САД, мм рт. ст.); диастолическое артериальное давление (ДАД мм рт. ст.); пульсовое давление (ПД, мм рт. ст.); частота сердечных сокращений (ЧСС уд./мин); проба Штанге, проба Серкина, частота дыхания, статическая балансировка [2]. Функциональную асимметрию головного мозга (ФАГМ) оценивали по комплексному методу [3].

Исследование проводили в процессе обучения на первом и втором курсах дважды в течение учебного года.

При оценке ФАГМ установлено, что 87,84 % студенток были с функциональной активностью левого полушария (ЛП) (1-я группа), 12,16 % – с функциональной активностью правого полушария (ПП) (2-я группа).

Морфометрические характеристики студенток с различий ФАГМ были сопоставимы, за исключением массы тела, которая у студенток 1-й группы составила $86,5 \pm 1,31$ кг, а у 2-й группы – $90,42 \pm 1,93$ кг ($p < 0,05$).

Достоверно значимых различий между характеристиками САД, ДАД и ЧСС студентов с различной ФАГМ не выявлено. Все эти характеристики соответствовали их нормативным значениям для данного возраста. Однако отмечена тенденция более высоких САД, ДАД и ЧСС у студентов с функциональной активностью ЛП.

Значения индекса функциональных изменений составили у студенток с ЛП ФАГМ $2,00 \pm 0,28$ балла, у студенток с ПП ФАГМ – $1,90 \pm 0,30$ балла ($p < 0,05$).

ИФИ до 2,10 – удовлетворительная адаптация системы кровообращения;

ИФИ 2,11–3,20 – напряжение механизмов адаптации;

ИФИ 3,21–4,30 – неудовлетворительная адаптация;

ИФИ более 4,30 – срыв адаптации.

Исходя из того можно сделать следующий вывод, что для двух групп ИФИ являются достаточно адаптированными, и их адаптация считается удовлетворительной, но исходя из результатов можно сказать что группа девушек с преобладанием правого полушария более адаптированы чем группа девушек с левым полушарием.

В настоящее время функциональная асимметрия полушарий головного мозга (ФАГМ) рассматривается как один из факторов, имеющих важное значение в адаптации студентов первых курсов к обучению в институте.

Таким образом, анализ полученных данных показал, что студенты с преобладанием функциональной активности правого полушария более адаптированы, чем студенты с преобладающей активностью левого полушария.

Список литературы

1. Бабаевский Р. М. Оценка эффективности профилактических мероприятий на основе измерения адаптационного потенциала системы кровообращения / Р. М. Бабаевский, А. П. Берсенева, В. К. Бакунин // Здоровоохранение РФ. – 1987. – № 8. – С. 6–10.
2. Осипова Е. В. Физиология человека и животных : учеб.-метод. пособие / сост. Е. В. Осипова. – Иркутск : ИНЦХТ, 2017. – 238с.
3. Реброва Н. П. Функциональная межполушарная асимметрия мозга человека и психические процессы / Н. П. Реброва, М. П. Чернышева. – СПб. : Речь, 2004. – 96 с.

Научный руководитель: д-р биол. наук, проф. Е. В. Осипова

УДК 57(077)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ПРОЕКТОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ БИОЛОГИИ

А. О. Голобородикова, Е. Ю. Борисенко

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
milyukhina.arina@mail.ru*

The article is devoted to the project activity of students in high school.

Среди современных образовательных технологий особенно активно используется проектная деятельность школьников. Идеи проектной деятельности в России были предложены С. Т. Шацким еще в 1905 г. Поэтому, можно считать его традиционным в российской школе.

Требования Федерального государственного стандарта образования к достижению школьниками необходимых результатов при обучении среди личностных результатов выделяются: знание основных принципов и правил отношения к живой природе, сформированность познавательных интересов и мотивов, направленных на изучение живой природы, интеллектуальных умений. Эти же направления отражены в метапредметных и предметных результатах [1]. Все школьные курсы биологии экологизированы.

Решению задач развития и воспитания обучающихся способствует организация активной исследовательской деятельности школьников посредством организации проектов. В процессе нашего педагогического исследования были использованы проекты, которые по общепринятой классификации относятся к информационным и творческим; монопроектам, краткосрочным по продолжительности.

При проведении педагогического исследования особое внимание было уделено краеведческой направленности. В исследовании принимали участие обучающиеся пятого класса МБОУ г. Иркутска СОШ № 77. Разработка проектов проведена с учетом различных форм преподавания уроков, внеклассная работа и индивидуальная исследовательская деятельность школьников.

Представленные школьные проекты предполагают обучение школьников основам исследовательской деятельности на основе работы с информацией и оформлении результатов в виде докладов на аудиторию. Поэтому при исследовании вместе с пятиклассниками определен научный аппарат: актуальность, цель, задачи, гипотеза. Продемонстрированы способы работы с научной и научно-популярной литературой, правила подготовки доклада и выступления с мультимедийной презентацией. Затем, на основе полученных знаний и умений исследователя организована проектная деятельность.

Темы проектов определялись с учетом возрастных особенностей участников, содержанием школьного предмета биологии и интересов школьников. Первым стал урочный краеведческий проект «Растения родного края в легендах и преданиях». Проект посвящен легендам и мифам о цветковых растениях Иркутской области.

Второй проект представлял собой внеклассную работу по изучению редких животных Иркутской области. Его целью стало знакомство учащихся с представителями животного мира родного края, с условиями их жизни, проблемами охраны редких видов.

Учитывая индивидуальные учебные потребности и интересы участников эксперимента, организована индивидуальная исследовательская работа.

Результаты педагогического наблюдения показали, что позиция субъекта участников проектной деятельности из-за сниженных показателей в информационно-событийной и организационно-деятельностной сторонах, наблюдалась позиция пассивного участия у 43 % школьников. После проведения вводных занятий по развитию исследовательских умений у 80 % участников проектов отмечена позиция активного участия, у 20 % – позиция, инициирующая позитивное отношение с окружающими.

Организация проектной работы на уроке и во внеклассной деятельности с предварительной подготовкой школьников по развитию исследовательских умений позволяет активизировать познавательную активность. Применение краеведческого материала при использовании методов проекта позволяет повысить интерес обучающихся к изучению природных объектов и их охране.

Список литературы

1. Примерные программы по учебным предметам. Сер. 2. Стандарты Второго поколения. – М. : Просвещение, 2010. – 54 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ И КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В БОЛЬШОМ ПРАКТИКУМЕ ПО ЭКОЛОГИИ

И. О. Еропова, И. В. Аров, Е. А. Мишарина

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
eropova.irina@yandex.ru*

The study of structural and functional characteristics of biocenoses is carried out at model objects – zooplankton and macrozoobenthos. Students are taught the basics of the cameral processing of educational materials and analysis of the data. It forms the student's holistic systematic approach of studying natural communities and ecosystems.

В системе подготовки эколога-бакалавра большое место занимает овладение современными методами изучения структуры и функционирования биологических систем разного уровня организации – от организменного до биоценотического. Углубление и закрепление умения и навыков использования современного оборудования для изучения экологических свойств экосистем и их структурных и функциональных компонентов, анализа и оформления полученных результатов, является целью “Большого практикума по экологии”. Для достижения поставленных целей необходимо использовать знания и умения, полученные на лабораторных занятиях с привлечением материалов, касающихся непосредственных научных интересов обучающихся. В качестве модельных объектов для изучения структурных и функциональных свойств биологических систем наиболее пригодны водные животные, их популяции и сообщества.

Оценка воздействия абиотических и антропогенных факторов среды на гидробионтов, их экологической валентности осуществляется в ходе экспериментальных работ и получения резистентных и преферентных характеристик отдельных видов. Овладение методами изучения структуры и, отчасти, функционирования систем надорганизменного уровня достигается применением гидробиологических сборов коллекции кафедры зоологии беспозвоночных и гидробиологии – сообществ зоопланктона и макрозообентоса.

Качественные и количественные характеристики зоопланктона, его структурные показатели (индекс доминирования, Индекс Шеннона) являются при камеральной обработке проб зоопланктона и дальнейшем анализе полученных результатов [2]. Использование проб планктона различных озер и водохранилищ демонстрирует варьирование видового состава и структурных характеристик зоопланктона в зависимости от гидрологических характеристик водоема, его трофности. Оценка антропогенного воздействия и сапробности воды методом Пантле-Букка [3]

более эффективна при анализе проб водоемов урбанизированной зоны. Соответствующие сборы проводились и хранились на кафедре с 2008 г., что позволяет продемонстрировать многолетнюю изменчивость, по крайней мере, видового состава некоторых озер г. Иркутска. Переход к функциональным показателям сообщества зоопланктона достигается расчетом биомассы и приблизительной оценкой интегральной продукции при наличии известных Р/В коэффициентов, что дает возможность оценить соотношение мирного и хищного зоопланктона, напряженность трофических сетей. Таким образом достигается сопряженность с другими дисциплинами базовой части, например, “Биопродуктивность экосистем”. Интересные с педагогической точки зрения результаты получены при обработке одной и той же пробы разными студентами. Субъективизм в получении первичных данных позволяет продемонстрировать дальнейшие существенные расхождения в оценке ими структурных показателей сообществ, его устойчивости, сапробности водоемов.

Макрзообентос в материалах кафедры представлен, в основном, собранными в пределах г. Иркутска и Иркутской области пробами потамобентоса. В процессе работы достигаются навыки камеральной обработки, идентификации таксонов животных (от уровня семейства до видового), подсчета плотности населения и биомассы [1]. В рамках системного подхода и понимания взаимосвязи компонентов экосистемы анализируется значение макробентоса как кормовой базы для рыб. Большое значение работа с макробентосом имеет для овладения методами анализа (в том числе экспресс-анализа) антропогенного воздействия на природные водотоки и водоемы – индексы Майера, Вудивисса, Балушкиной и Гуднай-Уотлея [3]. Для работы с первыми двумя индексами в реальных материалах часто не хватает индикаторных таксонов, поэтому приходится прибегать к “сборным” пробам, добавляя недостающие таксоны.

Таким образом, можно отметить, что реализуемая на базе материала кафедры зоологии беспозвоночных и гидробиологии часть программы большого практикума способствует формированию у студентов-бакалавров целостного системного подхода в изучении природных сообществ и экосистем, а это необходимое условие для освоения общепрофессиональной компетенции ОПК-2. Умение оценивать антропогенное воздействие на водоемы по состоянию зоопланктона и зообентоса способствует освоению компетенции ПК-19. Индивидуализация выполнения заданий большого практикума помогает формированию субъектности будущего эколога – исследователя или практика, а акцентирование практической работы на материалах, полученных в Байкальском регионе, поможет будущим специалистам свободно ориентироваться в разнообразии методов, направлений экологических исследований и их практическом применении.

Список литературы

1. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция / Науч. ред. Г. Г. Винберг, Г. М. Лаврентьева. – Л. : ГосНИОРХ, 1983. – 52 с.
2. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов в гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция / Науч. ред. Г. Г. Винберг, Г. М. Лаврентьева. – Л. : ГосНИОРХ, 1984. – 33 с.
3. Макрушин А. В. Биоиндикация загрязнений внутренних водоемов / А. В. Макрушин // Биологические методы оценки природной среды. – М. : Наука, 1978. – С. 123–137.

УДК 378.14

ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ ОБЩЕЙ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ БАКАЛАВРОВ

Н. В. Легостаева, Е. Ю. Борисенко

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
legostan@mail.ru*

The process of development of technological processes involves the use of interdisciplinary knowledge, because it allows you to form a comprehensive vision of the problem and its solutions. Mastering the ecological culture is impossible without a holistic vision of all the features of technology.

Научно-технический прогресс (НТП) привел к резкому изменению человеческой жизни: увеличение продолжительности жизни, создание информационного общества, разработка и внедрение новых технологий по производству товаров и услуг и т. д. Однако есть и отрицательные стороны НТП: резко возросла нагрузка на природу, что привело к техногенным катастрофам, авариям, загрязнению окружающей среды.

Между НТП и природой возникло противоречие: развитие общества или рациональное природопользование. Решение экологических проблем, которые мы наблюдаем в настоящее время, возможно найти, если создать условия для формирования экологической культуры у большинства граждан Российской Федерации. Непрерывное экологическое образование и воспитание начинается в дошкольных образовательных учреждениях, продолжается в курсах начальной, основной школ, в старших классах, и затем в учреждениях начального, среднего и высшего профессионального обучения.

Особенно пристальное внимание по формированию экологической культуры и знаний в профессиональном обучении уделяется дисциплинам естественнонаучного цикла. Требованиями Федерального образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» (уровень бакалавриата) предусматривается достижение обучающимися компетенций, которые позволят ре-

шать профессиональные задачи планирования и выполнения мероприятий по предупреждению производственного травматизма, профессиональных заболеваний и экологических нарушений.

Выпускник, освоивший программу бакалавриата «Химическая технология», должен обладать такими профессиональными компетенциями, как способность принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения.

Кроме того, он должен уметь разрабатывать технологические процессы, выбирать оборудование для осуществления этих процессов с учетом рационального природопользования и экологического воздействия на окружающую среду.

Высокий уровень сформированности этих компетенций предполагает системный подход к преподаванию многих химических дисциплин. Процесс разработки технологических процессов предполагает использование междисциплинарных знаний, так как позволяет сформировать комплексное видение проблемы и ее решения. В процессе преподавания дисциплины «Общая химическая технология» обучающиеся получают представление о критериях выбора технологической цепочки: об определении основных химико-технологических процессов. Рассматриваются способы осуществления и управления химико-технологических процессов, их аппаратное оформление, определение образующихся побочных продуктов и отходов.

Овладение экологической культурой невозможно без целостного видения всех особенностей, нюансов технологии, что в свою очередь не осуществимо, если выпускник не овладел общепрофессиональными и профессиональными компетенциями, в частности способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, готовностью использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире; способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения.

Овладение общепрофессиональными и профессиональными компетенциями предполагает освоение ряда дисциплин. «Общая и неорганическая химия» дает представление об основных химических законах и закономерностях, основных классов, свойств неорганических соединений, сферы применения. Изучение «Физической химии» необходимо для понимания процессов, происходящих при физико-химических процессах; процессах и аппаратах химической технологии и их аппаратном оформлении. «Экология» включает знания о загрязняющих веществах, методах нормирования выбросов и вредных веществ.

Структура дисциплины «Общая химическая технология» включает в себя четыре крупных блока: основные понятия и закономерности в химической технологии; сырьевая подсистема химической промышленности; энергетическая подсистема; конкретные производства важнейших химических соединений.

В первом блоке рассматриваются критерии эффективности, материальный и энергетический балансы, классификация химико-технологических процессов (ХТП), увеличение скорости ХТП, химическое равновесие и каталитические процессы.

Второй блок включает в себя сырьевую подсистему: свойства сырья, подготовку сырья, в том числе процессы обогащения.

Третий блок содержит информацию о топливно-энергетических ресурсах, методах переработки топлив различного агрегатного состояния.

В четвертом блоке рассматриваются конкретные производства важнейших химических соединений: серной и азотной кислот, аммиака, этанола, минеральных удобрений, электрохимическое производство и др.

Методика изучения всех блоков основана на применении междисциплинарных связей в ранее изученных дисциплинах через осуществление системы повторения. Такой подход предполагает формирование не только знаний о реально существующих производствах, но и умения управлять процессами химической технологии. Формируются также умения проектировать технологические цепочки и оценивать целесообразность осуществления технологий на практике. При этом студент руководствуется не только экономической, технологической, но и экологической целесообразностью.

УДК 616.98.578.828-053.6

ПРОФИЛАКТИКА ВИЧ-ИНФИЦИРОВАНИЯ СРЕДИ МОЛОДЕЖИ

Д. И. Мурашова, Е. Ю. Борисенко

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
dashcevich@gmail.com*

To carry out high-quality HIV prevention activities among young people, it is necessary to take into account the features of education and development of different age groups and the emotional component of the activities themselves.

Информация о ВИЧ-инфекции появилась в нашей стране в конце 80-х гг. прошлого века. Из-за быстрого распространения, данное заболевание стало проблемой мирового сообщества. За десять лет болезнь прогрессировала у большинства людей, принимающие инъекционные наркотические средства, позже начал преобладать половой путь переда-

чи ВИЧ. Так ВИЧ-инфекция вышла на популяционный уровень. Для Иркутской популяции высокая зараженность в 3 951 человек в 2017 г. связана со многими проявлениями жизни общества: с миграционными потоками, ростом количества наркозависимых людей, безответственным отношением отдельных представителей населения к своему здоровью и здоровью окружающих [1].

Наиболее активно процесс инфицирования проходит среди молодежи. У наркозависимых людей, относящихся к группе риска, вполне понятны причины заражения. Тревогу вызывает группа социально благополучных молодых людей, обучающихся в учебных заведениях разных ступеней образования, среди которых также наблюдается активность распространения инфекции. Поэтому необходимым условием сохранения здоровья этой группы молодежи является профилактика ВИЧ-инфекции. Что и определило тему нашего исследования.

Педагогическое исследование «Профилактика ВИЧ-инфицирования среди молодежи» включает три этапа: знакомство с литературой по проблеме исследования, разработка диагностического материала, организация и проведение профилактических мероприятий, проведение диагностики, подведение итогов исследования.

На первом этапе исследования было определено, что Профилактика ВИЧ-инфекции среди молодежи разновозрастных групп имеют свои особенности. Это обусловлено наличием может разного уровня знаний об инфекции и понимания ее опасности обучающимися учебных заведений разных ступеней (школы, начального, среднего и высшего профессионального образования). Немаловажным фактором является и то, в каких условиях идет развитие личности и социализация молодого человека, какая микро- и мезосоциосреда его окружает.

Поэтому был проведен анализ школьной программы биологии, который показал, что ее содержание входят темы, которые с научной точки зрения объясняют причины заражения ВИЧ и их последствия [2]. Исследования начинались при сотрудничестве с Народным Фондом Образования, предоставившим кинофильм «ВИЧ-инфекция. Принципы профилактики», базирующийся на материале, полученном в медицинских учреждениях г. Иркутска. Проведена разработка анкет для родителей школьников, молодежи, обучающейся в разных образовательных учреждениях. Анкета включает три раздела: знание о ВИЧ-инфекции, отношение к сроку начала половой жизни среди молодежи и безопасное поведение в быту, т. е. имеет рефлексивную направленность.

Второй этап педагогического исследования включает в себя: проведение родительских собраний, проведение профилактических мероприятий среди школьников, среди студентов отделения физико-математического, естественнонаучного и технологического образования Педагогического института ИГУ, Иркутского государственного техникума авиастроения и

металлообработки и Педагогического колледжа г. Ангарска. Всего в исследовании участвовало 164 человека.

Результаты проведенного исследования в школе показали, что 100 % анкетированных родителей выразили согласие на демонстрацию всех фрагментов фильма. Согласие было необходимо, так как в представленном фильме озвучивается информация о контрацептивах и интервьюируются люди, имеющие заболевание СПИД. Родителя школьников также выразили согласие и на проведение других форм профилактики.

Анкетирование школьников восьмого-одинадцатого классов показали, что только 64 % обучающихся понимают необходимость безопасного поведения, 100 % показали знания о ВИЧ-инфекции и путях заражения. Профилактические беседы при этом в школе проводятся регулярно.

Как было отмечено выше, анкеты для студентов включали три части и имели рефлексивный характер. А именно, первая часть – наличие знания о ВИЧ и ВИЧ-инфицированных людях в своем окружении, вторая часть выявляет отношение молодых людей к самоопределению срока начала половой жизни, третья часть рассматривает отношение анкетированных к безопасному поведению. Анализ анкет студентов отделения физико-математического, естественнонаучного и технологического образования Педагогического института ИГУ показал, что знают 97 % об этом заболевании, путях передачи, а также 4 человека знают, что в их окружении есть люди с ВИЧ-статусом. Отношение к сроку начала половой жизни среди молодежи, «за» и «против», говорит о том, что 80 % согласны на развитие половых отношений чтобы доказать свою любовь и казаться более взрослым, из-за любопытства в отношении секса и боязнь быть «белой вороной», что явно повышает опасность оказаться в «группе риска». В представленных анкетах выбор поведения и личных решений испытуемых дали понять, что для каждого человека его выбор связан с уровнем развитости личностных качеств и способностями ответственного выбора, т. е. наличием экзистенциальной направленности.

Проведенные профилактические мероприятия включали демонстрацию кинофильма о распространении ВИЧ-инфицирования в г. Иркутске. Результаты педагогического наблюдения показали, что наличие эмоциональной составляющей при проведении таких мероприятий положительно сказывается на восприятии информации и изменении позиций молодежи в плане выбора безопасного поведения.

Вследствие выше сказанного можно сделать следующие выводы: на фоне роста ВИЧ-инфицирования имеющейся профилактики недостаточно. При проведении таких мероприятий важно получение результатов диагностики о знаниях по данной проблеме и убеждениях определенной возрастной группы молодежи. Необходим особый акцент на изучение отдельных тем в школе и введение знаний в разных формах преподавания в учреждениях профессионального образования (вирусы, ЗППП,

ВИЧ-инфекция, СПИД), разъяснительная работа с родителями; учет эмоциональной составляющей на профилактических мероприятиях и приемов рефлексии для дальнейшей работы в этом направлении.

Список литературы

1. Официальная статистика ВИЧ, СПИДа в России [Электронный ресурс] / URL: spid-vich-zppp.ru/statistika/ofitsialnaya-statistika-vich-spid-rf-2016.html#i-43 (дата обращения: 07.02.2018)

2. Примерные программы по учебным предметам. Биология. 6–9 классы. Естествознание. 5 класс. – М. : Просвещение, 2010. – 80 с. – (Стандарты второго поколения).

УДК 37.033

О НЕКОТОРЫХ АСПЕКТАХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ И ОБРАЗОВАНИЯ

Г. А. Тетерина, В. П. Саловарова

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
galina.teterina.91@mail.ru*

The real world is a multi-faceted world, but it is quite changeable and contradictory. A special place in such a world is occupied by the problems of the environment, which every day become significant. And today there is an acute question about the need to change our attitude to nature and to ensure proper upbringing and education of the new generation.

Настоящий мир – это мир многогранный, при этом он достаточно изменчив и противоречив. Особое место в таком мире занимают проблемы окружающей среды, которые с каждым днем приобретают значительные масштабы. И именно сегодня остро стоит вопрос о необходимости изменения нашего отношения к природе и обеспечения должного воспитания и образования нового поколения. При этом основой благополучного развития человечества должен стать симбиоз человека и природы. Каждый человек на Земле должен понимать, что только при достижении определенной гармонии с природой возможно дальнейшее успешное существование.

Поколения сменяются поколениями, вместе с этим меняются знания, ценности, которые, несомненно, прививаются с детства. С детства надо учиться жить в согласии с природой, ее законами и принципами, но эта деятельность не должна ограничиваться только детским возрастом [1].

Экологическое воспитание – это формирование у людей всех возрастов высокой экологической культуры всех видов человеческой деятельности, так или иначе связанных с познанием, освоением, преобразованием природы.

Экологическое образование и воспитание в современном мире должно охватывать все возрасты, оно должно стать приоритетным в развитии общества как высшей ступени. Экологическими знаниями должны

обладать абсолютно все, что реализуется в сфере образования и науки. Активно внедряются в учебные планы дисциплины, непосредственно связанные с экологией и рациональным природопользованием.

Цель экологического воспитания – формирование ответственного отношения к окружающей среде, которое формируется на основе развитого экологического сознания.

Цель экологического воспитания достигается по мере решения следующих задач:

- образовательных – формирование системы знаний об экологических проблемах современности и различных путях их решения;
- воспитательных – формирование мотивов, потребностей и привычек экологически целесообразного поведения и деятельности, здорового образа жизни;
- развивающих – развитие системы интеллектуальных и практических умений по изучению, оценке состояния и улучшению окружающей среды своей местности; развитие стремления к активной деятельности по охране окружающей среды.

Большую роль в развитии теории нравственного воспитания в процессе общения с природой внесли известные деятели педагогической науки и просвещения К. Д. Ушинский, В. Г. Огородников, В. А. Сухомлинский и др.

У населения очень часто возникает четкое представление о том, что проблемами экологии должны заниматься некие высшие инстанции, а роль простого человека, в решении экологических проблем, очень мала и не имеет особого значения.

Но изначально экологический опыт закладывается в ситуациях, когда эмоционально-чувственная сфера человека обнажается – это происходит в период детства: дети получают радость от общения с природой, страдают и грустят, в том числе замечая негативные последствия своего воздействия как антропогенного фактора. В этом случае именно семья в тесном контакте со своими детьми может создавать такие ситуации, которые формируют у них экологическое мировоззрение [2].

Так, например, в каждой семье формируется своя особая психологическая среда, которая отражает отношение к окружающему миру. Взгляды родителей являются основополагающими в формировании экологической культуры подрастающего поколения. К сожалению, в условиях современного мира достаточно часто ориентиры семьи направлены на экономические и личностные интересы (урбанизация, желание иметь что-то большее и др.), а природа в аспектах ценностях не рассматривается.

В настоящее время необходимо формировать экологическую культуру, как социально необходимую в развитии нравственного качества личности.

Экологическое воспитание, в частности, не должно иметь волнового характера. Знания, полученные в школе по природоведению, географии, биологии, химии, физике, должны активно использоваться в процессе изучения экологии как дисциплины. Обычно студент обладает достаточным запасом экологической информации, что является фундаментом для построения новых знаний.

В работе со студентами можно выделить следующие направления, которые способствуют развитию экологической грамотности в условиях современности:

- анализ остаточных знаний в области экологии и экологического воспитания с помощью входного контроля;

- развитие интереса к вопросам взаимоотношений человека с природой посредством ознакомления с основными принципами и правилами экологии как науки – все связано со всем, ничто никуда бесследно не исчезает и др.

- формирование экологического восприятия – умения слышать, видеть, обонять, осязать природу во всей ее гармоничной естественной и эстетической целостности, если это не всегда получается сделать в прямой форме, то целесообразно использовать наглядные материалы: презентации, видеоролики, фотографии;

- формирование философского понимания значения экологии для человека, развитие способности к осуществлению анализа той или иной деятельности человека: что будет, если я ...

- формирование прямых-обратных связей, развитие критического мышления – описание экологических ситуаций с разных сторон;

- развитие социально ценных мотивов личного отношения студентов к природе и родине, например, выполнение задания «Экологические проблемы моего города и методы их решения».

- вовлечение студентов в непосредственную работу по охране природы и среды обитания;

- осуществление экологического дизайна интерьера учебных аудиторий, кабинетов, коридоров: размещение комнатных растений, растительных композиций, плакатов и фотостендов на экологические темы.

Таким образом, экологическое воспитание – непрерывный процесс, который осуществляется на протяжении всей жизни человека. Научно-техническое развитие идет вперед, и даже взрослому человеку необходимо совершенствовать свои знания в вопросах экологии современного производства и хозяйственной деятельности.

Список литературы

1. Константинов В. М. Экологические основы природопользования: учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образ. / В. М. Константинов, Ю. Б. Челидзе. – М. : Академия, НМЦ СПО, 2001. – 206 с.

2. Коробкин В. И. Экология в вопросах и ответах: учеб. пособие / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. – Ростов н/Д: Феникс, 2009. – 378 с.

ВОСПИТАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОТВЕТСТВЕННОГО ПОВЕДЕНИЯ У СТУДЕНТОВ ПОСРЕДСТВОМ УЧАСТИЯ В ОБЩЕСТВЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЕКТАХ

Е. В. Туезова

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
etuezova@bk.ru*

This article discusses the need for environmental education of students by involving in environmental activities on the example of the Ecoclub «ECLIPS» at the Pedagogical Institute of Irkutsk state University.

Количество экологических проблем в последнее время неуклонно увеличивается. Наблюдается растущая тенденция техногенных катастроф и неблагоприятных явлений в природе. Во многом вина за происходящее лежит на плечах человека. В связи с этим, важнейшей задачей человечества должна быть забота об экологическом состоянии окружающей среды. Экологические знания должны стать приоритетными в общей системе человеческих знаний.

Экологическое образование не только дает знания в области экологии, знакомит с общими закономерностями развития природы, взаимодействия общества с окружающей средой, но и способствует экологическому воспитанию, повышению культуры, формированию экологической этики, морали и нравственности [1].

Обучаясь в вузе, студенты должны получить не только экологические знания, но и приобрести определенные умения и навыки. Большое значение имеет экологическая практика, направленная на выполнение социально значимых проектов, требующих совместных действий и изменения личного и коллективного поведения. То есть важнейшим элементом экологического образования является переход от обучения знаниям к обучению действием. Активные методы обучения предполагают тесное сотрудничество студента и преподавателя.

В нашем вузе уже имеется достаточно серьезный опыт подобной деятельности.

Так, в 2005 г. силами студентов-экологов и преподавателей кафедры экологии и кафедры социально-гуманитарных дисциплин был организован экоклуб «ЭКЛИПС» – это экологический клуб любителей и профессионалов. Неформальная, общественная группа единомышленников, объединенная идеей изучения и охраны природы, формирования экологического сознания и поддержки экологических инициатив.

На заседаниях клуба обсуждаются вопросы экологии, экологического образования, мониторинга окружающей среды и многое другое. Участие принимают студенты различных специальностей и факультетов.

Часто приглашаются научные сотрудники, педагоги и специалисты различных организаций, работающих в сфере охраны природы, экологической безопасности и природопользования.

В 2008 г. клуб начал работу по международной программе «Эко – школа / Зеленый флаг». В рамках этого направления мы осуществляем работу по разделу «Отходы», которая выполняется факультетом с момента вступления в программу. Основные направления работы в этой сфере связаны с уменьшением количества отходов, в нашем случае больше бытовых, или повторным использованием и переработкой. Ежегодно проводятся конкурсы среди студентов на лучшую поделку из вторичного сырья и использованных материалов, осуществляется сбор макулатуры и батареек на кафедре нашего факультета.

Кроме этого реализуется ряд мероприятий: конкурсы стенгазет экологической направленности, конкурсы экологических кодексов, проводятся экологические квесты, квизы, познавательные игры.

Работа экоклуба проводится не только в стенах нашего вуза, но и на особо-охраняемых природных территориях. С 2012 г. клуб участвует в посадке сосен в «Кайской роще». Этот лес является уникальным и был умирающим. А сегодня у него появилась надежда жить. Более 11 500 молодых деревьев было посажено силами неравнодушных жителей нашего города, среди которых были и студенты вуза.

В Ботаническом саду и в лесу в окрестностях базы полевых практик в пос. Большое Голоустное проходит развешивание, сделанных студентами синичников. Также проводится контроль заселения синичников, контроль успешности размножения гнездящихся птиц и чистка синичников.

Изготовление, развешивание и уход за искусственными гнездовьями помогает в воспитании экологической культуры. Кроме того, наблюдение за птицами – это важная составляющая формирования экологического мировоззрения и эстетического восприятия окружающего мира.

Так, студенткой 4 курса направления «экология и природопользование» Е. В. Туезовой при поддержке кандидата биологических наук И. И. Тупицына был разработан проект «Привлечение птиц в искусственные гнездовья». И в декабре 2017 г. на областном конкурсе экологических проектов «Сохраним прошлое и будущее озера Байкал», проводимом Ассоциацией «Защитим Байкал вместе», был выигран грант на реализацию данного проекта в 2018 г.

Волонтерская работа студентов вуза, также часто связана с уборкой мусора на озере Байкал и в окрестностях г. Иркутск.

Результатами своей работы студенты делятся на студенческих региональных и всероссийских научно-практических конференциях.

В 2017 г. на традиционной ежегодной межрегиональной конференции с торжественной церемонией вручения Зеленых флагов образовательным учреждениям наш ВУЗ был награжден девятым Зеленый фла-

гом за активную и эффективную экологическую деятельность, сертификатами за верность идеям устойчивого развития, настольной игрой «Жизнь без отходов», а также кружкой с памятной надписью «Вы были первыми». Педагогический институт первый из высших учебных заведений получил Зеленый флаг – это знак мирового признания.

Творческая работа студентов и школьников с применением различных форм обучения позволит изменить поведение человека, сменить его ценностные ориентиры. Новые подходы к образованию и воспитанию будут способствовать формированию экологической культуры личности. Все это реализуется в следовании экологическим законам, использовании этих законов для нужд человека. Такой подход поможет избежать кризисных экологических ситуаций.

Список литературы

1. Гулиев Р. Д. Международный экологический учебный центр как метод повышения экологических знаний и культуры студентов / Р. Д. Гулиев // Экологическое образование в интересах устойчивого развития: тез. докл. XVI международной конференции. – Санкт-Петербург: Зеленый крест, 2010 – С. 199–201.

Научный руководитель: канд. биол. наук, доц. И. И. Тупицын

УДК 598.2:379.852

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАУНЫ НАЗЕМНЫХ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ИРКУТСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ЗООЛОГИЧЕСКИХ ЭКСКУРСИЙ ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ Г. ИРКУТСКА

Н. Г. Ту-Си

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
nadya.tusi.95@mail.ru*

The aim of the study to develop for students grades 7, in accordance with the program of the discipline «Biology» to consolidate and control knowledge on the topic «Class Birds (Aves)». Excursions in the discipline of biology allow achieving strong, conscious knowledge, to establish a connection of theory with practice in the learning process.

Ботанический сад расположен на юго-западном склоне Кайской горы на территории Глазковского предместья Свердловского района города Иркутска. Территория 27,08га включает сосновую рощу. Вся растительность разделена на культивируемые и некультивируемые виды [1].

Зимой 2016–2017 и 2017–2018 гг. нами были проведено зоологическое обследование территории ботанического сада ИГУ с целью выяснения фауны позвоночных животных, зимующих в нашем регионе. На ос-

новании этих исследований была разработана экскурсия для детей школьного возраста.

Цель экскурсий: углубить и расширить знания детей о зимующих птицах.

Предметные результаты: познакомить учащихся с разнообразием птиц на примере ботанического сада. Отметить видовой состав фоновых птиц и особенности их жизни зимой; содействовать расширению знаний учащихся о птицах, их внешнем виде, поведении, способе добывания пищи и образе жизни; обратить внимание на приспособления птиц к определенным условиям жизни.

Метапредметные результаты: способствовать развитию познавательных процессов учащихся, наблюдательности;

Личностные результаты: развивать у учащихся понимание экологических взаимосвязей в природе, любовь к родному краю.

Маршрут экскурсии: посещение окрестностей ботанического сада Иркутского государственного университета.

Оборудование и материалы: бинокли, определители птиц, полевой дневник.

Ход работы.

1. Проведение инструктажа по технике безопасности (поведение в автобусе, поведение в ботаническом саду ИГУ).

2. Разъяснения правил работы с зимними птицами.

3. Вводная беседа:

Те птицы, которые улетают на юг, называются перелетными. Зимующие птицы – птицы, которые встречаются у нас зимой. Сюда входят те, которые с приходом зимы не улетают на юг, а остаются зимовать в своем родном краю. Ученые их называют оседлыми. А есть ещё птицы кочующие. Кочующими называют птиц, которые постоянно передвигаются с места на место в поисках пищи. Кочующих птиц можно встретить и зимой, и летом.

– Как называется наука, изучающая птиц?

– Чем занимается орнитолог?

2. Самостоятельная работа по заданиям

Но прежде мы выполним с вами несколько заданий:

Задание 1. Назовите признаки, которые отличают птиц от изученных Вами ранее классов позвоночных животных?

Задание 2. Укажите на рисунке названия органов внешнего строения птиц. Впишите в кружочки цифры, указывающие названия органов внешнего строения птиц.

Задание 3. Каковы характерные особенности внешнего и внутреннего строения птиц в связи с их приспособлением к полету.

4. Описание погодных условий, которые следует записать в специальный бланк.

5. Знакомство с птицами. Внимательно понаблюдайте за птицами. Для этого возьмём бинокль и следуйте за мной. Помните, что нужно соблюдать правила.

Все наблюдения следует записать в специальную карточку:

Название птицы	Описание внешнего вида	Поведение	
		Способы передвижения	Способы добывания пищи

Если не знаете название птицы, заполните только 3 последних столбца. С помощью определителя дайте название птицы и её классификацию.

6. Общее заключение по экскурсии (в природе).

7. Обработка (на занятиях, дома) обучающимися собранного (на экскурсии) материала и подготовка отчета об экскурсии.

Выполнение во время экскурсии заданий, связанных с конкретными наблюдениями, развивает у учащихся исследовательские наклонности и самостоятельность в добывании знаний. При этом они входят в тесный контакт с объектами природы, которые оказывают на них большое воспитывающее влияние: у них вырабатывается ответственность за порученное дело, умение доводить начатое дело до конца, развивается чувство коллективизма.

Список литературы

1. Кузеванов В. Я. Ресурсы ботанического сада Иркутского государственного университета / В. Я. Кузеванов, С. В. Сизых. – Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2005. – 243 с.

Научный руководитель: д-р биол. наук, проф. С. В. Пыжьянов

УДК 502:370

ОПЫТ СОТРУДНИЧЕСТВА С ОБЩЕСТВЕННЫМИ ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ ОБРАЗОВАНИЮ И ВОСПИТАНИЮ

Л. Н. Улановская

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
ludmilka-caz@yandex.ru*

Cooperation of environmental organizations is one of the components of the system of environmental education. Pedagogical Institute of Irkutsk state University actively uses the principle of cooperation. This is expressed in the form of a significant number of joint activities with public organizations, schools, organizations of additional education.

Эффективная организация экологического образования, может быть достигнута только комплексным, системным подходом. Идея сотрудничества, диалога, партнёрства во взаимоотношениях экологических организаций и учреждений является основополагающим принципом межличностных отношений и одной из составляющих экологического образования [1].

Существует необходимость в налаживании более тесного сотрудничества и партнерства между заинтересованными сторонами. Привлечение партнеров для организации работы по экологическому воспитанию и образованию учащихся позволяет расширить возможности для экологического просвещения обучающихся, расширяет творческое взаимодействие с другими учреждениями и организациями и создать условия для научно-исследовательской деятельности учащихся. Такие активные методы обучения предполагают тесное сотрудничество студентов, преподавателей, представителей общественных организаций, методистов системы дополнительного экологического образования.

При подготовке учителей в Педагогическом институте Иркутского государственного университета активно используется принцип сотрудничества и реализуется на практике в виде проведения большого количества совместных мероприятий с общественными организациями, школами, организациями дополнительного образования [2]. Студенты педагогического института ежегодно выезжают на полевые практики, работают в полевых научных экспедициях на Байкале и прилегающих территориях.

Многие проекты в области изучения и сохранения природы реализуются на уровне международного сотрудничества. Как пример, это проведение в течение последних нескольких лет выездных полевых практик по биологии на Байкале и в Казахстане, в пределах Баянаульского национального парка, в рамках договора о международном сотрудничестве между Павлодарским государственным педагогическим институтом и Педагогическим институтом ИГУ. По результатам исследований издано несколько сборников научных статей студентов и преподавателей. Таким образом, появляется возможность перенять опыт экологического образования других стран и поделиться собственным.

Выпуск учебно-методических пособий является важным элементом в экологическом образовании. Кафедра естественнонаучных дисциплин, в сотрудничестве со школами и другими образовательными организациями, выпустила «I областной сборник инновационных учебных программ по дисциплинам естественнонаучного предметного блока» [3]. Кроме того, имеется опыт реализации проекта СЭМ – Сеть школьного Экологического Мониторинга, в рамках которого налажены контакты более чем с 30 экологическими организациями и школами Байкальского региона. Опубликован сборник трудов участников проекта «Вопросы организации и ведения локального общественного экологического мониторинга» [4]. Опубликовано 19 статей по ведению мониторинга и орга-

низации наблюдений за объектами живого мира. Коллектив авторов представлен школьниками сельских и городских школ, студентами и преподавателями вузов, а также преподавателями дополнительного образования Областного детского эколого-биологического центра.

Результативное сотрудничество Педагогического института налажено с ФГБУ «Заповедное Прибайкалье». К 100-летию создания заповедной системы России и Году экологии в России была проведена студенческая научно-практическая конференция. Студенты биологи и экологи проходят практики на базе заповедника, выполняют курсовые и дипломные работы.

Активное сотрудничество налажено с «Центром развития дополнительного образования детей» Иркутской области. Совместно с кафедрой естественнонаучных дисциплин проводятся областные олимпиады по биологии и экологии, преподаватели кафедры выступают экспертами и членами жюри на научно-практических конференциях и других мероприятиях, проводимых центром.

С 2009 г. наш вуз является участником международной программы «Эко – Школы/Зеленый флаг». Реализация данного проекта позволяет привлечь молодых людей к практическому участию в работе по направлениям программы и способствует активному их приобщению к получению знаний о состоянии окружающей среды и об экономном использовании природных ресурсов, в целях формирования экологической культуры [5]. О результатах нашей работы и предстоящих действиях можно узнать на странице экоклуба «ЭКЛИПС» на сайте кафедры естественнонаучных дисциплин ПИ «ИГУ» (http://bio.vsgao.com/stud_societ.htm).

По нашему мнению сотрудничество с нашими партнерами является эффективным. Мы, выполняем совместные проекты, реализуем комплексный подход к воспитанию и экологическому просвещению, организуем конкурсы, семинары, смотры. Обеспечиваем открытость, непрерывность и доступность экологического образования и просвещения.

Список литературы

1. Грудзинская Е. Ю. Активные методы обучения в высшей школе [Электронный ресурс]: учебно-метод. материалы / Е. Ю. Грудзинская, В. В. Марико. – Нижний Новгород, 2007. – 182 с. – Режим доступа: <http://www.unn.ru/pages/issues/aids/2007/88.pdf>
2. Развитие системы экологического образования педагогов в Восточно-Сибирском регионе / И. И. Тупицын, О. Г. Пенькова, Е. Ю. Борисенко, В. А. Подковыров // Природа и человек в пространстве культуры : материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. Году экологии в РФ. Уфа, 27 апр. 2017 г. Ч. 2.– Уфа : РИЦ БашГУ, 2017. – С. 118–122.
3. Областной сборник инновационных учебных программ по дисциплинам естественнонаучного предметного блока. – Иркутск : Изд-во Иркут. гос. пед. ун-та, 2009. – 203 с.
4. Вопросы организации и ведения локального общественного экологического мониторинга: сб. науч. ст. / ред. И. И. Тупицын. – Иркутск : Изд-во ИГПУ, 2008. – 70 с.
5. Тупицын И. И. «Эко-школы» в стенах вуза, опыт восьми «зелёных флагов» / И. И. Тупицын, В. А. Подковыров, В. И. Метелица // Международная программа «Эко-

школы / Зелёный флаг» в Байкальском регионе : сб. ст. к 15-летию программы в России. – Иркутск : Аспринт, 2017. – С. 110–118.

Научный руководитель: канд. биол. наук, доц. И. И. Тупицын

УДК 57(077)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗВИТИЯ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ БИОЛОГИИ

А. В. Хирова, Е. Ю. Борисенко

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
Anastasia.hi@mail.ru*

When teaching biology, it is advisable to use technology to develop critical thinking. With its use, cognitive activity and the quality of mastering of knowledge by schoolchildren are increased.

В современном школьном образовательном пространстве произошли серьезные изменения в подходе к организации учебно-воспитательного процесса. Стандартом образования выделены определенные требования к личностным, метапредметным и предметным результатам обучения [2]. Появилось большое количество современных образовательных технологий. Казалось бы, созданы все условия для гармоничного развития личности школьника и получения качественного образования.

Однако современного ученика зачастую бывает трудно мотивировать к познавательной деятельности, к ответственному выбору получения знаний. Не смотря на наличие множества образовательных технологий, перед учителем всегда стоит выбор наиболее целесообразной из них в конкретно сложившихся условиях конкретного образовательного учреждения и его контингентом обучающихся. На выбор педагогом нужной педагогической технологии влияют также учет возрастных особенностей школьников, уровень развития их психических процессов и, конечно, содержание преподаваемой дисциплины. Так, например, при обучении экологизированному курсу – биологии, согласно требованиям федерального государственного стандарта, первоочередной задачей для учителя становится развитие у обучающихся способности к выявлению причинно-следственных связей, анализу, выводам и обобщениям при изучении взаимосвязей в живой природе, при решении вопросов экологического воспитания [2].

На наш взгляд, универсальной технологией для достижения метапредметных результатов при обучении биологии, является технология развития критического мышления [1]. Несмотря на то что технология считается новой, она достаточно известна и используется преподавателями нашей страны в методике всех школьных дисциплин. Новыми, по-

жалуй, стали только названия приемов, например, «синквейн», «знаем, хотим узнать, узнали», «перепутанные логические цепочки» и т. д. Они повышают уровень индивидуальной культуры школьников при работе с информацией, формируют умение анализировать и делать самостоятельные выводы и т. д.

Педагогическое исследование по применению технологии развития критического мышления проведено в школе № 10 г. Иркутска, в период выполнения научно-исследовательской работы с 16.01.2017 по 23.02.2018. Участниками исследования стали обучающиеся 5, 6, 7 классов. Всего в эксперименте участвовали 333 школьника. Педагогический эксперимент включал в себя три этапа: подготовительный, организационный и итоговый.

Проведены уроки по школьным курсам биологии: «Биология. Бактерии, грибы, растения», «Биология. Человек». При планировании и проведении занятий были использованы следующие приемы технологии развития критического мышления: кластеры, чтение с остановками, мозговой штурм, карта памяти. Во время эксперимента проведено наблюдение за результатами изменений качества усвоения знаний через подсчет коэффициента усвоения, позиции субъекта в педагогическом общении и сравнительная характеристика проявления заинтересованности школьников к изучаемому содержанию на традиционных уроках и на уроках с применением выбранной нами технологии.

Анализ проведенных уроков и в пятых, и в седьмых классах, позволяет утверждать, что при сравнении с обычными уроками, приемы технологии развития критического мышления, наблюдалась большая заинтересованность в изучении биологических и экологических объектов. Отмечен более высокий уровень концентрации внимания школьников. Также результаты наблюдения показали, что обучающиеся пятых классов, более самостоятельно и безошибочно выполняют основные логические действия и операции, по сравнению с учениками седьмых классов. Использование важных, на наш взгляд, в усвоении знаний приемов показал следующие результаты. «Знаем, хотим узнать, узнали» в пятых классах – 70 %, у седьмых – 75 %; «синквейн» – в пятых классах – 62 %, в седьмых – 33 %; «инсерт» в пятых классах – в седьмых – 15 %.

Качество усвоения знаний у пятых классов до эксперимента составило: на отметку «5» – 48 %, на «4» – 44 %, на «3» – 8 %. После эксперимента на отметку «5» – 67 %, на «4» – 23 %, на «3» – 10 %. У седьмых классов до эксперимента на отметку «5» – 46 %, на «4» – 38 %, на «3» – 16 %, после эксперимента на отметку «5» – 51 %, «4» – 35 %, на «3» – 14 %. Анализ полученных данных дает возможность вывода о том, что обученность участников эксперимента в процессе применения технологии развития критического мышления возрастает.

В результате проведенных исследований были сделаны следующие выводы. Применение технологии развития критического мышления це-

лесообразно при изучении объектов природы. Выбор приемов зависит от уровня сформированности учебных действий школьников. У обучающихся повышается интерес к изучению содержания и активизируются процессы познавательной деятельности, повышается качество усвоения знаний по сравнению с традиционными уроками. Начало применения технологии должно приходиться на возможно ранний возраст школьников.

Список литературы

1. Заир-Бек С. И. Развитие критического мышления на уроке / С. И. Заир-Бек, И. В. Муштавинская – М. : Просвещение, 2011. – 223 с.
2. Примерные программы по учебным предметам. Сер. 2. Стандарты Второго поколения. – М. :Просвещение, 2010. – 54 с.

УДК 574

К ВОПРОСУ О НЕОБХОДИМОСТИ УЧЕТА АДАПТИВНЫХ РЕАКЦИЙ ОРГАНИЗМА РУССКИХ И БУРЯТ В СПОРТЕ

А. А. Юрьева

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
yurevaalena89@gmail.com*

The data of scientific literature reflecting the structure of morbidity, morphological, functional, biochemical differences in adaptive reach of Russians and Buryats are considered. The question is raised about the need to take into account differences for sports activities.

Престиж страны определяется не только успехами на экономической и политической аренах, но и результатами в спорте. Целенаправленные занятия спортом неизбежно приводят к морфофункциональным изменениям, развитию адаптационных процессов в организме. Этнические особенности спортсменов нуждаются в тщательном изучении, что может способствовать более эффективному построению тренировочного процесса и как следствие – результативности в спорте высших достижений.

Исследования, проводимые по эколого-физиологическим проблемам адаптации и медико-демографическим характеристикам населения, свидетельствуют о весьма значительных региональных различиях, которые необходимо учитывать для достижения высоких результатов в спортивной деятельности.

На состояние здоровья и спортивные показатели влияют не только тренировки, но и все компоненты природной среды. Многочисленные исследования ВСНЦ СО РАМН свидетельствуют о имеющихся различиях по различным морфологическим, функциональным, биохимическим показателям и показателям заболеваемости у представителей русского и бурятского этноса. Русское население чаще болеет сахарным диабетом, сердечно-сосудистыми, желудочно-кишечными заболеваниями, заболе-

ваниями мочеполовой системы; больше показатель младенческой заболеваемости. При этом показатели заболеваемости глаукомой, туберкулезом у бурятского населения выше, чем у русских.

Данные научной литературы свидетельствуют о разной степени активности метаболических процессов у фертильных мужчин разных этнических групп.

Коренное и пришлое население имеет разную степень адаптации. В сыворотке крови у бурят больше белка и холестерина. У бурят меньше патологии беременности. Большая степень адаптации бурят проявляется и в большей продолжительности жизни. Адаптация русского населения к региону проживания происходит через метисацию, которая выражается в приближении типов телосложения русских и бурят.

Высокие показатели фертильности в обеих этнических группах свидетельствуют о высокой степени адаптации к региону проживания. Одна из форм адаптации – биологический полиморфизм, в частности наличие разных групп крови. По соотношению групп крови и резус-фактору русские и буряты имеют существенные различия.

Коренной этнос (буряты) отличается от русских региона следующими функциональными особенностями: более ригидным ритмом сердца, особенностями волновой структуры кардиоритма, более выраженными медленными волнами второго порядка, более длинным периодом.

Встречаются данные, что у бурят снижена реактивность сердечно-сосудистой системы на функциональную пробу с фиксированным темпом дыхания, что проявляется в меньшем размахе показателей вариабельности сердечного ритма (ВСР) по сравнению с русскими.

Лучшую адаптацию к условиям региона проживания и более высокие функциональные резервы организма бурят подтверждают и данные интегральной оценки функционального состояния. У 60 % бурят показатель активности регуляторных систем (ПАРС) находился в оптимальной зоне, тогда как более половины обследованных русских, проживающих в этом регионе (60,27 %), наоборот, испытывали напряжение механизмов адаптации.

Данных, характеризующих особенности построения тренировочного процесса в годичном цикле у спортсменов разных этнических групп, практически нет.

Встречаются единичные работы, в которых рассматривается оценка уровня адаптационных возможностей студентов, упоминается про соревновательный стресс по показателям вариабельности сердечного ритма у представителей различных видов спорта.

Таким образом, анализ данных научной литературы показывает различия в структуре заболеваемости, существенные морфофункциональные и биохимические различия в адаптивных реакциях организма русских и бурят к условиям региона и фактически отсутствие данных, учи-

тывающих этнические особенности в построении эффективного тренировочного процесса в годичном цикле. Целенаправленные занятия спортом неизбежно приводят к морфофункциональным изменениям, развитию адаптационных процессов в организме. Встречаются единичные работы, посвященные студентам разных этносов, в которых рассматриваются отдельные учебные вопросы. Можно сделать предположение, что реакции организма спортсменов разных этнических групп в годичном цикле будут иметь достоверные различия по ряду морфофункциональных, биохимических показателей и заболеваемости. Этнические особенности спортсменов нуждаются в тщательном изучении, что может способствовать более эффективному построению тренировочного и восстановительного процессов и как следствие повышению результативности в спорте высших достижений.

*Научный руководитель: д-р мед. наук, проф., чл.-корр. РАМН
Л. И. Колесникова.*

ПОЧВЕННЫЕ РЕСУРСЫ, ЭКОЛОГИЯ И ОЦЕНКА ЗЕМЕЛЬ

УДК 346

АГРАРНАЯ РЕФОРМА П. А. СТОЛЫПИНА

Л. Р. Бубнова, Н. И. Гранина

*Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия
bubnova1968@gmail.com*

The theses speak of the agrarian reform in Russia at the beginning of the 20th century, which is considered to be a failed attempt by Stolypin to create conditions for a more powerful economic growth of the state while preserving the autocracy and the existing political and social order. The work presents information about the events in Russia after the abolition of serfdom, the reasons, goals, objectives and methods of the Stolypin reform.

На всех уровнях общественного развития земельная собственность во все времена воспринималась как символ богатства и власти. В России земельные отношения всегда находились в центре ее социально-экономического развития и определяли главное направление государственной политики. Земельный вопрос в России на рубеже XIX – XX веков в комплексе аграрных проблем был самым уязвимым и трудным. Он касался всех крестьян – и безземельных, и малоземельных, и имеющих крупные земельные наделы. Дело в том, что было немало сторонников, считавших основным российским бедствием в деревне «малоземелье» крестьян при гигантских земельных богатствах. Деревня переживала «земельную тесноту» при избыточной рабочей силе. При этом цена на землю оставалась достаточно высокой, как высоки были и земельные выкупные платежи по реформе 1861 г. Стране нужна была новая аграрная политика, способная вывести Россию на более высокий этап капиталистического развития.

Аграрный вопрос первой крестьянской реформой 1861 г. был решен не до конца: крестьяне в своем большинстве не получили право распоряжаться землей по собственному усмотрению, они не стали собственниками земельных наделов. Это отрицательно сказывалось на интенсификации сельскохозяйственного производства, на быте и жизни крестьян, не создавало живого интереса к созиданию и творчеству на земле.

Государство было в основном крестьянским и революция 1905 г. по сути была больше крестьянской. Первая русская революция (1905–1907) обнажила массу проблем, мешающих России стать мощной капиталистической страной: революция породила анархию, с которой необходимо было бороться; в правящем классе России имелось слишком разное понимание путей развития государства; недовольство своим положением рабочих; безграмотность и необразованность народа; слабость и нерешительность власти; национальный вопрос; существование агрессивных и экстремистских организаций и т. д.

Если бы государственная власть в лице П. А. Столыпина не приняла решающих мер, которые позволили нейтрализовать крестьянское волнение, то, возможно, Октябрьская социалистическая революция произошла бы гораздо раньше 1917 г. Перед Столыпиным и его сторонниками было два пути решения аграрных проблем. Первый путь – жесткое подавление крестьянских волнений и репрессии в отношении крестьянских вожаков. Второй путь, по которому пошел Столыпин и где проявился его талант реформатора, состоял в решении крестьянского вопроса через выделение земли в собственность, не только в Европейской России, но и через переселение почти 3 млн крестьян на Южный Урал, в Сибирь и прилегающие к ним области Азиатской России. Идея проведения в стране новой земельной реформы обсуждалась еще в начале века в правительстве С. Ю. Витте, но ее практическая разработка и реализация начались только с приходом в 1906 г. в правительство П. А. Столыпина [1].

Главное содержание реформы составляло разрушение крестьянской общины и насаждение частной собственности на землю. Разрешение продажи и купли земли облегчало отток из деревни в города сельской бедноты и концентрацию земель в руках зажиточных крестьян (Указ императора Николаем II от 6 ноября 1906 г.) [3].

Аграрная реформа начала XX в., инициатором которой стал председатель совета министров Российской империи Петр Алексеевич Столыпин, кардинально изменила организацию сельскохозяйственной деятельности в российском государстве. Впервые крестьяне получили право частной собственности на землю и возможность реально заниматься предпринимательской деятельностью в сельском хозяйстве.

Столыпинская аграрная реформа дала резкий толчок развитию не только сельскохозяйственного производства, но и другим отраслям промышленности Российской империи. Так, например, увеличение производства и потребления сельскохозяйственных машин с 39 млн руб. в 1906 г. выросло до 119 млн руб. в 1912 г. Увеличились поставки строительных материалов в деревню, в частности металла и металлоизделий – со 124 млн. рублей в 1900 г. до 249 млн руб. в 1912 г. [2]

С другой стороны, растущие крупные крестьянские хозяйства превращались в серьезных конкурентов помещичьим землевладениям, что

приводило к увеличению числа разоряющихся помещиков, чьи земли переходили в руки крестьян. Помещики, которые не хотели терять свои земли, были вынуждены принимать энергичные меры для интенсификации сельскохозяйственного производства, чтобы выстоять в условиях серьезной конкуренции [4].

Несомненно, положительным итогом реформы явилось существенное повышение жизненного уровня крестьянского сословия, что подтверждается ростом вкладов крестьян в сберегательные кассы с 1032 млн руб. в 1904 г. до 1802 млн руб. в 1912 г. Реформа продолжалась и после гибели ее идейного вдохновителя П. А. Столыпина в 1911 г. Но во время первой мировой войны землеустроительные работы были сведены к минимуму, а после Февральской революции 1917 г. были прекращены во все. Созданному Главному земельному комитету при Министерстве земледелия Временного правительства было поручено готовить новую земельную реформу.

При жизни П. А. Столыпина и во время советской власти аграрная реформа критиковалась, не так давно его действия были названы правильными. Сегодня имя П. А. Столыпина присвоено Омскому государственному аграрному университету, Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии, Филиалу Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ – Поволжскому институту управления.

Результатом столыпинских реформ является организация Почвенно-ботанического переселенческого управления в Западной и Восточной Сибири, в том числе Иркутской губернии. Под руководством академика Константина Дмитриевича Глинки (1908–1914) были начаты систематические исследования географических и почвенных условий территорий нашего региона.

Список литературы

1. Варламов А. А. Земельный кадастр: теоретические основы земельного кадастра / А. А. Варламов. – М. : Колос, 2009. – С. 226.
2. Гаврилов В. Реформирование собственности на землю и природные ресурсы / В. Гаврилов, С. Ивановский // Рос. экон. журн. – 2006. – № 3. – С. 26.
3. Козлов С.С. Столыпинская аграрная реформа: идеологическая основа и эволюционный характер // История государства и права. – 2009. – № 3. – С. 224.
4. Улюкаев В. Х. Земельное право и земельный кадастр / В. Х. Улюкаев. – М., 2006. – С. 105.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СУБСТРАТОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ КОНСЕРВАЦИИ ШЛАМ-ЛИГНИНА БАЙКАЛЬСКОГО ЦБК

И. А. Бычкова, Г. О. Жданова

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
novopashina1996@mail.ru*

The physicochemical properties of the sludge-lignin of the Baikal Pulp and Paper Mill and products of its conservation are studied using various technologies.

В настоящее время в Иркутской области на Байкальском целлюлозно-бумажном комбинате (БЦБК) существует серьезная экологическая проблема – необходимость утилизации отходов, аккумулированных в шламонакопителях за длительный период их работы. Карты-шламонакопители находятся в непосредственной близости к объекту Всемирного наследия – оз. Байкал, содержат около 6,2 млн м³ шлам-лигнина. Из-за перелива сточных вод через края дамб во время штормовых ливней возможно попадание токсичных веществ в озеро. Поэтому актуальным является разработка подходов к утилизации и консервации шлам-лигниновых отходов БЦБК и технологий по их использованию для целей рекультивации и ремедиации. В настоящее время предложен ряд перспективных технологий переработки шлам-лигнина [2–4]. Исследование физико-химических свойств и характеристик субстратов, образующихся при консервации шлам-лигнина, важно для рассмотрения возможности их применения для рекультивации накопленных отходов. Поэтому необходимо проведение исследований физико-химических свойств исходного шлам-лигнина, смесей, используемых для его перевода в твердое состояние, и получаемых на их основе материалов, а также сравнение и анализ полученных результатов.

В экспериментах анализировали три типа продуктов, полученных при переводе шлам-лигнина Байкальского ЦБК в твердое агрегатное состояние с помощью разных технологий (табл. 1).

Таблица 1

Состав образцов субстратов, полученных при переводе шлам-лигнина Байкальского ЦБК в твердое агрегатное состояние с использованием различных технологий

Образец	Состав	Используемая технология
№ 1	шлам-лигнин, зола, цемент, известь, марморная крошка	технология «Веб-Инжиниринг» [4]
№ 2	шлам-лигнин, зола	технология ЛИН [3]
№ 3	шлам-лигнин, зола, минеральные компоненты, гипс, отсев щебня	технология ИРНТУ [не опубликована]

Для анализа физико-химических свойств были использованы традиционные методы исследования: пикнометрический метод определения плотности твердой фазы почвы; определение гранулометрического состава; определение структуры и ее водопрочности по Н. И. Саввинову; определение гигроскопической влажности почвы; определение pH [1].

Пикнометрический метод определения плотности твердой фазы (P_s г/см³) позволил определить соотношение массы твердой фазы почвы к единице объема. Плотность почвы твердой фазы образцов № 1 и 2, соответствуют сильно разложившимся уплотненным слоям торфяных почв, образец № 3 по своим результатам характеризуется как, слабо разложившиеся торфяные слоя. Величина pH образца № 1 – щелочная; в № 2 и 3 – слабощелочная. Анализ гранулометрического состава позволил установить, что образец № 1 – это песок связанный мелко-средне-песчаный; образец № 2 – песок связанный средне-мелкопесчаный; образец № 3 – песок связанный крупно-пылеватый средне-песчаный. Образец № 1 имел хорошую структуру; № 2 – удовлетворительную; № 3 – отличную. Водопрочность агрономически ценных агрегатов определяет свойство почвы противостоять разрушающему действию воды и не позволяет развиваться эрозионным процессам. Водопрочность образцов № 1 и № 3 – избыточно-высокая; образца № 2 – отличная (табл. 2).

Таблица 2

Физико-химические характеристики субстратов, полученных при переводе шлам-лигнина Байкальского ЦБК в твердое агрегатное состояние с использованием различных технологий

Анализ, единицы измерения	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3
pH	9,5	8,5	8,5
Пикнометрический метод определения плотности твердой фазы P_s г/см ³	2,17	1,94	1,78
Гранулометрический состав, сумма фракций физической глины ($< 0,01$), %	9,6	8,4	6
Гранулометрический состав, 2 преобладающие фракции	27,01; 38,19	36,45; 39,55	32,16; 34,92
Структура, сумма водопрочных агрегатов (размером от 0,25–10 мм)	65, 3 хорошее	52,1 удовлетворительное	84, 8 отличное
Коэффициент структурности	1,86	1,06	5,6
Водопрочность	83,3 избыточно-высокая	67,25 отличная	90,1 избыточно-высокая
Сумма водопрочных агрегатов (1–5 мм), %	15,4	12,05	34,6

Таким образом, исследуемые образцы субстратов, получаемых при переводе шлам-лигнина Байкальского ЦБК в твердое агрегатное состояние с использованием технологий «Веб-Инжиниринг», ЛИН СО РАН и

ИРНТУ, обладали определенной устойчивостью структуры к механическому воздействию, и достаточно хорошо оструктурены, имели легкий гранулометрический состав. Плотность твердой фазы продуктов, получаемых из шлам-лигнина по технологии «Веб-Инжиниринг» соответствует сильно разложившимся уплотненным слоям почвы, двух других образцов – слабо разложившимся торфяным слоям. Преимуществом субстратов, полученных из шлам-лигнина путем его перевода в твердое агрегатное состояние по технологиям ЛИН СО РАН и ИРНТУ, являлся более благоприятный для живых организмов уровень pH (8,5) по сравнению с образцом № 1 (pH 9,5).

Список литературы

1. Козлова А. А. Физика почв. Ч. 2. Практический курс: учеб. пособие / А. А. Козлова. – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2012. – С. 6–8.
2. Способ переработки шламовых отходов / Менке Ансгар Райнер, Штанке Лилли // Патент РФ № 2576202 от 15.07.14.
3. Способ рекультивации карт-шламонакопителей предприятий по производству беленой сульфатной целлюлозы / А. С. Сутурин, А. И. Гончаров, В. В. Минаев, Н. Н. Куликова, Ю. А. Дамбинов // Патент РФ RU 2526983 C2 от 14.11.2012.
4. Технологическая схема для омоноличивания шламовых полей / Б. И. Зельберг [и др.] // Сб. ст. Междунар. науч.-техн. конф. «Современное состояние и перспективы улучшения экологии и безопасности жизнедеятельности Байкальского региона «Белые ночи 2016». – 2016. – С. 360–362.

Научный руководитель: канд. биол. наук, доц. О. Г. Лопатовская

УДК 504.53.054:669.018.674(517.3)

РЕЗУЛЬТАТЫ МНОГОМЕРНОГО СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА КОМПЛЕКСНЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ Г.УЛАН-БАТОРА

**Ц. Бямбасүрэн^{1,3}, Е. В. Шабанова², И. Е. Васильева²,
А. Т. Корольков¹, Г. Очирбат³, Б. Энхзул³, Б. Хуухэнхуу³**

¹*Иркутский государственный университет, г.Иркутск, Россия*

²*Институт геохимии им. А. П. Виноградова СО РАН, г.Иркутск, Россия*

³*Институт физики и технологии АН Монголии, г.Улан-Батор, Монголия
tsagaanbyambasuren@gmail.com*

Presents the results of multivariate statistical analysis of complex geochemical elements in the soils of Ulan bator. Detected soil contamination in Ulaanbaatar is caused by many sources, a significant change in the topsoil due to adverse human activities.

Комплексное исследование биогеохимических особенностей почвенно-растительного покрова – это основная часть исследований городской экосистемы, в которых определённое место занимают выделение источников загрязнения, установление закономерностей миграции и аккумуляции биофильных и токсичных элементов.

При этом применение простого статистического и корреляционного анализа имеют ряд недостатков: невозможность использования качественных параметров, слабое проявление связей при низких значениях факторов. Для городов, где сосредоточены разные функциональные зоны, ландшафтные условия, физикохимические свойства почв и объекты с разным составом выбросов необходимо использовать более корректные статистические методы. В связи с необходимостью нетривиальной обработки разноплановой первичной геохимической информации, применение многомерных методов статистического анализа (разведочный анализ данных, дисперсионный и дискриминантный анализ, вариации кластерного и факторного анализов) перспективно для выявления элементов, обладающих схожим геохимическим поведением, для оценки миграции и аккумуляции биофильных и токсических элементов, а также форм их переноса.

Объектами исследования в этой работе являются почвы территории г. Улан-Батор. Основная цель работы заключается в выявлении источников загрязнения и направлений миграции подвижных форм биофильных и токсичных элементов на основе использования многомерного статистического анализа данных.

Были отобраны образцы почв с разной степенью антропогенной нагрузки. Для установления (подтверждения) региональных геохимических фоновых концентраций образцы почвы были отобраны из Богдо-Уул природного парка. Все почвенные образцы сушили при комнатной температуре до воздушно-сухого состояния, измельчали. Элементный анализ почв определен следующими методами: атомно-эмиссионным, атомно-абсорбционным и рентгеноспектральной спектрометрией. Для градуировки методик использовали аттестованные стандартные образцы состава природных и техногенных сред. Контроль качества результатов проведен с помощью анализа аттестованных стандартных образцов БИЛ-1, БИЛ-2, ЗУА-1, ЗУК-1, ЗУК-2 (ГСО Байкальского ила и золы углей из коллекции ИГХ) и TsH-1 (ГСО каштановой почвы из коллекции CGL), а также аналитических дубликатов проб. Проверка первичной экологической информации заверена профессиональным тестированием с помощью принципиально других аналитических методов (ПФ и АЭС ИСП; пламенная и электротермическая атомно-абсорбционная спектрометрия). Широко применяемые виды многомерного статистического анализа КА и ФА, регрессионный анализ были использованы для выделения источников загрязнения, установление закономерностей миграции и аккумуляции биофильных и токсичных элементов. Использован ПО Statistica 12 для Windows.

Содержания макроэлементов Si, Al, Fe, Mg, Ca, Na, K, P, S, Ti и микроэлементов F, Ba, Sr, Li, P, B, Mn, Ni, Co, V, Cr, Mo, Cu, Pb, Zn, Ge, As, Sn, Sb, Ag, Tl, Bi, Cd значительно варьируются в пробах. Сочетание

высокой концентрации и широкой вариации содержания элемента является знаком возможного антропогенного или педогенного происхождения этого элемента [1]. Содержание макроэлементов Si, Al, K, Ti и одного микроэлемента V оказались близки к их геохимическому фону Монголии [2], в то время как содержание остальных элементов в образцах иногда или часто превосходило его. Выделены группы макроэлементов, которые являются основными представителями P-(K-Na-Si) песчаной, (Mg-Ti-Fe-Al) глинистой и (S-Ca) илистой фракций почвы. Также выявлены группы элементов, отвечающих за литогенные (Mn, Li, Ba, Sr, B и Ge), педогенные (Ni, Co, V, As, F и Ag) и антропогенные (Pb, Cu, Zn, Sn, Sb, Mo, Cr, Tl, Cd и Bi) процессы и их связи с каждой из фракций почв. Установлено, что некоторые микроэлементы (As, F, Pb, Cu, Zn, Sn, Sb, Mo, Cr, Tl, Cd и Bi) поступают в атмосферу города, в основном, от негоревших летучих веществ золы углей и автомобильных ГСМ. Высокое содержание натрия и 7,0 pH городских почв способствуют увеличению поверхностной адсорбции частицами песчаной фракции почвы, и, как следствие, накоплению в ней фосфора. Накопление и миграция большинства микроэлементов зависит от Ca, P, и S. От содержания Al, Fe (главных фаз носителей микроэлементов в глинистых фракциях почв) зависит только V, Cr, Sr, B, Sn. В то же время миграция Mn, Li, Zn, Cd, Bi, Ba зависит от почвенной среды. Это свидетельствует о том, что загрязнение почвы в Улан-Баторе вызвано со многими источниками, значительное изменение верхнего слоя почвы обусловлено неблагоприятной деятельностью человека.

Список литературы

1. Изучение степени загрязнения почвенного покрова города Улан-Батор / Ц. Бямбасурэн Ц., Е. В. Шабанова, О. А. Пройдакова, И. Е. Васильева, Б. Хуухэнхуу, Ц. Отгонтуул, Т. Н. Гуничева // Всерос. совещ. «Современные проблемы геохимии», посвящ. 95-летию со дня рождения акад. Л. В. Тausона. 22–26 окт. 2012 г. – Иркутск : ИГХ СО РАН, 2012. – Т. 1. – С. 128-131.
2. Wei B.G. A review of heavy metal contaminations in urban soils, urban road dusts and agricultural soils from China / B. G. Wei, L. S. Yang // *Microchemical Journal*. – 2010. – Vol. 94, Is. 2. – P. 99–107.

ГУМУСНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ НА ГАЖЕВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЮЖНОГО ПРИАНГАРЬЯ

К. И. Васильева, Н. Д. Киселёва

*Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия
kristina.vasileva97@mail.ru*

Floodplain soils on deposits of mealy gypsum of the Southern Angara River were formed on low relief elements, with the influence of saltiness of rocks, hydrogeological and hydrochemical features, arid climate. Soils have low fertility, due to low and average values of humus content, its reserves, nitrogen and high salt content. This affects the development of unfavorable conditions for the development of grassy vegetation and soil biota. Because of the low content of humus, these soils are suitable only for hayfields and pastures.

Гумус почв – сложный, саморегулирующийся и непрерывно функционирующий комплекс органических соединений, образующихся при разложении и гумификации органических остатков в почвах. Он рассматривается как хорошо организованная система органических и органико-минеральных веществ [3; 4]. Гумус обладает определенными свойствами, отличающими его от других природных тел. Это отражается в окраске, растворимости, отношении углерода к азоту, динамичности гумусовых систем, способности соединяться с неорганическими частями почвы. [3].

Гумусное состояние почв в значительной мере определяет их плодородие, в связи с этим проблема оптимизации гумусного состояния имеет важное практическое значение. Кроме того система показателей гумусного состояния почв может быть использована для характеристики генетических особенностей и классификационного положения тех или иных почв. Совокупность показателей гумусного состояния (содержание гумуса, %; запасы гумуса, т/га; и соотношение разных групп и фракций гумусовых веществ) [4].

Объектами исследования явились своеобразные пойменные почвы сформированные на «гажевых» отложениях в долине левых притоков р. Ангары (р. Залари, р. Унга и р. Тангутка). Для определения гумусного состояния в отобранных образцах определялось содержание общего углерода, азота, и выборочно фракционирование гумуса по общепринятым методикам [1]. Изучаемые объекты сформировались в условиях резконтинентального климата при влиянии своеобразных гипсоносных отложений разного возраста и генезиса [2]. Морфогенетические особенности изучаемых объектов заключаются в наличии белесой присыпки во всех морфологических горизонтах, листовато-пластинчатая структура, присутствие раковин пресноводных моллюсков, погребенный гумусовый

горизонт, щелочная рН по всему профилю, присутствие карбонатов кальция (до %) гипса (до %), легкорастворимых солей [5].

На гумусное состояние исследуемых почв в значительной мере оказывает влияние поступление растительных остатков, коэффициент их гумификации и скорость минерализации органического вещества. Гажевые пойменные почвы сформировались в неблагоприятных условиях для произрастания растительности и проявления процессов гумификации, в том числе проявляется влияние содержания солей в профиле исследуемых почв. При повышении их концентрации, растения страдают от недостатка влаги. Токсичность также является вредным воздействием для произрастания растений, соответственно влияет на содержание гумуса и его содержание уменьшается. Содержание гумуса в исследуемых почвах среднее, не превышает 3 %, Причем максимальные показатели приурочены к погребенным горизонтам, характерным для пойменных почв. Запасы содержания гумуса в верхнем, корнеобитаемом слое 0 – 20 см варьируют от очень низкого до среднего, а в 100 –метровой толще их значения от низкого до высокого. Увеличение запасов гумуса свидетельствует о наличии внутрипочвенной аккумуляции в погребенном горизонте. Профильное распределение гумуса бимодальное и полимодальное за счет смены условий почвообразования. Для оценки степени варьирования содержания гумуса в почвах была проведена статистическая обработка в виде квантильного представления данных о пространственном варьировании содержания гумуса по профилю исследуемых почв. Этот показатель подчеркивает низкие значения содержания гумуса и незначительные его варьирования. Определена корреляционная зависимость между содержанием гумуса в почвах объектов исследования и содержанием карбонатов и гипса. Коэффициенты корреляции между признаками показывают эту зависимость, которая заключается в том, что с увеличением содержания карбонатов и гипса происходит уменьшение содержания гумуса (от 5,17 % до 0,27 %), коэффициент корреляции составляет ($r = -0,8$). Одной из основных причин резкого уменьшения гумуса является слаборазвитый растительный покров и близко залегающие засоленные грунтовые воды. Высокие показатели карбонатности и солей отрицательно сказываются на биологической продуктивности растительности, а соответственно и влияют на содержание гумуса.

Таким образом, пойменные почвы на гажевых отложениях Южного Приангарья сформировались на пониженных элементах рельефа, при его сильном расчленении, который локализует явления соленакопления, солёность слагающих территорию пород, гидрогеологические и гидрохимические особенности, засушливость климата оказывают особое влияние на почвообразование. Образование толщ гажы происходило в полупроточных озеровидных водоемах путем выпадения гипса из концентрированных растворов, а также осаждения его взвесей. Источником гипса

послужили гипсоносные отложения верхнего кембрия, широко распространенные на повышенных элементах рельефа [6]. Оценивая некоторые показатели гумусного состояния можно говорить, что они обладают низким плодородием, за счет низких и средних показателей содержания гумуса, его запасов, азота и высокого содержания солей. Максимумы содержания гумуса приурочены к погребенным горизонтам. Содержание гипса и карбонатов также взаимосвязано с содержанием гумуса, при увеличении их количества, уменьшается содержание гумуса. Из-за низкого содержания гумуса данные почвы пригодны лишь для сенокосов и пастбищ.

Список литературы

1. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв : учеб. пособие / Е. В. Аринушкина. – М. : Изд – во МГУ, 1970. – 487 с.
2. Атлас Иркутской области. Экологические условия развития: Учеб. пособие для студ. вузов. – Иркутск : СО РАН Институт географии, 2004. – 90 с.
3. Ваксман С. А. Гумус: происхождение, химический состав и значение его в природе / С. А. Ваксман. – М., 1937. – С. 22 – 23.
4. Гришина Л. А. Система показателей гумусного состояния почв / Проблемы почвоведения / Л. А. Гришина, Д. С. Орлов – М., 1978. – С. 42–47.
5. Киселева Н. Д. Характеристика пойменных «гажевых» почв Южного Приангарья / Н. Д. Киселева, С. А. Яковлева // Почва как связующее звено функционирования природных и антропогенно преобразованных экосистем : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ИГУ и Дню Байкала. – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2016. – С. 137–143
6. Хисматулин Ш. Д. Засоленные почвы речных долин Южного Приангарья / Ш. Д. Хисматулин // Труды первой сибирской конференции почвоведов. – Красноярск, 1962. – С. 298–314.

УДК 631.4

ГЕОАРХЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ ТУЯНА: ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА И СТРОЕНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ (ТУНКИНСКАЯ ДОЛИНА, ЮГО-ЗАПАДНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ)

П. Г. Васильева, А. Б. Кобелева, Г. А. Воробьева

*Иркутский государственный университет, Иркутск
polina_vasileva_1997@list.ru*

The physical and chemical properties of the «Tuyan» section are considered, the differences in layers and their genesis are noted.

Геоархеологический объект (ГАО) Туяна находится на 78 км авто-трассы А-164 Култук – Монды и является верхнепалеолитическим археологическим местонахождением, открытым в 2010 г. А. С. Козыревым [1]. Стратиграфия разреза выполнена Г. А. Воробьевой [2], аналитические исследования – авторами.

Строение разреза ГАО Туяна представлено 6 слоями:

Верхний слой 6 представлен современной почвой, имеет голоценовый возраст (0–10,5 Нл). Слой 5 относится к отложениям позднесартанского (10,5–14,0 sr^4) времени. Слой 4 имеет среднесартанский (14,0–18,0 sr^{2-3}) возраст. Слой 3 рассматривается как солифлюкционные отложения, накопившиеся в раннесартанское (18,0–24,0 sr^1) время. Слой 2 предположительно имеет раннекаргинский (42,0–57,0 kr^1) возраст. Слой 1 представлен до плейстоценовой карой выветривания.

Слой 6 представлен почвой с профилем АУ-ВМ₁-ВМ₂-С. Почва относится к типу бурых отдела структурно-метаморфических. Гранулометрический состав супесчаный, дифференциация по профилю отсутствует. В гранулометрическом составе почв преобладают песчаные фракции, содержание которых в среднем 60 %. Слой 5 представлен песками и супесями, где содержание песчаной фракции составляет более 80 %. В слое 4 гранулометрический состав резко отличается и колеблется от легкосуглинистого до среднесуглинистого. В слое 3 очень резко колеблется от песчаного до тяжелосуглинистого. Слой 2 имеет преимущественно легкосуглинистый состав. Состав слоя 1 супесчаный с высоким содержанием фракции мелкого песка (59 %)

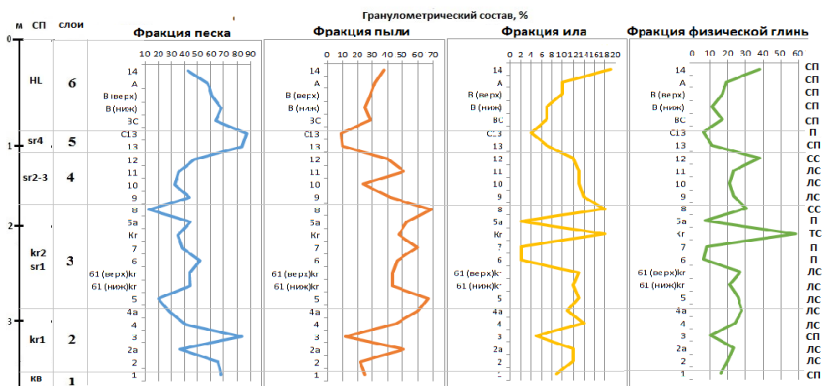


Рис. 1. Гранулометрический состав отложений разреза ГАО «Туяна»

Различие слоев по физико-химическим свойствам заключается в следующем: рН в слое 6 близкая к нейтральной 6–7, карбонаты отсутствуют, в остальных слоях рН больше 8, постоянно присутствуют карбонаты. Некоторые понижения рН отмечаются во фрагментах каргинских почв слоя 3 (7,6–8,0).

Повышенное содержание гумуса характерно для слоев 6 и 3. Содержание гумуса в современном буроземе более 2 %, в ложбине более 11 %. В погребенных фрагментах каргинских почв слоя 3 содержание гумуса колеблется от 2–3,5 %. В остальных слоях оно менее 1 %. Самая

высокая сумма обменных кальция и магния (27 мл-экв), характерна для гумусного горизонта современных почв в ложбинке. В остальных случаях повышенное содержание Са и Mg приурочено к фрагментам каргинских почв, погребенных в слое 3 (15–17 мл-экв). В слое 5, 4 и 2 содержание обменных Са и Mg колеблется (5–10 мл-экв). Высокое содержание обменных оснований в коре выветривания (24,5 мл-экв) может быть связано с образованием монтмориллонита в до-плейстоценовый период генезиса (рис. 2).

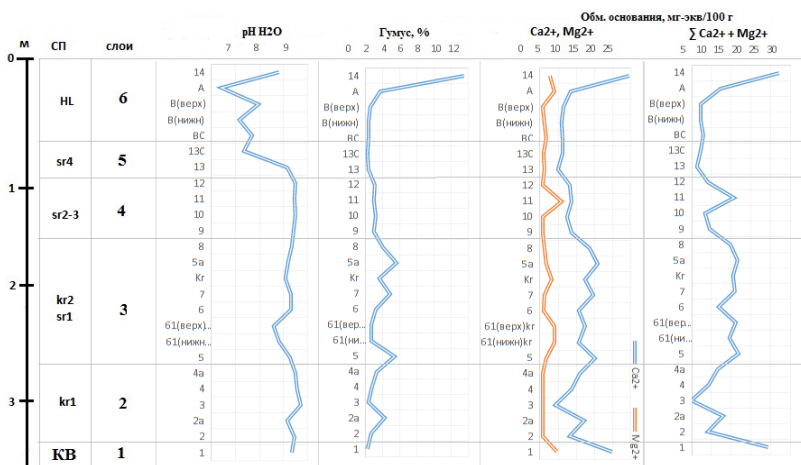


Рис. 2. Химические свойства отложений разреза ГАО «Туяна»

Различие слоев по их гранулометрическому и химическому составу, свидетельствует об их разном генезисе: слой 6 делювий, проработанный почвообразованием; слой 5 эоловые пески; слой 4 делювий; слой 3 солифлюксий; слой 2 делювий; 1 слой элювий.

Список литературы

1. Воробьева Г. А. Юго-Западное Прибайкалье: особенности осадконакопления и почвообразования: Путеводитель экскурсии к конференции, посвященной 85-летию кафедры почвоведения ИГУ/ [отв.ред. Г. А. Воробьева]/ – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2016. – 80 с.
2. Воробьева Г. А. Почва как летопись природных событий Прибайкалья: (проблемы эволюции и классификации почв) : монография / Г. А. Воробьева. – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2010. – 205 с.

**СОСТАВ ГУМУСА СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ УЧХОЗА
«МОЛОДЕЖНЫЙ» ИРГАУ ИМ. А. А. ЕЖЕВСКОГО
НА ЦЕЛИНЕ, ПАШНЕ И ЗАЛЕЖИ**

К. С. Винокурова, А. А. Козлова

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
kristina_vinokurova96@mail.ru*

The purpose of this study was to establish the specific composition of the humus of gray forest soils of the Preangaria region, as well as its transformation when plowing and transferring soils to the fallow regime.

Накопление гумуса в целинных почвах зависит от соотношения трех процессов – разложения органических остатков, синтеза органического вещества и закрепления его в почве. В освоенных почвах происходит размыкание биологического круговорота, связанное с отчуждением растительной продукции с уборкой урожая, что влечет существенное преобразование гумусного состояния почв, как правило, в сторону ухудшения. Старопашотные почвы характеризуются достижением нового равновесного состояния по содержанию, составу гумуса и другим показателям. Заращение пашни и превращение ее в залежь вновь влечет нарушение стабильности почвенных процессов и свойств.

Исследования гумусного состояния почв проводились на территории учебного хозяйства «Молодежный», принадлежащего Иркутскому государственному аграрному университету им. А. А. Ежевского, расположенного в пределах юго-восточной административной границы г. Иркутска. Согласно полученным данным группового и фракционного состава гумуса целинной серой лесной почвы (дерново-буро-подзолистой) гуматно-фульватный с нарастанием фульватности вниз по профилю (табл.).

По фракционному составу гумуса в профиле почвы четко выделяется две части. В верхней гумусированной части преобладают гуминовые кислоты (Сгк) 1-й фракции, связанной с полуторными оксидами и 2-й, связанной с Са, в меньшей степени присутствуют гуминовые кислоты, связанные с минеральными коллоидами. Среди фульвокислот доминируют связанные с полуторными оксидами, при этом наблюдается очень низкое содержание свободных фульвокислот фракции 1а. В средней и нижней части профиля нет гуминовых кислот 1-й фракции, но в значительной степени преобладают гуминовые кислоты, связанные с Са. Параллельно наблюдается существенное увеличение содержания фульвокислот 2-й фракции, при этом преобладающей является фракция фульвокислот 1а.

Таблица

Групповой и фракционный состав гумуса исследуемых почв

Горизонт, глубина, см	% С общ	Содержание гуминовых кислот			Содержание фульвокислот				*НО	Сгг/ Сфк	
		в % к углероду почвы									
		Сгк1	Сгк2	Сгк3	Сфк1а	Сфк1	Сфк2	Сфк3			
Целина. Дерново-буро-подзолистая											
AY 3–21	2,83	5,9	6,4	7,1	2,0	10,1	4,3	5,3	58,9	0,89	
BEL 21–32	1,09	5,5	7,7	3,1	9,7	8,5	5,8	1,6	58,1	0,64	
BT 32–75	0,33	0	10,9	4,5	16,7	0	16,4	1,0	50,5	0,45	
C 75–100	0,31	0	6,8	1,6	17,0	0	12,6	4,9	57,1	0,24	
Пашня. Агродерново-подзолистая типичная											
P 0–35	0,97	1,3	22,4	3,8	7,9	1,0	12,1	1,3	52,4	1,23	
BEL 35–65	0,27	0	5,6	4,9	14,2	0	17,8	1,0	56,5	0,32	
BT 65–84	0,26	0	8,7	3,8	10,2	0	18,5	1,3	57,5	0,42	
Залежь. Агросерая турбированная											
AYpa 0–4	2,48	9,1	6,8	7,3	2,7	6,3	10,5	3,6	53,7	1,00	
AYpaEL 4–18	1,30	4,6	21,2	4,6	8,5	4,4	9,4	1,0	46,3	1,30	
[AYBEL]tur 18–38	0,57	2,0	10,0	4,0	12,2	2,2	10,6	1,0	58,0	0,62	
BT 38–70	0,33	0	7,3	3,4	16,7	0	11,8	1,0	59,8	0,36	
C 70–100	0,35	0	9,4	2,9	17,1	0	11,1	1,9	57,6	0,41	

*НО – нерастворимый остаток

Характерной особенностью состава гумуса почв региона является высокое содержание нерастворимого остатка. Объясняется местными гидротермическими условиями, связанными с резкой континентальностью климата. Гуминовая кислота под влиянием сильного промораживания зимой и частого просушивания летом, по-видимому, быстрее обезвоживается и переходит в малоподвижную форму – гумин [1]. В летний период, когда почва достаточно нагрета и хорошо увлажнена, разложение растительного опада протекает наиболее интенсивно. Осенью это процесс резко замедляется, и поэтому успевают образоваться только простейшие гуминовые кислоты. Весной, при общей засушливости климата в этот период, они обезвоживаются, стареют и переходят в нерастворимые формы [3]. Высокое содержание углерода нерастворимого остатка может быть также обусловлено слабой гумификацией растительных остатков в суровых климатических условиях, тормозящих жизнедеятельность микроорганизмов [2].

Состав гумуса пахотной почвы (агродерново-подзолистой типичной) несколько отличается от целинной. При длительном агрогенном использовании происходит значительная трансформация состава гумуса пахотного горизонта в сторону нарастания его гуматности, расширения отношения Сгк:Сфк, состав гумуса становится фульватно-гуматным, с преобладанием ГК 2-ой фракции, связанные с Ca^{2+} и резким падением количества свободных ГК 1-ой фракции, увеличением доли нераствори-

мого остатка. Среди фульвокислот доминируют свободные и фульвокислоты, связанные с Са. Доля нерастворимого остатка составляет более 50 %.

Примечателен состав гумуса залежной почвы (агросерой турбированной) в верхнем горизонте которой появляются свободные гуминовые кислоты 1-й фракции, причем в горизонте АУра их почти в 2 раза больше чем на целине, отношение Сгк:Сфк равно 1. В целом состав гумуса этого горизонта схож с таковым в горизонте АУ целинной почвы. При этом горизонт АУраЕL по составу гумуса приближается к его значениям, наблюдаемым в пахотном горизонте исследуемой агрогенной почвы. Отношение Сгк:Сфк составляет 1,3 как и в пахотной почве тип гумуса фульватно-гуматный, отмечается некоторое снижение здесь содержания нерастворимого остатка, по сравнению с пахотной почвой.

В целом для целинной почвы характерно накопление и консервация растительного материала, что способствует активному образованию подвижных гумусовых веществ, предпочтительно фульвокислот. При длительном распахивании в результате сведения естественной растительности, почва испытывает значительные колебания температуры и влаги, что усиливает подвижность гумусовых веществ, и способствует образованию простейших гумусовых кислот, а фульвокислоты, как ближайший резерв питательных элементов, легко повергаются разложению микроорганизмами и минерализуются. Выход почвы в залежный режим и нахождение ее в этом состоянии долгое время приводит к накоплению в ней органического углерода за счет естественного восстановления почвенного плодородия.

Список литературы

1. Волковинцер В. И. Степные криоаридные почвы / В. И. Волковинцер. – Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1978. – 208 с.
2. Ивельский П.К. Состав гумуса лесных почв северо-запада Иркутской области / П. К. Ивельский // Вопросы почвенного плодородия. – Иркутск, 1968. – С. 58–68
3. Саввинов Д. Д. Гидротермический режим почв в зоне многолетней мерзлоты / Д. Д. Савинов. – Новосибирск : Наука, 1976. – 256 с.

УДК 631.41

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ ЛЕСОСТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ ОКРЕСТНОСТЕЙ ПОС. БАЛАГАНСК

В. Ю. Власова, Н. А. Мартынова

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
vlasova09v97@mail.ru*

The conducted study of forest-steppe soils of the Balagansk district (chernozems, grey metamorphic, sod-podzolic soils, buurozems) revealed that soils of forest-steppe zone are the archives of paleogeographic information about climate changes of the Holocene-Pleistocene.

Начало научному изучению почвенного покрова в лесостепной части Балаганского округа положили работы членов Восточно-Сибирского отделения Вольного экономического общества (ВСОРО) Н. Н. Агапихина и Я. П. Прейна, которые параллельно работам В. В. Докучаева в Европейской России провели почвенно-ботанические исследования, изучили проявление дефляции и эрозии почвенного покрова, предположив, что балаганские черноземы образованы на лессах, развил представление об эволюционных генетических связях между различными почвами Балаганского округа и разработали первую для Предбайкалья классификацию почв, где основными таксонами являлись классы почв, подразделявшиеся на группы, исходя из почвообразующих пород.

Почвообразующими породами на водораздельных пространствах окрестностей пос. Балаганск служат элювиальные отложения кембрийских красноцветных отложений (алевролитов), сформированных в жарком и влажном климате. На более низких гипсометрических уровнях кембрийские отложений перекрыты достаточно мощными (до 3–5 м) лессовыми покровами преимущественно голоценового и плейстоценового возраста. Плейстоценовый период в истории Сибири был ознаменован крупными климатическими изменениями глобального характера и большой тектонической активностью, окончательно оформившей горные системы юга Восточной Сибири. Глобальное изменение климата произошедшее на рубеже 11 700±99 л. н. и разграничивающее голоцен и плейстоцен, связывают с падением метеорита в Мексике около 13 тыс. лет назад, что изменило скорость вращения Земли и привело к развитию оледенений в ряде районов Сибири в позднем дриасе. В результате деградации ледников в постледниковом голоцене на достаточно больших пространствах Сибири сформировались лессовые и лессовидные покровы преимущественно флювиально-эолового генезиса. Граница голоцена и плейстоцена находится, как правило, на глубине 40–60 см – она хорошо маркируется по обильному накоплению карбонатов. С изменением климата в прошлые эпохи тесно связана и динамика почвенно-растительных сообществ. Растительные сообщества современного типа на юге Сибири начали образовываться еще в палеогене. С эоцена были распространены широколиственные леса тургайского типа (с орехом, грабом, вязом, кленом, лещиной, дубом) и травянистые ксерофитные сообщества (по высоким террасам долин и сухим межгорным понижениям). В миоцене распространялись смешанные мезофитные леса из каштана, граба, дуба, бука и др. Похолодание климата, а затем и аридизация, привели к полному распаду тургайской флоры и замещению ее мелколистными породами [1]. Сильнейшая аридизация климата в конце раннего и начале среднего плиоцена способствовала широкому распространению в регионе степной и полупустынной растительности. В раннем голоцене (начиная с дриаса) в составе растительности Среднесибирь-

ского плоскогорья и межгорных котловин Саяно-Байкальского нагорья явились ель и кедр, а позднее и пихта, усилилась роль сосны. Наиболее широко темнохвойные леса распространились в среднем голоцене.

Область Балаганской лесостепи характеризуется периодическими сменами типов флоры – чередованием лесов со степной флорой и фауной. Именно в области лесостепей в разное время формируются переходные экотоны между степями, лугопастбищными угодьями и широколиственными, а также смешанными и мелколиственными лесами.

Проведенные нами исследования выявили особенности почв окрестностей пос. Балаганск, связанные с их формированием под влиянием как степной, так и – лесной растительности, менявшейся при колебаниях климата, смены которой наиболее ярко выражены в условиях лесостепи, отличающейся неустойчивым характером увлажнения (переходным от влажного к засушливому). Смене лесных сообществ на степные способствует также полого-холмистый и увалистый рельеф Балаганской лесостепи, где на южных склонах развиты степные сообщества с черноземами и каштановыми почвами, а на северных – преимущественно лиственнично-сосновые и сосново-березовые леса с серыми, серыми метаморфическими, дерново-подзолистыми почвами и буроземами.

На остепнённых пространствах под злаковой (келериево-мятликовой) степной растительностью на элюво-делювии кембрийских алевролитовых сланцев формируются (агро)черноземы глинисто-иллювиальные дисперсно-карбонатные (PU-PU(dc)-AU1(dc)-AU2-BI-BCAdc-BCAmc-BCsa-Csa). Почвы характеризуются сильнощелочной реакцией почвенного раствора по всему профилю, мощной гумусовой толщей с высоким содержанием углерода, высокой насыщенностью обменных оснований. На пониженных степных участках под влиянием вод образованного более 50 лет назад Братского водохранилища происходит развитие глеевых процессов в нижних частях профиля сформированных здесь под бобово-злаково-разнотравной олуговелой степью – черноземов глинисто-иллювиальных дисперсно-карбонатных с погребенной каштановой гидрометаморфизированной дисперсно-карбонатной почвой (AU-AUBIdc-BMdc,i-BMKdc,i-[AJdc-BMKdc(q)-BCq,dc,ro]. На северных склонах лесостепных пространств на элюво-делювии кембрийских алевролитовых сланцев формируются сосново-березовые леса с буроземами темnogумусовыми остаточо-карбонатными (O-AUca1-AUca2-Bm-BCm,ca-Csa1-Csa2). На лессовидных карбонатных породах под кронами разнотравно-злаковых сосновых лесов развиваются серые метаморфические иллювиально-ожелезненные почвы с погребённой каштановой дисперсно-карбонатной почвой (O-AO-AYao-AYel-BM(f)-BC(t)-[AJdcBMKdcBCmCDcaD). Под сосново-березовыми лесами на повышенных участках увалов формируются дерново-подзолистые почвы с погребенной палево-метаморфической почвой (AYel-BEL-BT-BC-

[АЖВМКмс-ВРЛмс-ВССа). Высокое содержание карбонатов в лессовых породах, а также – их средне- и тяжело-суглинистый состав не только нейтрализуют процесс оподзаливания и выщелачивания, но и способствуют медленной минерализации растительных останков, образованию и накоплению гумусовых веществ, созданию устойчивой агрономически ценной структуры, повышая их плодородие и агрономическую ценность.

Во всех исследованных почвенных типах окрестностей пос. Балаганск нами выявлены погребенные почвы, генетическое строение и физико-химические свойства которых свидетельствуют о более теплых условиях их образования, что подтверждает смену климатических условий, возможно, от тундро-степей *голоценового оптимума* (9500 – 4300 лет назад) через период *суббореальной аридизации* (5000 – 2500 лет назад), сократившей мощность и содержание гумуса в почвах, до *субатлантического периода* (2500 – 0 лет назад), приведшего в связи с похолоданием климата к смещению к югу границ тундровой и лесной растительности и эволюционированию черноземов в (темно)серые почвы, серых – в дерново-подзолистые.

Список литературы

1. Чернышева О. А. Особенности современного распространения реликтовых сосудистых растений Верхнего Приангарья : автореф. дис. ... канд. биол. наук / О. А. Чернышева. – Улан-Удэ, 2012. – 24 с.

УДК 631.452

ПРОБЛЕМЫ АГРОХИМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Ю. С. Героева

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
yuliya.geroeva1996@yandex.ru*

Plans for nature protection measures, measures for the optimal use of the land fund, monitoring of the state and reproduction of soil fertility, their implementation can be carried out only on the basis of complete information on the state of the environment and, in particular, the soil cover.

Агрохимическое исследование почв производится с целью их агрохимической оценки и контроля за изменением плодородия [4]. Результаты агрохимического исследования являются основой для разработки научно- обоснованной системы удобрения и мероприятий по повышению почвенного плодородия и урожайности сельскохозяйственных культур. Они используются для определения потребности и составления планов применения удобрений на основе экономико-вычислительной техники, для разработки рекомендаций по проектно-сметной документа-

ции, возделыванию сельскохозяйственных культур по интенсивным технологиям, выращиванию программированных урожаев на орошаемых землях и для других целей агрохимического обслуживания на всех уровнях сельскохозяйственного производства.

В основу проводимого агрохимической службой мониторинга плодородия почв должен быть положен комплекс определяемых интегральных показателей различных свойств почв и других факторов, от которых зависит урожайность сельскохозяйственных культур, при регулировании которых должно быть строгое соблюдение основных законов земледелия: автотрофности зеленых растений, физиологической равнозначимости и незаменимости факторов, ограничивающего фактора, совокупного действия факторов, возврата питательных веществ и энергии в почву, экологического соответствия между производством и окружающей средой.

Нарушение этих законов земледелия приводит к деградации почв сельскохозяйственных угодий, ухудшению окружающей среды, снижению продуктивности и устойчивости земледелия. Для агрохимического обследования чаще используются следующие показатели: актуальная и обменная кислотность почв; содержание подвижного фосфора и обменного калия; содержание гумуса; содержание подвижных микроэлементов, серы и тяжелых металлов; содержание легкогидролизуемого азота; нитрификационная способность почв; химический состав водной вытяжки почв и др.

По результатам анализов почв составляются агрохимические картограммы в масштабе (чаще в 1:25000) и рекомендации по применению удобрений. Картограмма агрохимическая – это карта, показывающая степень обеспеченности почвы усвояемыми для растений питательными элементами – фосфором, калием, азотом, магнием, микроэлементами, или потребность почвы в известковании и гипсовании. Подразделяются на крупномасштабные, среднемасштабные и мелкомасштабные.

В сельском хозяйстве крупномасштабные агрохимические картограммы используют для определения общей потребности хозяйств в удобрениях, установления правильных доз и видов удобрений для отдельных полей, при разработке плана известкования и гипсования почв в колхозах и совхозах. Наиболее распространены картограммы агрохимические, показывающие обеспеченность почвы усвояемыми фосфором и калием, кислотность почвы; реже – обеспеченность почвы азотом, магнием, микроэлементами. Для отдельных областей и с.-х. зон составлены среднемасштабные картограммы, для некоторых республик и экономических районов – мелкомасштабные. Мелко и среднемасштабные Картограмма агрохимическая необходимы для составления научно обоснованных планов производства минеральных удобрений и распределения их между отдельными районами. Данные агрохимического обследования

почв передаются для составления Атласа земель сельскохозяйственного назначения.

По состоянию на 1 января 2016 г. сельскохозяйственные угодья составляют 2799,5 тыс. га или 3,6 % земельного фонда Иркутской области. На долю несельскохозяйственных угодий приходится 74685,1 тыс. га или 96,4 %. Площадь пашни составила 1735,2 тыс. га, пастбищ – 640,9 тыс. га, залежи – 3,3 тыс. га., многолетних насаждений и сенокосов – 29,9 и 390,2 тыс. га, соответственно [3].

В пахотных угодьях этих природно-климатических зон представлены следующие типы почв в тыс. га [1]: серые лесные – 835,1; дерново-карбонатные – 638,8; черноземы – 138,3 тыс. га. В меньшей степени дерново-подзолистые почвы – 33,1 и интразональные почвы, обладающие высоким уровнем плодородия – это лугово-черноземные (74,1), луговые (14,5) и аллювиальные (36,9), а также прочие почвы (19,3).

Краткая агрохимическая характеристика показала, что основная часть почв, находящиеся в составе пашни обладают средней обеспеченностью гумусом, подвижным фосфором и обменным калием, слабо нуждаются известковании, исключение составляют дерново-подзолистые и частично серые лесные почвы (табл.).

Таблица

Агрохимическая характеристика основных типов почв [2]

Типы почв	Процентное распределение обследованных почв по уровням содержания											
	подвижный P ₂ O ₅			обменный K ₂ O			гумус			Обменная кислотность		
	низкое	среднее	высокое	низкое	среднее	высокое	низкое	среднее	высокое	низкое	среднее	Высокое
Серые лесные	6	58	36	17	76	7	38	44	18	5	72	23
Дерново-карбонатные	7	67	26	7	65	25	24	53	23	1	17	82
Черноземы	6	69	25	7	58	35	7	57	36	—	22	78
Дерново-подзолистые	2	69	29	21	62	17	59	29	20	18	48	34
Лугово-черноземные	11	64	25	11	44	45	12	43	46	—	23	77
Дерново-луговые	12	50	38	39	56	5	13	30	57	2	14	84
Пойменные	27	44	24	72	24	4	38	46	16	1	9	90

За счет высокой уязвимости почв региона интенсификация земледелия может привести к значительной потере плодородия почв, что требует постоянного слежения за изменением плодородных свойств почв, что осуществляется при помощи методов агрохимического мониторинга земель сельскохозяйственного назначения.

Список литературы

1. Доманский Ю. А. Почвы Иркутской области и методы полевого обследования почвенного покрова / Ю. А. Доманский, Е. Ш. Дмитриева. – Иркутск, 2002. – 128 с.
2. Житов В. В. Зональные основы системы удобрений в земледелии Иркутской области / В. В. Житов, Н. Н. Дмитриев. – Иркутск: Издательство ИрГСХА, 2013. – 140 с.
3. Региональный доклад «О состоянии использовании земель в Иркутской области» за 2015 год. – Иркутск, 2016. – 171 с.
4. Сохранение и повышение плодородия земель сельскохозяйственного назначения: учеб. пособие / В. Г. Ларешин [и др.]. – М. : РУДН, 2008. – 172 с.

Научный руководитель: канд. биол. наук, доц. А. А. Козлова

УДК 631.417.2(572)

ПОДХОДЫ СОЗДАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БАЗЫ ПОЧВЕННЫХ ДАННЫХ ИРКУТСКОГО РАЙОНА

А. И. Горошкин, Н. А. Мартынова

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
afan-mail.ru@mail.ru*

This work is aimed to formation a list of systematized information on soil data of Irkutsk region through the creation of electronic database (DB) of soils and their properties of the region with using of geographic information technologies.

Географические информационные системы (ГИС) являются средством решения разного рода задач. Геоинформационные системы предназначены для сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных данных и связанной с ними информации о представленных в ГИС объектах окружающего мира. Другими словами, это инструменты, позволяющие пользователям картографировать, т. е. создавать и редактировать цифровые карты объектов Земли и окружающего мира, искать и анализировать информацию по разным параметрам, получать дополнительную информацию о различных объектах окружающей среды, визуализировать информацию и на основе различных данных прогнозировать различные события и явления, принимать экологически обоснованные решения.

Важной задачей на сегодня является анализ и систематизация огромного массива данных по почвенному покрову, свойствам и особенностям различных типов почв как в Российской Федерации в целом, так и в отдельных ее районах, и в Иркутской области – в частности, что и определило цель данной работы – создание основы базы почвенных данных различных типов почв Иркутского района, которые послужили объектами данного исследования. Актуальность работы обусловлена необходимостью создать массив систематизированных и распределенных данных по почвам наиболее населенного Иркутского района через со-

здание электронной базы данных (БД) о почвах района и их свойствах с использованием (ГИС: MapInfo, ArcGIS).

ГИС, включая в себя систему управления БД (СУБД), редакторы растровой и векторной графики, активно применяются сегодня в различных отраслях знания (метеорологии, картографии, геологии, почвоведении, землеустройстве, экологии, муниципальном управлении и др.). Почвоведение сегодня – одна из приоритетных наук, в которой на первое место выходят методы математической статистики, моделирования, применения геоинформационных технологий и БД. В настоящее время ГИС-технологии широко используются во всем мире при почвенных исследованиях.

Климатические особенности Иркутской области и Иркутского района, в частности, определяются их расположением на стыке юге двух тектонических структур – юга Сибирской платформы и Байкальской рифтовой зоны. разнообразным рельефом и регулирующим влиянием таких водных объектов, как озеро Байкал, Иркутское водохранилище, река Ангара. Среднегодовая температура воздуха составляет в Иркутском районе среднем $-2,3^{\circ}\text{C}$, температура января и июля соответственно -24° и $17,8^{\circ}$. В городе Иркутске распределение температур неравномерно: выделяются отдельные острова тепла. Сумма положительных температур воздуха более 10° – достигает 1600, продолжительность безморозного периода – около 100 дней, что обуславливает вызревание основных сельскохозяйственных культур. Основные сельскохозяйственные районы угодья района находятся в его северной и центральной частях.

В районе большое распространение получили породы юрского возраста: песчаники, аргиллиты, конгломераты, углистые сланцы с прослоями углей, – часто перекрытые покровами четвертичных отложений, представленных лессовидными карбонатными суглинками, песками, галечниками, суглинистыми отложениями. На юго-западе и юго-востоке района залегают нижнекембрийские породы, представленные песчаниками, известняками, доломитами, что обуславливает наличие карста и формирование остаточно-карбонатных почв [1]. В южной части района встречаются гнейсы, кристаллические сланцы, кварциты, амфиболиты архейского и протерозойского возраста.

Разнообразие пород, неоднородный холмисто-увалистый рельеф рельефа, климатические особенности и ботанико-флористический состав различных биоценозов Иркутского района способствует формированию здесь дифференцированного пятнисто-полосчатого рисунка почвенно-ландшафтных комплексов и определяют их хозяйственную ценность и экологическую устойчивость. Наиболее распространёнными почвами района являются серые, дерново-подзолистые почвы и буроземы березово-лиственнично-сосновых травянистых лесов, черноземы глинисто-иллювиальные – остаточных участков степных ландшафтов, темно-

гумусово-глеевых, глееземов, торфяно-глееземов (перегнойных) и их вариаций – пойменных и террасных ландшафтов речных долин.

Данные по различным свойствам почв Иркутского района систематизировались и сводились в реляционные таблицы данных (рис. 1) привязывались к конкретным географическим координатам и спутниковым картам (рис. 2), что позволит создать системный список почв района и интегрировать их в электронный формат.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	x	y	№ разрез Привязка Стол_20х Отдел 20х Тип почвы Индекс_2 Индекс_1 Глубина, м Мощность pH водн. С общ.% Гумус,% N общ., % C/N													
2	104.24663	52.26562	BC-2009/1	Точка наб	Пастбище	Текстури	Темно-се	AU	Ad	0-20	20	5,86	1,69	2,91	0,15	11,27
3								AUB	AB	20-45	25	6,6	0,39	0,67	0,04	9,75
4								B(e)	B(e)	45-57	12	7,4	0,2	0,34		
5								Bca	Bca	57-70	27	7,55	0,15	0,26		
6								BCca	BCca	70-120	50	8,19	0,16	0,28		
7								Cgca	Cgca	120-135	15	8,73	0,15	0,26		
8																

Рис. 1. Пример оформления реляционной таблицы свойств почв Ботанического сада ИГУ

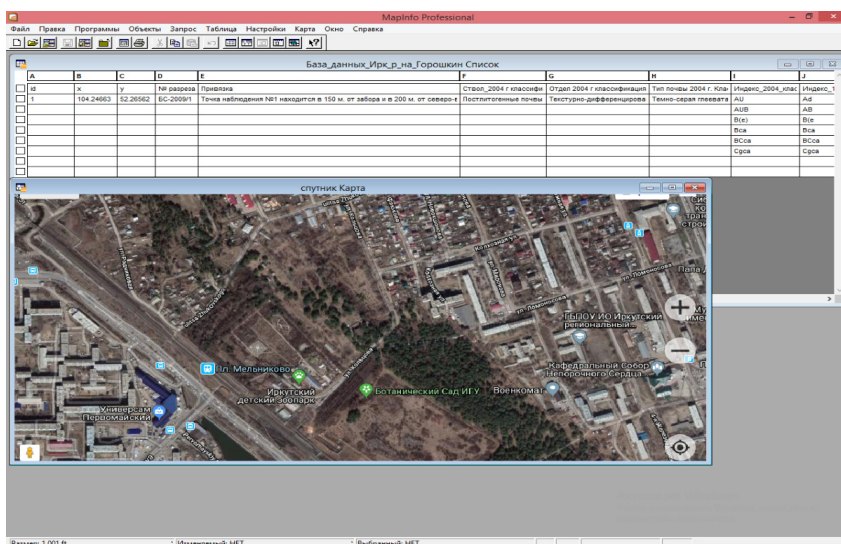


Рис. 2. Пример привязки таблицы формата Excel к спутниковой карте

Список литературы

1. Беркин Н. С. Природные условия административных районов / Н. С. Беркин, С. А. Филиппова, Г. В. Руденко. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 1993. – 300 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАЙКАЛЬСКОЙ СПИРОГИРЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

В. С. Гузеева

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
valentina.guzeeva@bk.ru*

In this work, it is said that due to the large growth of algae complex on lake Baikal, it is necessary to find their application, including agricultural. From the results of the research it is necessary to assume that «spirogira» can be used as an organic fertilizer or as a physical additive for different types of soils: for clay soils it can provide a mulching effect, and for sandy soils it can retain moisture. The research will be continued in the future.

За последние несколько лет на побережье и мелководье озера Байкал массово развивается комплекс водорослей под общим названием «спирогира». Спирогира – род нитчатых зеленых водорослей, это наиболее распространенная водоросль пресных водоемов по всему земному шару [3]. Одной из причин загрязнения оз. Байкал «спирогирой» многие ученые считают сброс сточных вод из населенных пунктов, расположенных в непосредственной близости от озера Байкал и несовременные, изжившие себя системы очистки сточных вод. Помимо загрязнения вод, большое количество водорослей выбрасывает на берега озера, где в процессе гниения они выделяют неприятный запах, загрязняют береговую линию. На данный момент одним из способов решения проблемы загрязнения береговой линии является сбор «спирогиры» и либо ее утилизация либо использование в различных целях. Этими вопросами занимается большое количество как коммерческих, так и некоммерческих организаций. Одним из применений спирогиры является использование ее в качестве «добавки» или в «чистом» виде при изготовлении биогумуса.

В данном исследовании поставлены следующие задачи: изучение качества биогумуса из спирогиры, сравнение физических и химических свойств разных видов биогумуса и разработка рекомендаций для садоводов по использованию его в сельском хозяйстве.

Объектами исследования явился биогумус, полученный из чистой «спирогиры», и для сравнения были взяты дополнительные образцы: биогумус «Огородник», купленный в магазине; биогумус полученный из овощных остатков.

При определении качества гумусовых веществ используется метод определения общего углерода И. В. Тюрина [1] и мезоморфологический метод исследования образцов при помощи бинокуляра. В настоящий момент, так же ведутся исследования фракционного состава гумуса методом И. В. Тюрина в модификации Пономаревой-Плотниковой [2].

В ходе мезоморфологического исследования выявлено, что:

а) биогумус изготовленный из спирогиры неоднородный очень плохо перемешан с минеральным субстратом, бесструктурный, растительные остатки разной степени разложённости, в том числе свежие зеленые остатки спирогиры;

б) биогумус купленный в магазине однородный, хорошо перемешан с минеральным субстратом, растительные остатки не наблюдаются, встречаются белые включения, предположительно скорлупа куриных яиц;

в) биогумус, полученный из овощных отходов, так же хорошо смешан с минеральным субстратом, имеет хорошую копрогенную структуру, встречаются растительные остатки разной степени разложённости.

Исходя из данных мезоморфологического исследования мы можем сделать вывод, что «спирогира» плохо поддается разложению, биогумус образуется медленно.

Для определения общего углерода, кроме биогумуса, были взяты верхние гумусовые горизонты естественных пойменных почв, которые являются оптимальными для выращивания с/х культур (таб.1).

Таблица 1

Содержание общего гумуса в естественных гумусовых горизонтах и в биогумусе

Образец	Содержание гумуса, %
Аллювиальная темногумусовая почва (р. Белая)	5,484
Аллювиальная темногумусовая почва (р. Китей)	5,977
Биогумус «Огородник»	19,435
Биогумус из овощных остатков	22,526
Биогумус из «спирогиры»	17,830

По содержанию общего гумуса можно сделать следующие выводы: биогумус изготовленный из «спирогиры» имеет большее количество органического вещества по сравнению с образцами верхних горизонтов естественных почв и меньшее количество по сравнению с двумя другими образцами биогумуса.

На данном этапе исследования мы можем предположить, что «спирогира» может использоваться в качестве органического удобрения или как физическая добавка для разных типов почв: для глинистых почв она может обеспечивать эффект мульчирования, а для песчаных может удерживать влагу.

Список литературы

1. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина; 2-е изд. – М. : МГУ, 1970. – 488 с.
2. Пономарева В. В. Определение группового и фракционного состава гумуса по схеме И. В. Тюрина, в модификации В. В. Пономаревой и Т. А. Плотниковой / В. В. Пономарева, Т. А. Плотникова // Агрохимические методы исследования почв. – М. : Наука, 1975.
3. Современная иллюстрированная энциклопедия по биологии / под ред. Горкина А. П. – М. : Росмэн-Пресс, 2006. – 560 с.

Научный руководитель: ст. преподаватель С. Л. Куклина.

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ УЧХОЗА «МОЛОДЁЖНЫЙ» ИРГУА ИМ. А. А. ЕЖЕВСКОГО И ИХ АГРОГЕННАЯ И ПОСТАГРОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ

Д. Ю. Дементьев, А. А. Козлова

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
vova.dementev1996@gmail.com*

The aim of this investigation was to study the physical properties of gray forest soils in the Angara region, using the example of the soils of the «Molodezhny» A. A. Ezhevsky, located in virgin, arable and fallow state.

Трансформация целинных и пахотных почв понимается как постоянный процесс их преобразования под воздействием природных и, главным образом, антропогенных факторов. При агрогенном воздействии может наблюдаться как улучшение физических свойств почв, а именно разуплотнение пахотного слоя, наблюдаемое в результате распашки и внесения органических удобрений, так и физическая деградация почв, выражающаяся в уплотнении пахотного и подпахотного слоя из-за механического воздействия на почву, наблюдаемое при длительном воздействии на почву, особенно без внесения органики. В постагрогенном состоянии, как правило, происходит постепенное восстановление свойств почв, в том числе и физических за счет поселения на ней естественной растительности [1].

Гранулометрический состав целинной серой лесной почвы (дерново-буро-подзолистой) разреза 1М равномерно распределён по профилю почвы, представлен средним суглинком с преобладанием крупнопылеватых фракций, коэффициент текстурной дифференциации (КД) составляет менее 1, чем они отличаются от серых лесных почв Европейской части страны (табл.).

Пахотная серая лесная почва (агрозем текстурно-дифференцированный) разреза 3М также имеет среднесуглинистый состав, в целом равномерно распределён по профилю почвы. На залежи гранулометрический состав серой лесной почвы (агросерой турбированной) разреза 2М сходен с целинной почвой. Её верхняя часть более лёгкая, вниз по профилю утяжеляется до среднего суглинка, КД составляет 1,4.

В целинной почве разреза 1М значения плотности и влажности характерны для лесных почв региона, с минимальной плотностью в агрогенных горизонтах и постепенным ее увеличением к низу профиля, с максимальной влажностью вверху и внизу профиля и с минимумом в середине. На залежи (разрез 2М) плотность почвы резко возрастает сразу под дерниной, где ее значения составили $1,45 \text{ г/см}^3$, что может быть свя-

зано с использованием данной почвы в качестве сенокоса. Влажность почвы на залежи оказалось самой низкой, по сравнению с другими разрезами. Почва пашни (разрез 3М) оказалась довольно плотной по всему профилю, но максимальные ее значения были в пахотном горизонте, где достигли $1,5 \text{ г/см}^3$, что обусловлено постоянным воздействием сельхозтехники. Естественная влажность также была выше, чем на целине и залежи.

Таблица

Физические свойства исследуемых серых лесных почв

Горизонт, глубина см	Гранулометрический состав, мм		Массовая влажность, %	Плотность ρ _{г/см³}	Структурный состав (% фракций в мм)					
	< 0,001	< 0,01			глыбы ≥ 10	агрегаты 10-0,25	пыль < 0,25	Кстр.	Σ водонепрочных агрегатов > 0,25	
Разрез 1М. Дерново-буро-подзолистая										
AY 0–21	11	33	10	0,8	20	60	20	2,0	51	
BEL 21–32	11	29	13	1,2	17	81	2	4,2	60	
BT 32–75	12	31	18	1,4	30	64	6	1,7	21	
C 75–100	12	34	15	1,5	40	58	2	1,4	33	
Разрез 3М. Агрозем текстурно-дифференцированный										
P 0–35	14	38	19	1,6	58	40	2	0,7	25	
BT 35–84	15	35	18	1,5	40	56	4	1,3	40	
C 84–102	19	33	17	1,5	25	74	1	4,0	42	
Разрез 2М. Агросерая турбируванная										
AYpa 0–4	10	28	17	0,8	42	54	4	1,2	59	
AYpaEL 4–18	12	36	10	1,4	31	65	4	1,9	60	
AYBEL]tur 18–38	14	37	12	1,3	20	75	5	3,0	62	
BT 38-70	14	35	12	1,3	34	64	2	1,7	59	
C 70–100	14	35	12	1,4	40	56	4	1,3	40	

При определении структурного состояния исследуемых почв установлено, что целинная почва обладает наиболее агрономически ценной структурой. Ее агрегатное состояние можно охарактеризовать как хорошее и отличное. Так, содержание агрономически ценных агрегатов в ней колеблется от 50 до 81 % в гумусовом и субэлювиальном горизонтах, соответственно, в горизонте BT оно снижается до 64 %, но все равно остается высоким. Необходимо отметить присутствие в гумусовом горизонте до 20 % пылеватых частиц, размером меньше 0,25 мм, что объясняется их эоловым привносом с близлежащих пашен. В пахотной почве наблюдается заметное ухудшение структурного состояния, в котором 60 % агрегатов представлены глыбами, остальные 40 % – это агрономически ценные агрегаты, с глубиной количество глыб уменьшается. При этом почти совсем не нет пылеватых частиц. Почва залежи по своему

структурному состоянию приближается к целинному аналогу. Наблюдается частичное восстановление структуры, заметно увеличилось количество агрегатов агрономически ценного диапазона, но их содержание несколько ниже, чем на целине. Это, по-видимому, связано с тем, что залежь представлена сенокосом, то есть антропогенное воздействие возможно более щадящее чем при распашке, сохраняется. Что касается водопрочности агрегатов, то в целинной она составляет 50 %, остальные 50 % – это пыль. При распахивании наблюдается резкое снижение водопрочности до 25 % в пахотном горизонте. В залежной почве, напротив, содержание водопрочных агрегатов резко увеличивается, и их сумма составляет около 60 %. В целом, установлено, что лучшими физическими свойствами обладает целинная почва. Она лучше оструктурена и водопрочность агрегатов в ней наилучшая. При этом она менее плотная, значит, содержит много пор, занятых как воздухом, так и водой, т. е. обладает оптимальным водно-воздушным режимом.

При распахивании физические свойства почвы заметно ухудшаются. Она становится менее структурированной, среди агрегатов начинают преобладать глыбистые, а их водопрочность снижается более чем в 2 раза, по сравнению с целиной. Это, без сомнения, сказывается на ее плотности и влажности. Пахотная почва испытывает уплотнение и становится более влажной, чем целинная. На залежи почва по своему структурному состоянию приближается к целинной, так как со временем в ней восстанавливаются естественные процессы почвообразования. Улучшается структура, почва становится более рыхлой, в ней содержится как воздух, так и влага.

Список литературы

1. Агропочвоведение / под ред. В. Д. Муха. – М. : КолосС, 2004. – 528 с.

УДК 631.4:553.7(571.53)

ПОЧВЫ И МАКРОЗООБЕНТОС ТЕРМАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ БАЙКАЛЬСКОЙ СИБИРИ

И. О. Еропова^{1,2}, Е. Р. Хадеева¹, О. Г. Лопатовская¹

¹ *Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия*

² *Байкальский музей ИНЦ СО РАН, г. Иркутск, пос. Листвянка, Россия
eropova.irina@yandex.ru*

Four thermal springs of Barguzin valley were investigated: Umkheysky, Kuchigersky, Allinsky and Seyuisky. The chemical composition of water and soils is described and their interrelation is revealed. The predominance of dragonfly larvae and other insects and high biomass values were established in the communities of zoobenthos.

Большой научный и практический интерес представляют водные экосистемы со своеобразными гидрологическими и гидрохимическими свойствами и являющиеся рефугиумами для наземных и водных растений и животных [1]. Поэтому в качестве объекта исследований нами выбраны термальные источники Баргузинской долины в пределах Байкальской Сибири. Для этого с 18 по 24 марта 2017 г. была проведена комплексная экспедиция по четырем термальным источникам долины: Умхейский, Кучигерский, Аллинский и Сеюйский (рис., а).

Поскольку до настоящего времени нет сведений о химическом составе почв около этих источников, необходимо было провести отбор почвенных образцов в непосредственной близости от излияния минеральной воды. При достаточно большой мощности почвенного покрова закладывали разрезы (рис., б). В источнике отбирали пробы воды для гидрохимического анализа, чтобы выявить влияние вод источника на химический состав почв. Одновременно в источнике в зоне температур ниже 35 °C отбирали количественные пробы макрозообентоса. В лабораторных условиях проводили анализ химических свойств почв, также химический анализ воды по руководству А. А. Резникова [2], обработку бентосных проб по стандартной методике.



Рис. Сеюйский горячий источник: ручей, вытекающий из озера (а), и почвенный разрез № 6 (б). Фото В. В. Тахтеева (а), Е. Р. Хадеевой (б)

Почвенный разрез 1 заложен на берегу минерального озера, собирающего воды Умхейской группы источников. Формула профиля: Ad-A-C1ca,g-C2ca,g-C3ca,g. Разрез 4 заложен у одного из излияний термального источника Кучигер. Рельеф: пологое подножие Баргузинского хребта; излияния находятся в глубоких лужах с вязким дном. Формула профиля: T-Tg. Разрез 5 заложен на правом берегу р. Алла. Рельеф: выположенная поверхность долины реки. Формула профиля: Ad-G(ca). Разрез 6 находился у подножья Икатского хребта (отрог между р. Сея и Джерга). Ре-

льеф: первая надпойменная терраса р. Сея, склон юго-западной экспозиции. Формула профиля: А-А(г)-АВ(г)-ВС(г)-С(г).

Источники отличаются щелочной реакцией воды (рН 9,0–9,7), ее минерализация незначительная – от 0,13 до 0,17 г/л (табл.). Химический состав воды – гидрокарбонатный натриевый. Почвы в окружении термальных источников в основном представлены так называемыми «парапочвами» (примитивными почвами), которые относятся к стволу синлитогенных, органо-аккумулятивных.

Таблица

Местоположение и общая характеристика исследованных источников Прибайкалья

Источник	Координаты	Температура от истока до мест сбора, °С	Формула Курлова
Умхей	N 54°59'156" E 111°07'075"	47,6–8,8	$M_{0,13} \frac{HCO_3 71 Cl 12 SO_4 11 CaCO_3 6}{Na 91 Ca 8} pH 8,9$
Кучигер	N 54°52'558" E 111°00'025"	28,5–25,5	$M_{0,16} \frac{HCO_3 61 CO_3 15 Cl 14 SO_4 10}{Na 93 Ca 5} pH 9,4$
Алла	N 54°42'009" E 110°42'107"	75,0–11,0	$M_{0,16} \frac{HCO_3 71 CO_3 16 Cl 8 SO_4 5}{Na 91 Ca 4} pH 9,4$
Сея	N 54°50'089" E 111°18'058"	55,2–22,0	$M_{0,17} \frac{HCO_3 65 CO_3 17 Cl 10 SO_4 8}{Na 97 Ca 2} pH 9,6$

Выявлено, что рН в почвах около источников варьирует в широких пределах: в разрезе 1 от 6,7 до 8,9; в разрезе 2 – 7,7; в разрезе 3 от 8,2 до 8,4; в разрезе 4 – от 4,2 до 4,3; в разрезе 5 – 8,4; в разрезе 6 – от 8,4 до 8,5. В основном значения рН лежат в щелочной области, отражая состав воды источника. Это связано с тем, что нейтральные соли накапливаются в нижних горизонтах почв. Однако почва у Кучигерского источника (разрез 4) имеет кислую реакцию, из-за большого содержания органических веществ и сероводорода. В минеральном составе почв преобладают сульфат-ионы и ионы кальция, в отсутствие соды. Содержание солей в сухом остатке от 0,01 до 0,11 %, что свидетельствует об отсутствии засоления. Это связано с промывным водным режимом, когда соли не успевают накопиться в почвенном профиле.

В сообществах зообентоса термальных источников Умхейский и Сеюйский вследствие почти полного отсутствия твёрдых субстратов преобладают личинки стрекоз (93,8 % биомассы, тип сообщества – одонатоидный) и других насекомых. Основное отличие от зообентоса термальных источников Северного Байкала [1] заключается в отсутствии в Баргузинской долине сообществ амфиподного и гастроподного типов;

более того, Amphipoda и Gastropoda нами вообще не обнаружены. Показатели биомассы макрозообентоса термальных источников Баргузинской долины (в пригодной для обитания животных зоне) находятся на очень высоком уровне и соответствуют таковым в эвтрофных или даже гипер-трофных озёрах (до 66 г/м³ в Сеюйском источнике). Макрозообентос Кучигерского источника представлен лишь личинками мокрецов (Segatoroponidae), из-за малоприспособленного субстрата и газового режима.

Исследования поддержаны РФФИ (грант № 17-29-05067-офи).

Список литературы

1. Макрозообентос некоторых термальных источников Северного Прибайкалья в ранневесенний период / И. О. Еропова, В. В. Тахтеев Т. Я. Ситникова, Е. Р. Хадеева, О. Г. Лопатовская // Байкал. зоол. журн. – 2016. – № 2 (19). – С. 54–60.
2. Резников А. А. Методы анализа природных вод / А. А. Резников, Е. П. Муликовская, И. Ю. Соколов. -3-е изд., переработ. и доп. – М. : Недра, 1970. – 488 с.

УДК 631.48 (571.54)

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ БАРГУЗИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ

А. Д. Жамбалова

*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия
zhambalova_ann@mail.ru*

Soil research has revealed that saline soils in the taiga zone of the Barguzindepression are formed with a combination of endogenous and exogenous factors.

Наряду с основными факторами на почвообразование оказывают влияние и эндогенные (вулканизм, неотектоника, землетрясения, подземные газы и напорные глубинные минерализованные воды) [4]. До настоящего времени роль глубинных минерализованных вод в процессах почвообразования остается слабо изученной. Разгрузка гидротерм обогащает почву рядом элементов, поэтому такое влияние может привести к засолению почв легкорастворимыми солями с образованием солончаков и солонцов вдоль разломов [2]. С этой точки зрения особый интерес приобретают исследования почв Баргузинской котловины, формирующихся в зоне влияния разгрузки гидротермальных вод.

Объекты и методы исследования. Баргузинская депрессия является одной из крупнейших впадин Байкальской системы рифтов. В ее формировании значительную роль играют разрывные нарушения. К разломным участкам и узлам их пересечения приурочены наиболее сильные землетрясения и разгрузка трещинно-жильных минерализованных вод [5]. По минеральному и газовому составу минеральные источники отнесены к Байкальской гидроминеральной области азотных терм, которые характе-

ризуются слабой минерализацией и щелочностью [6]. Климат данной территории резкоконтинентальный. Длительная и холодная зима, а также засушливый весенне-летний период создают благоприятный фон для формирования на территории котловины засоленных почв [8]. Существенную роль в засолении почв оказывает и наличие многолетней мерзлоты, являющейся водоупором. Баргузинская котловина находится в зоне перехода от сплошной к спорадической мерзлоте.

Объектом исследования послужили засоленные почвы северо-западной части Баргузинской котловины, формирующиеся в зоне влияния Кучигерских гидротерм. Воды, которых по химическому составу относятся к фтористому сероводородному гидрокарбонатно-сульфатному натриевому типу с температурой выхода 40–50 °С, pH 9,9. Выклинивания подземных вод приурочено к пересечению разнонаправленных Баргузинского и Сеюйского разломов, перекрытых четвертичными отложениями [5].

Для изучения морфологического строения была заложена серия почвенных разрезов. В непосредственной близости от источника Дыренский заложен разрез ТЛК-2-16 (N54°52'45,4»; E111°00'2,9»; Н – 551 м над ур. м.), на притеррасной возвышенности – ТЛК-1-16 (N54°52'5,8»; E111°2'47,2»; Н – 563 м над ур. м.), на заболоченном участке с пересыхающими озерами – ТЛК-3-16 (N54°51'29,3»; E111°2'4,4»; Н – 601 м над ур. м.), на высоком редко затопляемом участке приустьевой части поймы р. Улюгна разрезы ТЛК-4-16 и ТЛК-12-11 (N54°49'42,5», E111°1'57,2»; N54°49'46,5»; E111°01'48,2», Н – 605 м над у. м.).

Классификация и диагностика почв проводилась согласно «Классификации и диагностики почв России» (2004) и «Полевого определителя почв России» (2008) [3;7]. При изучении физико-химических свойств почв руководствовались общепринятыми методами исследований [1].

Результаты исследований. Проведенные почвенные исследования показали, что в таежной части Баргузинской котловины формируются почвы с разной степенью засоления, которые характеризуются сложным морфологическим строением. В верхней части профиля фиксируется аккумуляция легкорастворимых солей в виде солевых корок, верхних солончаковых горизонтов (S, SS), а также в виде солонцового горизонта (BSN). Морфологическое строение и вещественный состав позволил выявить следующие процессы: криотурбацию, засоление, квазиглееватость, окарбоначивание, оглинивание, осолонцевание, слабо выраженное ожелезнение и омарганцевание. Отепляющий эффект термальных вод на почвы вблизи источника позволяет выделить термокриотурбационный подтип аллювиальных почв. В изученных почвах, широко проявляются мерзлотные процессы, выраженные в виде криотурбаций, что значительно осложняет выявление генетических особенностей.

По гранулометрическому составу изученные почвы неоднородны. Наиболее тяжелый гранулометрический состав имеют солончаки темные

солонцеватые мерзлотные (ТЛК-4-16, ТЛК-12-11). В остальных почвах наиболее высокие показатели содержания фракции физической глины приурочены либо к верхнему, либо к погребенным гумусовым горизонтам. Такая же закономерность прослеживается и в содержании гумуса, емкости катионного обмена. Реакция среды в изученных почвах щелочная.

Максимальная концентрация легкорастворимых соединений отмечается в солевой корочке (21,349–31,564 %). В профиле почв высокое содержание солей приурочено к более тяжелым по гранулометрическому составу горизонтам. В почвах озерной депрессии проявляется концентрации анионов хлора (ТЛК-3-16). Во всех других почвах его содержание ничтожно мало, среди анионов доминируют сульфаты, а среди катионов натрия. На состав легкорастворимых солей в профиле почв влияет эндогенное поступление минеральных вод источников с их педогенной трансформацией, что выражается в осадения ионов кальция в виде кальцита и гипса.

Таким образом, проведенные исследования показали, что формирование в таежной зоне засоленных почв может быть объяснено наличием зон разлома, представляющих собой выводной канал минерализованных вод из глубоких слоев литосферы на земную поверхность. Дополнительный привнос материала, в сочетании с климатическим потенциалом, близко расположенной мерзлотой способствовал формированию засоленных почв, относящихся к аллювиальному отделу синлитогенного ствола и почвы галоморфного отдела постлитогенного ствола.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований № 18-04-00454 А.

Список литературы

1. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – М. : Изд-во МГУ, 1970. – 487 с.
2. Касимов Н. С. Геохимия ландшафтов зон разломов (на примере Казахстана) / Н. С. Касимов. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1980. – 119 с.
3. Классификация и диагностика почв России. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
4. Ковда В. А. Основы учения о почвах / В. А. Ковда. – М. : Наука, 1973. – 447 с.
5. Лунина О. В. Рифтовые впадины Прибайкалья: тектоническое строение и история развития / О. В. Лунина, А. С. Гладков, Н. Н. Неведрова. – Новосибирск : Акад. изд-во «Гео», 2009. – 316 с.
6. Гидрохимические особенности состава азотных терм Байкальской рифтовой зоны / А. М. Плюснин [и др.] // Геология и геофизика. – 2013. – № 5. – С. 647–664.
7. Полевой определитель почв России. – М. : Почв. ин-т им. В. В. Докучаева, 2008. – 182 с.
8. Убугунов В. Л. Почвы и формы рельефа Баргузинской котловины / В. Л. Убугунов, В. И. Убугунова, Э. Г. Цыремпилов. – Улан-Удэ : Изд-во БНЦ СО РАН, 2016. – 212 с.

Научный руководитель: канд. биол. наук В. Л. Убугунов.

ДЕГРАДАЦИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НА МЫСЕ БУРХАН О.ОЛЬХОН (ПРЕДБАЙКАЛЬЕ)

А. В. Каминская, Е. А. Трошина

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
kaminskaya.anyaka@yandex.ru*

Soil degradation-a steady negative change in the composition, structure and properties of soils, including their partial or complete destruction as a result of economic and other activities, as well as the impact of other factors of natural and man-made, leading to deterioration or loss of the ability of soils to perform their functions.

Деградация почв – устойчивое негативное изменение состава, строения и свойств почв, включая частичное или полное их разрушение в результате хозяйственной и иной деятельности, а также воздействие иных факторов природного и техногенного характера, приводящее к ухудшению или утрате способности почв выполнять свои функции. Крайней степенью деградации является уничтожение почвенного покрова и порча земель. В настоящее время деградацию почв можно определить как одну из ведущих проблем современного мира. Одним из наиболее значимых мест, подверженных деградации, в России является антропогенно-нарушенная территория на мысе Бурхан на о. Ольхон.

Территория характеризуется засушливым аридным климатом, что делает почвенный покров наиболее уязвимым. Деградация почв на Ольхоне обостряется не только свойствами климата и свойствами почв, но также и повышенным антропогенным воздействием. Поскольку мыс Бурхан является самым посещаемым туристами местом, то вместе с широким развитием международного туризма увеличивается и физическая нагрузка на почвенный покров. Под действием скопления дождевой воды в местах нарушенного почвенного покрова развивается водная эрозия, которая усиливает прогрессирующее развитие и формирование глубоких оврагов на месте проложенных туристических троп (до 5 м и более). Недостаточное внимание к проблеме и игнорирование мер по профилактике деградации земель на мысе Бурхан, приведет к разрастанию оврагов. Это, в свою очередь, способствует увеличению их площади и глубины. Эта актуальная проблема определила цель исследований – изучить процессы эрозии, выявить физико-химические свойства почв и предложить решение проблемы деградации почв.

В июле 2017 г. экспедицией под руководством профессора Х.-Р. Борка (г. Киль, Германия) на мысе Бурхан были исследованы овраги и отобраны образцы для анализов из пяти разрезов на разных участках. Почвы относятся к отделу: абраземы, типу: абраземы аккумулятивно-карбонатные, подтипу: типичные.

В лаборатории кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ИГУ были проведены физико-химические анализы для выявления основных свойств почв. Результаты исследований показали, что pH почвы изменяется по профилю неравномерно от 6,1 до 9,0, в основном сверху вниз к карбонатной почвообразующей породе. Минерализация почвенной суспензии в пределах от 0 до 0,9 ppt, что характеризует почву как не засоленную. Содержание гумуса от 0,5 до 5 %, верхние горизонты характеризуются как малогумусные. Распределение гумуса в почве различно: постепенное, бимодальное, с двумя максимумами внутри профиля. Определение обменных катионов показало, что в почве в основном преобладает кальций над магнием. Почвы содержат карбонаты кальция, которые присутствуют в почвообразующей породе, представленной кальцитами. Вскипание отмечено в средней части профиля и в горизонте на границе с почвообразующей породой.

Для данных почв необходима разработка технологии их ремедиации и рекультивации. Рекультивация земель может проводиться по нескольким направлениям: лесохозяйственное, водохозяйственное, рекреационное, природоохранное. Выбранное направление определяет дальнейшее использование восстановленных земель. Организация работ на территории должна обеспечивать охрану окружающей среды, максимальную производительность и технику безопасности. Одними из восстановительных мероприятий могут быть следующие: экологический мониторинг, создание специализированных охранных зон, установление ограничения физической нагрузки на почвенный покров и восстановление растительности, которая будет препятствовать процессам деградации. Предложенные меры навряд ли внесут непосредственные экономические изменения в ближайшее время, однако помогут сохранить природные ресурсы и восстановить почвенный покров.

Авторы благодарят за предоставленные образцы почв и возможность участвовать в данном исследовании: профессоров Х.-Р. Борка, А. Митта, сотрудников университета С. Хамнуеву и Я. Вента.

Научный руководитель: доцента кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ИГУ, канд. биол. наук О. Г. Лопатовская.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ В ИЗУЧЕНИИ НЕКОТОРЫХ ПОЧВ ЮЖНОГО ПРИАНГАРЬЯ

Т. И. Кашапова, Н. Д. Киселева

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
rannev.v@inbox.ru*

The results of mathematical processing of analytical data of peculiar gypsum-bearing soils formed on gypsiferiferous deposits of the upper Cambrian are presented. The values of the mode, median and average for the chemical indices of sod-carbonate soils, chernozems and soils on the calcareous sediments are calculated.

Математическая обработка данных – это возможность делать предсказания, прогнозировать поведение явления или процесса. Важное место в преодолении теоретического и практического почвоведения принадлежит математическим методам. Основной задачей данной работы было применение математической статистики в почвоведении. Для изучения и обработки данных были выбраны почвы в Нукутском районе в долине реки Залари. Полученные аналитические материалы были обработаны в программе «EXCEL» и «Статистика». Для обработки данных были использованы меры центральной тенденции, такие как мода-значения, которые встречаются максимально часто, медиана – средний член упорядоченного ряда и среднее значение – это сумма всех значений деленные на количество значений [3; 4].

В качестве объектов для обработки были выбраны своеобразные гипсоносные почвы, сформированные в условиях Южного Приангарья. Почвы формируются в условиях холмисто-равнинного рельефа, обусловленного, главным образом, водно-эрозионными процессами, создавшими расчленения поверхности многочисленными глубокими долинами и ложбинами. Важное влияние на морфологические и химические свойства почв территории исследования оказывают продукты выветривания и переотложения кембрийских осадочных пород. Особое влияние оказывают климатические особенности региона – резкоконтинентальный климат, проявляющийся в больших годовых и суточных температурных амплитудах. Господствующий тип водного режима является непромывной, который изменяется в сухой сезон года на выпотной [2; 5; 6].

Нами были использованы аналитические материалы, полученные в лаборатории кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ИГУ. Образцы дерново-карбонатных почв отобраны из разрезов, заложенных на водоразделах рек Залари и Унга, всего обработано 7 разрезов, черноземы – 3 разреза, и пойменные почвы – 6 разрезов [5; 6]. Аналитические данные получены по общепринятым методикам [1].

Статистическая обработка аналитических данных почвенных объектов, таких как чернозем карбонатно-сульфатный гипсоносный, чернозем карбонатный и чернозем типичный показала, что для pH значения моды, медианы и среднего сильно не различаются, их среднее значение равно 8,23, это указывает на то, что почвы являются слабощелочными. Органического вещества во всех разрезах меньше 3 % это значит, что почвы малогумусные. Карбонатов в черноземе карбонатно-сульфатном гипсоносном 14,60 и в черноземе типичном 2,16, что относит данные почвы к карбонатным, а в черноземе карбонатном 17,37, почвы являются среднекарбонатными. Средние значения гипса 11,18, почвы являются среднезагипсованными. В почвах, таких как, бурая аридная карбонатная, бурая аридная карбонатно-сульфатная pH 7,95, это значение указывает на то, что почвы слабощелочные, средние значения органического вещества 1,11, значит почвы малогумусные, карбонатов 12,88, следовательно, почвы карбонатные, почвы среднезагипсованные, так как гипса 16,53. В ходе статистической обработки почв на «гажевых» отложениях было выяснено, что для pH значения моды, медианы и среднего арифметического сильно не различаются и их средние значения равны 7,65, что указывает на то, что почвы слабощелочные. Среднее значение органического вещества 3,06, следовательно, почвы малогумусные. Почвы являются карбонатными, так как среднее значение карбонатов 11,8. Значения гипса 16,55, что указывает на среднезагипсованные почвы. Так же в описательной статистике использовались *меры изменчивости*. Это размах – разность между максимумом и минимумом. *Дисперсия* – на сколько в среднем значение отклоняется от среднего значения по выборки. *Стандартное отклонение* – это корень из дисперсии. В черноземах значения pH, органического вещества и карбонатов, более однородны, чем значения гипса. В разрезах бурых почв так же отмечается неоднородность в значениях гипса, и в гажевых почвах наблюдаются неоднородные значения гипса. Значения асимметричности во всех разрезах не очень близки к средне арифметическому и это говорит о формировании более пологого не островершинного распределения (экссесс). В черноземах значения асимметричности имеют положительную величину в показателях органического вещества и гипса, это значит что смещение от центра будет в право, а значения pH и карбонатов отрицательные, что указывает на смещение от центра в лево. В разрезах бурых почв ассимитричность положительна в показателях органического вещества, карбонатов и гипса, следовательно смещение в право от центра, а в показателях pH значения отрицательные и смещение будет в лево от центра. В гажевых почвах значения асиммитричности положительны в показателях органического вещества, карбонатов и гипса, следовательно смещение от центра будет в право, а значения pH отрицательные значит смещение от центра будет в лево. Принято считать, что асимметрия выше 0,5 (независимо от знака)

считается значительной. Если асимметрия меньше 0,25 она считается незначительной. В случае черноземов асимметрия значительная в показателях органического вещества, гипса потому, что значения превышают значение 0,5 и равны 0,63;0,57. А незначительная асимметрия в показателях pH (0,15), и карбонатов (0,41). В бурых почвах асимметрия значительная в показателях органического вещества (0,57), а незначительная в показателях pH (0,36), гипса (0,11), карбонатов (0,17). В гajeвых почвах асимметрия значительная в показателях органического вещества (0,58), карбонатов (0,67) и гипса (0,94), а незначительная в показателях pH (0,03). Можно увидеть, что значения эксцесс имеют отрицательную величину и это говорит о бимодальном распределении (т. е. вершины будет 2, а не одна как при нормальном распределении). Во всех разрезах все значения эксцесс отрицательные. Ошибка среднего наименьшая, так как ошибка среднего во всех данных меньше 1.

Список литературы

1. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв: учеб. пособие / Е. В. Аринушкина. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 487 с.
2. Атлас Иркутской области. Экологические условия развития: учеб. пособие для студ. вузов. – Иркутск: СО РАН Институт географии, 2004. – 90 с.
3. Дмитриев Е. А. Математическая статистика в почвоведении: учебник / Е. А. Дмитриев; науч. ред. Ю. Н. Благовещенский. – Изд. 3-е, испр. и доп. – М.: Либроком, 2009. – 328 с.
4. Росновский И. Н. Системный анализ и математическое моделирование процессов в почвах: учеб. пособие / под ред. Кулижского С. П. – Томск: Том. гос. ун-т, 2007. – 453 с.
5. Киселева Н. Д. Особенности профильного распределения гипса в некоторых почвах Приангарья / Н. Д. Киселева, О. Г. Лопатовская // Вестн. КрасГАУ. – 2010. – № 9. – С. 17–21
6. Киселева Н. Д. Характеристика пойменных «гажевых» почв Южного Приангарья / Н. Д. Киселева, С. А. Яковлева. // Материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ИГУ и Дню Байкала. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2016. – С. 137–143

УДК 631.417.2(572)

СОСТАВ ГУМУСА ЦЕЛИННЫХ, АГРОГЕННЫХ И ПОСТАГРОГЕННЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ ОБЫКНОВЕННЫХ НУКУТСКОГО РАЙОНА

А. М. Контакова, А. А. Козлова

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
agnyak13@mail.ru*

The purpose of this work was to identify the features of the humus composition of the chernozems of the Southern Baikal region, the degree of humification, the content and mobility of humus, the establishment of their changes in conditions of arable land and deposits.

Групповой состав гумуса – функция биохимической активности, отражающая специфику гумусообразования в различных типах почв. Фракционный состав характеризует распределение веществ, входящих в различные группы гумуса по формам связи их соединений с минеральными компонентами почвы. Иными словами, фракционный состав гумуса является следствием сложного сочетания содержания и состава солей, минералогического состава и условий протекания реакций взаимодействия. Эти же факторы влияют и на формирование группового состава, поэтому часто отмечается корреляция между группами и фракциями гумуса [3]. По мнению В. В. Пономаревой, Т. А. Плотниковой [2], разнообразие почв в природе вообще и подтиповые особенности черноземов, в частности, непосредственно связаны с изменением состава и свойств гумусовых веществ, своеобразием воздействия их на минеральную толщу почвы. В результате интенсивного использования черноземов региона происходит резкое падение количества и изменение его качества гумуса по причине включения в распахку малоплодородных нижележащих горизонтов, резкого уменьшения массы растительных остатков, поступающих в почву при смене естественной растительности сельскохозяйственной; усиления минерализации органического вещества в результате обработки почвы.

Направленное регулирование количества и качества гумусовых соединений в почве в условиях интенсивного земледелия диктует необходимость их всестороннего изучения, с целью выявления изменения гумусовых соединений под влиянием различных факторов и в частности агрогенного фактора и постагрогенной трансформации.

Состав гумуса исследуемого целинного чернозема соответствует черноземному типу, для которого характерно явное доминирование гуминовых кислот в гумусовом горизонте, состав гумуса – гуматный, отношение $S_{гк}:C_{фк}$ составляет более 2 (табл.). Вниз по профилю происходит резкая смена состава гумуса, он становится фульватным. На фоне значительного уменьшения количества гуминовых кислот, заметно возрастает содержание фульвокислот, отношение $S_{гк}:C_{фк}$ равняется 0,6 в горизонте ВСА, а в почвообразующей породе 0,3. Во фракционном составе преобладающей как среди гуминовых, так и среди фульвокислот является 2-я фракция, связанная с Са. В гумусовом горизонте отмечено присутствие 1-ой фракции гуминовой и фульвокислоты, а также фульвокислоты 1а фракции. С глубиной их количество резко падает или вообще не обнаруживается. Традиционно характерным для состава гумуса почв региона является высокое содержание нерастворимого остатка. В исследуемом черноземе его количество достигает 58–61 %, что объясняется местными гидротермическими условиями, связанными с резкой континентальностью климата.

При длительном агрогенном использовании почв происходит значительная трансформация состава гумуса в сторону фульватности, от-

ношение Сгк:Сфк становится меньше 1. Среди гуминовых и фульвокислот доминирует 2-ая фракция, связанная с Ca^{2+} и исчезает 1-ая фракция свободных гуминовых и фульвокислот, связанных с полуторными оксидами. Среди фульвокислот необходимо отметить появление значительного количества свободных фульвокислот фракции 1а., что связано с влиянием интенсивных окислительных процессов при недостаточном поступлении свежего органического вещества. Происходит разложение и наиболее стойкой части гумуса и перевод его в более растворимое состояние [4]. С этим, по-видимому, связано и заметное снижение доли нерастворимого остатка в составе гумуса.

Таблица

Групповой и фракционный состав гумуса целинного, агрогенного и постагрогенного чернозема Нукутского района

Горизонт, глубина, см	% С общ	Содержание гуминовых кислот			Содержание фульвокислот				*НО	Сгк/ Сфк	
		в % к углероду почвы									
		Сгк1	Сгк2	Сгк3	Сфк1а	Сфк1	Сфк2	Сфк3			
Разрез 10Б. Целина. Чернозем дисперсно-карбонатный											
AU 0–49	3,30	4	23	2	1	1	8	3	58	2,2	
BCA 49–122	0,72	1	14	0	6	0	11	8	60	0,6	
Cca 122–130	0,34	0	10	0	9	0	15	5	61	0,3	
Разрез 30Б. Пашня. Агрозем темный аккумулятивно-карбонатный дисперсно-карбонатный											
PU 0–20	2,52	0	15	8	5	0	27	7	38	0,6	
BCAdc 20–82	0,35	0	7	12	8	0	13	14	46	0,5	
Cca 82–120	0,27	0	13	14	12	0	9	8	44	0,9	
Разрез 50Б. Залесь. Агрозем темный аккумулятивно-карбонатный дисперсно-карбонатный											
AUra 0–5	3,24	4	25	9	4	0	12	6	40	1,7	
PUca 5–35	1,40	0	19	6	6	0	17	10	42	0,7	
BCAad 35–83	0,79	0	23	0	6	0	8	15	52	0,8	
Cca 83–140	0,21	0	16	0	6	0	11	10	57	0,6	

*НО – нерастворимый остаток

Переход почвы в постагрогенное (залежное) состояние вновь сопровождается заметным изменением состава гумуса. В результате зарастания пашни естественной растительностью наблюдается развитие дернового горизонта поверх пахотного. Состав гумуса новообразованного дернового горизонта (AUra), как правило, имеет сходный состав с гумусово-аккумулятивным горизонтом целинной почвы, а бывшего пахотного – с пахотным горизонтом агрогенной почвы. Нарастает гуматность гумуса, отношение Сгк:Сфк в верхнем горизонте составило 1,7. Здесь же наблюдается заметное повышение содержания гуминовых и фульвокислот 2-ой фракции и появление их 1-ой фракции.

Рассматривая эволюцию почв как закономерную смену реакций почв на изменение факторов экзогенной среды, моменты перевода целинной почвы в пахотную, а затем в залежную, следует считать пере-

ломными. Если в пахотных почвах происходит кардинальное изменение гумусного состояния почв, связанное с уничтожением естественной растительности, постоянной механической обработкой, внесением удобрений и ядохимикатов, то под залежами наследующая эволюция постепенно сменяется наложенной и почвы все больше приближаются к зональному облику [1].

Список литературы

1. Почвообразовательные процессы в залежных почвах Нечерноземья / А. Н. Каштанов и др. // Почвообразовательные процессы / под ред. М. С. Симаковой, В. Д. Тонконогова. – М. : Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 2006. – С. 413–427.
2. Пономарева В. В. Гумус и почвообразование / В. В. Пономарева, Т. А. Плотникова. – Л. : Наука, 1980. – 221 с.
3. Орлов Д. С. Химия почв : учебник / Д. С. Орлов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд-во МГУ, 1992. – 400 с.
4. Шпедт А. А. Оценка скорости восстановления гумусного состояния почв Красноярского края в условиях залежи / А. А. Шпедт, П. В. Вергейчик // Вестн. АГАУ. – 2014. – № 6 (116). – С. 48–52.

УДК 631.43(572)

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМОВ ОБЫКНОВЕННЫХ ИРКУТСКОГО РАЙОНА И ИХ ИЗМЕНЕНИЕ ПРИ ОСВОЕНИИ

Л. А. Кочнев, А. А. Козлова

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
leonid.kochnev.97@mail.ru*

In connection with the intensification of agriculture, it becomes necessary to establish the consequences of arable and fallow impact on soils, which can be traced by observing the transformation of their physical properties.

Актуальность работы заключается в том, что в связи с интенсификацией сельского хозяйства становится необходимым установление последствий антропогенного влияния. Изменение состояние почв в результате агрогенного и постагрогенного воздействия можно проследить, наблюдая за трансформацией их физического состояния.

В качестве объектов исследования выбраны черноземы, являющиеся одними из самых плодородных почв наиболее освоенной южной части Иркутской области. Они обладают высокой буферной способностью и устойчивостью к агрогенному воздействию, но наряду с этим в наибольшей степени подвержены ей. При этом в литературных источниках содержится отрывочная информация о физическом состоянии почв региона и об его изменении при сельскохозяйственном использовании почв.

Целью работы стало выявление физических свойств черноземов Южного Предбайкалья и анализ их изменений при агрогенном и постагрогенном воздействии.

Для гранулометрического состава всех исследуемых почв характерно преобладание крупных фракций – мелкого песка и крупной пыли, при этом наблюдается полное отсутствие крупного и среднего песка (табл.).

Таблица

Физические свойства исследуемых черноземов

Горизонт, глубина см	Гранулометри- ческий состав, мм		Массовая влажность %	Плотность сложения, г/см ³	Структурный состав (% фракций в мм)					
	< 0,001	< 0,01			Глыбы > 10	Агрегаты 10-0,25	пыль < 0,25	Кстр.	Σ водопропрочных агрегатов > 0,25	
Разрез 10Б. Целина. Чернозем обыкновенный (дисперсно-карбонатный)										
AU 0–49	11	28	8	1,2	30	48	22	0,9	41	
BCA 49–122	23	34	13	1,4	26	50	24	1,0	17	
Cca 122–130	16	31	11	1,4	35	50	15	1,0	1	
Разрез 30Б. Пашня. Чернозем обыкновенный освоенный (агрозем темный аккумулятивно-карбонатный дисперсно-карбонатный)										
PU 0-20	13	36	20	1,2	59	36	5	0,6	20	
BCAdc 20-82	22	42	15	1,3	42	39	19	0,6	15	
Cca 82-120	9	20	30	1,1	50	39	11	0,6	8	
Разрез 50Б. Залежь. Чернозем обыкновенный освоенный (агрозем темный аккумулятивно-карбонатный дисперсно-карбонатный)										
AUpa 0–5	11	33	13	1,2	43	51	6	1	40	
PUca 5–35	16	39	14	1,2	33	43	24	0,7	40	
BCAad 35–83	19	40	14	1,2	24	53	23	1,1	34	
Cca 83–140	20	37	11	1,4	19	63	18	1,7	36	

В основном гранулометрический состав исследуемых черноземов среднесуглинистый. Он довольно равномерно распределен по профилю целинной почвы, при этом в горизонте Bca наблюдается заметное увеличение содержания илистых частиц, а в почвообразующей породе – мелкой пыли. В распаханной почве, наоборот, наблюдается присутствие до 20 % мелкой пыли в пахотном горизонте, которая с глубиной исчезает, что может быть связано с эоловым ее привносом, а также распадом макро- и микроагрегатов при механической обработке почв. На залежи присутствие мелкой пыли отмечается по всему профилю, также возрастает и количество ила, что приводит к утяжелению гранулометрического состава, особенно в средней части профиля, до легкой глины.

По плотности сложения исследуемые черноземы на целине и залежи сходны с минимумом в верхней части профиля и постепенным нарастанием плотности с глубиной. На пашне верхняя часть профиля более уплотнена, чем нижняя, что связано с действием ходовых частей машин при механической обработке почв.

Представляют определенный интерес данные по естественной влажности исследуемых черноземов. Так, целинная и залежная почвы не

обладают большими запасами влаги, что характерно для почв степных сухих ландшафтов. Однако пахотная почва выделяется повышенным уровнем увлажненности, особенно в нижней части, что, по-видимому, обуславливается подтоком влаги из грунтовых высокоминерализованных, насыщенных сероводородом вод, пропитывающих нижнюю толщу. Даже по морфологическим признакам наблюдается некоторая оглеенность нижней части профиля на пашне, отраженная в обозначении горизонта и названии почвы.

Изучение агрегатного состава и водопрочности агрегатов показало, что наиболее оструктуренным оказался гумусово-аккумулятивный горизонт целинного чернозема дисперсно-карбонатного, за счет клеящего свойства гумуса и выделений корней растений (см. табл.). В распаханном аналоге наблюдается резкое увеличение глыбистых и пылеватых частиц, а агрегатов агрономически ценного диапазона становится меньше половины. Это происходит за счет воздействия на механизации и химизации на почвы, сведения естественной растительности, что ведет к разрушению многопорядковой агрегированности и образованию пыли и глыб. При переводе почвы в залежный режим с вновь поселением естественной растительности происходит заметное улучшение ее структурного состояния, значительно увеличивается количество агрономически ценных агрегатов, но, все же, наблюдается еще достаточно высокое содержание глыбистых частиц.

Водопрочность агрегатов максимальна в гумусово-аккумулятивном горизонте целинного чернозема, ниже по профилю она резко падает, по-видимому, за счет более легкого гранулометрического состава. При распахивании водопрочность агрегатов резко упала. Сумма агрегатов более 0,25 мм в пахотном горизонте снизилась в 2 раза по сравнению с гумусово-аккумулятивным горизонтом целинной почвы. В залежной почве наблюдается существенное восстановление водопрочности агрегатов в пахотном и особенно подпахотном горизонте, где она достигает 40 и 60 %, соответственно, за счет поселения естественной растительности.

В целом при освоении черноземов из-за малой мощности гумусового горизонта наблюдается пропахивание нижних малоплодородных карбонатных горизонтов, происходит ухудшение их физических свойств. Особенно это относится к структурному составу, характеризующемуся значительным увеличением количества глыб и падением более чем в 2 раза водопрочности агрегатов.

При переводе почвы в залежном режиме наблюдается некоторое восстановление плодородных свойств, по которым она начинает приближаться к целинной почве. В результате поселения растительности произошло значительное восстановление структурного состояния чернозема и водопрочности агрегатов, разрыхление пахотного горизонта

ЗАСОРЕННОСТЬ ПОЧВЫ И ПОСЕВОВ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ ЕЖЕГОДНОЙ ВСПАШКИ И ПРЯМОГО ПОСЕВА ПО ТЕХНОЛОГИИ NO-TILL

**С. А. Кунгурова, В. И. Солодун, М. С. Горбунова,
С. А. Митюков¹, О. В. Сметанина²**

¹ *Иркутский государственный аграрный университет
им. А. А. Ежевского, г. Иркутск, Россия*

² *Иркутский научно-исследовательский институт сельского
хозяйства ФАНО, г. Иркутск, Россия
lana.kungurova@yandex.ru*

The paper presents the data of field studies on soil contamination and crops with prolonged use of plowing and direct seeding (on No-Till technology). On the territory of the forest-steppe zone the relatively sustainable type of weed-field vegetation has developed, which may be characterized as juvenile – perennial.

Видовой состав сорной растительности на пахотных землях Иркутской области сформировался под влиянием целого ряда как природных условий, так и антропогенных факторов. Основными природными условиями являются почвенные и гидротермические (типы почв, состояние их плодородия, наличие тепла, влаги и их соотношения, длина вегетационного безморозного периода, природная зона, элементы рельефа, микроклимат, перенос семян сорняков воздушными и водными массами и др.).

К антропогенным факторам относятся: влияние действующих систем земледелия (севообороты, обработка почвы, удобрения, химикаты, машины и орудия, занесение (завоз) отдельных видов сорняков (в том числе карантинных) из других регионов страны и мира (с семенами, цветами, животными, кормами).

Установлено, что длительное применение ежегодной вспашки в зерновом севообороте (горох + овес – пшеница – овес) приводит к постепенному накоплению семян сорняков в нижних частях обрабатываемого слоя за счет заделки осыпавшихся семян оборотом пласта (табл.1).

Таблица 1

Потенциальная засоренность почвы семенами сорняков при систематической отвалной обработке почвы (ср. 2016–2017 гг.)

Слой почвы, см	Всего, млн шт./га	В том числе, %			
		малолетние		много- летние	прочие
		яровые ранние	яровые поздние		
0–10	275	60	30	4	6
10–20	335	64	20	6	10
20–30	470	68	15	8	9
0–30	1080	64	22	6	8

Полученные нами данные подтверждаются другими исследователями [1–5]. При замене системы ежегодной вспашки на технологию No-Till характер распределения семян сорняков по частям обрабатываемого слоя меняется на противоположный.

Основная масса сорняков концентрируется в верхнем слое почвы 0–10 см, а в нижних необрабатываемых слоях идет «самоочищение» – прорастание семян без выхода на поверхность и тем самым, их самоуничтожение (табл. 2).

Таблица 2

Потенциальная засоренность почвы семенами сорняков при применении технологии No-Till (ср. 2016–2017 гг.)

Слой почвы, см	Всего, млн шт./га	В том числе, %			
		малолетние		многолетние	прочие
		яровые ранние	яровые поздние		
0–10	396	30	56	12	2
10–20	250	25	60	14	1
20–30	180	20	61	15	4
0–30	826	25	59	14	2

Видовой состав сорняков лесостепи представлен примерно 50 видами, из которых 74 % – малолетние, 26 % – многолетние. Еще 70 видов сорняков встречается единично, а засоренность ими проявляется периодически в годы с особо благоприятными условиями. По видовому составу засоренность посевов теми же сорняками, что и почвы. При замене вспашки на No-Till возрастает доля более злостных яровых поздних и многолетних сорняков, высокую степень засоренности которых можно снять только применением гербицидов.

На территории лесостепной зоны сложился относительно устойчивый тип сорно-полевой растительности, который можно охарактеризовать как малолетне – многолетний. Из малолетних преобладают яровые ранние, двухлетники на втором месте. На третьем – зимующие и яровые поздние в равном соотношении, на четвертом – озимые. Из многолетних преобладают корневищные, а затем корнеотпрысковые.

Список литературы

1. Буддо И. С. Сорняки и борьба с ними / И. С. Буддо, П. Я. Окунев. – Иркутск, 1951. – 35 с.
2. Буддо, И. С. Сорные растения и меры борьбы с ними в Иркутской области / И. С. Буддо, В.И. Сигов. – Иркутск, 1962. – 67 с.
3. Назинцев В. И. Сорная растительность и меры борьбы с ней / В. И. Назинцев. – Иркутск, 1935. – 36 с.
4. Николаев И.В. Борьба с сорными травами / И. В. Николаев. – Иркутск, 1932. – 45 с.
5. Эпова Н. А. К биологии некоторых сорных растений Западной части Восточно-Сибирского края / Н. А. Эпова. – Иркутск, 1935. – 54 с.

ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОД МИНЕРАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПОЧВЫ

К. Д. Кусраев¹, О. Г. Карпова²

¹*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия*

²*Иркутский филиал ФГУ «ТФГИ по СФО, г. Иркутск, Россия*

doej1620@gmail.com

The purpose of this article is to substantiate the need to create a database of wells of mineral springs to be able to conduct ecological monitoring of wells as vulnerable points of the environment. The article also discusses the basic principles of creating such a database on the example of «well standards».

В современную эпоху перед человечеством стоит множество разнообразных задач. Одна из них – это сохранение природы из-за постоянно-го техногенного вмешательства в окружающую среду. Добыча различных минеральных ресурсов, производственные комплексы, утилизация выработанных материалов и прочие отрасли промышленности, без которых современная жизнь человека не может существовать, приводят к нарушению целостности природы. Однако в процессе добычи разного рода ресурсов перед нами стоит важная задача сохранить природное наследие [1].

Одними из важных ресурсов являются водные ресурсы, включающие в себя минеральные источники. До настоящего времени практически нет публикаций о взаимном влиянии минеральных вод и почв.

Для этого нам необходимо осуществлять сбор и систематизацию данных о: зонах разгрузки, экологических условиях формирования и физико-химических свойствах минеральных источников. Одними из наиболее репрезентативных инструментов сбора и сохранения данных об окружающей среде (независимо от степени их сложности), являются геоинформационные системы (ГИС).

В данном исследовании мы предлагаем создание базы данных о минеральных источниках в Иркутской области, которая послужит основой при анализе имеющихся скважин в нефтедобывающей промышленности, вскрывших глубокие водоносные горизонты с повышенной минерализацией. Изучение физико-химических свойств воды этих скважин позволило провести предварительный анализ влияния состава минеральных вод на почвообразование и, как следствие, спрогнозировать экологическое состояние земельных ресурсов при разработке нефтяных месторождений.

В перспективе эта база данных будет включать в себя скважины, связанные с различными отраслями промышленности (например, нефтедобывающая), разведочно-эксплуатационные скважины, базовую ин-

формацию, касающуюся лицензировании этих скважин, их принадлежности, типу эксплуатации и прочих данных. Все объекты (скважины) будут обладать базовыми характеристиками – дебит, минерализация, химический состав вод эксплуатируемого водоносного горизонта, вмещающие этот горизонт породы. На данный момент уже накоплена некоторая информация подобного типа. Кроме того, будет включена имеющаяся информация и анализ уже существующего экологического мониторинга скважин, эксплуатируемых в нефтедобывающей промышленности.

В процессе работы нам было необходимо выбрать параметры, которые будут содержаться в базе данных. В качестве таковых использовались базовые характеристики скважин, учитывались типы полей в атрибутивной таблице. Для правильного расположения картографического материала в качестве подложки, а также векторных слоев (результат обработки) мы избрали систему координат Пулково 1942 г. Мы считаем, что конечный проект целесообразно создавать именно в этой системе координат во избежание возможных ошибок.

На схеме продемонстрированы буровые скважины на воду, эксплуатируемые в настоящее время на Верхнечонском нефте-газо-конденсатном месторождении (НГКМ), находящегося в Катангском районе Иркутской области (рис.).

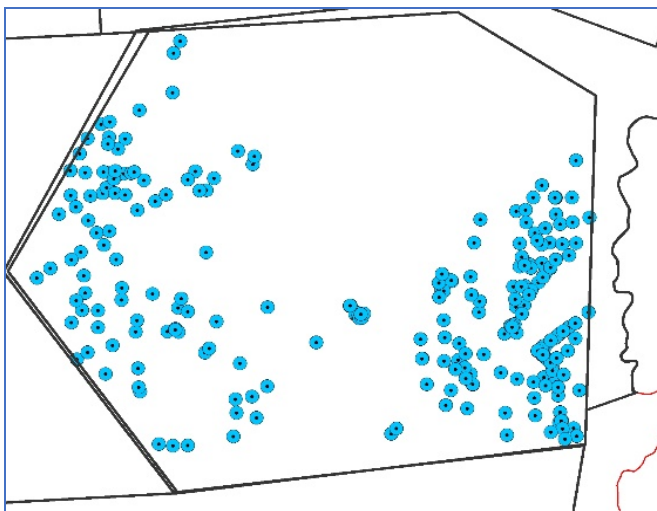


Рис. Верхнечонский НГКМ. Точками представлены буровые скважины на воду.

Судя по выше представленному рисунку, достаточно большая площадь участка «закрыта» буровыми скважинами на воду.

В результате исследований мы выявили, что:

1. Средняя глубина скважин находится в пределах от 80 до 150 м. Однако встречаются относительно глубокие скважины, достигающие 300 м и вскрывающие массу литологических слоев.

2. Химизм вод скважин разнообразного состава. Преобладающий состав – гидрокарбонатно-кальциево-магниевый и сульфатно-кальцево-магниевый.

3. По общей минерализации воды имеют широкий диапазон: от нормально-пресных до сильносоленых.

В перспективе, когда будет собрано максимальное количество сведений о минеральных водах, будет сделан анализ этих данных в комплексе с использованием информации о почвах. Она будет представлена в качестве информационного слоя в базе данных. Это даст возможность анализировать и прогнозировать развитие процессов и их направление, что очень важно для осуществления экологического мониторинга, изучения процессов почвообразования и их изменения в местных условиях.

Список литературы

1. Геолого-гидрогеологическое обоснование подземного захоронения нефтепромысловых стоков на полигонах нефтяных месторождений / А. А. Логинов [и др.] // Недропользование XXI век. – 2007. – № 3. – С. 13–20.

Научный руководитель: канд. биол. наук, доц. О. Г. Лопатовская.

УДК 631.472

ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫЕ ПОЧВЫ: ПРОЦЕССЫ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ, ДИАГНОСТИКА И КЛАССИФИКАЦИЯ

И. М. Кучеренко, А. А. Козлова

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
ivan.kucherenko.1995@bk.ru*

Sod-podzolic soils of the Angara region largely differ in a number of morphological and physical, chemical and physico-chemical indices from similar soils in the European part of Russia, which is related to the specific conditions and processes of soil formation in the region.

Согласно почвенно-географическому районированию территории бывшего СССР [2] зона дерново-подзолистых почв южной тайги занимает большую часть бореального пояса и представлена пятью провинциями. В данном исследовании рассматриваются дерново-подзолистые почвы двух провинций – Среднерусской и Приангарской. Так, Среднерусская провинция дерново-подзолистых среднегумусированных почв расположена в центре Русской равнины. Среди почв провинции преобладают дерново-подзолистые. В отличие от аналогичных почв Прибал-

тийской и Белорусской провинций они более гумусированы, а профиль их более четко дифференцирован по элювиально-иллювиальному типу. Почвенный покров образован сочетаниями дерново-подзолистых почв разного гранулометрического состава и разной степени оподзоленности с болотно-подзолистыми и болотными почвами, в полесьях встречаются песчаные подзолы.

Согласно Классификации и диагностике почв России [3] тип дерново-подзолистые почвы с формулой профиля AY-EL-BEL-BT-C относятся к постлитогенному стволу, отделу текстурно-дифференцированных почв. Диагностируются по наличию обособленного серогумусового (дернового) аккумулятивного горизонта, элювиального горизонта, который через переходный субэлювиальный горизонт сменяется текстурным горизонтом, затем почвообразующими породами, которые представлены моренными глинами, суглинками, супесями, преимущественно бескарбонатными.

В отличие от альфегумусовых почв (в том числе подзолов) текстурно-дифференцированные почвы формируются преимущественно на породах суглинистого и глинистого гранулометрического состава.

Дерново-подзолистые почвы формируются в условиях промывного типа водного режима с преобладанием осадков над испарением и нисходящего тока влаги по профилю, а также сезоннопромерзающий тип теплового режима почв. Природные условия благоприятствуют формированию южнотаежных лесов с примесью широколиственных пород и смешанных хвойно-широколиственных лесов с богатым травяным покровом.

Дерново-подзолистые почвы обладают маломощным гумусовым горизонтом, низким содержанием гумуса, высокой актуальной и потенциальной кислотностью, малой емкостью катионного обмена при низкой степени насыщенности основаниями (менее 50 % в верхней части профиля). Им присуще обеднение элювиальной части профиля физической глиной, илом, полуторными оксидами.

Приангарская провинция дерново-подзолистых, дерново-карбонатных и дерново-таежных почв расположена в центральной части Красноярского края и западной части Иркутской области, занимает бассейн Ангары. Почвенный покров весьма разнообразен, так как в его дифференциации ярко проявляется не только роль биоклиматических условий, но и влияние особенностей геологического строения.

На водоразделах широко распространены дерново-подзолистые умеренно холодные длительно промерзающие почвы, обычно в значительной степени оглеенные, несмотря на расчлененный рельеф и малое количество осадков. Причиной оглеения является образование верховодки на продолжительно сохраняющемся в почвах слое сезонного промерзания, играющем роль водоупора. Также дерново-подзолистые почвы развиваются по террасам рек, сложенным песчаными и супесчаными древнеаллювиальными наносами.

Степень оподзоленности почв провинции незначительна, преобладают дерново-слабоподзолистые почвы. Развитие подзолистого процесса на территории провинции ограничивают особенности климатических условий (незначительное количество осадков и относительная сухость климата) и обилие пород, богатых основаниями.

По представлению Г. А. Воробьевой [1] дерново-подзолистая почва (*sod-podzolic soil*) – термин Н. М. Сибирцева для подзолистых почв, имеющих гумусово-аккумулятивный горизонт над подзолистым горизонтом.

Они характеризуются обязательным присутствием в профиле осветленного и облегченного по гранулометрическому составу элювиального горизонта (EL) и более тяжелого и плотного, бурых тонов текстурного горизонта (BT) с ореховато-призмовидной структурой и четкими признаками вымывания глинистого вещества в виде кутан и натеков. Коэффициент текстурной дифференциации профиля (КД) $>1,4$ ($КД = a : v$, где a – % ила в горизонте BT, v – % ила в горизонте EL).

В Приангарье среди почв, внешне идентичных дерново-подзолистым, встречаются такие, свойства которых не соответствуют вышеприведенным, так как имеют слабокислую реакцию среды, высокую степень насыщенности основаниями. Однако эти показатели существенно не отражаются на морфологии почв, вследствие чего подобные почвы могут иметь те же критерии в системе иерархии таксономических единиц, что и обычные подзолистые почвы. Изучение этих почв и возможностей введения их в классификацию на уровне отдела и типов – задача научных исследований. На данной стадии изученности почв региона их приходится классифицировать как обычные подзолистые почвы.

В целом дерново-подзолистые почвы Приангарья развиваются в условиях сухости климата, основности пород, характеризуются длительно сезоннопромерзающим типом температурного режима, периодически промывным типом и криогенным подтипом водного. Слабая элювиально-иллювиальная дифференциация элементного состава по их профилю указывает на преобладание процесса механического перемещения тонкодисперсных частиц из элювиальной толщи в иллювиальную. Этим они отличаются от Европейских аналогов, где ведущим является подзолообразование, т. е. процесс, связанный с разрушением первичных и вторичных минералов. По-видимому, оподзоливание господствовало в прошлом, когда территория была занята темнохвойными лесами, обеспечивающими кислый характер опада. Затем дерновый процесс наложился на предшествовавший ему подзолистый, и современный гумусовый горизонт сформировался на месте прежнего подзолистого. В настоящее время процессы подзолообразования в дерново-подзолистых почвах Приангарья заторможены, что сказалось на их свойствах: невысокой кислотности, обогащении верхних горизонтов почв гумусом и обменными основа-

ниями. Высокая концентрация органического вещества в гумусовом горизонте, разложившегося до стадии «грубого» гумуса, что обусловлено кратковременностью активных биохимических процессов.

Список литературы

1. Воробьева Г. А. Почва как летопись природных событий Прибайкалья: проблемы эволюции и классификации почв / Г. А. Воробьева. – Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2010. – 205 с.
2. Добровольский Г. В. География почв / Г. В. Добровольский, И. С. Урушевская. – М. : Изд-во Моск. ун-та, Колос, 2004. – 460 с.
3. Классификация и диагностика почв России / Л. Л. Шишов [и др.]. – Смоленск : Ойкумена, 2004. – 324 с.

УДК 631.4

СТРУКТУРА ЗЕМЕЛЬ НУКУТСКОГО РАЙОНА ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Д. Д. Ломовцева, Н. Д. Киселева

*Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия
lomovtzeva.dasha@yandex.ru*

The Nukutsk region is part of the Irkutsk region and covers an area of 240,000 ha, agricultural land is 14,0077 ha. The predominant place in the soil cover of the territory is occupied by sod-carbonate soils. Under arable land, 93243 hectares are occupied. Soils on arable land are represented by gray forest, chernozem and sod-carbonate soils. Processes of erosion and salt accumulation are common on the territory.

Земля – универсальный природный продукт, так как используется во всех отраслях народного хозяйства. Земельный фонд Российской Федерации, согласно действующему законодательству, предусматривает семь категорий земель, по которым осуществляется учет наличия и использования земель. Площадь земельного фонда России занимает 1712,5 млн га, что составляет 12,6 % всей суши земного шара. На долю Иркутской области приходится 77484,6 тыс. га или 4,5 % всей территории Российской Федерации, и большая часть территории занята землями лесного фонда – 89,48 % (69331,6 тыс. га) от общей площади земельного фонда области. На остальные 6 категорий приходится всего 10,52 %, из них: на долю категории земель сельскохозяйственного назначения приходится всего 3,72 % (2883,9 тыс. га), земли населенных пунктов 0,51 % (398,6 тыс.га), 0,75 % занимают земли промышленности и иного специального назначения (577,3 тыс.га) и 0,64 % – земли запаса (499,5 тыс. га), на долю земель особо охраняемых территорий и объектов приходится 2,00 % (1552,4 тыс. га), земли водного фонда составляют 2,89 % (2241,5 тыс. га). В административно-территориальном устройстве область имеет 33 района, Нукутский район занимает площадь 240000 га.

Нукутский район расположен в юго-западной части Иркутской области и входит в состав Усть-Ордынского бурятского округа. Общая площадь земель сельскохозяйственного назначения района составляет 145 077 га, из них пашни – 84 209 га, сенокосы – 5 365 га, пастбища – 48 176 га. На 01.01.2017 пашни в обработке составляют – 34 850 га, что составляет 41 %. [1; 2; 6].

Земельные ресурсы характеризуются рельефом, почвенным покровом и комплексов природных условий, которые создавались тысячелетиями и сейчас являются основой живой природы и сельскохозяйственного производства. Оценка земельных ресурсов осуществляется по следующим показателям: общий размер вида земельных угодий – га; продуктивность; качество – состояние земель; обеспеченность земельными угодьями [2].

Рельеф территории исследования довольно сложный. Сильно расчленен многочисленными речными долинами, падами, ложбинами, порой с довольно круто опускающимися склонами. В среднем абсолютная высота водоразделов колеблется около 600–700 м. [3]. В геологическом строении Нукутского района участвуют в основном древние осадочные породы кембрийского возраста и юры. Климат территории – резко континентальный, с умеренно-прохладным летом и суровой малоснежной зимой. Коэффициент атмосферного увлажнения меньше единицы [4]. Основные водные ресурсы сосредоточены в бассейнах рек Ангары и Унги. Воды р. Ангары имеют высокую минерализацию, гидрокарбонатный кальциевый состав. В растительном покрове преобладают лиственничные, березовые остепненные травяные леса и сухие вострещовые и типчаковые степи и галофитные луга [7].

В состав района входят 12 хозяйств, занимающихся сельскохозяйственным производством. Для оценки состояния земельных ресурсов использованы отчеты из архива гипрозема по состоянию сельскохозяйственных угодий хозяйств Нукутского района [5]. При анализе материалов установлена обобщенная (сводная) информация, в которой четко просматривается, какие площади в районе занимают хозяйства, и какие типы почв приурочены к территориям занимающие пашни, сенокосы, пастбища, леса и т. д. Также приводится характеристика по засоленности, каменистости, дефляционным процессам и подверженности водной эрозии почв.

Исходя из информации, полученной при обработке отчетов видно, что максимальные площади в районе занимает сов. «Харетский» (29 921 га); здесь же максимальные территории, занятые под пахотные угодья (12 595 га), и под сенокосы 1921 и лесных древесно – кустарниковых насаждений 12 588 га; в «АО Шаратское» находятся большие площади занятые пастбищами (6866,8 га); сов. «50 лет Октября» имеет большую площадь по залежам, составляющую 178 га.

На исследуемой территории Нукутского района, который относится к зонам длительного влияния антропогенного воздействия на почвенный покров, нельзя не заметить отрицательные последствия деятельности различных отраслей хозяйствования. Земли сельскохозяйственного значения во всех хозяйствах занимают площадь – 198 908,8 га, из которых 46 589,2 га подвержены различного рода эрозии, а именно к дефляционноопасным почвам относится территория в 26 209 га, водной эрозии подвержено 14 855,1 га, совместное проявление эрозионных процессов проявляется на площади 1555 га. Засоленные почвы занимают 2371,9 га, каменистость почвы проявляется на 1598,2 га.

Почвенный покров территории Нукутского района сформирован под влиянием своеобразных почвообразующих пород и других факторов. Максимальные площади района заняты дерново-карбонатными почвами (102333 га); серые лесные занимают 46 106,4 га; лугово-черноземные почвы – 16328,1 га; черноземы расположены на 14 201,1 га; дерново-подзолистые сформированы на 4734 га; подзолистые – 3047,2 га; болотные почвы – 725 га, солончаки луговые занимают 696 га; аллювиально-дерновые 461 га; лугово-болотные 320 га; пойменные – 84 га. Под пашни отводятся самые удобные в плане освоения, и самые плодородные почвы – серые лесные занимают в структуре пахотных земель площадь в 10 772 га; черноземы – 6375 га; дерново-карбонатные – 40158,1 га; лугово-черноземные – 1864 га.

Таким образом, в Нукутском районе ведущей отраслью хозяйствования является сельское хозяйство, которое в наибольшей степени обеспечивает занятость населения. И рациональное использование земельных ресурсов, с учетом свойств почв и других факторов, способствует эффективному целевому применению земель, созданию благоприятных условий для высокой продуктивности сельскохозяйственных угодий.

Список литературы

1. Администрация Нукутского района (2010–2018) [электронный ресурс]. – URL: <http://nukut.irkobl.ru/about/> (дата обращения 31.03.18)
2. Винокуров М. А. Экономика Иркутской области : в 4 т. / М. А. Винокуров, А. П. Суходолов – Иркутск : Изд-во БГУЭП, 1998. – Т. 1 / – 203 с.
3. Беркин Н. С. Иркутская область (природные условия административных районов) / Н. С. Беркин, В. М. Бояркин. – Иркутск : ИГУ, 1993. – С. 185-195
4. Засоленные почвы России / отв. ред.: Л. Л. Шишов, Е. И. Панкова. – М. : Академкнига, 2006. – 854 с.
5. Почвы Нукутского района Иркутской области и их использование / Иркут. отд-ние ин-та «Росгипрозем». – Иркутск, 1974 – 36 с.
6. Региональный доклад о состоянии и использовании земель в Иркутской области за 2016 год. – Иркутск : Изд. Упр. Росреестра по Иркут. обл., 2017. – 111 с.
7. Хисматулин Ш. Д. Засоленные почвы речных долин Верхнего Приангарья / Ш. Д. Хисматулин // Тр. Первой сибирской конференции почвоведов. – Красноярск, 1962. – С. 298–314.

ТРИТИКАЛЕ: ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУЛЬТУРЫ

Л. С. Луговец¹, Е. В. Бояркин^{1,2}

¹Иркутский государственный университет им. А. А. Ежовского, г. Иркутск, Россия

²Иркутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Иркутск,
Россия

lyubowsl@mail.ru.

The article presents history of creation, economic meaning and differences from other cereals crops, relatively new crop for growing in Baikal region – spring Triticale (*Triticosecale L.*). Also the article shows the scales of cultivation and distribution of Triticale in the Russian Federation and abroad.

Тритикале – первая зерновая культура, созданная человеком, которая получена при скрещивании пшеницы с рожью. Путем объединения хромосомных комплексов двух разных ботанических родов, человеку удалось впервые за историю земледелия синтезировать новую сельскохозяйственную культуру [3; 5]. В начале XIX в. у биологов возникла мысль о получении гибрида между пшеницей (*Triticum aestivum L.*) и рожью (*Secale cereale L.*). Первоначально в этой гибридизации видели способ передачи зимостойкости от ржи к пшенице и увеличения разнообразия последней [4].

Сочетание в одном гибридном организме высокого потенциала продуктивности и отличных хлебопекарных качеств пшеницы с высокой устойчивостью к экологическим стрессам и болезням и хорошими качествами белка ржи открывает новые возможности для селекционного совершенствования пшеницы. Успехи генетики, изначально казавшиеся сомнительными, так как в природе пшенично-ржаные гибриды встречаются крайне редко, все же позволили селекции растений выйти за рамки получения сортов и гибридов только внутри вида и создавать новые ботанические виды и роды, ранее не существовавшие в природе [4; 5].

Интерес к тритикале, как к кормовой культуре вызван тем, что по сравнению с другими хлебными злаками он содержит белок с лучшим аминокислотным составом [9]. В зеленой массе тритикале накапливается повышенное количество белка, лизина, легкоусвояемых углеводов, каротиноидов и других ценных веществ. Большое содержание сахаров в зеленой массе обеспечивает получение силоса высокого качества. В 100 кг зеленой массы тритикале содержится 22–25 кормовых единиц и 2,3–2,7 кг переваримого протеина. Тритикале характеризуется замедленными темпами лигнификации, поэтому стебли даже после цветения сохраняют высокие кормовые достоинства. Замена в рационе дойных коров зеленой массы пшеницы на тритикале способствует повышению средне-

суточных удоев, содержания жира в молоке, снижению затрат зеленого корма на производство молока. Зерно и отруби тритикале используют на фураж как высокобелковый (18–19 %) и высоколизиновый корм для скота и домашней птицы, значительно повышающий среднесуточные привесы молодняка [8].

В России объемы возделывания тритикале относительно других зерновых культур незначительны. Несмотря на это тритикале считается перспективной для возделывания культурой, так как характеристики тритикале благоприятны для выращивания в северных регионах страны. Официальная статистика по возделыванию тритикале в России ведется Росстатом с 2009 г. С 2009 по 2016 г. количество посевных площадей возросло на 20,5 % со 165 тыс. га в 2009 г. до 229 тыс. га в 2016 г. Наибольший прирост показателя зафиксирован в 2011 г. – относительно прошлого года площадь посева возросла на 37 %. Регионом с наибольшими посевными площадями тритикале в 2015 г. стала Белгородская область, по итогам года сместившая с первого места Волгоградскую область. На долю Белгородской области пришлось 14,2 % посевов тритикале в стране – 35,6 тыс. гектаров. Второе место с долей 8,9 % заняла Волгоградская область. Третьей по посевам стала Республика Башкортостан, доля которой составила 8,3 % (20,8 %).

Средняя урожайность тритикале в России в 2016 г. составила 27,8 ц/га, что является наибольшим показателем за исследуемый период, наименее урожайным на тритикале выдался 2010 г. – 17,6 ц/га. В целом по стране урожайность тритикале можно расценивать как низкую. По этому показателю Россия в 2–3 раза уступает многим странам Европы, где показатели средней урожайности тритикале варьируются от 50 до 70 и более центнеров с гектара. К примеру, в Бельгии посевы дают более 71 ц/га, в Германии – 61 ц/га, в Швейцарии – 59,1 ц/га. Крупнейшим в мире производителем тритикале является Польша. Согласно данным FAOSTAT, эта страна производит более 5,2 млн. тонн тритикале, что составляет почти 31 % мирового производства. Так же среди производителей выделяются Германия (2,97 млн т), Беларусь (2,07 млн т) и Франция (2,02 млн т). [6].

По данным за 2017 г., в государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию зарегистрировано 75 сортов озимого тритикале, из них 5 имеют регистрацию в одиннадцатом регионе госреестра, и 14 сортов ярового тритикале, из них только 1 имеет регистрацию в одиннадцатом регионе [2].

Растения тритикале устойчивы ко многим болезням, свойственным хлебам. Практически она не поражается мучнистой росой, твердой и пыльной головней, бурой ржавчиной. В отличие от других зерновых культур тритикале более стрессоустойчива, как в отношении погодных факторов, так и почв. С появлением яровой тритикале наметилась пер-

спектива повышения адаптивных возможностей растениеводства в нечерноземной зоне. За счет снижения пестицидной нагрузки улучшается экология среды. Возделывание тритикале дополняет набор ранних яровых культур, повышает урожайность, сбор ценного белка, сокращает затраты на приобретение фунгицидов [1; 7].

Список литературы

1. Булавина Т. М. Технология возделывания тритикале в Беларуси / Т. М. Булавина ; науч. ред. акад. НАН РБ, д-р с.-х. наук, проф. С. И. Гриб. – Минск, 2005. – 204 с.
2. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. – М. : Росинформагротех, 2017. – Т. 1 : Сорта растений. – 483 с.
3. Коломейченко В. В. Растениеводство : учебник / В. В. Коломейченко. – М. : Агро-бизнесцентр, 2007. – 600 с.
4. Куркиев У. К. Тритикале и проблемы его селекции / У. К. Куркиев. – Л. : ВИР, 1975. – 91 с.
5. Орловская О. А. Оценка генетического полиморфизма образцов яровой тритикале (*X Triticosecale* Wittm.) посредством RAPD- и ISSR-маркеров / О. А. Орловская, Л. В. Корень, Л. В. Хотылева // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2012. – Т. 16, № 1. – С. 279–284.
6. Семенин М. Обзор рынка тритикале в России [Электронный ресурс] / М. Семенин // Малый бизнес: бизнес планы и руководства по открытию своего бизнеса. – URL: <https://www.openbusiness.ru/biz/business/obzor-rynka-tritikale-v-rossii/>.
7. Скатова С. Е. Яровая тритикале: возделывание в нечерноземной зоне России / С. Е. Скатова, А. М. Тысленко. – Владимир : Транзит-ИКС, 2011. – 16 с.
8. Сокол Н. В. Тритикале – культура хлебная / Н. В. Сокол. – Palmarium : Academic Publishing, 2014. – 137 с.
9. Чуюнова Г. И. Возделывание яровой тритикале на зеленый корм : монография / Г. И. Чуюнова, В. Н. Костомаров. – Омск : Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2007. – 108 с.

УДК 631.43

АНАЛИЗ ТЕПЛО И ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЧВ АРИДНЫХ ЗОН

А. М. Манафова

*Институт почвоведения и агрохимии НАНА, г.Баку, Азербайджан
ar1967man@rambler.ru*

It is established that the dependence of the thermal diffusivity and the thermal moisture conductivity on the initial density has the opposite character: as the density of the soil increases, the thermal diffusivity increases, the moisture conductivity decreases, on the contrary.

В решении многих сельскохозяйственных задач приходится сталкиваться с проблемами тепловых свойств почв [1; 3; 5]. Тепловые свойства почв обусловлены притоком энергии солнечного излучения, энергии выделяемой из более глубоких слоев земли, отчасти теплотой, выделяющейся при разложении органических веществ и рядом других процессов в почве.

К основным теплофизическим свойствам почв обычно относятся их теплопроводность, теплоемкость, температуропроводность и теплоусвояемость.

Перенос тепловой энергии в почве главным образом осуществляется на молекулярном уровне. Для облегчения математического анализа допускается, что почва однородная среда, изменение температуры на поверхности почвы имеет гармонический характер, поток тепла однороден и направлен вертикально вниз. При этих условиях можно воспользоваться уравнением теплопроводности для твердых тел, которое для случая почвы можно свести к пропорциональности плотности теплового потока к градиенту температуры [2; 3]. Следует отметить, что применение теории теплопроводности к почве, которая представляет собой систему и в простейшем случае состоит из трех фаз: твердой, жидкой и газообразной и требует знания спектра значений коэффициента теплопроводности. Состав этих фаз отличается не только в зависимости от типа, но и по профилю одних и тех же почв, т. е. по их генетическим горизонтам [1; 4].

В представленной работе приводятся результаты исследований теплофизических и гидрофизических свойств аридных почв Республики Азербайджан. Показано, что в однотипных почвенных разностях, используемых под разным растительным покровом формируется характерный тепловой баланс, определенным образом влияющий на температурный и водный режимы почв.

Изучены зависимости коэффициентов теплопроводности и температуропроводности и теплоемкости исследованных почв от типа, влажности, плотности, гранулометрического состава и некоторых других доступных характеристик почвы. Как влажностные, так и термические характеристики исследовались относительно определенных начальных значений влажности, плотности, температуры, органоминерального и механического состава почв и т.д. Изменение любого из этих параметров приводит к изменению значений тепловых и влажностных показателей почвы. Такая постановка задачи позволяет указать границы применимости классической теории тепломассопереноса для рассмотрения потоков тепла и воды почве.

Установлено, что объемная теплоемкость почв линейно увеличивается с увеличением как влажности, так и плотности почв. Коэффициент теплопроводности в начале исходных влажностей увеличивается, далее, достигнув максимальной величины, прекращает рост. Коэффициент температуропроводности, согласно существующей зависимости между ними, достигнув наибольшего значения, уменьшается. Влажностная характеристика коэффициента температуропроводности с высокой достоверностью описывается многочленом второго порядка. Экспериментальные точки располагаются вдоль теоретической кривой с высокой степенью сходимости, порядка $R^2 = 0,90$.

Известно, что передвижение почвенной влаги под действием градиента температур происходит в сторону уменьшения температуры в заданном интервале влажности.

Исследованы зависимости термовлагопереноса в почвах в зависимости от типа почвы, исходной влажности, плотности, гранулометрического состава и т.д. Выявлено, что термовлагоперенос, подобно температуропроводности, в начале исходных влажностей, интенсивно растет, далее достигнув максимума, при определенном интервале исходных влажностей, уменьшается. Такая влажностная характеристика температуропроводности и термовлагопроводности послужила поводом чтобы установить связь между этими двумя важными характеристиками почвы.

Зависимость температуропроводности и термовлагопроводности от исходной плотности имеет противоположный характер: с увеличением плотности почвы температуропроводность увеличивается, термовлагопроводность, наоборот, уменьшается.

Установлено, что при длительном действии температурного градиента в почвенных колонках образуется обратный поток влаги, величина которого определена в зависимости от времени термостатирования.

Список литературы

1. Архангельская Т. А. Современные подходы к расчетной оценке тепловых свойств почв / Т. А. Архангельская, К. И. Лукьяшинко // Изв. Самар. НЦ РАН. – 2009. – Т. 11, № 1(7). – С. 1408–1412.
2. Болотов А. Г. Определение теплофизических свойств капиллярно-пористых тел импульсным методом с использованием технологии визуального программирования / А. Г. Болотов // Вестн. Алт. гос. аграр. ун-та. – 2010. – № 6. – С. 37–40.
3. Герайзаде А. П. Термо- и влагоперенос в почвенных системах / А. П. Герайзаде. – Баку : Элм, 1982. – 136 с.
4. Герайзаде А. П. Преобразования энергии в системе почва – растение – атмосфера / А. П. Герайзаде. – Баку : Элм, 1989. – 157 с.
5. Герайзаде А. П. Энергетические методы определения поверхности почв / А. П. Герайзаде, Н. А. Мамедов, А. М. Манафова // Azərbaycan Torpaqşünaslar Cəmiyyətinin əsərlər toplusu. XI cild, 2-ci hissə. 2012. – S. 5–13.

Научный руководитель: д-р с.-х. наук, проф. А. П. Герайзаде

УДК 631.452

КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ ТУНКИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ

Е. П. Медведева¹, А. А. Черкашина²

¹*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия*

²*Институт географии В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск, Россия
ekaterina809@mail.ru*

The aim of the study was to analyse the main factors of the soil fertility: size composition, soil structure, hydrological condition, relief, humus condition, acid condition.

В начале 90-х гг. в связи с кризисом агропроизводственного сектора произошло резкое сокращение посевных площадей. В настоящее время на залежах протекают процессы постагрогенной трансформации почв. Оценка современного состояния таких почв и выявление трендов постагрогенных изменений необходимы для планирования дальнейшего хозяйственного использования земель с целью обеспечения устойчивого развития сельскохозяйственной отрасли.

Оценка качественного состояния естественных и агрогенно-преобразованных почв проводилась на территории Тункинской котловины (Юго-Западное Прибайкалье). Ключевой участок охватывает северо-западную часть Еловского отрога, предгорную наклонную равнину, примыкающую к нему, и часть озерно-болотной низины. Качество почв оценивали по методике, предложенной В. Д. Ивановым [2]. Для этого на исследуемой территории были заложены почвенные разрезы, отобраны и проанализированы пробы. Расчет баллов бонитета проводился по оценочным шкалам, включающим 10 групп характеристик физико-химических свойств почв, а также факторов плодородия.

Анализ гранулометрического состава показал, что большая часть территории исследования (Еловский отрог и предгорная часть) сложена легкими и средними суглинками, переходная к озерно-болотной низине часть – супесями. Разным типам почв, имеющим одинаковый грансостав, присваиваются различные баллы бонитета [3]. Высший балл бонитета (10,0) присваивался легко- и среднесуглинистым разновидностям дерново-подбуров, подбуров и серых метаморфических почв. Серые и дерново-буро-подзолистые почвы того же грансостава, а также супесчаные почвы оцениваются 7,0 и 7,2 баллами соответственно [2]. Агрофизические свойства почв оценивались по сумме агрономически ценных агрегатов (размером 0,25–10 мм). Выявлено, что почвы на Еловском отроге характеризуются хорошим структурным состоянием. В средней части предгорной равнины в равной степени встречаются участки с хорошей и удовлетворительной структурой, в нижней части структурное состояние является удовлетворительным.

Оценка гидрологических условий включает в себя степень заболоченности и уровень залегания грунтовых вод. Оптимальными по уровню залегания грунтовых вод (3–5 м) можно считать почвы, приуроченные к нижней части предгорной наклонной равнины, а также долинам горных рек. Им присваивается 10,0 баллов. На Еловском отроге и примыкающей к нему предгорной части уровень залегания грунтовых вод превышает 10 м, что дает оценку в 4,0 балла. Очень высокий уровень грунтовых вод (0–0,5 м) наблюдается на участке перехода к озерно-болотной низине, где распространены глееватые почвы [2]. Территория озерно-болотной низины является заболоченной широким распространением глеевых почв.

В горной местности из-за проявления эрозийных процессов необходимо учитывать крутизну склонов. Заметный смыв почвы на пашнях наблюдается при крутизне склонов $2-3^\circ$, особенно усиливается при $3-4^\circ$ крутизны. Распашка склона в $8-10^\circ$ обычно нецелесообразна из-за сильной смытости почв [4]. Наиболее благоприятными являются очень пологие ($0-1^\circ$) и пологие ($1-3^\circ$) склоны [2]. На водоразделе Еловского отрога крутизна склонов варьирует от 3 до 6° (покатые). Средняя часть предгорной наклонной равнины характеризуется пологими ($1,5-3^\circ$) и очень пологими ($0,5-1,5^\circ$) склонами. Нижняя и переходная к озерно-болотной низине части предгорной равнины имеют крутизну склонов $0,5-1,5^\circ$ (пологие).

Анализ гумусового состояния показал, что почвы исследуемой территории характеризуются в основном низким ($2-4\%$) и средним ($4-6\%$) содержанием гумуса. На отдельных участках агрогенных почв содержание гумуса определяется как очень низкое ($< 2\%$) и высокое ($6-10\%$) [2]. Высоким содержанием гумуса также характеризуются темногумусовые почвы. На некоторых участках естественных почв наблюдается содержание гумуса выше 10% , что может быть связано с высоким содержанием грубой органики. Наиболее благоприятным является гуматный ($10,0$ баллов) и фульватно-гуматный ($7,0$ баллов) состав гумуса [2]. Естественные и агрогенные почвы водораздельной части Еловского отрога имеют гуматно-фульватный ($5,0$ баллов) тип гумуса. На остальной территории ключевого участка в равной степени встречаются участки с гуматно-фульватным и фульватно-гуматным типом гумуса. Гумус является основным источником почвенного азота для растений [6]. Естественные и агрогенные почвы в целом на всей территории характеризуются очень низкой ($C:N > 14$) обогащенностью азотом [2]. На отдельных участках агрогенных почв обогащенность азотом оценивается как низкая, средняя и даже высокая, что, возможно, связано с внесением удобрений.

Оптимальная величина pH_{KCl} для основных культур, возделываемых на почвах разного гранулометрического состава, изменяется в пределах от $5,0$ до $7,0$ (от слабокислой до нейтральной) [5]. Естественные почвы водораздельной части Еловского отрога относятся к очень сильнокислым ($pH_{KCl} < 4,5$) и слабокислым ($pH_{KCl} 5,1-5,5$) ($1,0$ и $6,0$ баллов соответственно). Реакция почвенного раствора агрогенных почв является среднекислой ($pH_{KCl} 4,6-5,0$) ($4,0$ балла) и на отдельных участках нейтральной ($pH_{KCl} 6,1-7,0$) ($10,0$ баллов). Почвы средней части предгорья в основном слабокислые и среднекислые. На отдельных участках естественных почв встречаются очень сильнокислые почвы, на агрогенных почвах – близкие к нейтральным ($pH_{KCl} 5,6-6,0$) и нейтральные ($pH_{KCl} 6,1-7,0$). В нижней части предгорной равнины и заболоченном днище почвы имеют в основном нейтральную и слабощелочную реакцию среды ($pH_{KCl} 7,1-8,0$), слабокислые встречаются реже. Это связано с повышенным содержанием карбонатов в этой части ключевого участка.

Таким образом, на основании проведенной оценки можно сделать вывод, что по совокупности условий наиболее оптимальными для сельского хозяйства являются почвы средней части предгорья. Почвы водораздела менее благоприятны по условиям рельефа и кислотности, почвы нижнего предгорья менее благоприятны по гранулометрическому составу и структурному состоянию, но более благоприятны по кислотности.

Список литературы

1. Возбуждая А. Е. Химия почвы / А. Е. Возбуждая ; под ред. Д. Л. Аскинази. – М. : Высш. шк., 1968. – 427 с.
2. Иванов В. Д. Оценка почв : учеб. пособие / В. Д. Иванов, Е. В. Кузнецова. – Воронеж : ФГУ ВПО ВГАУ, 2004. – 287 с.
3. Кирюшин В. И. Экологические основы земледелия / В. И. Кирюшин. – М. : Колосс, 1996. – 367 с.
4. Наумов В.Д. География почв (общая часть) : учебник / В. Д. Наумов. – М. : Проспект, 2017. – 276 с.
5. Шеуджен А. Х. Агрохимия / А. Х. Шеуджен, В. Т. Куркаев, Н. С. Котляров. – Майкоп : Афиша, 2006. – 1026 с.
6. Ягодин Б. А. Агрохимия / Б. А. Ягодин, Ю. П. Жуков, В. И. Кобзаренко; под ред. Б. А. Ягодина. – М. : Колосс, 2002. – 584 с.

УДК 631.48 (571.54)

МОРФОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ КОЙМОРСКИХ БОЛОТ

А. Е. Парамонова

*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, г. Улан-Удэ,
Республика Бурятия, Россия
Kerol75@mail.ru*

Study of morphogenetic, physical and chemical properties of the soils of the Tunkinskaya depression is established that various types of soils are formed under the impact of the salinity process, which is complex nature.

В Тункинской кайнозойской впадине основная часть аллювиальной равнины занята урочищем Койморские озера. Образованное в зоне современного опускания и растяжения днища котловины состоит из сложной цепи озер и болот, соединенных протоками р. Тунка и её притоками [4; 7; 8]. Его формированию способствуют Кынгаргский, Хурай-Хобокский и Тунка-Зунхандагайский разломы, на пересечении которых происходит выклинивание глубинных минерализованных вод [7]. На территории Койморского озерно-болотного понижения разгружаются холодные железистые сероводородные минеральные воды грунтового типа [6]. Площадь озер составляет 4,60 км². Наиболее крупные озера: Большая и Малая Ангара, Ехе-Толта, Бахын-Нуур, Ехе-Саганур, Бага-Саганур. В озёрах Ширшонка и Бутаковское залегают лечебные грязи.

Рельеф урочища равнинный, с буграми учения и термокарстовыми просадками. Почвообразующие породы представлены озерно-ледниковыми песчано-галечниковыми отложениями, залегающими на размытой базальтовой поверхности, которые перекрыты делювием [4].

Койморские озера были исследованы рядом авторов, исследования Н. И. Карнаухова [4] касались решения комплексных мер по улучшению почвенного покрова. Впервые О. В. Макеев [8] указывал, что заболоченный массив представлен сложным комплексом болотных почв в разной степени солончаковых. По Г. М. Иванову [3] комплекс представляет собой подчиненно-гидроморфную дифференцированно-засоленную территорию. По исследованиям А. А. Черкашиной [9] почвенный покров сложен комплексами глееземов перегнойных и перегнойно-глеевых, темно-гумусово-глеевых засоленных. В этих трудах не затрагивалась взаимосвязь тектонических разломов, по которым на поверхность, выходят глубинные минерализованные воды, дренирующие и выщелачивающие нижние слои, вынося соли, разгружаясь в почвенный профиль, при этом подщелачивают грунтовые воды. Также источником и фактором способствующим засолению является периодическое прохождение селевых потоков с разнородными отложениями и аккумуляции их на низких гипсометрических отметках рельефа. По пути эволюции почвообразования эти почвы будут аккумулировать легкорастворимые соединения, тем самым засоляя их.

Объекты и методы исследования. В урочище Койморские болота было заложено 3 опорных разреза с целью изучения генезиса, морфогенетических особенностей, источников и факторов, способствующих засолению. Лабораторные исследования физико-химических свойств почв согласно общепринятым методам [1]. Классификация почв проводилась согласно Классификация и диагностика почв России [5].

Результаты исследований. Изученные почвы формируются в условиях попеременного увлажнения и поднятия грунтовых вод, верхняя часть профилей представлена органоминеральной толщей, которая подстилается минеральной породой. Мерзлотная структура фиксируются непосредственно в почвенном профиле. Это способствует созданию в почвенном профиле анаэробных условий и развитию квазиглееватости нижней части профиля. Почвы имеют слабощелочную реакцию среды, окарбонаты, и высокие значения емкости катионного обмена, обогащены подвижными формами калия и фосфора. В зависимости от содержания органического вещества диагностировались эутрофно-торфяной горизонт (ТЕ) и перегнойно-темногумусовый горизонт (АН). Анализ водной вытяжки показал, что почвы засолены и имеют различный химизм [2]. Торфяная почва (БТ-3-15) засолена в слое 10–20 см, где величина плотного остатка 0,420 %, сумма токсичных солей 0,200 %, средняя степень засоления. Химизм засоления щелочной, по анионному составу

смешанный содово-сульфатно-хлоридный, по катионному составу кальциево-натриевый. Ниже до глубины 80 см не засолен. Так же был изучен состав золы отобранной с места сгоревшего торфа. Сумма солей составляет 1,218 %, а сумма токсичных солей 0,333 %, сильная степень засоления, химизм засоления щелочной, по анионам содово-сульфатный, по катионам магниевый. Торфяная почва (БТ-5-15) засолена в слабой степени в слое 0–5 см, химизм нейтральный, по анионному составу сульфатный с участием соды, по катионам магниево-кальциевый. Нижняя часть профиля не засолена. Торфяная почва (БТ-26-15) засоленна в средней степени. Химизм щелочной, по анионному составу смешанный хлоридно-содово-сульфатный, по катионам натриевый. Сумма легкорастворимых солей 0,984–0,384 %, а сумма токсичных солей – 0,252–0,170 %, с глубиной их количество уменьшается, и профиль не засолен токсичными солями.

Заключение. Изучения показали, что по морфогенетическим, физико-химическим свойствам почвы урочища «Койморские озера» согласно классификации [5] отнесены к стволу органогенного почвообразования, отделу торфяных почв и постлитогенному стволу отделу органо-аккумулятивных почв. Поверхностные горизонты засолены со слабой и средней степени. Процесс засоления носит комплексный характер, связанный с климатическим, геоморфологическим и мерзлотным факторами. Различный химизм засоления почв, вероятнее всего связан с источниками поступления солей – делювиальный снос, минерализованные грунтовые воды; мерзлота и весенне-раннелетняя миграция солей в засушливые периоды как факторы способствующий процессу. Селевые глинистые наносы, аккумулируемые в зоне озерно-болотной низины, являясь адсорбционным и механическим барьером, будут способствовать накоплению и засолению почв.

Список литературы

1. Агрохимические методы исследования почв. – М. : Наука, 1975. – 656 с.
2. Засоленные почвы России / отв. ред. Л. Л. Шишова, Е.И. Панкова. – М. : ИКЦ «Академкнига», 2006. -854 с. : ил.
3. Иванов Г. М. Биогеохимия марганца и меди в ландшафтах Тункинского Прибайкалья / Г. М. Иванов – Новосибирск : Наука, 1978. – 142 с.
4. Карнаухов Н. И. Койморские болота Тункинской котловины и основное направление их мелиорации / Н. И. Карнаухов // Тру. Бурят. комплекс. НИИ – Улан-Удэ, 1960. – Вып. 4. – С. 38–45.
5. Классификация и диагностика почв России. – Смоленск : Ойкумена, 2004. – 342 с.
6. Кустов Ю. И. Подземные минеральные воды в Тункинском регионе юго-западного фланга Байкальского рифта // Отечеств. геология. – 2009. – № 2. – С. 53–60.
7. Лунина О. В. Рифтовые впадины Прибайкалья: тектоническое строение и история развития / О. В. Лунина, А. С. Гладков, Н. Н. Неведрова. – Новосибирск : Гео, 2009. – 316 с.
8. Макеев О. В. Болотные и луговые почвы Тункинской впадины в Бурятской АССР / О. В. Макеев // Тр. БКНИИ. Сер. биол.-почв. – 1960. – Вып. 4. – С. 19–37
9. Черкашина А. А. Структура почвенного покрова Тункинской котловины / А. А. Черкашина, В. А. Голубцов // География и природ. ресурсы. – 2016. – № 3. – С. 130–140.

Научный руководитель д-р биол. наук, проф. В. И. Убугунова

ОСОБЕННОСТИ ЛЕСНОГО ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В ОКРЕСТНОСТЯХ Г. ИРКУТСКА

В. С. Пушкарева, Н. А. Мартынова

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
pushkare-vavaleriya@mail.ru*

In the vicinity of Irkutsk, the priority task is to preserve forest soil and plant communities that perform important environmental protection functions. The formation of a variety types of soils in the investigated area, among which the most widespread forest types of soils: sod-podzolic, gray soil and burozems, have been caused due to variety of rocks, high dissection of the terrain, leading to uneven moisture.

Кризис окружающей среды требует как никогда прежде, расширение этики по отношению к окружающей среде (ОС). Ряд изменений глобального характера в окружающей среде обусловлены ее масштабным загрязнением и хищнической эксплуатацией природных ресурсов, ведущим к быстрой деградации природы. В связи с этим, все большее внимание должно уделяться сейчас сохранению почвенно-растительного потенциала и разнообразия в регионе, установлению приоритета природоохранной деятельности с закреплением этого положения в законах и положениях.

Наши стратегии в сфере сохранения и восстановления почвенно-растительных ресурсов должны основываться на осознании того, что педосфера является невоспроизводимым ресурсом биосферы в масштабе человеческой жизни. Чтобы сохранить биологическое и почвенное разнообразие в регионе, – необходимо выделить, исследовать и сохранить образцы-эталонные всех экологических систем Байкальской Сибири, устойчивое развитие которых имеет не только природоохранное, рекреационное и социально-экономическое, но и важное научное значение.

Нынешнее состояние лесных биоценозов и зеленых насаждений г. Иркутска и его окрестностей показывает высокую степень воздействия негативных факторов, присущих урбанизированным территориям. По состоянию атмосферного воздуха г. Иркутск относится к числу наиболее загрязненных городов, входя в приоритетный список 45 городов России с очень высоким средним уровнем загрязнения территории. Загрязнение является следствием как значительных выбросов от промышленных предприятий, мелких котельных (более 300) и автотранспорта, так и слабыми рассеивающими возможностями атмосферы при преобладающем антициклоне и повышенной влажности воздуха. Лесные сообщества играют важную роль в оптимизации экологических условий (уменьшение загазованности и запыленности воздуха, защита от шума и др.), в положительном влиянии на микроклимат территории. Они также выполняют

функциональную, экологическую, санитарно-гигиеническую и эстетическую функции, что особенно важно в таких в урбанизированных территориях, как г. Иркутск. Лесные пространства значимо снижают техногенную нагрузку со стороны города и автомагистралей. Важной задачей, способствующей оздоровлению экологической ситуации в Иркутске и его окрестностях, является создание экологического каркаса[1] из существующих лесных массивов и лесо-парковых зон отдыха населения с имитацией естественных связей через непрерывные экологические тропы вдоль водопотоков, выполняющих роль «зеленых коридоров».

Для сохранения почвенно-растительного разнообразия и его экологического потенциала необходимо знать и учитывать основные скорости, характерные времена, обратимость-необратимость почвообразовательных и почво-изменяющих, ценозо-формирующих процессов, учитывая при этом, что процессы антропогенной деградации почв и ландшафтов действуют намного быстрее, чем процессы естественного почвообразования и воспроизводства биоценозов. Лесная флора исследуемой территории достаточно разнообразна, здесь присутствуют виды растений, подлежащих государственной и местной охране. На формирование почвенно-растительного разнообразия значимое влияние оказывают также почвообразующие породы. Разнообразие геологических пород Иркутского района обусловлено его расположением на стыке южной части Сибирской платформы и древнего складчатого обрамления Байкальской рифтовой зоны. Здесь распространены юрские отложения, представленные песчаниками и суглинками, прикрытые более молодыми образованиями четвертичного возраста (лессовидными суглинками, песками, галечниками).

Разнообразие лесных ценозов, почвообразующих пород, высокая расчленённость рельефа, ведущая к неравномерности увлажнения, обуславливают формирование в районе разнообразных типов почв, среди которых наибольшее распространение получили лесные типы: дерново-подзолистые, серые почвы, буроземы и их разновидности. Под бобово-разнотравно-папоротниково-злаковыми березовыми лесами микрорайонов «Радищево» и «Топкинский» правобережной части долины р. Ангара г. Иркутска на миоценовых глинах развиваются дерново-подзолистые ожелезненные ненасыщенные глинистые почвы. Почвы характеризуются кислой реакцией среды, глубоким развитием подзолистого процесса. Только в самых глубоких горизонтах можно встретить горизонты скопления карбонатов, выщелоченных из верхней почвенной толщи благодаря элювиальным процессам. Верхняя гумусовая толща часто характеризуется pH, близкой к нейтральной, что мы связываем с усиливающимся подщелачиванием почв благодаря влиянию ТЭЦ. Глинистый гранулометрический состав почв отличается повышенным содержанием мелкопесчаной фракции верхних голоценовых горизонтов и увеличением доли

пыли в нижней части профиля, что связано, по-видимому со сменой климатических режимов и режимов синлитогенного осадконакопления.

На левобережной части Иркутска в микрорайонах «Ново-Иркутский», «Ерши», «Синюшина гора» на делувно-элювии юрских песчаников развиваются также дерново-подзолистые почвы. На участках, где юрские песчаники перекрыты покровами лессовидных окаربоначенных суглинков, развиваются преимущественно серые и серые метаморфические почвы, характеризующиеся менее кислой – до нейтральной реакцией почвенного раствора, более высокой гумусированностью и насыщенностью обменными катионами, средним до тяжелого гранулометрическим составом с преобладанием крупнопылевой фракции, характерной для лессовидных пород. На водораздельных участках формируются буроземы со слабо-кислой реакцией почвенного раствора в гумусовой толще и постепенным ее увеличением вниз по профилю до значительных, близких к нейтральным, что может быть следствием процессов вымывания (выщелачивания). Также увеличение pH с глубиной может быть связано с наличием в почвообразующей породе (лессовидных суглинках) остаточных карбонатов. Наличие карбонатов Са в лессовидных суглинках в течение длительного периода препятствовало развитию подзолообразовательного процесса. И только после их выщелачивания из элювиальной части профиля в почвенной толще начался слабый подзолистый процесс.

В окрестностях г. Иркутска приоритетной задачей является сохранение лесных почвенно-растительных сообществ, выполняющих важные средо-защитные функции, внедрение природных дендрокомплексов в структуру жилой застройки, а также – укрепление зеленого каркаса города через создание искусственных лесопарковых зон с устойчивым ценоотическим составом.

Список литературы

1. Мартынова Н. А. Почвенно-экологический потенциал естественных ценозов левобережных ландшафтных комплексов р. Ангары г. Иркутска / Н. А. Мартынова, В. М. Белоусов, В. Я. Кузеванов // Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. Биология. Экология. – 2015. – Т. 13. – С. 60–74.

ГИС-КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ ПРЕДБАЙКАЛЬЯ

Е. А. Самойлова¹, О. Г. Лопатовская²

¹ *Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск, Россия*

² *Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия*

Katrrka@mail.ru

GIS mapping of soils has become a very relevant method for studying the structure of soil cover and saline soils. It determined the need of usage GIS for the processing of remote sensing data, soil maps and field research results.

В настоящее время, при почвенных исследованиях все большее значение приобретает геоинформационное картографирование. ГИС-технологии позволяют применять методы автоматической обработки дистанционных данных, оперативно корректировать почвенные карты, удалять и добавлять данные химических анализов, полевых исследований.

Цель нашего исследования было проведения геоинформационного картографирования для создания Карты засоленных почв Предбайкалья.

Для работы над созданием карты засоленных почв применялся метод геоинформационного моделирования. В работе использовалась ГИС-программа: MapInfoProfessional. Атрибутивная база данных составлялась в программах Excel и в программе MapInfoProfessional [1].

Засоленные почвы в Предбайкалье распространены преимущественно в долинах рек: Куды, Осы, Унги, Залари, Нукутки. Особо выделяется район Тажеранских степей Приольхонья и о. Ольхон, где засоленные почвы встречаются по берегам соленых озер [3; 5]. На карте представлено распространение засоленных почв в Предбайкалье, а точками показаны почвенные разрезы засоленных почв (рис. 1).

Основные закономерности в распределении почв определяются строением поверхности, положением хребтов относительно господствующего переноса воздушных масс, разнообразием почвообразующих пород, влиянием водной поверхности оз. Байкал, оказывающей охлаждающее влияние летом и обогревающее зимой [3; 5].

Для выделения контуров засоленных почв при картографировании, необходимо учитывать факторы формирования, такие как рельеф, солесные почвообразующие породы, минерализованные грунтовые воды, глубина залегания 1-го водоносного горизонта, аридность климата, гаулитная растительность [2].

Созданные ранее карты являются важным источником информации о почвенном покрове, природных закономерностях распределения почв, связи их с факторами почвообразования и т. д. Поэтому они составляют важную часть почвенной ГИС.

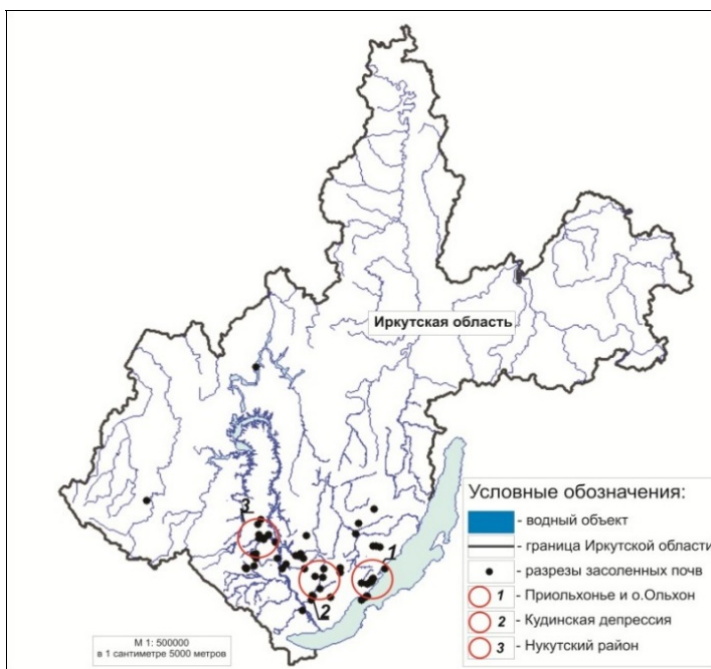


Рис. 1. Обзорная карта района исследований

Некоторые из факторов отражены картографически, необходимо перевести их в цифровой вид. Таким образом, для работы были взяты отсканированные карты солености почвообразующих пород, минерализации грунтовых вод, глубины залегания 1-го водоносного горизонта выполненных институтом ВостСибГеология, цифровая модель рельефа и экспозиции склонов [2; 4].

На исследуемой территории засоленные почвы распространены локально, расположены на пониженных элементах рельефа в ложбинах, падах, поймах рек и реже на надпойменных террасах. Таким образом, целесообразней было картографировать засоленные почвы по ключевым участкам. В качестве примера в данной работе представлена карта Нукутского района (рис. 2).

На этой территории распространены луговые солончаковатые, пойменные солончаковатые, солончаки луговые и солонцы. Солончаки встречаются в поймах рек Унги и Заларинки. Луговые солончаковатые формируются в местах с повышенным увлажнением, по днищам логов и падей, окраинам болот, где грунтовые воды близко подходят к поверхности.

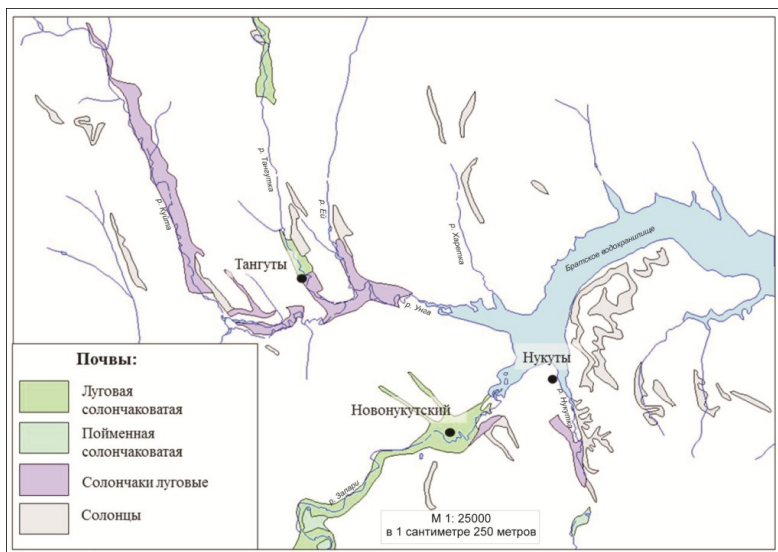


Рис. 2. Распространение засоленных почв в Нукутском районе

Список литературы

1. Лопатовская О. Г., Самойлова Е. А. Свидетельство о государственной регистрации № 2017620536 базы данных «Физико-химические свойства засоленных почв Предбайкалья». Дата регистрации в Реестре баз данных: 17 мая 2017 г.
2. Лопатовская О. Г. Карта химизма и степени засоления почв и пород Приангарья. Масштаб 1:500 000 (рукопись).
3. Лопатовская О. Г. Мелиорация почв. Засоленные почвы : учеб. пособие / О. Г. Лопатовская, А. А. Сугаченко. – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2010. – 101 с.
4. Почвенная карта Иркутской области. Масштаб 1 : 500 000. – М. ; Иркутск : ГУГК СССР, 1988. 2 л.
5. Черноусенко Г. И. Засоленные почвы Иркутской области (Предбайкалье) / Г. И. Черноусенко, О. Г. Лопатовская // Засоленные почвы России / отв. ред. Л. Л. Шишов, Е. И. Панкова. – М. : Академкнига, 2006. С. 600–646.

УДК 504.4.054

ПРОБЛЕМЫ ПАСПОРТИЗАЦИИ И СЕРТИФИКАЦИИ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

И. Е. Слепухина

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
iriska-ira94@mail.ru*

One of the most effective methods for realizing the task of state land control is the use of means of certification and certification of soils. In this paper, problems and disadvantages of certification and certification of soils.

Ключевым моментом в понимании вклада стоимости почвы в стоимость земельного участка является определение природно-хозяйственной ценности первой – то есть определения того, насколько почва благоприятна или неблагоприятна для определенного хозяйственного использования. Или того, насколько почва (естественная или созданная человеком) определенного земельного участка соответствует критериям качества, т. е. соответствие ее сертификату.

Россия обладает крупнейшими природными, в том числе почвенно-земельными ресурсами. Однако масштабы антропогенного воздействия на почвенный покров таковы, что значительная часть его находится в неудовлетворительном состоянии вследствие различных негативных процессов и явлений: водная и ветровая эрозия, засоление, затопление, опустынивание, подкисление, забрасывание сельскохозяйственных земель, загрязнение выбросами промышленных предприятий, нефтепродуктами, радионуклидами, нарушение в процессе добычи полезных ископаемых, складирования отходов и т. п. [1].

В результате ухудшается качество почв, утрачивается основное их природное свойство – плодородие. Поверхностный слой значительной части территорий населенных пунктов, промышленных зон, карьеров, строительных объектов, а также отвалы, полигоны различных отходов в настоящее время представляют собой антропогенно-преобразованные почвы, почвогрунты, искусственные грунты или техногенные поверхностные образования [3].

Одним из наиболее эффективных методов реализации этой задачи является, применение средств сертификации, что позволит сочетать экологические и экономические интересы на основе единых организационных, информационных и научных (эколого-экономических) подходов. Земля является основным средством производства сельскохозяйственной продукции, краеугольным камнем продовольственной безопасности государства. Оценка земель, их агроэкологического состояния и потенциала, как на федеральном, так и на региональном уровнях – важнейшая государственная задача. Еще в 70-х гг. XX в. агрохимической службой СССР начала внедряться методика составления агрохимических паспортов полей (участков). Паспорта содержали информацию об основных свойствах почв (классификационной принадлежности, гранулометрическом составе, степени увлажнения, мощности пахотного (гумусового) слоя, окультуренности (бонитете), агрохимических свойствах (включая микроэлементы), данные о внесении удобрений). Периодичность туров агрохимического обследования обеспечивала накопление информации о конкретном производственном участке, т. е. документально фиксировалась история поля [1].

Без знания истории полей, конкретного агроэкологического состояния невозможны ни фундаментальные построения в области клас-

сификации и эволюции почв, ни производство высоких и качественных урожаев, ни переход на прогрессивные адаптивно-ландшафтные системы земледелия. Отсутствие понимания проблемы и государственного регулирования в сфере сельскохозяйственного землепользования приводит в последнее время к тому, что земли сельскохозяйственного назначения переводят в иные категории (промышленности, гражданского строительства и т. п.). Огромные площади залежных земель, как на федеральном, так и на региональном уровнях открыто называют балластом, от которого желательно избавиться. Нет объективной информации о состоянии и качестве почв – основной базы производства сельскохозяйственной продукции. Поэтому, агроэкологическая паспортизация сельскохозяйственных угодий имеет выход на государственную проблему оценки земель, которую можно решить: усилением государственного регулирования и контроля земель сельскохозяйственного назначения; созданием современных государственных почвенно-агроэкологических центров на базе региональных ЦАСов; проведением государственного почвенного обследования всех земель сельскохозяйственного назначения по современным методикам; введением обязательной агроэкологической паспортизации полей с регулярным обновлением баз данных для создания и последующих корректировок адаптивно-ландшафтных систем земледелия [2].

Широкое распространение и быстро растущее многообразие современных высокоточных технологий земледелия предъявляют жесткие требования к рациональному выбору и соблюдению необходимых и достаточных почвенно-агроэкологических условий их эффективного применения. Строгое соблюдение этих условий в широкой практике современного российского земледелия осложняется повышенной агрогенной дифференциацией почвенного покрова, значительной неопределенностью погодно-климатических прогнозов, высокой динамикой цен и агроэкологических проблемных ситуаций, резко выраженным дефицитом финансовых средств – доступных массовому сельхозтоваропроизводителю [1].

Первоочередными задачами становятся агроэкологическая типизация элементарных структур почвенного покрова, формирование районированной системы агроэкологических нормативов оценки почв и земель (желательно, с дифференциацией по основным сельскохозяйственным культурам и группам сортов), разработка, верификация и локализация основных алгоритмов и моделей оценки, создание экспертных информационно-аналитических систем агроэкологической оценки земель и оптимизации землепользования рамочного типа (framework) – с легко реализуемой возможностью их поэтапной детализации и модификации [2].

Повышенная актуальность разработки и районирования базовых элементов информационно-аналитических систем по агроэкологической оптимизации землепользования обусловлена необходимостью

оперативного решения комплексных задач проектирования и корректировки ключевых технологических операций. Одной из ключевых задач является автоматизация расчета агроэкологически оптимальных доз удобрений – обеспечивающих оптимальную рентабельность и минимальные риски сельскохозяйственного производства – с учетом реального разнообразия почвенного покрова и результатов комплексного анализа качества земель по материалам их электронных агроэкологических паспортов [1].

Список литературы

1. Черников В. А. Агроэкология / В. А. Черников, Н. Г. Грингоф, В. Т. Емцев ; под ред. В. А. Черникова, В. И. Чекереса. – М. : КолосС, 2004. – 400 с.
2. Васнев И. И. Информационно-методическое обеспечение агроэкологической паспортизации земель и оптимизации агротехнологий с учетом регионально-локальных особенностей почв и хозяйств / И. И. Васнев, В. И. Фисенко // Экологическое нормирование, сертификация и паспортизация почв, как научная основа рационального землепользования. – М. : МАКС Пресс, 2010. – С. 13–16
3. Классификация и диагностика почв России / Л. Л. Шишов [и др.]. – Смоленск : Ойкумена, 2004. – 324 с.

Научный руководитель: канд. биол. наук, доц. А. А. Козлова

УДК 631.4

ВЛИЯНИЕ СПЛОШНЫХ ВЫРУБОК НА СВОЙСТВА ПОЧВ БРАТСКОГО РАЙОНА ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

К. С. Соловьёва, А. Р. Грулёв, О. Г. Лопатовская

*Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия
tarakam97@gmail.com*

The purpose of the research is to collect data on the reforestation properties of burrows, their physical and chemical properties. The study revealed that the dynamics of changes in the physico-chemical properties was insignificant in the felling of different years, while the soils of the control area differ from the disturbed ones in their properties.

Актуальность работы вызвана слабой изученностью бурозёмов в Братском районе Иркутской области. В связи с этим, целью исследований стали: сбор данных о свойствах бурозёмов, их физические и химические свойства. Для этого летом 2017 г. осуществлялся отбор образцов в полевых условиях и на кафедре почвоведения и оценки земельных ресурсов Биолого-почвенного факультета ИГУ [3].

В качестве объекта исследования служили почвы из разрезов, заложенных на пяти участках бывших лесных земель, которые в настоящий момент представляют собой вырубку разных годов и контрольный участок: контрольная (вырубка на данной территории не производилась) и четыре площадки вырубок различных лет: 1996, 2007, 2010 и 2016 гг.

(рис.). Для выявления генезиса почв, лесорастительных возможностей, условий лесовосстановления, а также выявления ее физических и химических свойств, выполнялось исследование с привлечением химического, сравнительно-аналитического, ландшафтно-географического и физико-химического методов [1].



Рис. Схема расположения площадок (площадки:
1 – разрез 5; 2 – 4; 3 – 3; 4 – 1 и 5 – контрольный разрез).

Почвенный покров района исследований представлен в основном буроземами [2]. Нами выявлено, что почвы имеют кислый pH (4,4–5,2), так как формируются в условиях постоянного воздействия «кислого» опада. Некоторое увеличение pH в точке 2007 г. возможно за счет того, что почвообразующие породы содержат незначительное количество карбонатов кальция. В почве, которая соответствует 1996 г. отмечается некоторое увеличение pH в сторону нейтральной среды (табл.). Наиболее увлажнены верхние горизонты почв и на границе с почвообразующей породой. Содержание гумуса незначительно во всех разрезах, за исключением контрольной точки, где его содержание в верхних горизонтах 6,8 %. Среди обменных катионов отмечается преобладание кальция над магнием из-за его наличия в карбонатных почвообразующих породах. Почвы в основном хорошо и средне структурированы.

Выводы

1. Наибольшее количество гумуса в почвах соответствующей контролю, за счет мощного гумусового горизонта и наличия лесной подстилки. Влажность почвы наибольшая в контрольной точке, в других разрезах влажность незначительно изменяется, увеличиваясь книзу. На вырубках разных годов динамика изменения физико-химических свойств незначительная, в то время как почвы контрольного участка отличаются от нарушенных. Среди обменных катионов встречаются кальций и магний.

2. Поскольку почвы имеют достаточные запасы органического вещества, скорость зарастания вырубок достаточно высокая.

Физико-химические свойства почв

№ разреза	Глубина, см	pH	Гумус, %	Влажность почвы, %	Ca ²⁺	Mg ²⁺
					мг-экв/100 г	
1	6–12	5,2	2,6	16,8	1,55	0,60
	12–23	5,1	1,7	13,2	1,05	1,45
	23–40	4,9	0,6	17,0	0,55	0,65
3	0–5	4,8	3,3	41,2	1,60	1,80
	5–45	4,5	0,1	18,5	0,45	0,55
	45–70	4,9	0,2	19,9	0,65	0,30
4	3–14	4,5	1,4	10,5	0,95	0,30
	14–46	4,9	0,1	9,9	0,85	1,35
	46–75	4,7	0,1	14,3	0,90	0,05
5	3–10	4,8	2,6	19,8	1,45	0,70
	10–30	4,7	0,3	16,2	0,60	4,40
	30–70	4,7	0,2	17,1	0,80	1,15
Прикопка 5	5–10	4,9	2,0	28,6	2,10	2,45
	10–30	4,8	0,1	21,2	0,80	0,45
	30–50	5,5	0,5	18,8	0,55	1,30
Контроль	4–14	4,7	6,8	32,0	1,85	2,05
	14–38	4,4	1,1	14,7	0,80	0,00
	38–70	4,6	0,2	16,9	1,20	1,55

Авторы благодарят за помощь филиал ОАО «Группа «Илим» в Братском районе.

Список литературы:

1. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – Изд-во МГУ, 1970. – 488 с.
2. Классификация и диагностика почв России / Л. Л. Шишов, В. Д. Тонконогов, И. И. Лебедева, М. И. Герасимова. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
3. Влияние сплошных рубок на лесорастительные свойства почв Братского района Иркутской области / О. Г. Лопатовская, Е. Н. Максимова, В. В. Попов, К. С. Соловьева // Изв. Байкал. гос. ун-та – 2018. – Т. 28, № 1. – С. 159–165.

УДК 631.4

СОДЕРЖАНИЕ ОБМЕННЫХ КАЛЬЦИЯ И МАГНИЯ В АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВАХ ДОЛИНЫ РЕКИ БЕЛОЙ (ПРИАНГАРЬЕ)

А. С. Сташкевич, С. Л. Куклина

*Иркутский государственный университет, город Иркутск
ephedra13@gmail.com*

The article is called the content of exchangeable calcium and magnesium in alluvial soils of the Belaya River valley. The main idea of the article was aimed at considering the content of exchangeable calcium and magnesium in the alluvial soils of the Belaya River and revealing the dependence by statistical analysis of data on the exchangeable calcium and magnesium and other soil properties.

Кальций и магний играют большую роль в почвообразовательных процессах. Они входят в состав почвенных коллоидов и тем самым формируют минералогический скелет почвы и влияют на потенциальное плодородие почв.

Цель работы: рассмотреть содержание обменных кальция и магния в пойменных почвах р. Белой и выявить зависимость с помощью статистического анализа данных между обменными кальцием и магнием и другими свойствами почв.

Задачи:

1. Познакомиться с условиями пойменного почвообразования в долине р. Белой
2. Определить содержание обменных кальция и магния в пойменных почвах р. Белой
3. Провести корреляционный и регрессионный анализ данных некоторых физико-химических свойств почв.

Объектом изучения стали 8 разрезов аллювиальных почв поймы долины реки Белая вблизи пос. Тайтурка. Методы исследования: определение обменных кальция и магния комплексонометрическим методом по К. К. Гедройцу, морфологическое описание почв, математическостатистический анализ данных.

Долина реки Белой сформирована в пределах Иркутско-Черемховской равнины на территории Усольского района Иркутской области. Рельеф, в пределах которого расположилась река Белая, полого-холмистый с относительными высотами примерно 400–500 м. Климат резко континентальный. Годовая сумма осадков составляет 380–440 мм с максимумом в июле и минимумом в марте. Коэффициент увлажнения территории за летний период составляет в среднем 0,60. Флора исследуемого района разнообразна на междуречье рр. Белая и Ангара естественными растительными сообществами являются степи злаково-разнотравные [1; 2].

Методы морфологического описания почв показали, что на данной территории исследования в основном формируются аллювиальные серогумусовые почвы, с профилем: АУ-С⁺. Почвы характеризуются различным рН – от нейтрального до слабощелочного, по содержанию общего гумуса почвы – от низкогумусированных (0,5–3 %) до высокогумусированных (8–9 % гумуса).

В почвах содержится среднее содержание обменных кальция и магния (10–25 %). Распределение обменных кальция и магния по профилям почв в основном слабо-дифференцированное. Понижение процента содержания этих элементов идет сверху вниз по профилю, что связано с биогенным накоплением этих элементов в верхних гумусированных горизонтах. В некоторых почвенных профилях в нижней окарбоначенной части заметно увеличение обменных кальция и магния (рис.).

Регрессионный анализ (анализ сравнительных моделей) в ходе выполнения данной научной работы был проведен с помощью возможностей программы Microsoft Excel 2016, при помощи надстройки «Анализ данных». За зависимую переменную Y было взято значение суммы обменных кальция и магния (ΣCa^{2+} и Mg^{2+}), а за X_i – независимые факторы, которые влияют на значения ΣCa^{2+} и Mg^{2+} . По итогу анализа была построена сравнительная таблица моделей, данные для которой были определены в регрессионных моделях и в таблице корреляционного анализа. Модели сформированы посредством исключения одного из факторов X_i у которого значения коэффициента Стьюдента (t-статистика) наименьшее по модулю.

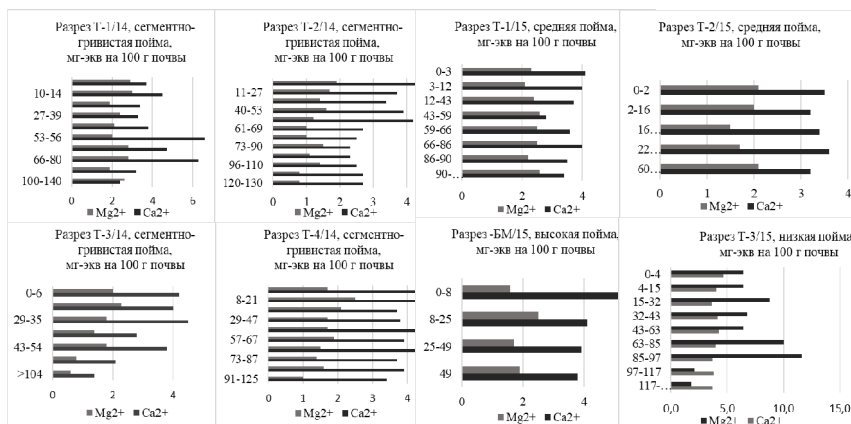


Рис. Содержание обменных кальция и магния в аллювиальных почвах

Таблица

Итог расчетов корреляционного анализа

Переменные	ΣCa^{2+} и Mg^{2+} %	Степень корреляционной зависимости
Физ. глина, % (X1)	0,48	умеренная
$pH_{H_2O}(X2)$	0,23	слабая
Общий гумус, % (X3)	0,45	умеренная
Гумусовый горизонт (X4)	0,30	умеренная
Мощность горизонта (X5)	-0,11	обратная очень слабая связь

Вывод: из результатов корреляционного анализа данных видно, что содержание суммы обменных кальция и магния в аллювиальных почвах зависит от содержания в них физической глины, гумуса, а также является ли горизонт гумусовым.

Таким образом регрессионный анализ данных дает нам возможность определить зависимость содержания обменных оснований в аллювиальных почвах от величин свойств почвы, таких как физическая глина, pH_{H_2O} и содержания общего гумуса в почвах. В ходе анализа было выявлено, что процент содержания физической глины в почвах влияет на содержание ΣCa^{2+} и Mg^{2+} на 23,4 %, pH_{H_2O} – на 8,4 %, а процент общего гумуса – на 1,5 %.

Список литературы

1. Агриен, регионы РФ: Иркутская область [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.agrien.ru/reg/%D0%B8%D1%80%D0%BA%D1%83%D1%82%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F.html> (дата обращения 12.03.2018)
2. Иркутская область (природные условия административных районов) / Беркин Н. С. [и др.]. – М. : Иркутск : Изд-во Иркутского университета, – 1993. – 304 с.

УДК 631.4

ОБМЕННЫЕ КАЛЬЦИЙ И МАГНИЙ В ЭРОДИРОВАННЫХ ПОЧВАХ НА МЫСЕ БУРХАН НА ОСТРОВЕ ОЛЬХОН

Е. А. Трошина, А. В. Каминская, О. Г. Лопатовская

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
pantaevaelena@mail.ru*

The purpose of this study is the degradation processes at Cape Burhan island Olkhon. The tasks are as follows: the study of the conditions for the formation of eroding processes, the identification of the physicochemical properties of soils and the possibilities of restoring the soil-vegetative cover.

Остров Ольхон – одно из уникальных мест на территория Прибайкалья. Посещение Ольхона многочисленными туристами привело к деградации почвенного покрова. Она проявляется не только в виде различных эрозионных форм, но и сведения растительности. Эрозионные формы представляют собой: многочисленные овраги, песчаные дюны, плоскостной сыв. Сведение растительного покрова приводит к разрушению гумусового горизонта, появлению на поверхности легкоэродированных внутрипочвенных горизонтов. Интенсивная деградация на Ольхоне на мысе Бурхан определили цель исследования, которое в сложившихся условиях является актуальным. Поэтому стало необходимым решение важных задач: изучение условий образования эрозионных процессов, выявление физико-химических свойств почв и возможностей восстановления почвенно-растительного покрова. Это стало возможным при работе экспедиции на мысе бурхан в июле 2017 г. под руководством профессора Х.-Р. Борка (г. Киль, Германия), при участии С. Хамнуевой, А. Митта, Я. Вендта.

В качестве объекта исследования нами были выбраны пять ключевых участков, которые представляли собой трансект-катены. Всего было заложено 5 почвенных разрезов: 2 профиля на южном склоне, один на водоразделе и 2 на северном склоне. Образцы отбирались с поверхности почвы до дна оврага. Исследования физико-химических свойств почв проводились согласно принятым в почвоведении методам в лаборатории Иркутского государственного университета на кафедре почвоведения и оценки земельных ресурсов. Основное внимание было акцентировано на выявление следующих характеристик: pH, минерализации, обменных катионов (кальция и магния). Кроме того, применялись методы: трансект-катен, ландшафтно-геохимический и физико-химический.

В почвах отмечается очень высокое содержание обменных кальция и магния по всему профилю, что не может быть объяснено только результатами гранулометрического анализа. По нашим предположениям высокое содержание суммы обменных катионов так же обусловлено и минералогическим составом глинистых минералов. Как правило, такие высокие показатели имеют почвы, в глинистой фракции которых содержится значительное количество монтмориллонита.

Как правило, обменные кальций и магний накапливаются в почве за счет биологической аккумуляции. Поэтому их максимум обычно приурочен к гумусовому горизонту и уменьшается с глубиной. Такая биогенность обычно отражается на более широком отношении Ca/Mg в верхних горизонтах, по сравнению с нижними. Однако содержание и соотношение обменных кальция и магния в исследуемой почве не согласуется с выше изложенной закономерностью (табл.).

По соотношению обменного кальция и магния исследуемая толща четко разделяется литологически на голоценовую (BM1,BM2) и плейстоценовую (Cca,[hh],Cg,ca). Резкое изменение соотношений обменного кальция и магния на границе плейстоцена и голоцена свидетельствует о литологической специфике осадконакопления в эти два отрезка времени [1].

Таблица

Физико-химические свойства почв

Номер разреза	Глубина, см	pH	ppt	Ca+Mg мг- экв./100 г	Обменные (мг-экв./100 г)		Ca/Mg
					Ca	Mg	
KB-W-P1	0–5	7,2	0,04	37,5	25,0	12,5	2,0
	15	6,2	0,03	35,6	17,8	17,8	1,0
	20	6,7	0,24	32,7	18,2	14,5	1,2
	26	6,9	0,08	48,6	16,0	32,6	0,4
	31	7,0	0,04	30,3	13,2	17,1	0,8
KB-S-P2	35	8,2	0,09	50,7	31,1	19,6	1,6
	5	7,3	0,01	29,3	10,6	18,6	0,6
	40	9,0	0,21	51,2	12,8	38,4	0,3
	110	8,9	0,21	18,5	7,0	11,5	0,6

Номер разреза	Глубина, см	pH	ppt	Ca+Mg мг- экв./100 г	Обменные (мг-экв./100 г)		Ca/Mg
					Ca	Mg	
KB-S-P3	57	6,5	0,06	25,0	8,0	17,0	0,5
	78	6,4	0,03	64,5	51,6	12,9	4,0
	90	6,1	0,02	26,6	15,9	10,6	1,5
	123	6,3	0,03	60,0	37,1	22,8	1,6
	140	7,3	0	12,0	6,4	5,6	1,1
KB-N-P4	0–19	8,0	0,04	59,1	36,4	22,7	1,6
	37	6,8	0,03	71,6	33,3	38,3	0,8
	90	7,3	0	28,3	11,3	17,0	0,7
	130	8,4	0,87	34,6	10,6	24,0	0,4
KB-N-P5	60	6,7	0,19	19,1	6,9	12,2	0,6
	100	6,3	0,39	99,9	30,0	70,0	0,4
	110	8,2	0,77	29,6	8,5	21,2	0,4

Выводы. Почвы имеют неодинаковый pH, он изменяется от слабощелочного до нейтрального. Почвы содержат обменные кальций и магний. В содержании этих катионов не отмечается какой-либо зависимости. В отдельных разрезах кальций преобладает над магнием и наоборот. На содержание этих ионов оказывает влияние высокое содержание карбонатов в почвообразующей породе.

Список литературы

1. Плиоцен и плейстоцен среднего Байкала / В. Д. Мац, А. Г. Покатилов, С. М. Попова, А. Я. Кравчинский, Н. В. Кулагина, М. К. Шимараева. – М. : Наука, 1982.

УДК 631.41

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА СВОЙСТВА И РАЗНООБРАЗИЕ ЛЕСНЫХ ПОЧВ ТУНКИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ

М. В. Труханова, Н. А. Мартынова

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
rocksana.raita@mail.ru*

The diversity of forest ecosystems and soil-forming rocks of the territory of the submountain plain of Tunka depression and Tunka Alps and the Khamar-Daban spurs, which are framing it, promoted the formation of a wide variety of soils. A distinct change in the upper soil thickness of the warmer soil formation period to colder modern conditions have been revealed through the studied peculiarities of forest soil formation.

Тункинская долина – система межгорных котловин тектонического происхождения в горах Восточного Саяна в Бурятии и Иркутской области, являющаяся продолжением на запад Байкальской рифтовой зоны. С юго-востока она ограничена хребтами Хамар-Дабана. Объектами наше-

го исследования являлись почвы разных лесных ценозов самой большой из 6 впадин Тункинской долины – суходольной Тункинской (одноименной) котловины. Климатические особенности изучаемой территории характеризуются резкой континентальностью с большим колебанием сезонных и суточных температур, длительным морозным периодом с господством сибирского антициклона, малой увлажненностью территории с преобладанием летних осадков. Сложная геологическая история региона определила большое разнообразие коренных и почвообразующих пород, которые, наряду с растительным разнообразием и горным рельефом влияют на дифференциацию почвенного покрова и характер почвообразования. Тункинская впадина сложена мощной толщей четвертичных отложений, переслаивающихся с покровами неоген-четвертичных базальтов. На днище впадины встречаются уникальные вулканические базальтово-шлаковые конуса относительно молодых позднечетвертичных вулканов, погруженные в отложения кайнозоя. В Тункинской котловине широко представлены плащеобразные покровы лессовых и лессовидных отложений сложного генезиса (криогенно-флювио-гляциального и эолово-делювиально-пролювиального) верхне-плейстоценового (сартанского) возраста, приуроченные преимущественно к долинам рек, надпойменным террасам и террасированным склонам подгорной равнины, долинным вулканическим конусам.

На формирование почвенного покрова в Тункинской котловине и ее горном обрамлении большое влияние оказывают геологические, геоморфологические, мерзотно-гидрогеологические и геодинамические условия, гидротермический режим, крутизна склонов и их экспозиция. Горно-долинный рельеф котловины определяет высотную зональность и кольцевое распределение каскадных почвенно-ландшафтно-геохимических систем, среди которых наибольшее значение имеют таежно-степные комплексы [1]. Лесостепной пояс подгорного шлейфа Тункинской котловины представлен преимущественно сосново-лиственничной растительностью.

На покровных лессовидных карбонатных суглинистых отложениях подгорных шлейфов отрогов хр. Хамар-Дабан под разнотравно-мертво-мохово-покровно-осоковыми сосново-лиственничными лесами развиваются серо-гумусовые глинисто иллювиированные маломощные остаточные карбонатные почвы на погребенных каштановых дисперсно-карбонатных почвах с профилем $O-A_{Yel}-B_{Ica}-B_{Ci,ca}-[A_{Jca}-A_{JBMK}-BMK_1-BMK_2-B_{Cca}-C_{ca}]^1-D_{ca}$ (разрез Арш-Зак_17/1, окрестности пос. Зактуй). Они характеризуются сильно-щелочной реакцией среды, невысоким содержанием гумусовых веществ, насыщенностью обменных катионов с преобладанием ионов Ca , унаследованным от почвообразующих пород. Погребенная толща каштановой почвы отличается более тяжелым гранулометрическим составом и более щелочной pH профиля.

На нижних склонах отрогов Тункинских Альп под бобово-разнотравно-злаковыми сосново-осино-березовыми лесами на элювально-базальтов формируются маломощные дерново-подзолистые грубогумусовые почвы с погребенным дерново-подбуром с профилем АУао-ЕL-BTeL-[AYeL-BHF]¹ (разрез Арш-Гал-17/5, окрестности по. Гал-бай). Данные почвы отличаются слабо-кислой реакцией среды с ее понижением в элювиальном горизонте, высоким содержанием грубогумусовых слабо разложенных веществ в горизонтах лесной подстилки и дерновом, способствующих накоплению обменных оснований (до 66 мг-экв/100 г и выше), содержание которых резко снижается с глубиной. Выветривание основных магматических пород способствует утяжелению гранулометрического состава почв. Буроземы оподзоленные иллювиально-гумусово-железистые маломощные с погребенными буроземами темногумусовыми ожеженными с профилем О-ЕL-BEL/BT(f)h-[AU1-AU2-AU3-BMf-BMf-BCmf-Cmf(ca)] (разрез Арш-ШТ-17/12, окрестности пос. Хурай-Хобок) формируются на лессовидных суглинках с вулканическими шлаками долинными построек вулканических конусов под мохово-мертвопокровно-разнотравными березово-лиственнично-сосновыми лесами. Карбонаты почвообразующих пород сдерживают развитие подзолистого процесса. Часто карбонаты обнаруживаются в нижней части профиля, чему способствует промывной режим и присутствие шлаков.

Под злаково-осоково-полынно-бобово-разнотравными (частично мертво-покровными) березово-лиственнично-сосновыми лесами, развивающимися на флювио-гляциальных песках и супесях задрового массива «Бадары» формируются дерново-подбуры иллювиально-железистые с погребенными серогумусовыми криотурбированными почвами с профилем АО-AY(eL)-BF-BCf-C(cf)-[AY@mp-C₁@-C₂@-C₃@]¹ (разрез БД-17/7). Почвы характеризуются слабокислой (до нейтральной) реакцией среды в подстилочном и дерновом горизонтах, резко увеличивающейся с глубиной до сильно щелочной pH. Супесчано-песчаный гранулометрический состав и кислотность, образующаяся при разложении лесной подстилки, способствуют развитию процессов элювирования и миграции гумусово-железистых хелатных комплексов. На лессовидных суглинках, подстилаемых травертинами, перекрывающих выходы мраморизированных и графитизированных изветсников нижних частей южного макросклона Тункинских Альп под злаково-хвощёво-осоковыми елово-сосново-березовыми лесами формируются серые метаморфические элювированные остаточные-карбонатные почвы с профилем АО-AY-AYBM-BMca-BCm,ca-C1ca-C2ca (разрез Арш-СП-17/11, окрестности пос. Аршан). Почвы имеют сильно-щелочную pH всего профиля, среднее до высокого содержание гумуса, высокое количество обменных катионов и карбонатов. Чередование периодов похолодания и потепления (плейстоцен-голоцен), а также – определенная цикличность экстремальных флю-

виально-селевых событий на территории исследования способствовали формированию в Тункинской котловине почв со сложными син-пост-литогенными профилями, содержащими погребенные гумусовые горизонты и микропрофили почв. В исследованных почвенных профилях лесных почв отчетливо выражена в верхней почвенной толще смена более теплого периода почвообразования (возможно, оптимума голоцена) на более холодные современные условия – как на отрогах Тункинских Альп, отрогах хр. Хамар-Дабан, так и в долинных почвах Тункинской котловины.

Список литературы

1. Мартынова Н. А. Экология и особенности генезиса горно-долинных почв Тункинской котловины / Н. А. Мартынова // Почвы холодных областей: генезис, география, экология (к 100-летию со дня рождения проф. О. В. Макеева) : материалы науч. конф. с междунар. участием. – Улан-Удэ : ФГБУН ИОЭБ СО РАН, 2015. – С. 27–28.

УДК 502.65

ВОЗМОЖНОСТИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЛАНДШАФТА РЕКРЕАЦИОННОЙ ЗОНЫ О. БАБР (Г. ИРКУТСК)

Е. С. Хаяси¹, Г. А. Тетерина², В. П. Саловарова², М. Г. Меерович¹

¹ *Иркутский национальный исследовательский технический университет,
г. Иркутск, Россия*

² *Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
galina.teterina.91@mail.ru*

A special place in the creation of certain active recreational areas is landscape design with elements of soil restoration, changed during the tourist business. In Irkutsk, an important role in the organization of cultural leisure of citizens and tourists is played by the island of Babr (Angara river) and placed on it agricultural enterprise «Irkutsk trout», which is engaged in the cultivation of salmon fish.

Развитие большого города неразрывно связано с изменением и нарушением природного ландшафта, что оказывает негативное воздействие на окружающую среду. В свою очередь, большие города остро нуждаются в организации особых природных зон отдыха для горожан, а также туристов, посещающих город.

В настоящее время ведущее место в создании определенных активных рекреационных зон занимает ландшафтное проектирование с элементами рекультивации почв, измененных в ходе туристического бизнеса.

В г. Иркутске значимую роль в организации культурного отдыха горожан и туристов играет о. Бабр (р. Ангара) и размещенное на нем сельскохозяйственное предприятие ООО «Иркутская форель», занимающееся разведением лососевых рыб. Большой поток туристов, а также ведение сельскохозяйственной деятельности (разведение животных: кролики, еноты, хорьки) негативно сказывается на ландшафте о. Бабр.

Целью настоящего исследования стало создание проекта по реорганизации структуры территории о. Бабр, а также разработка плана рекультивации ландшафта данной рекреационной зоны.

Объект исследования: территория о. Бабр в сложившейся экологической, градостроительной, социальной ситуации, в сопряжении с работой сельскохозяйственного предприятия ООО «Иркутская Форель».

Для достижения поставленной цели в работе применялись теоретические, графические и физико-химические методы исследования.

На первоначальных этапах исследования были изучены такие характеристики ландшафта о. Бабр как функциональное зонирование, генеральный план (запланированный и реально существующий), флора и фауна, посещаемость, маршруты движения туристов. Следует отметить, что полную картину антропогенного изменения почвенного покрова в современных исследованиях невозможно охарактеризовать без лабораторных физико-химических опытов. Поэтому, в ходе работы были исследованы показатели почвенной активности ферментов каталазы методом Джонсона и Темпле и пероксидазы методом К. А. Козлова. Основанием для выбора данных ферментов послужило то, что они являются окислительно-восстановительными и наиболее точно показывают степень деструкции органических веществ, и, соответственно, играют важную роль в процессе восстановления и образования гумуса, необходимого для увеличения плодородия почв.

По итогам анализа характеристик ландшафта о. Бабр можно сказать о том, что исследуемая территория остро нуждается в принятии мер по рекультивации.

Во-первых, генеральный план сильно отличается от существующего – нерационально используется территория острова, что позволяет выделить зоны с повышенной человеческой деятельностью, и как следствие, такие зоны наиболее деструктурированы. Например, на острове отсутствует строго отведенная пешеходная тропа, а достаточно большой поток посетителей (100–150 человек в сутки в летнее время), сказался на его природных составляющих: оскудение растительности вследствие вытаптывания.

Во-вторых, животные не находятся в строго отведенном месте. Например, кролики, которых насчитывается в летний период более 100 шт., хаотично передвигаются по острову, сдвигая траву и обгрызая кору деревьев, что негативно сказывается на существующей флоре. Так же зафиксированы факты свободного перемещения по территории 9 енотов и 6 хорьков.

В-третьих, показатели ферментативной активности свидетельствуют о необходимости рекультивации почвенного покрова о. Бабр. Например, в зонах свободных от посещения туристов, содержание каталазы и пероксидазы 1,6 мг/г и 1,4 мг/г соответственно, в тоже время концентрация

данных ферментов 1,2мг/г и 0,9 мг/г на территории с большой пешеходной нагрузкой в центре острова.

Анализ перечисленных факторов позволил разработать концепцию продуктивного процесса рекультивации территории о. Бабр (рис.)

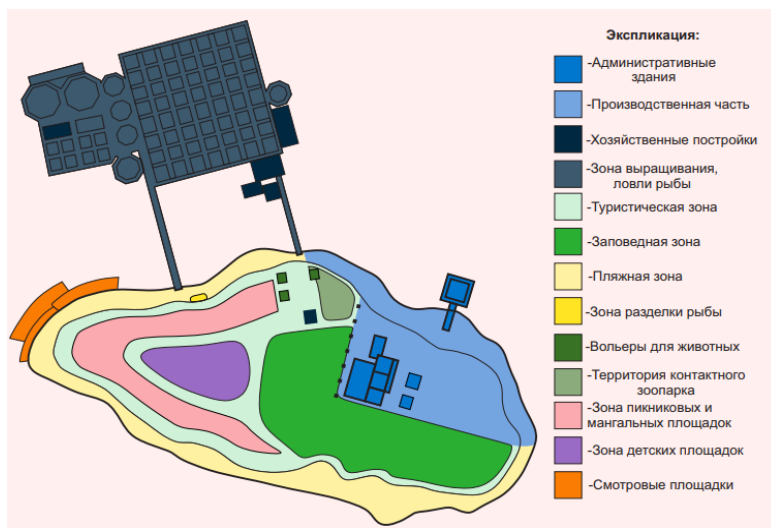


Рис. Схема концепции рекультивации о. Бабр (р. Ангара, г. Иркутск)

Согласно разработанной концепции восстановления острова, природная зона исследуемого рекреационного объекта должна включать в себя следующие функциональные зоны:

- административные и складские помещения;
- малые архитектурные формы строительства: беседки-гриль, скамьи, детская площадка;
- смотровые площадки на понтонах, ограждения, обустроенная пешеходная система, а также создание контактного зоопарка со строго отведенной территорией для животных.

Так как территория о. Бабр находится в акватории р. Ангара, остров должен быть обеспечен всем необходимым для временного обособленного существования людей. На территории необходим медпункт, охрана, санитарные зоны, крытое помещение для временного размещения людей, хорошо оборудованные безопасные пирсы.

Осуществление этих мероприятий позволит острову и предприятию ООО «Иркутская форель» оставаться востребованным у горожан и туристов.

СВОЙСТВА ПОЧВ СОВХОЗОВ ИРКУТСКОГО РАЙОНА

Л. С. Холупенко

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
hol.ludmila@yandex.ru*

This work is devoted to acquaintance with the variety of soils of the Irkutsk region, by comparing the properties of these soils and assessing their fertility. Working with reports 80 is ready, I transfer the data to the information system on the basis of Russia's Soil Geographic Database (IP PGBD of the Russian Federation), which makes it possible to translate old soil report materials into an electronic form in order to use data for monitoring certain soils or other purposes.

В СССР существовала система агрохимического обследования сельскохозяйственных земель. С «развалом» СССР и прекращением работы многих профильных организаций, занимающихся такими работами, старые отчеты, в большинстве случаев были уничтожены, а данные утеряны.

Данная работа возникла благодаря сохранившимся отчетам Востсибгипрозема, которые позволят проанализировать данные 80-х гг. прошлого столетия, и посвящена знакомству с разнообразием почв Иркутского района, проведением сравнение свойств данных почв и оценке их плодородия.

Внесение данных в информационную систему на основе Почвенно-географической базы данных России (ИС ПГБД РФ) позволяет перевести старые материалы почвенных отчетов в электронный вид, чтобы в дальнейшем, использовать данные для мониторинга тех или иных почв или для других целей.

Объектами рассмотрения являются почвы Иркутского района колхоза «50 лет Октября», совхоза «Ангарский», совхоза «Байкал», совхоза «Гороховский», Иркутской птицефабрики. В исследования вошли 58 разрезов и полуям. В работе приведены свойства следующих типов почв: серые лесные, дерново-подзолистые, дерново-карбонатные, лугово-черноземные, луговые, аллювиальные, пойменные, черноземы, лугово-болотные, болотные.

Серые лесные почвы подразделены на следующие подтипы : светло-серые, серые, темно-серая лесная. В пределах подтипов выделяются роды: обычные, оподзоленные, остаточно-карбонатные.

Все рассмотренные серые лесные почвы имеют в верхней части профиля гранулометрический состав от легкого до тяжелого суглинка, лишь серая лесная остаточно-карбонатная почва по всему профилю имеет глинистый состав. Содержание фосфора в этих горизонтах достаточно высокое и, обычно, уменьшается с глубиной. Содержание калия варьируется от среднего до высокого, и уменьшается вниз по профилю. Со-

держание гумуса в светло-серых и серых лесных почвах – от низкого до среднего, темно-серые почвы относятся к ряду высокогумусных. Содержание азота имеет прямую зависимость от количества гумуса в почве.

Дерново-подзолистые почвы делятся на виды слабодерновые и среднедерновые, и различаются в свойствах. Слабодерновые почвы имеют легко-среднесуглинистый состав в верхних горизонтах, до глинистого к нижней части профиля. Содержание фосфора среднее, вниз по профилю возрастает. Содержание калия повышенное, с уменьшением его вниз по профилю. Обеспеченность азотом низкая. Среднедерновые почвы легкого гранулометрического состава, с высоким содержанием фосфора в гумусовом горизонте и уменьшением его вниз по профилю. Содержит очень высокое количество калия в горизонте А.

Дерново-карбонатные имеют среднесуглинистый гранулометрический состав, высокое содержание фосфора и среднее содержание калия, относится к ряду низкогумусовых почв, обеспеченность азотом от низкой до средней.

Аллювиально-пойменные почвы делятся на типы: аллювиальные дерновые, пойменные, пойменно-аллювиальные, пойменно-луговые. В пределах типов делятся на подтипы: типичные и карбонатные. Почвы, в основном, легко- и среднесуглинистые. Содержание фосфора и калия низкое. Рассмотренные почвы можно отнести к низкогумусным почвам, но пойменно-луговая карбонатная почва содержит имеет его повышенные значения. Количество азота имеет прямую зависимость от гумуса.

Луговые почвы имеет один подтип: луговая обычная. Данный подтип подразделяется на виды: оподзоленные, выщелоченные, карбонатные.

Свойства данного типа почв являются следующими: гранулометрический состав варьирует от средне- до тяжелосуглинистого, низкое содержание фосфора и калия. Луговая обычная почва является низкогумусированной, а все остальные рассмотренные виды этого типа являются высокогумусными.

Лугово-черноземные почвы представлены лугово-черноземными оподзоленными почвами. В результате изучения данного типа, были выявлены следующие свойства почв: среднесуглинистый состав, высокое содержание фосфора, количество калия варьируется от низкого до среднего. Лугово-черноземные почвы имеют высокое содержание гумуса и азота.

Лугово-болотная перегнойная почва среднесуглинистая, с низким содержанием фосфора и калия, высокогумусная со средним содержанием азота.

Черноземы представлены выщелоченным подтипом, почва тяжело-суглинистая, с высоким содержанием фосфора и низким содержанием калия, высокогумусная со средним содержанием азота.

Торфяные болотные почвы включает подтипы: болотные перегноторфянистые глеевые, перегнойно-торфянисто-глеевые. Болотная пере-

гноино-торфянистая глеевая почва легкосуглинистая и высокогумусная. Перегноино-торфянисто-глеевая почва имеет среднее содержание фосфора и калия.

В ходе выполненной мной работы, было выявлено, что наиболее гумусированными являются луговые, болотные перегноино-торфянисто-глеевые, темно-серые лесные. По содержанию фосфора лидирует серая лесная почва. Калий почти во всех почвах имеет средний показатель.

Эти данные позволяют использовать их в дальнейшем при мониторинге изменений почвенных свойств и плодородия.

Список литературы

1. Классификация и диагностика почв СССР / В. В. Егоров [и др.]. – М. : Колос, 1977. – С. 11–13, 46–50, 86–98, 107–108, 161–174.

Научный руководитель: ст. преподаватель С. Л. Кукина

УДК 631.417.2(572)

ХЕМОДЕСТРУКЦИОННОЕ ФРАКЦИОНИРОВАНИЕ ГУМУСА ЧЕРНОЗЕМОВ ОБЫКНОВЕННЫХ ДОЛИНЫ Р. УНГИ, НАХОДЯЩИХСЯ В ЦЕЛИННОМ И ОСВОЕННОМ СОСТОЯНИИ

Н. А. Черных, А. А. Козлова, И. В. Баниева

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
natashc@mail.ru*

One of the integral indicators characterizing the functioning of soil organic matter in agrogenesis is the ratio of stable and labile forms of organic compounds obtained during the chemodestructive analysis of POC, the content of which was determined in virgin, arable and fallow chernozem of the Southern Prebaikalia.

Органическое вещество, поступающее на поверхность и внутрь почвы, является исходным материалом для образования сложной гетерогенной, динамической системы гумусовых веществ. Гумусовые вещества определяют многие генетические и агрономические свойства почв различных природных зон, а также их эколого-биогеохимические функции. В этой связи особую актуальность приобретает изучение влияния компонентов гумуса на устойчивость различных типов почв к антропогенным нагрузкам. Активные формы гумуса представляют собой наиболее биохимически реакционно-способные органические соединения, связанные с круговоротом вещества и энергии в почве и в конечном итоге заметно влияют на почвенное плодородие. Пассивные формы гумуса обуславливают физико-химические свойства почв.

Известен способ определения содержания гумуса в почве, а именно метод для определения общего содержания органического углерода, за-

ключающийся в обработке образцов почв хромовой смесью при температуре 140°C и определении количества хромовой смеси, пошедшей на окисление органических соединений. Основным недостатком данного способа является невозможность учета качественного состава органического вещества, его активных и пассивных форм, без знания, соотношения которых трудно оценивать плодородие почв [3].

Для характеристики качественного состава органического материала агропочв, отражающей функционирование ПОВ в 1991 г. А. И. Поповым и В. П. Цыпленковым [2] был разработан метод хемотреструкционного фракционирования (ХДФ). Метод основан на разной устойчивости компонентов органического вещества почв и/или различных частей органических макромолекул к окислителю ($K_2Cr_2O_7$). С этой целью готовится серия растворов (обычно от 3 до 11) с одинаковой концентрацией окислителя ($K_2Cr_2O_7$), но с линейно возрастающей окисляющей способностью, которая задается разным количеством серной кислоты и описывается с помощью кислотной функции Гамметта. Чем выше окисляющая способность раствора-окислителя, тем выше химическая деструкция органического материала. Лабильные формы ПОВ окисляются растворами с низкой окисляющей способностью, а относительно стабильные – с более высокой. Метод позволяет определить 11 фракций ПОВ. С 1-й по 4-ю фракцию представляют собой легкоокисляемую (лабильную) часть, с 5-й по 7-ю – среднеокисляемую часть и с 8-й по 11-ю – относительно трудноокисляемую (стабильную) часть ПОВ. Каждая фракция (часть окисленного ПОВ) выражается в процентах от содержания углерода органических соединений (Собщ.). Для получения результатов в дифференциальной форме – из каждого последующего результата (количество окисленного органического материала) вычитался предыдущий.

Исследованиями А. И. Попова [1; 2] доказано, что органический материал целинных почв разных типов Европейской части России (изучались: серогумусовый, темногоумусовый и светлогумусовый горизонты) содержит равновеликое количество легко- и трудноокисляемых частей. Это указывает на то, что процессы трансформации органического вещества в разных климатических условиях протекают однонаправленно, в результате чего формируется кинетически устойчивая и сбалансированная система компонентов ПОВ. С помощью ХДФ также обнаружено, что в более гидроморфных условиях в ПОВ гумусово-аккумулятивных горизонтов содержится больше легко окисляемых соединений. Причиной наблюдаемого явления, по всей видимости, является более «рыхлое» строение гумусовых веществ, возникающих при гидроморфизме.

Хемотреструкционный анализ органического вещества в верхних гумусированных горизонтах целинного агрогенного и постагрогенного чернозема региона выявил существенные различия в качественном его составе. Так, в целинном черноземе, доминирующей оказалась легко-

окисляемая группа ПОВ, что, по-видимому, связано с постоянным притоком свежей органики в естественных условиях (табл. 1).

Таблица 1

Данные ХДФ гумуса черноземов обыкновенных, находящихся в целинном и освоенном состоянии

Горизонт, глубина, см	Фракции хемодеструкции		
	легкоокисляемая	среднеокисляемая	трудноокисляемая
Разрез 10-Б. Целина			
AU 0–49	78	13	9
BCAdc 49–122	57	16	27
Cca 122–130	65	15	20
Разрез 30-Б. Пашня			
PU 0–20	48	12	40
BCAdc 20–82	52	13	35
Cca 82–120	57	15	28
Разрез 50-Б. Залежь			
AUpa 0–5	48	23	29
PUca 5–35	54	14	33
BCAad 35–83	–	–	–
Cca 83–140	–	–	–

При распахивании чернозема (разрез 30-Б) наблюдалось резкое снижение (на 30 %) легкоокисляемой фракции и резкое увеличение (на 31 %) трудноокисляемой, что, по-видимому, связано с нарушениями трансформации ПОВ или изменением физического состояния гумусовых веществ, как коллоидных систем. Это указывает на преобладание деструкционных процессов, приводящих к биохимической и физико-химической инактивации гумуса и, в итоге, к снижению плодородия почвы.

При переводе черноземов в залежный режим наблюдается некоторое восстановление соотношения групп ПОВ, за счет возрастания количества среднеокисляемой фракции и снижения содержания трудноокисляемой, что, объясняется, привнесом свежей органики и возобновления процессов образования гумусовых веществ в условиях, приближающихся к естественным.

Список литературы

1. Попов А. И. Гуминовые вещества: свойства, строение, образование / А. И. Попов // под ред. Е. И. Ермакова. – СПб. : Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2004. – 248 с.
2. Попов А.И. Патент РФ № 4921349 (004478). Способ определения форм гумуса / А.И. Попов, В.П. Цыпленков // ЛГУ (СПбГУ) / Приоритет от 11.01.91, действует с 1994 г.
3. Практикум по агрохимии : учеб. пособие / под ред. В. Г. Минеева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд-во МГУ, 2001. – 689 с.

ГЕОГРАФИЯ МОНИТОРИНГ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 631.618(571.53)

ОСОБЕННОСТИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ПОЛИГОНА СТРОИТЕЛЬНО-БЫТОВЫХ ОТХОДОВ НА ПРИМЕРЕ КАРЬЕРА № 3 АО «САЯНСХИМПЛАСТ»

М. И. Безотечество

*Иркутский государственный аграрный университет
им. А. А. Ежевского, г. Иркутск, Россия
mariabezotechstvo@gmail.com*

The necessity of reclamation of industrial lands is caused by negative consequences as a result of human activity to fertility and soil structure and biocenosis in general as well. Methods of reclamation of disturbed lands are been developing and conducting individually, considering a lot of factors.

Одной из неотъемлемых задач при использовании земель промышленности является их охрана и рекультивация уже нарушенных земель. Восстановление нарушенных земель в Российской Федерации в настоящее время проводится в незначительных объемах.

Рекультивация земель проводится как комплекс мероприятий направленных, на восстановление продуктивности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды. На действующих предприятиях, связанных с нарушением земель, рекультивация должна быть неотъемлемой частью технологических процессов.

Технология рекультивационных работ полигонов и свалок состоит в следующем: проводят выравнивание отдельных неровностей на поверхности полигона утилизации твердых бытовых отходов, после чего выполняют общую планировку всей поверхности с приданием ей незначительного уклона, отсыпка выравнивающим слоем – толщиной не менее 0,5 м, из очищенного строительного мусора, с диаметром фракций 4...32 мм. При наличии газообразования в толще свалочного грунта устраивают по верху выравнивающего слоя слой из газопроводящего

материала, например, песка. Затем по верху газопроводящего слоя выполняют противифльтрационный экран, к примеру, состоящий из двух слоев глины и слоя синтетической рулонной изоляции. Сверху синтетической изоляции укладывают дренарующий слой в виде пластового дренажа толщиной не менее 0,3 м из минерального грунта. После отсыпают слой потенциально плодородного грунта толщиной 0,7...0,85 м, по верху которого наносят плодородный слой почвы толщиной, 15...0,3 м [2].

Рекультивация полигона утилизации твердых бытовых отходов АО «Саянскхимпласт» имеет свои особенности, в связи с спецификой производства. Основным способом утилизации твердых бытовых и строительных отходов на предприятии является захоронение на карьере № 3. Полигон состоит из двух взаимосвязанных территориальных частей: территория, занятая под складирование строительно-бытовых отходов, и территория для размещения хозяйственно – бытовых объектов. Общая площадь полигона составляет 6,4 га. Расположен в 8–9 км от г. Зимы, 6–8 км от р. Ока (рис.). На территории полигона имеется карьер для получения грунта для промежуточной и окончательной изоляции уплотненных отходов. В соответствии с требованиями природоохранного законодательства по периметру полигона пробурены 5 наблюдательных скважин для учета влияния складирования строительно-бытовых отходов на грунтовые воды. Особенность этого полигона заключается в его постоянном использовании.



Рис. Месторасположение карьера № 3

По мере накопления отходов на разгрузочной площадке, организованной в виде сеточного ограждения, исключающего унос легкой фракции отходов, мастер по уборке территории службы клининга проводит планировку. В соответствии с техническим этапом рекультивации, пла-

нировка отходов на полигоне производится путем сталкивания отходов бульдозером в карьер с послойной пересыпкой грунтом. В зимний период, в связи со сложностью разработки грунта в качестве изолирующего материала, используются строительные отходы, битый кирпич, известь, мел, штукатурка, древесина, стеклобой, бетон, керамическая плитка и др. Промежуточная или окончательная изоляция уплотненного слоя осуществляется в летний период ежесуточно, при температуре $+5^{\circ}\text{C}$ – не позднее трех суток со времени складирования строительно-бытовых отходов. Один раз в десять дней мастером по уборке территории службы клининга проводится осмотр территории санитарно-защитной зоны и прилегающих земель к подъездной дороге. Еще одной отличительной чертой является постоянный контроль лабораторией производственного контроля за состоянием подземных и поверхностных вод, атмосферного воздуха, почв полигона [1].

В связи с тем, что полигон находится в постоянном использовании, в данном случае производится частичная рекультивация, потенциально плодородный и плодородный слои почвы не наносятся. Также опускается биологический этап рекультивации. Хотя необходимо рассматривать дальнейшее развитие рекультивируемой территории, на данном объекте это не предусматривается. Однако, по данным из государственного реестра объектов размещения отходов, негативные воздействия на окружающую среду отсутствуют.

Список литературы

1. Инструкция № 197 по сбору, транспортированию, размещению строительно-бытовых отходов на полигоне твердых бытовых отходов-карьер № 3. – Саянск: АО «Саянскхимпласт», 2016. – 6 с.
2. Сметанин В. И. Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений / В. И. Сметанин – М. : Колос, 2000. – 96 с.

Научный руководитель: канд. биол. наук, доцент Е. А. Пономаренко

УДК 331.5(477):331.556.4

ИЗМЕНЕНИЕ ПРИРОСТА НАСЕЛЕНИЯ В ГУБА-ХАЧМАЗСКОМ ЭКОНОМИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ

Т. Ш. Байрамов

*Институт географии им. акад. Г. А. Алиева, г. Баку, Азербайджан
bayramovtural777@mail.ru*

Population growth in the economic-geographic region of Guba-Khachmaz was investigated. It is shown that demographic indicators are of great importance from the point of view of their regulation. The results of the research showed that the demographic development in the economic-geographic region of Guba-Khachmaz continues steadily.

Как известно, численность населения увеличивается за счет естественного прироста. Это имеет большое значение в жизни общества. Благодаря естественному приросту растут города, поселки, крупные села, осваиваются новые территории. Также известно, что экономические и социально-культурные достижения положительно влияют на изменение численности и структуру населения. Изучение численности населения имеет решающее значение для его эффективного урегулирования, развития городов и сельских районов, эффективной занятости, управления миграцией и различий в региональном развитии [1]. Экономико-географический регион Губа-Хачмаз имеет самое выгодное экономико-географическое положение среди регионов Азербайджана, поэтому нами исследована тенденции прироста населения в этом регионе [3].

Проводимые нами исследования Губа-Хачмазского экономического региона включают Шабранский, Хачмазский, Губинский, Гусарский и Сиазаньский административные районы [2]. При проведении исследований были использованы следующие источники информации: справочники, бюллетени, научные статьи, интернет-ресурсы. Первичной информацией данного исследования являются данные Национального статистического комитета Республики Азербайджан.

В экономико-географическом регионе Губа-Хачмаз, который является частью территории, население сосредоточено в основном на участках, охватывающих высоту от 0 до 200 м и 200–500 м. В зависимости от рельефа земли, его естественного и географического местоположения, население района варьирует в зависимости от высоты. Самым высоким сельским поселением в экономико-географическом регионе является Хналыг. Деревня Хналыг расположена на высоте 2165 м над уровнем моря. Эта деревня является высшей точкой в Азербайджанской Республике [2].

В экономико-географическом регионе амплитуда поселения колеблется от –27 до 2165 м. В экономико-географическом регионе рост населения в сельских районах всегда был высоким в течение нескольких лет. Деревни являются основным источником естественного прироста населения в экономико-географическом регионе. Демографические показатели в сельских районах всегда выше, чем в городских районах. Экономические спады, начавшиеся в первые годы независимости и снижение уровня занятости населения, также негативно повлияли на его демографическую ситуацию. Поэтому естественный рост уменьшился, а интенсивность миграции увеличилась.

В экономико-географическом регионе Губа-Хачмаз, а также в отдельных экономических и географических регионах нашей страны население поселяется в сельских и городских поселениях. В экономико-географическом регионе население проживает в 6 городах, 21 поселке и 474 сельских поселениях. Общая численность населения составляет 532, 6 тысячи человек, а плотность составляет 77 человек на 1 км² [4]. В

2015 г. в Губо-Хачмазском экономико-географическом регионе было зарегистрировано 176,6 тыс. городского населения и 352,5 тыс. сельских жителей (рис.). Как видно из рисунка, подавляющее большинство населения живет в сельских поселениях. Развитие сельского хозяйства, включая птицу, овощеводство, плодоводство, другие сферы сельского хозяйства и развитие пчеловодства, оказало положительное влияние на постоянное население. Поскольку промышленные центры плохо развиты в районных центрах, городские районы относительно менее населены, чем сельские поселения, из-за того, что перерабатывающие предприятия находятся далеко от основных источников сельскохозяйственного сырья.

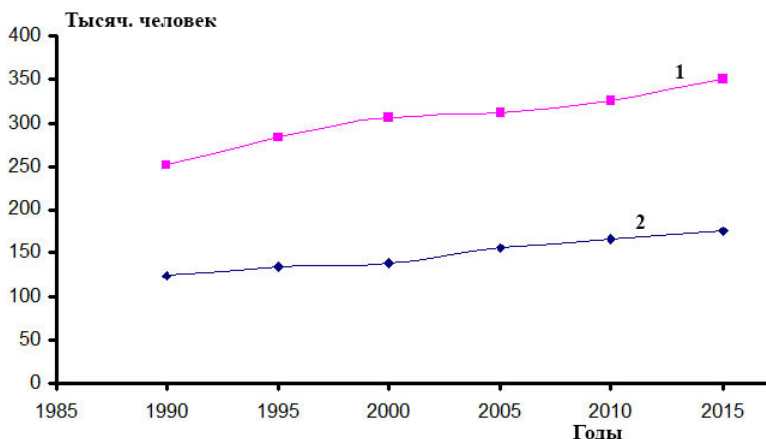


Рис. Изменение прироста населения в экономико-географическом регионе Губа-Хачмаз (1 – прирост жителей в сельском, 2 – прирост городских жителей).

Как видно из рисунка, городское и сельское население в экономико-географическом регионе Губа-Хачмаз растет и уменьшается с разными тенденциями в разные годы. Экономико-географический регион специализируется на основных секторах сельского хозяйства. Основная часть населения занималась овощеводством, садоводством, зерновыми, пчеловодством, плодоводством и животноводством. Промышленные районы слабо развиты в экономико-географическом регионе. Это сказалось на различных популяциях населения в сельских и городских поселениях.

Анализ социологических опросов и статистических материалов, выполненных в экономико-географическом районе Губа-Хачмаз показывает, что изменение численности в городских и сельских поселениях за последние годы было разным.

Принимая во внимание динамику и потенциал демографического развития поселений, можно сделать следующие выводы и предложения:

В экономико-географическом регионе большинство населения проживает в сельских поселениях, а сельскохозяйственные районы стали основным занятием населения. Размещение предприятий сельскохозяйственной переработки в сельских районах, а не в городских предотвращает миграцию населения из деревень и улучшает работу в сельской местности.

Список литературы

1. Бадалов Э. С. Урбанизация и проблемы городской расселении Азербайджанской Республики / Э. С. Бадалов // «Модернизация естественно-научного образования в условиях обновленного содержания»: материалы международной научно-практической конференции (2–3 марта).
2. География Азербайджанской Республики, экономическая, социальная и политическая география Азербайджана – Т. 2. – Баку, 2015. – 327 с.
3. О путях независимости НАНА. – Баку, 2016. – 625 с.
4. Регионы Азербайджана. Государственный статистический комитет. – Баку, 2016. – 819 с.

Научный руководитель: д-р геогр. наук, доцент З. Н. Еминов

УДК 551.515.4 (571.53)

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГОРНЫХ РАЙОНОВ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Л. В. Голубева, И. В. Латышева

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
tatum0203@yandex.ru*

The changes of air temperature and precipitation in mountainous races of the Irkutsk Region according to stations for 1950–2016 are analyzed.

В работе исследуются современные особенности изменений климата в горных районах Иркутской области. Выполнен сравнительный анализ температурно-влажностных характеристик по данным метеорологическим станций Верхняя Гутара (Восточные Саяны), Хамар-Дабан и Перевоз (Патомское нагорье). Исследуемый период 1950–2016 гг.

На рисунке показано изменение средних годовых температур, видна тенденция увеличения температур во всех горных районах, однако скорость изменения оказалась неодинаковой. Для определения скорости изменения климата рассчитывалась разность температур между тремя 22-летними периодами, близкими по продолжительности к 30-летнему периоду, используемому в климатологии (1950–1972, 1973–1995 и 1996–2016 гг.). Установлено, что в последние десятилетия увеличились темпы роста средних температур в горных районах Восточных Саян, уменьшились в Патомском нагорье и практически не изменились в Хамар-Дабане.

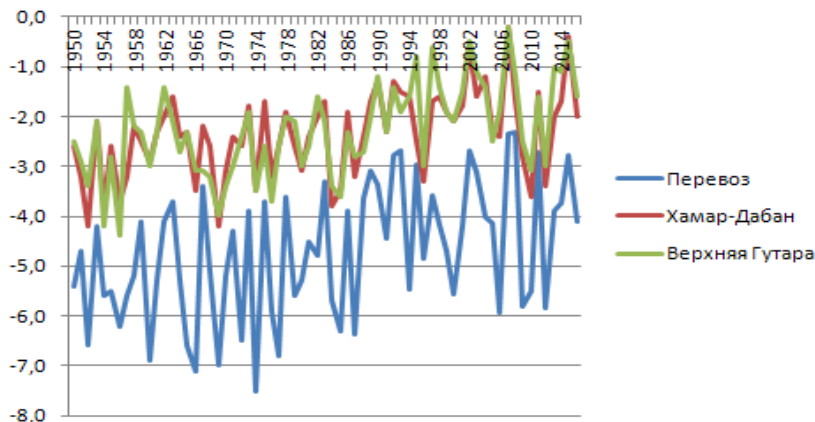


Рис. Изменения средних годовых температур воздуха (°C)
на метеорологических станциях Верхняя Гутара, Хамар-Дабан и Перевоз
в 1950–2016 гг.

Кроме того, в последние годы в зимние месяцы в горных районах началось понижение температур, тогда как в период с апреля по июль преобладает устойчивая тенденция роста температур. Также на всех станциях отмечается повышение абсолютных максимумов и минимумов температур. При этом более выражен рост максимальных температур, особенно в горных районах Восточных Саян.

Для оценки режима увлажнения горных районов Иркутской области рассчитывался гидротермический коэффициент Селянинова, который определяется по соотношению суммы осадков к сумме температур выше 10 °C в теплый период года. Выявлено, что на территории Патомского нагорья преобладают «сухие условия», в Хамар-Дабане выражено изменение от «влажных условий» к «слабозасушливым», а в горных районах Восточных Саян в отдельные годы отмечаются «очень сухие условия».

Установлено, что на территории Патомского нагорья и Восточных Саян увеличение засушливости климата в основном обусловлено повышением температур, а на Хамар-Дабане уменьшением количества атмосферных осадков.

Таким образом, в результате проведенного исследования установлено, что в горных районах Иркутской области отмечаются разные тенденции изменений климата. Усилилось потепление климата в горных районах Восточных Саян, практически не изменилось в Хамар-Дабане и уменьшилось в Патомском нагорье.

В зимние месяцы года средние температуры понижаются, а в летние, наоборот, растут, что приводит к усилению засушливости климата горных районов в эти месяцы года. Полученные результаты следует учитывать при оценке климатических условий в горных районах Иркутской области в современный период.

UDK 551.48

SOIL FORMING STRATUMS IN ARPACHAY BASIN

G. H. Gurbanov

*Azerbaijan Institute of Natural Resources, Azerbaijan
qiyas.qurbanov92@gmail.com*

The physical and chemical properties of soil forming stratum play an important role in the formation of soil cover in the mountainous zone of Arpachay Basin. Typological structure of soil forming stratum, their spreading characteristics on the area, dynamic processes in stratum are expressed in physical-chemical parameters of soil types formed on them. The main stratum emerge to the surface on the mountain slopes due to climatic hardness and lack of plant cover. Due to the washing of small particles in the mountainous zone, very rarely encountered in the profile of the soil type, where all the genetic layers are fully developed. Such soils are developed only in the smooth elements of relief. The soil profile with all the genetic layers on the thick alluvial layer is formed on the flat slopes. Small parts of erosion products in the soil layer formed under well-developed mountain-meadow plants in the high mountainous zone are protected from being washed by the root system of the plants. However, this is not observed on highly prone slopes.

These stratum have been studied very little in terms of soil formation, although scientific literature has a enough material about mountain stratum in the mountainous part of Arpaçay basin. Lyos-shaped clays are commonly spreading in the soil forming stratum. According to H. A. Aliyev and S. A. Zakharova, the lyoses are of deluvial and proluvial origin. These stratum are most commonly spread in the lower part of the mountainous zone [1; 2].

Lyos-like gravels are widely spread in the low mountainous part of the Arpachay Basin.

Deluvial sediments mostly cover the flat of slopes and transition part of plains in the mountainous zone. Where there are mountain rivers and ravines, they are separate into deluvial and proluvial bringings. Intensive rainfall in the mountainous zone creates a surface flow, carries small particles of the erosion product and soil layer and, as a result, they are mechanically separated.

The main deluvial sediments of the middle mountainous zone in the studied area are clays. They covered with small particles on the slopes of the

upper part. Lower forms of meso relief are forming from deluvial deposits in this zone. The chestnut colourly soils are well developed on them. The majority of deluvial sediments below the high mountainous zone consist of high carbonate, clayey particles. Deluvial sediments (especially their formed types on the magmatic stratum) in descending relief forms in the mountainous zone of the Arpachay basin are clayey. Such strata are widely spread in the high mountainous zone. The major part of these sediments are formed at the initial stage of erosion, so the residues of strata are spread.

1. Clay magmatic-based strata occupy a wide area in the southern flat slopes of the Derelayaz chain. These strata are characterized by their heavy-clay content, 40–50 cm in thickness, and reaches 100–120 cm in some places. Stratum crumbs are observed here after 20–30 cm. The effects of erosion in such areas are not so great, here the rock protrusions are observed. Grassy mountain-meadow soils with normal profile are formed on these strata. The amount of organic matter in the Arpachay Basin's mountain-meadow soils is relatively small, compared with the mountain-meadow soils of other regions of Azerbaijan.

2. Large crumb of erosion products are observed in the containing magmatic-based clayey strata. These strata mainly occupy the steep slopes, which spreading along the north-eastern macro-slope of the Derelayaz chain. Thin-washed, skeleton, grassy mountain-meadow-desert soils are developed on these strata. Grassy mountain-meadow soils contain a narrow strip in the learned area. These soils have been exposed to water erosion, which leads to the gradual lack of plant cover. The mechanical composition of the top layer is light, as a result of the washing of small particles. Stratum crumbs make this soil skeleton and light its color.

3. Clay sediments of lime and other carbonate strata are mainly spread in the plaster of mountain slopes of the basin, inter-mountain sunken. The medium clay composition is characterized by stratum crumbs after 30–50 cm. Less exposed to erosion by catching the flat slopes. Mainly mountainous chestnut and the light mountainous-chestnut colour are developed on these strata. In the studied area, chestnut colored soils are one of the most widespread and one of the main sources of agricultural production. These soils have been attracted to irrigation agriculture for many years in the appropriate areas of the relief. Intensive irrigation of these soils causes a number of changes. Washing of humus material along profile is clearly observed in the area.

4. Clayey-gravel sediments of lime and carbonate strata which has been mixed other stratum crumbs mainly spread in the middle mountainous zone of the basin. Skeletal types of heavily washed, thin mountain chestnut and light-mountainous-chestnut soils are developed on which is emerge to the surface strata rock splashes in many places and severe erosion. Accumulation and decomposition of organic substances in these soils is

rapidly occur humidity conditions of in the sharp continental climate period. The fact that this girdle has complex relief elements also affects the soil formation process.

Rock protrusion of magmatic stratus are found in the mountainous zone, water junction of mountain chains, some mountain peaks and on the steep slopes. It is characteristic for stratus to be stony-gravelly. Colluvial sediments are formed at the foot of the slopes.

The amount of SiO_2 varies range 55–72 %, Al_2O_3 16–18 %, $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{FeO}$ 2–9 % in the intrusive stratus of the mountainous zone of Arpachay basin. Erosion products of 7-9 % iron oxide of intrusive stratus are remains in the place where it emerges without leaving stratus and gives the stratus reddish colour in dry and continental climates. The composition of Ca and Mg oxides in these stratus is not very high, respectively varies range of 3.0–7.94 % and 0.66–3.25 % [2; 3]. It can be say that for comparison, the composition of SiO_2 in high carbonated stratus is 5–8 times lower than intrusives. The main characteristic of these stratus is that the calcium oxide (CaO) is high, and sometimes 68 %.

Thus, almost all the soils in the mountainous area of the Arpachay basin are formed on the limestone alluvial sediments. Deluvial sediments are accumulated at the foot of the mountains and in the inter-mountainous sunken areas. The soils formed on the these sediments is distinguished by the thickness of the profile and the greater part of their mechanical structure which are homogeneous.

References

1. *Geography of Nakhchivan Autonomous Republic*. Vol. 1. Nakhchivan, 2017, 453 p.
2. Volyn A. V. Solid runoff and erosion rate. *Izv. AN SSSR. Sere geographical*, 1946.
3. Zakharov S. A. *Soils of the Nakhichevan ASSR*. Baku, 1939, 168 p.

УДК 640.4.04+796.5

ГОРНОЛЫЖНЫЙ ТУРИЗМ В ГУСАРСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ АЗЕРБАЙДЖАН

Г. Ч. Гюлалыева

*Институт географии им. акад. Г. А. Алиева, г. Баку, Азербайджан
gular.gulaliyeva@bk.ru*

The article considers the analysis of the development of ski tourism in the Qusar region of Azerbaijan, as one of the most promising areas of recreational activities. Some directions of ski tourism are characterized, among them the most promising sport tourism as an active rest of tourists.

Интенсивное развитие туризма в мире привело к быстрому развитию и освоению горных территорий и развитию горных видов туризма. Горные виды туризма включают в себя горнолыжный туризм, горный

пешеходный туризм, альпинизм, спелеологический и другие виды. Более половины всех доходов от горных видов туризма создаётся горнолыжным туризмом. По оценкам специалистов, в мире насчитывается до 70 млн. лыжников, причём 55 млн. из них – горнолыжники, 20 млн. лыжников проживает в Северной Америке, 24 млн. в Японии и 25 млн. в Европе. Индустрия лыжного спорта даёт миллиардные доходы, её доля в туризме и индустрии отдыха с каждым годом растёт. Регионы, имеющие или создающие на своей территории центры горнолыжного туризма, получают весомый вклад в доходы своих бюджетов в виде налогов от туристской деятельности и отраслей, обслуживающих индустрию горнолыжного туризма [4].

После провозглашения независимости Азербайджан еще больше внимания уделяет сфере туризма, как и в других сферах экономики. Государство, особенно в последнее время старается превратить Азербайджан в центр современного, элитарного туризма высокого уровня. Усиливаются связи с международными структурами, проведены различные мероприятия, растет также число тех, кто приезжает, чтобы познакомиться с нашими прекрасными природными условиями.

В конце 2012 г. в Азербайджане, в Шахдагском Национальном парке открылся самый большой в республике зимне-летний туристический комплекс курорт «Шахдаг» в районе Гусары [1–3]. Гусарский район Азербайджана славится своим чистейшим горным воздухом и чрезвычайно благоприятным климатом. Все эти факторы чрезвычайно способствуют развитию здесь туристической отрасли. Туристический объект расположен на высоте 1640 м над у. м. В туристическом комплексе «Шахдаг» имеются все условия для нормального отдыха гостей: торговые центры, рестораны, развлекательные и сервисные объекты, подземные и наземные автостоянки.

В основном здесь горные склоны покрыты травянистой растительностью. Наблюдается огромное разнообразие цветковых растений, из которых своей красотой и неприступностью выделяется прекрасная лилия. В западной части Шахдагского массива, среди скал на высоте около 3700–3800 м расположены два озера.

Зимне-летний туристический комплекс «Шахдаг» выбран в чрезвычайно живописном месте. Раскинувшись в северо-восточной части страны, у подножия горы Шахдаг, этот регион является одним из красивейших и интереснейших уголков не только Азербайджана, но и всего Кавказа. Исключительно разнообразна его природа: от лесов до суровых заоблачных гор, покрытых ледниками высокогорного Кавказа. Здесь глубочайшие каньоны, редчайшие теснины, ущелья, изумительные по красоте высокогорные озера и водопады, сложные по форме горные массивы, неприступные перевалы. величественные горы, перевалы сложных

категорий, ледниковые озера, девственные леса, бурные реки, встречи с дикими животными – турамы, сернами, косулями, бурыми медведями.

Гости смогут разместиться в 4-х звездочном отеле в пять этажей, построенном на высшем уровне. Здесь кроме комфортабельных стандартных, люксовых и полулуксовых номеров для проживания гостей имеется кафе, бары и рестораны на любой вкус, SPA центр с бассейном, конференц-зал для проведения различных мероприятий, лыжная школа для обучения туристов катанию на лыжах с арендой лыжного инвентаря, удобная подземная стоянка для машин, которая позволяет отдыхающим забыть о транспорте. Также в комплексе действуют лифтовые базы с номерами для проживания туристов, которые планируют пребывание в комплексе 2–3 дня.

Горнолыжный спорт и иные зимние виды спорта здесь являются основными, но далеко не единственным направлением. На территории комплекса имеются теннисные корты, футбольные поля и баскетбольные площадки, крытые спортивные сооружения, бассейны, развлекательно-игровые комплексы, отдыхающим предложены пешие и конные походы, возможность альпинистских восхождений.

Особенно важно отметить, что создание в Гусарском районе современного туристического комплекса оказала значительное положительное воздействие на социальную обстановку в районе, усилилась социальная инфраструктура города.

Создание комплекс послужило эффективным импульсом для развития малого и среднего бизнеса в регионе. Сегодня катание на лыжах с гор привлекает не только спортсменов и туристов, но и многочисленных почитателей лыжного спорта и любителей зимнего отдыха в горах.

В заключение необходимо акцентировать внимание на значительном потенциале развития горнолыжного туризма в Гусарском районе, постепенная реализация которого сможет оказать серьезное влияние на развитие как внутреннего, так и внешнего туризма в Азербайджане в целом.

Список литературы

1. Ахундова И. Развитие экстремальных видов туризма в горных районах Азербайджана / И. Ахундова // Материалы 3-й науч.-практ. конф. респ. «Туризм и рекреация в XXI веке: проблемы и перспективы». Баку, 16–17 нояб. 2010. – С. 212–217.
2. Халилов Г. Географические вопросы туризма на Большом Кавказе и в прилегающих к нему территориях (в пределах Азербайджанской Республики) / Г. Халилов // Материалы 2-й науч.-практ. конф. респ. «Туризм и рекреация в XXI веке: проблемы и перспективы». Баку, 16–17 нояб. 2008. – Баку, 2008. – С. 111–115.
3. Федеральное агентство по туризму : офиц. сайт [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.russiatourism.ru>

Научный руководитель: д-р геогр. наук, доц. З. Т. Имрани

МОНИТОРИНГ ОБЩЕСТВЕННОГО МНЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ КАК СПОСОБ ОЦЕНКИ РАБОТЫ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ЧИКОЙ»

Е. В. Дианов, С. А. Козлова

*Иркутский государственный аграрный университет
им. А. А. Ежевского, г. Иркутск, Россия
zhena.dianov.1995@mail.ru*

There are results of the questionnaire survey by semeyskye of the Krasniy Chikoy District in this article. The position of the semeyskie to nature protection is identified. The influence of the foundation of the national park «Chikoy» to the interests of the population also detected.

В настоящей работе рассматривается общественное мнение населения Красночикоийского района по поводу работы национального парка «Чикой». Опрос населения проводился в конце 2017 г. по специально разработанной анкете, которая включает 11 вопросов. Вопросы составлялись таким образом, чтобы выяснить заинтересованность местных жителей в национальном парке, их отношение к вопросам охраны природы и развитию туризма.

В обработку поступило 57 анкет, заполненных жителями с. Красный Чикой, Малоархангельское, Шимбилик, Захарово, Менза. Из поступивших анкет 35 (61,4 %) принадлежат женской аудитории и – 22 (38,6 %) мужской, в одной анкете пол не указан.

Возраст респондентов в анкете распределён по группам: 1) до 18 лет – 16 анкет (28 %), все респонденты обучаются в средней образовательной школе; 2) 18–25 лет – 2 анкеты (3,5 %), принадлежат студентам; 3) 25–50 лет – 29 анкет (50,9 %), в том числе 25 трудоустроенных или имеющих собственный бизнес, 3 – безработных, 1 респондент не указал свой социальный статус; 4) старше 50 лет – 10 анкет (17,5 %), в том числе 4 трудоустроенных или имеющих собственный бизнес, 2 пенсионера и 4 трудоустроенных пенсионера. Таким образом, результаты опроса в большей степени можно интерпретировать как мнение трудоспособного и подросткового населения.

Территорию национального парка не посещали ни разу 52 респондента (91,2 %). Количество респондентов, которые посещали национальный парк – 5 (8,8 %), из них 4 человека несколько раз и 1 человек единожды. 4 респондента не обращались в администрацию национального парка за разрешением на посещение, и 1 обращался. Цели посещения, которые обозначили респонденты – работа в парке (3 анкеты); отдых и туризм (1 анкета); научно-исследовательская работа, отдых и туризм (1 анкета).

Причин малого посещения жителями территории национального парка несколько. Основная причина заключается в том, что границы

находятся на значительном удалении от населённых пунктов, и жителям нет необходимости добираться до парка в целях сбора дикоросов, поскольку их можно собирать на других участках, находящихся поблизости к посёлкам. Другие причины – сложный рельеф территории и относительная труднодоступность территории. В парке нет развитой инфраструктуры, в том числе дорожно-транспортной сети, отсутствует связь. Тропы не обустроены для рекреации.

62,5 % опрошенных жителей считают, что создание национального парка положительно отразилось на социально-экономическом развитии района. 7,14 % не видят результатов положительного влияния на развитие экономики, но считают, что в будущем это возможно. 8,92 % ответили, что создание национального парка никак не повлияло на экономическое благосостояние района и не повлияет в будущем. 16,07 % затруднились ответить и 5,35 % не дали ответа на этот вопрос.

В целом, жители (83,92 %) не видят проблем из-за функционирования национального парка на территории района. Один респондент ответил, что это создало препятствие к добыче кедрового ореха и другим таёжным промыслам. Еще один респондент указал, что ранее доступная территория в настоящее время находится под охраной и посещение ее регламентировано. Некоторые жители считают, что следует повысить уровень работы охотинспекции парка и ужесточить контроль за ее работой со стороны администрации парка.

Жители Красночикойского района считают приоритетными видами деятельности, которые необходимо развивать на территории национального парка, ореховый промысел (35,1 %), экологический туризм (33,3 %), охрану природы (22,8 %). Все перечисленные направления нужно развивать одинаково считают 7 %. Несколько респондентов предлагают развивать на территории национального парка научно-исследовательскую деятельность и научный туризм. Один респондент не дал ответа на этот вопрос.

Установлено, что большинство опрошенных жителей Красночикойского района (71,9 %) положительно отнеслись бы, если бы российские туристы из других регионов и иностранные туристы стали массово посещать национальный парк; 17,5 % ответили, что им все равно; 8,8 % затруднились ответить и один респондент оценил эту идею отрицательно.

Исследование показало, что семейские, проживающие в разных сёлах, расположенных близко к национальному парку, лояльно относятся к его созданию и готовы в дальнейшем поддерживать охрану природы, развитие экологического туризма, а также осуществлять сбор дикоросов в установленных пределах. Поэтому в задачи администрации парка должна входить диверсификация этих видов деятельности, при которой достигается взаимодополнение и извлекается больше социально-экономических выгод, что, в конечном итоге, положительно скажется на уровне и качестве жизни населения Красночикойского района.

Научный руководитель: канд. биол. наук, доцент В. С. Камбалин

ОЦЕНКА СУРОВОСТИ ЗИМ НА ТЕРРИТОРИИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО КЛИМАТА

Н. С. Домбровская, И. В. Латышева

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
ndombrovskaya@inbox.ru*

Is considered an indicator of the severity of winters in the Irkutsk region according to the meteorological stations for 1950–2016.

Биоклимат региона – важный природный ресурс, от состояния которого зависят работоспособность, производительность труда, комфортность ощущений, самочувствие человека и здоровье организма в целом [1].

Для характеристики условий климата используются биометеорологические индексы. В настоящее время известно около 30 биометеорологических индексов. Так как на территории Иркутской области большую продолжительность имеет холодный период года, то в работе рассчитывался индекс суровости зим по Бодману, который позволяет определить степень суровости климата. Он учитывает совместное влияние температуры воздуха и скорости ветра. Согласно шкале Бодмана зима классифицируется от категории «мягкая, несуровая» до «крайне суровая зима» [2].

В работе в качестве исходных данных использованы материалы 77 метеорологических станций в Иркутской области за 1950–2016 гг. Основной метод исследования – картирование территории по значениям индекса Бодмана с целью получения климатических характеристик в зимние месяцы и расчет аномалий данного показателя для периода 2000–2016 гг. по отношению к средним за 1950–2016 гг.

Установлено, что индекс Бодмана, характеризующий степень суровости зим, в Иркутской области возрастает с юго-запада на северо-восток (рис. 1). Наиболее суровые условия над большей частью территории области отмечаются в феврале за счет сочетаний низких температур и сильного ветра. Погодные условия зимой изменяются от категории «малосуровых зим» до «суровых зим». Чаще всего суровые зимы наблюдаются в Мамаканском районе.

Стоит выделить сочетание температурно-ветровых характеристик на метеорологической станции Мама, на которой на протяжении всей зимы отмечается категория «суровая зима», тогда как на большинстве станций Иркутской области это «умеренно суровые зимы». В современный период (2000–2016 гг.) во все зимние месяцы на территории Иркутской области индекс суровости уменьшается (рис.2).

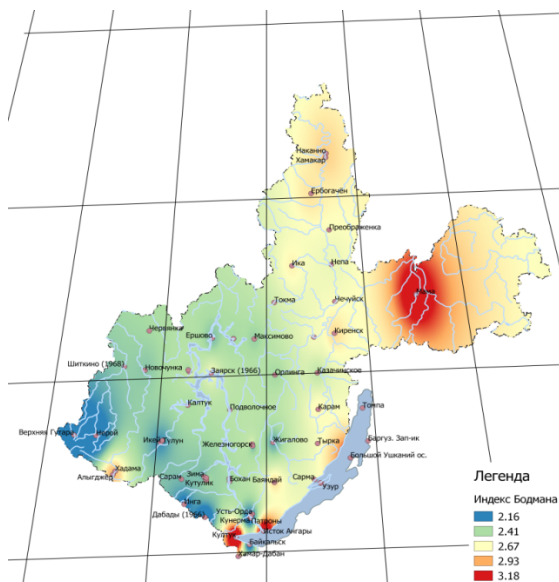


Рис. 1. Карта индекса суровости зим на территории Иркутской области в декабре 1950–2016 гг.

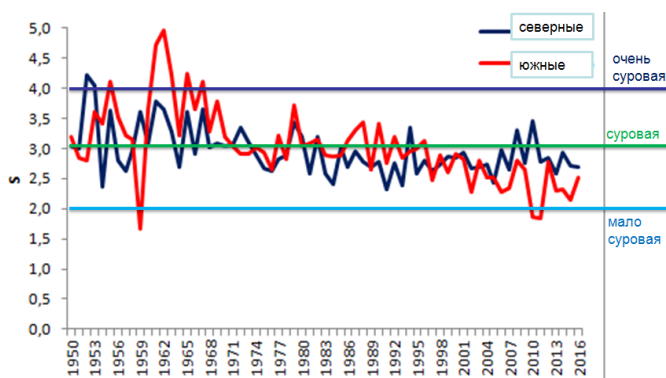


Рис. 2. Многолетние значения индекса суровости зим в северных и южных районах Иркутской области в 1950–2016 гг.

В целом по территории области, где в условиях современных тенденций изменения климата средние температуры растут, в северных районах в последние годы не фиксируются критерий «очень суровые зимы», тогда как до 1970 г. каждая десятая зима была «очень суровой». В южных районах Иркутской области до начала 1970 гг. преобладали «суровые зимы», сейчас каждая десятая зима «мало суровая».

Список литературы

1. Boychenko S. Features of climate change on Ukraine: scenarios, consequences for nature and agroecosystems. / S. Boychenko, V. Voloshchuk, Ya. Movchan, N. Serdjuchenko, V. Tkachenko, O. Tyshchenko, S. Savchenko // Proceedings of the National Aviation University. – 2016. – № 4. – p. 96 – 113.
2. Мустафина А. Б. Изменения основных климатических показателей на территории Республики Татарстан за период 1966–2013 гг. / А. Б. Мустафина // Географический вестник. – 2017. – № 2 (41). – с. 99 – 108.

УДК 556.557(282.256.341)

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ ОЗ. БАЙКАЛ (ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ)

Е. В. Елецкая, И. В. Томберг

*Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск, Россия
lilitanna@lin.irk.ru*

In paper are presented the results of researches of the coastal zone of Lake Baikal in 2015–2016. An assessment of the situation in areas of the lake experiencing anthropogenic load is given.

Одной из основных причин кризисных изменений наблюдаемых последние 5–10 лет в литерале оз. Байкал является значительный рост антропогенной нагрузки на побережье озера. Многократное увеличение количества туристических объектов, отсутствие или неэффективная работа очистных сооружений, лесные пожары являются причиной поступления в прибрежную зону озера большого количества биогенных элементов и органического вещества. Для оценки экологической ситуации в прибрежной и заплесковой зонах оз. Байкал в 2015–2016 гг. проведены экспедиционные исследования (4 экспедиции в июне и сентябре), во время которых отбирались пробы воды на 24 станциях по всему периметру озера, как в чистых (фоновых) районах, так и подверженных антропогенному воздействию (районы городов, поселков, туристических объектов) (рис. 1). На каждой станции отбирали пробы прибрежной воды (~1 м от берега) и пробы интерстициальной воды из лунки, выкопанной на берегу примерно в 1 м выше уреза.

В заплесковой зоне оз. Байкал концентрации биогенных элементов изменялись в широких пределах. Содержания фосфатов в интерстициальной воде колебались от 0,2 до 120 мкг Р/дм³. В июне высокие концентрации фосфатов и органического вещества (> 1000 мг О/дм³) в воде лунок часто были обусловлены разложением сезонных скоплений детрита. Высокие концентрации фосфатов, отмеченные в сентябре в воде лунок на пляжах в поселках Култук, Бол. Голоустное, Листвянка указывают на антропогенное загрязнение побережья в этих районах (рис. 2). Суммар-

ное содержание минеральных форм азота (аммонийной, нитратной и нитритной) в интерстициальной воде варьировало от 0,11 до 19 мг/дм³ в июне, и от 0,01 до 9,9 мг/дм³ в сентябре.

В прибрежной воде концентрации биогенных элементов и органического вещества были значительно ниже (до 85 мг О/дм³), чем в интерстициальной воде пляжей. В июне концентрации фосфатов были выше (до 10 мкг Р/дм³), чем в сентябре (до 5,5 мкг Р/дм³). Суммарное содержание минеральных форм азота в период исследования менялось от 0,01 до 0,61 мг N/дм³ (Рис. 2). Как и для фосфатов концентрации азота в прибрежной воде в июне выше, чем в сентябре, что обусловлено внутригодовой динамикой содержания этих компонентов в байкальской воде и с поступлением при затоплении береговой полосы при повышении уровня озера.

Для определения фоновых для Байкала концентраций биогенных элементов в прибрежной воде проанализировали данные полученные для 12 станций (38 проб) находящихся вне зоны влияния постоянных поселков и городов. Результаты расчетов показали, что в 90 % случаев концентрации фосфатов в прибрежной воде фоновых районов попадают в диапазон 0–6 мкг Р/дм³, а содержания минерального азота не превышают 0,05 мг N/дм³ в 95 % случаев.

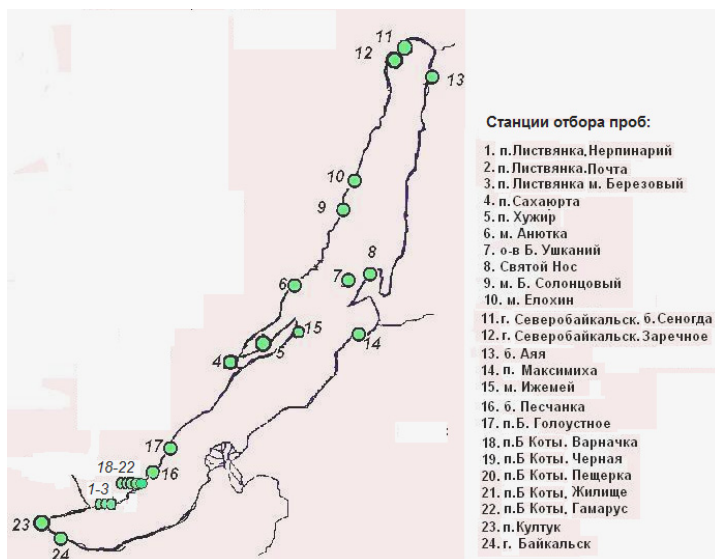


Рис. 1. Карта отбора проб воды в прибрежной зоне озера Байкал 2015–2016 гг.

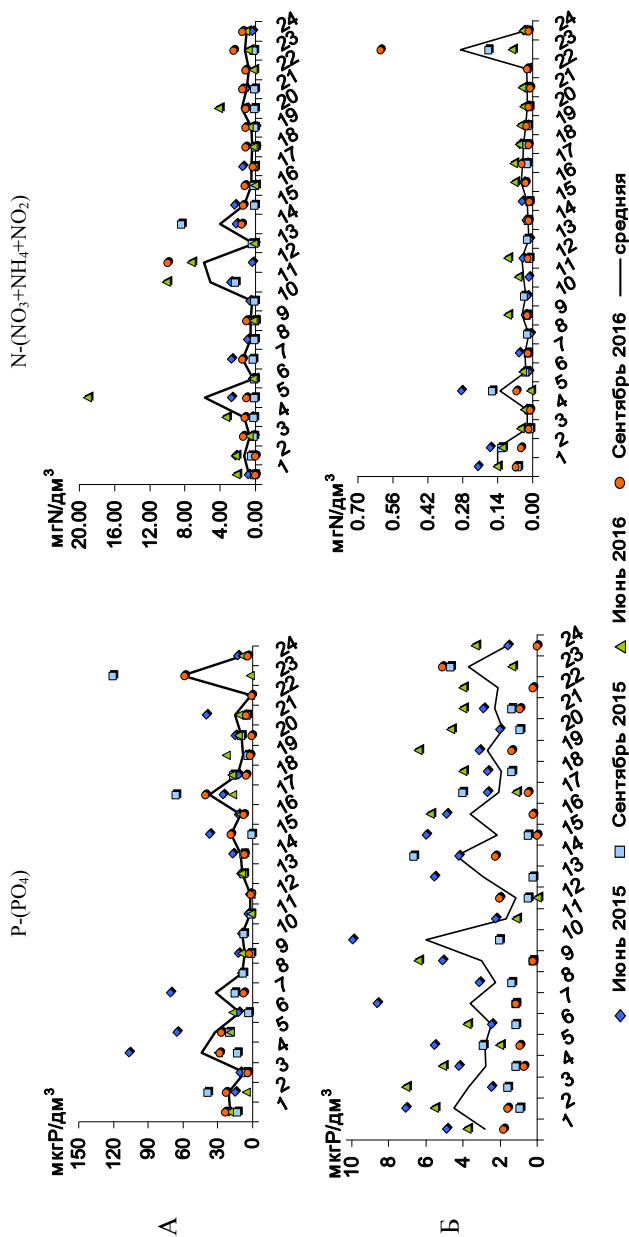


Рис. 2. Динамика концентраций фосфатов и минерального азота в интерстициальной (А) и прибрежной (Б) воде, 2015–2016 гг.

Руководствуясь полученными фоновыми значениями можно оценить ситуацию для прибрежной воды в районах городов и поселков, расположенных на берегу озера. Несмотря на достаточно высокие концентрации фосфатов в прибрежной воде в отдельные сезоны, средние значения за период наблюдения в районах, испытывающих антропогенную нагрузку, не превышали фоновые (см. рис. 2). Данные, полученные по содержанию минерального азота, показывают, что средние концентрации в прибрежной воде у поселков Култук, Листвянка и Хужир в 2,5–3 раза превышают фоновые значения. Следует отметить, что в прибрежной воде некоторых населенных пунктов (Хужир, Максимиха, Сахюрта, Северобайкальск, Култук и др.) регистрировали достаточно высокие концентрации аммонийного азота (до 0,038 мг N/дм³), а в отдельные сезоны отмечали доминирование аммонийной формы азота над нитратной, что не характерно для хорошо аэрированных байкальских вод с высоким значением величины рН.

Работа выполнена в рамках государственного задания по темам 0345-2016-0009 (АААА-А16-116122110067-8) «Крупномасштабные изменения в экологии...» (проведение экспедиционных работ) и № 0345-2016-0008 (АААА-А16-116122110065-4) «Оценка и прогноз экологического состояния озера Байкал...» (исследование химического состава воды).

УДК 551.515(571.53)

ИССЛЕДОВАНИЕ СИЛЬНОГО ВЕТРА НА ТЕРРИТОРИИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ В ПЕРИОД 1961–2016 ГГ.

Ю. П. Коваленко, И. В. Латышева

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
lis4949@gmail.com*

The paper analyzes the climatic changes of the maximum wind speed and constructed climate maps of strong wind in the Irkutsk region.

Исследование сильного ветра представляет актуальность для различных сфер деятельности человека. Под сильным ветром понимают ветер со скоростью более 15 м/с, хотя для разных потребителей вводят свои критерии.

В работе проведено исследование пространственно-временных особенностей распределения максимальных значений скорости ветра на территории Иркутской области. В качестве исходных были взяты данные 62 метеорологических станций Иркутской области за период 1961–2016 гг. В целом, максимальные скорости ветра изменялись от 20 м/с на ст. Токма до 50 м/с на байкальской станции Сарма.

Для исследования многолетнего режима максимального ветра рассчитывались отклонения максимальной скорости ветра за месяц от средних значений за весь период (1961–2016 гг.). Установлено, что отрицательный тренд скорости ветра наблюдается на 48 станциях, что составляет 77 %. Наглядно это видно по данным станции Зима (рис.1).

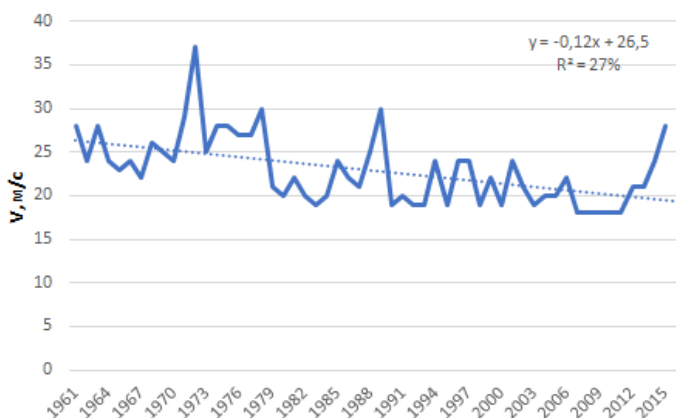


Рис. 1. Изменения максимальной скорости ветра на ст. Зима в 1961–2016 гг.

Особый интерес представляют станции, где тренд положительный, т. е. максимальная скорость ветра возрастает. Таких станций оказалось 14 (Верхне-Марково, Жигалово, Карам, Киренск, Кобляково, Кутулик, Максимово, Максимо, Мамакан, Мама, Непа, Хадарма, Хамакар, Червянка). Они расположены в основном по северу и северо-востоку области.

По разности средних значений между двумя соседними десятилетиями оценивались темпы изменений максимальной скорости ветра. Установлено, что период 2007–2016 гг. отличается значительным ослаблением скорости ветра.

С практической точки зрения наибольший интерес представляет картирование территории Иркутской области по значениям максимальной скорости ветра и связанной с ней кинетической энергии, которые могут быть использованы для оценки ветровой нагрузки в различных районах области. Такие карты для нашего региона были построены впервые. В распределении максимальной скорости ветра согласно рис. 2 прослеживается тенденция увеличения значений с севера на юг. Области максимумов приходятся на побережье оз. Байкал и западные районы области, где соответственно наблюдаются и наибольшие запасы кинетической энергии, которые достигают 1200 (м/с)^2 , что в 4 раза больше численных значений на севере области.

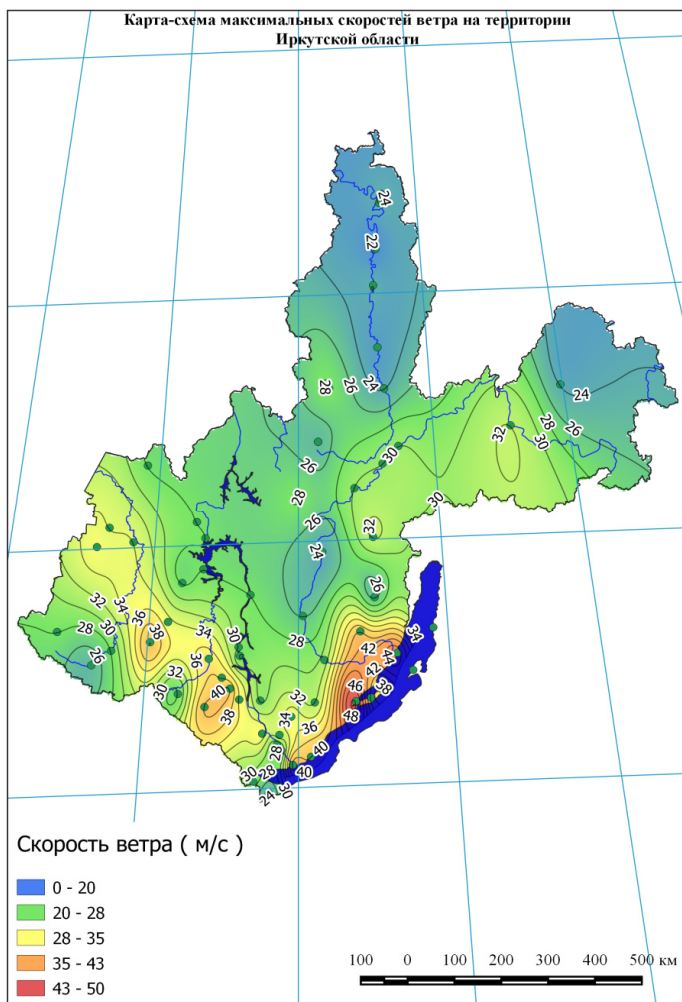


Рис. 2. Карта-схема распределения максимальных значений скорости ветра (м/с) на территории Иркутской области в 1961–2016 гг.

В целом, проведенное исследование показало, что современные изменения климата на территории Иркутской области характеризуются ослаблением максимальных значений скорости ветра на большинстве (77 %) метеостанций Иркутской области, причем этом ослабление ветра носит крупномасштабный характер и наблюдается над значительной частью Евразии.

Следует обратить внимание на усиление ветра по северу и северо-востоку области, что может быть связано с увеличением числа ныряющих циклонов, проходящих по северу территории Иркутской области.

Впервые на основе современных данных построены карты максимальной скорости ветра и запасов кинетической энергии, что может быть использовано для оценки ветрового потенциала Иркутской области.

УДК 908

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ЧИКОЙ»

С. А. Козлова

*Иркутский государственный аграрный университет
им. А. А. Ежевского, г. Иркутск, Россия
svetsergol@yandex.ru*

The main problems of the National Park «Chikoy» developing are discussed. The ways of solution for every problem are proposed.

Национальный природный парк «Чикой» основан 28.02.2014 г. постановлением правительства Российской Федерации № 158. Парк был создан при ликвидации и соответственно с включением в свой состав Буркальского и Ачинского заказников. Настоящая цель создания национального парка «Чикой» – охрана кедровых лесов и южно-сибирской тайги, с элементами горных степей и альпийских лугов в верховьях и среднем течении реки Чикой. Площадь национального парка составляет 6664,68 км² [5] (23,5 % от общей площади Красночикойского района) и относится к водосборному бассейну озера Байкал, включённому в список объектов Всемирного природного наследия, является частью буферной зоны Байкальской природной территории (БПТ).

Ввиду «молодости» перед национальным парком стоит ряд проблем и задач, которые необходимо решить для дальнейшего развития.

Во-первых, в парке отсутствует единая концепция развития на среднесрочную перспективу. Для ее создания требуется изучение текущего состояния дел национального парка. Существуют разные методы оценки и планирования. В качестве основного метода стратегического планирования можно применить SWOT-анализ [1; 2], который позволит выявить сильные и слабые стороны организации работы в парке, рассмотреть возможности и потенциальные риски природного и антропогенного характера. Этот метод удобен тем, что в процессе оценки могут принимать участие все сотрудники парка, основываясь на собственных знаниях территории, её особенностях и деталях. Метод не требует от участников исследования и планирования узкопрофильного образования

и специальных знаний. В результате проведённого SWOT-анализа в полученном стратегическом документе должны быть сформулированы основные планы развития парка, в соответствии со своей идентичностью, поэтапно на ближайшие 5 лет.

Во-вторых, в парке необходимо в равной степени оптимизировать работу всех отделов: лесного, экологического просвещения, научного, обеспечения основной деятельности, охраны окружающей среды. Для решения поставленной задачи требуется подбор высококвалифицированных кадров и постоянное совершенствование профессионализма всех работников национального парка с помощью обучающих курсов, семинаров, участия в форумах, конференциях и съездах, обменных практиках и т. д. В настоящее время активно работу проводят все отделы, особенно активно с населением работает отдел экологического просвещения. Внимание уделить необходимо организации деятельности научного отдела. Немаловажно заключать договоры и соглашения о сотрудничестве национального парка с научно-образовательными учреждениями, обращаться за консультациями к ведущим специалистам заповедного дела, предоставлять полигоны на территории парка для научно-исследовательских работ, прохождения студентами вузов учебных и производственных практик.

В-третьих, отсутствует функциональное зонирование территории. На наш взгляд необходимо разработать схему зонирования с перспективой на получение статуса биосферного резервата, поскольку природные комплексы национального парка уникальны, и его территория лежит в пределах БПТ. В России 37 биосферных резерватов, преимущественно это заповедники во многих субъектах страны и лишь три национальных парка, которые находятся в европейской части России. Всего 4 биосферных заповедника имеют биосферные полигоны. Биосферный полигон – это территория внутри охраняемой территории, на которой возможна реализация идей рационального природопользования и устойчивого развития [4]. Биосферный полигон является одним из важных критериев отнесения охраняемой территории к международной сети биосферных резерватов, поэтому для национального парка «Чикой» следует разработать схему функционального зонирования с возможностью создания биосферного полигона [5], на котором возможно развитие туризма и ограниченное традиционное природопользование – сбор дикоросов, в том числе ореховый промысел, рыболовство.

Изучение вышеизложенных вопросов позволит найти пути решения других проблем и осуществлять важные планы по развитию национального парка «Чикой».

Список литературы

1. Котлер Ф. Стратегический менеджмент по Котлеру: Лучшие приемы и методы : пер. с англ. / Ф. Котлер, Р. Бергер, Н. Бикхофф. – М. : Альпина Паблишер, 2012. – 143 с.

2. Майсак О. С. SWOT-анализ: объект, факторы, стратегии. Проблема поиска связей между факторами / О. С. Майсак // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2013. – № 1 (21). – С. 151–157.

3. Проект Постановления Правительства Российской Федерации «Об утверждении правил создания биосферных полигонов в границах государственных природных биосферных заповедников (подготовлен Минприроды России 09.08.2016)» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/56579296/> (дата обращения: 13.03.2018).

4. Степаницкий В. Б. Биосферные резерваты ЮНЕСКО в России на современном этапе: международный подход и отечественная специфика – [Электронный ресурс]. – Сочи, декабрь 2015. – URL: <http://news.zapoved.ru/2015/12/14/biosfernye-rezervaty-yunesko-v-rossii-na-sovremennom-etape-mezhdunarodnyj-podhod-i-otechestvennaya-spetsifika/> (Дата обращения: 13.03.2018).

5. Чикой (национальный парк) [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Чикой_\(национальный_парк\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Чикой_(национальный_парк)) (дата обращения: 02.02.2018).

Научный руководитель: канд. биол. наук, доцент В. С. Камбалин

УДК 574

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ФИТОПЛАНКТОНА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ЮЖНОГО БАЙКАЛА НА ПРИМЕРЕ МАЛОЙ МОНИТОРИНГОВОЙ ТОЧКИ «МАНГУТАЙ»

Е. М. Кондратьева

*НИИ биологии ИГУ, г. Иркутск, Россия
katherinekondratyeva@gmail.com*

The project «Small monitoring point» is proposed. The authors provide and interpreted the first results of the monitoring point «Mangutai». The materials were samples of surface water and ice selected at the monitoring point «Mangutai» in 2015–2017.

Фитопланктон является первичным звеном экосистемы Байкала, на видовом составе которого базируется оценка современного состояния озера. Для осуществления регулярных наблюдений за состоянием фитопланктона в настоящее время используется несколько стационарных пунктов. Однако важным дополнением к этой работе, на наш взгляд, могла бы стать предлагаемая система малых мониторинговых точек, сеть охватывающая Байкал. Информация о состоянии поверхностных вод разных районов озера позволила бы дополнить и уточнить данные, полученные ранее, а также получить инструмент, чутко реагирующий на небольшие, часто кажущиеся незначительными изменения. Материалами послужили пробы поверхностных вод, льда, а также вод, примыкающих к нижнему слою льда, отобранных на мониторинговой точке «Мангутай» в 2015–2018 гг.

Поселок выбран как точка, ярко иллюстрирующая район с незначительным антропогенным воздействием (постоянное население менее 100 человек, отсутствие промышленности и крупных сельскохозяйственных

объектов, небольшая рекреационная нагрузка), поэтому мы имеем возможность получить некую усредненную картину происходящих изменений.

В ходе наблюдений были обнаружены и идентифицированы 15 видов фитопланктонных организмов, ряд которых (*Ceratoneis arcus* (Ehrenberg) Kützing, *Synedra acus* Kutz, *Nitzschia acicularis* (Kützing) W.Smith) встречаются круглогодично, остальные делятся на два комплекса – зимний и летний.

Отмечается, что на протяжении всего года диатомовые водоросли доминируют по численности и количеству видов. Хорошо заметно наличие зимнего комплекса видов, представленного динофитовыми водорослями (*Elakatothrix lacustris* Korshikov, *Gymnodinium coeruleum* Dogiel, *Ceratium hirundinella* Dujardin), которые появляются в ноябре, когда температура воды не превышает 5 °C, и исчезают в мае, когда ее значение вновь приближается к отметке в 4–5 °C. Кроме того, после ледостава (5–7 февраля в 2016 г.) появляется *Anabaena sheremetievi* Elenk – представитель синезеленых. В марте фиксируется ее активное подледное цветение, к апрелю этот вид исчезает. Летний комплекс видов включает, помимо разнообразных диатомовых, еще и представителей зеленых (*Koliella longiseta* Skvortsov) и золотистых (*Dynobryon divergens* O. E. Imhof, *Mallomonas vannigera* Asmund) водорослей. Эти виды присутствуют в пробах с апреля по сентябрь. Что касается *Spyrogira sp.*, то этот представитель харофитовых водорослей обнаруживается в пробах с марта по ноябрь, но никогда не доминирует.

Результаты, полученные на первом этапе работы проекта, хорошо отражают состояние фитопланктона поверхностных вод Южного Байкала. Проект доказал свою целесообразность, и сеть малых мониторинговых точек будет расширена.

Научный руководитель: д-р биол. наук, проф. Е. А. Зилов

УДК 630.431.1(571.5)

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ТЕРРИТОРИИ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

В. Н. Курдюков, И. В. Латышева

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
vit.kurdyukov@list.ru*

The influence of meteorological factors in the interannual dynamics of forest fires in Eastern Siberia according to weather stations Irkutsk, Chita and Ulan-Ude for 2002–2017 is investigated.

Для рационального использования природно-ресурсного потенциала территории важно учитывать возросшую степень антропогенного воз-

действия и тенденции изменения погодных и климатических параметров. Среди факторов, которые имеют как антропогенное, так и естественное происхождение и оказывают существенное влияние на экономический потенциал развития территории, являются лесные пожары. Проявление негативного воздействия этого фактора на территории Иркутской области, Республики Бурятия и Забайкальского края прослеживается на карте лесных пожаров, построенной по данным за 2017 г. (рис. 1).



Рис. 1. Карта лесных пожаров по состоянию на 2017 г.

В связи с увеличением количества лесных пожаров и для оценки вклада метеорологических факторов в межгодовую динамику лесных пожаров проводился анализ аномалий средних месячных значений температуры воздуха и сумм атмосферных осадков по данным метеорологических станций Иркутск (Иркутская область) Чита (Забайкальский край) и Улан-Удэ (Республика Бурятия) за 2002–2017 гг. Установлено, что в исследуемый период на всех станциях преобладали положительные аномалии температур, повторяемость которых составила 70 % на станциях Иркутск и Улан-Удэ и 73 % на ст. Чита. В отличие от температуры воздуха в аномалиях месячных сумм осадков в Иркутске и Чите примерно равновероятны тенденции увеличения и уменьшения месячных сумм атмосферных осадков, а в Улан-Удэ 59 % случаев приходится на уменьшение осадков. Обращает внимание согласованность изменения

температурно-влажностного режима на исследуемой территории Иркутской области, Республики Бурятия и в Забайкалье, что можно объяснить общей структурой крупномасштабных барических полей, определяющей погодные и климатические аномалии на достаточно большой территории (рис.2). Кроме того, тесно согласованы на изучаемой территории и современные тенденции изменения количества лесных пожаров.

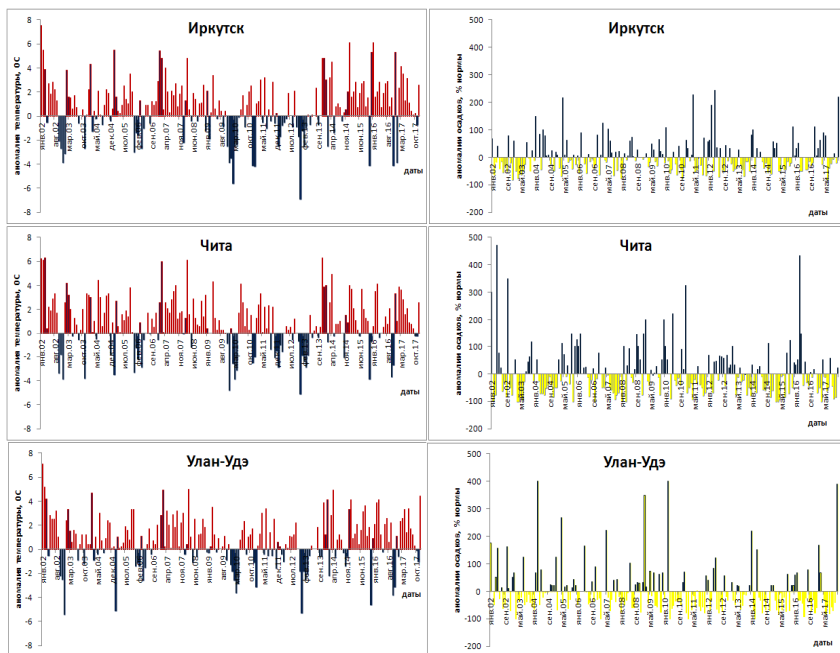


Рис. 2. Аномалии средних месячных температур и месячных сумм атмосферных осадков в 2002–2017 гг. на ст. Иркутск по отношению к многолетней норме (1882–2018 гг.), Чита (1890–2018 гг.) и Улан-Удэ (1886–2018 гг.).

В работе проводился сравнительный анализ полей приземного давления и геопотенциала АТ–500 гПа (5 км) в годы, резко различающиеся по характеристикам лесных пожаров. В теплый период 2003 г. количество очагов лесных пожаров и площади гарей на рассматриваемой территории были одними из наибольших в исследуемый период, а в 2004 г. эти показатели были одними из наименьших. Оказалось, что в теплый период 2003 г. над значительной частью Евразии преобладали положительные аномалии давления и геопотенциала, а блокирующие антициклоны на северо-западе препятствовали смещению ныряющих циклонов. Поэтому длительное влияние теплых и сухих воздушных масс явилось одним из основных факторов высокой пожароопасности в теплый период

2003 г. в Иркутской области, Забайкалье и в Республике Бурятия. В теплый период 2004 г. на исследуемой территории преобладали отрицательные аномалии давления и геопотенциала, которые способствовали развитию циклогенеза и влиянию влажной воздушной массы. Соответственно уровень пожарной опасности в 2004 г. был сравнительно низким.

Таким образом, несмотря на то что непосредственным виновником лесных пожаров часто является человеческий фактор, проведенное исследование показало, насколько значимы погодные аномалии на фоне наблюдаемых климатических изменений в увеличении числа лесных пожаров. При прогнозировании погодных факторов возникновения лесных пожаров следует учитывать высокий уровень корреляционной связи между динамикой лесных пожаров в пределах данных регионов, который во многом обусловлен крупномасштабным характером атмосферной циркуляции.

УДК 614.8(571.53)

ИРКУТСКАЯ ОБЛАСТЬ – ТЕРРИТОРИЯ ВЫСОКОГО УРОВНЯ ТЕХНОГЕННОЙ И ПРИРОДНОЙ ОПАСНОСТИ

А. Д. Лобыцин, И. С. Булатников

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
LobicinA@gmail.com*

The article presents the basic concepts connected with emergencies and safety. There are also observed the emergency's causes, the danger degree classification of a Russian Federation subject as well as a common list of potentially dangerous districts and intrinsic nature hazards to this geographical territory.

На сегодняшний день одним из главных вопросов человечества является обеспечение безопасности. Причиной всему этому является тот факт, что довольно часто мы стали встречаться с таким понятием как «чрезвычайная ситуация», которая наносит вред человеку и окружающей его среде. Для того чтобы минимизировать ущерб и человеческие жертвы от такого рода явлений нужно производить оценку риска возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в каждом регионе, каждом субъекте Российской Федерации.

Риски в природной и техногенной сферах становятся действительными, если свойства природных явлений, параметры техногенных и производственных процессов достигают, и превышают допустимый предел, далее техногенный или природный процесс выходит из обычного состояния. Вместе с этим может наблюдаться уничтожающее или иное негативное воздействие на среду, приводящее к разным бедствиям, в том числе природным и техногенным с разным количеством жертв и матери-

ального ущерба – источнику чрезвычайной ситуации, провоцирующему начало чрезвычайной ситуации разного характера [8].

Чрезвычайная ситуация (далее – ЧС) – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей [1].

Причиной техногенных ЧС можно назвать деятельность человека на производстве. К угрожающим природным процессам стоит отнести опасные явления природы, катастрофы, происходящие в природе, стихийные бедствия [5].

Территория Иркутской области относится к территориям высокого уровня техногенной и природной опасности, более половины населения области проживает в условиях повышенного риска, вызванных угрозой чрезвычайных ситуаций различного характера.

В связи с приказом Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий от 28 февраля 2003 г. № 105 было проведено прогнозирование ЧС техногенного характера. Иркутская область была отнесена к субъектам 1 класса опасности. Это предполагает, что в пределах территории субъекта расположены потенциально опасные объекты, на которых могут возникнуть аварии, вследствие чего и ЧС [4].

На территории Иркутской области в соответствии с распоряжением Правительства Иркутской области от 19 марта 2013 г. № 10 ДСП утвержден перечень из 84 потенциально опасных объектов, в числе которых:

- химически опасных – 41 объект;
- взрывопожароопасных – 39 объектов;

Опасность возникновения ЧС обуславливается тем, что на ее территории расположено большое количество радиационно-, химически-, биологически-, пожаро- и взрывоопасных производств, технологий и материалов. Также стоит обратить внимание, что помимо химически, взрывоопасных и др. объектов на ее территории расположено 4 действующих ГЭС. Это предопределяет возможность возникновения больших по площади зон затопления, если на одном из этих гидросооружений возникнет ЧС. Помимо перечисленного на территории Иркутской области проходит 4 нефтепродуктопровода общей протяженностью 1638,17 км. Аварии на таких магистралях могут вызвать экологическую катастрофу.

Более половины потенциально опасных объектов расположены в зоне возможного 8–9-балльного землетрясения по шкале MSK-64 [2]. Из этого мы можем сделать вывод, что при возникновении землетрясе-

ния с высокой амплитудой колебания многие потенциально опасные объекты могут выйти из строя, спровоцировав возникновение чрезвычайной ситуации. Также не стоит забывать о том, что на территории области пролегают федеральные магистрали, по которым производится транспортировка опасных грузов.

Для данной территории характерными являются следующие природные опасности:

- геофизические явления и процессы [9].
- метеорологические явления и процессы (ураганные ветры, обильные осадки, аномальные температуры, излишний или недостаточный процент относительной и абсолютной влажности).
- гидрологические явления и процессы.
- природные (лесные) пожары [3].

Таким образом подтверждается, что Иркутская область является территорией высокого уровня техногенной и природной опасности.

Список литературы

1. Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21.12.1994 № 68-ФЗ.
2. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2016 году» / МЧС России. – М. : ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2017. – 360 с.
3. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2016 году». – Иркутск : Мегапринт, 2017. – 274 с.
4. Постановление Правительства Иркутской области от 24.10.2013 № 440-пп «Об утверждении государственной программы Иркутской области «Обеспечение комплексных мер противодействия чрезвычайным ситуациям природного и техногенного характера, построение и развитие аппаратно-программного комплекса «Безопасный город» на 2014–2020 годы.
5. Ефремов С. В. Безопасность в чрезвычайных ситуациях : учеб. пособие / С. В. Ефремов, В. В. Цаплин. – СПб. : СПбГАСУ, 2011. – 296 с.
6. Макашев В. А. Опасные ситуации техногенного характера и защита от них: учеб. пособие / В. А. Макашев, С. В. Петров. – М. : ЭНАС, 2008. – 191 с.
7. Шахрамьян М. А.. Оценка природной и техногенной безопасности России: теория и практика / М. А. Шахрамьян, В. А. Акимов, К. А. Козлов. – М. : ФИД «Деловой экспресс», 1998. – 218 с.
8. Чрезвычайные ситуации и их классификация [Электронный ресурс] : учеб. пособие: сайт. URL: <http://www.obzh.ru/pre/1-2.html> (дата обращения 23.01.2018).
9. Характеристика Региона [Электронный ресурс] / МЧС России по Иркутской области: сайт. URL: <http://38.mchs.gov.ru/document/3064843> (дата обращения: 22.01.2018).

РЕКРЕАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ОЛЬХОНСКОГО РАЙОНА

Н. А. Маслов

*Иркутский государственный аграрный университет
им. А. А. Ежевского, г. Иркутск, Россия
nikolay38rusmaslov@mail.ru*

In this article the recreational capacity of the Olkhon district, on the example of the characteristic of the area and feature of places of special visit by tourists in the Olkhon district is considered.

В течение последних лет в Иркутской области, туризм является одним из наиболее стойко развивающимся индустрий и имеет огромное экономическое значение. Сегодня рекреация становится существенным потребителем ресурсов природной среды и территорий. Массовое развития туризма на оз. Байкал начинается с 1996 г. Особенно бурно развивается рекреационная деятельность на территории Ольхонского района [1].

Цель работы – охарактеризовать рекреационный потенциал Ольхонского района. Задачи работы: 1) дать характеристику района; 2) охарактеризовать особенности мест особого посещения туристами в Ольхонском районе.

Рекреационный потенциал территории – «то совокупность природных, культурно-исторических и социально-экономических предпосылок для организации рекреационной деятельности», главной составной частью рекреационного потенциала являются рекреационные ресурсы.

Площадь территории Ольхонского района – 15,9 тыс. км². Расположен в юго-восточной части Иркутской области и примыкает к западному берегу озера Байкал, в его центральной части, занимая северную половину Приморского хребта, предбайкальскую низменность и остров Ольхон. Граничит: на севере – с Казачинско-Ленским и Качугским районами, на западе – с Баяндаевским и Эхирит-Булагатским районами, на юго-востоке – с Иркутским районом. На востоке, юго-востоке и юге района по акватории Байкала граничит с Республикой Бурятия.

Климат умеренно континентальный. Продолжительность вегетационного периода в пределах 138 дней. Самый тёплый месяц – июль, холодный – январь. Глубина снежного покрова достигает 30 см. Господствующими ветрами являются северное и северо-восточное направления со средней скоростью 5,4 м/сек, иногда достигающие скорости урагана – до 2–30 м/сек.

Основные места посещения туристов в Ольхонском районе является остров Ольхон и Малое Море.

Основные места посещения туристов на острове Ольхоне являются: залив Загли и озеро Нур, мыс Хоргой, остров Огой (Угунгой), озеро Ханхой, падь Идиба, озеро Шара-Нур, мыс Бурхан или скала Шаманка, пляж в Сарайском заливе, урочище Песчаное или Песчанка, мыс Сагаш-Хушун или «Три Брата», гора Жима, мыс Хобой, мыс Шунте-Левый или скала Любви, падь Узуры.

Основные места посещения туристов на Малом Море: залив Мухор, мыс Уюга, Курминский залив, поселок Онгурены.

Все туристические путеводители ведут на остров Ольхон, так как это единственный остров на озере Байкал. Южное побережье Малого моря и острова Ольхона находится не далеко от основной трассы, то это одна из причин развития туристической инфраструктуры.

Согласно сайту турбаза.ру, турбаз на о. Ольхоне – 9 шт., в районе Малого Моря – 20 шт., в районе п. Бугульдейка – 1 шт. Согласно сайту trivago.ru на о. Ольхон гостиниц и гостевых домов – 38 шт, а в районе Малого Моря – 23 шт. Согласно сайту katalogturbaz.ru гостиниц и турбаз на о. Ольхон – 19 шт., на южном побережье Малого Моря – 49 шт. Но эти данные не достоверны так, как это официальные турбазы и гостиницы Ольхонского района, также имеются и не официальные гостиницы, о которых можно узнать только по приезду на остров Ольхон или на Малое Море.



Рис. Размещение гостиниц и турбаз в Ольхонском районе по данным сайта katalogturbaz.ru

Распределение туристических потоков на побережье Ольхонского района не равномерно. Это обусловлено неоднородностью природных условий, транспортной доступностью и концентрацией туристических учреждений.

Удовлетворение потребностей людей на отдыхе на природе всегда связаны природными и историко-культурными ресурсами конкретной территории, а также одним из основного фактора, влияющие на формирование рекреационных потребностей, является комфортность природ-

ной среды. Ольхонский район обладает высоким своеобразием живописностью ландшафтов. Помимо климатических особенностей, живописности, устойчивости привлекательности природных комплексов, большое влияние качество и количество оказывает обустройство в туристической инфраструктуре, безопасность и информационное обеспечение. Обустройство территории играют большую роль при развитии туризма и отдыха. Но на большей части побережья Малого моря туристическая инфраструктура и обустройство территории отсутствует, либо находится в не удовлетворительном состоянии, хотя в настоящее время качество обслуживания на базах отдыха повышается. Анализ критериев привлекательностей исследуемой территории показал, что районы Малого моря и острова Ольхон обладают в основном средним и высоким рекреационным потенциалом.

Список литературы

1. Пономоренко Е. А. Рекреационная деятельность в Приольхонье и на острове Ольхон / Е. А. Пономоренко, С. В. Солодянкина – Иркутск: Изд-во Иркут. ГАУ им. А. А. Ежовского, 2015. – 112 с.

Научный руководитель: канд. биол. наук, доцент Е. А. Пономаренко

УДК 630*561.24

КЛИМАТИЧЕСКИЙ СИГНАЛ В ДРЕВЕСНО-КОЛЬЦЕВЫХ ХРОНОЛОГИЯХ ИРКУТСКА

Р. С. Мориц

*Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН,
г. Иркутск, Россия
mordendro@gmail.com*

Urban and suburban forests are an important component of the infrastructure. To date, the issues of monitoring and forecasting their condition remain topical. The dendrochronological method makes it possible to obtain sufficiently detailed information on the development of dendrocenosis. It is revealed that the sensitivity of radial growth to climatic factors is not the same, and depends on the recreational load.

Городские и пригородные леса являются важным компонентом инфраструктуры, в связи с чем, на сегодняшний день остаются актуальными вопросы мониторинга и прогнозирования их состояния. Дендрохронологический метод позволяет получить достаточно подробную информацию о развитии дендроценоза, и широко применяется для решения задач биоиндикации [1; 2]. Однако город как антропогенная среда оказывает сложное воздействие на биоценозы, что затрудняет применение таких методов как древесно-кольцевой анализ. Обычно дендрохронологический метод предполагает оценку тенденций изменения радиального

прироста для оценки динамики общего влияния комплекса факторов на экосистему, однако далеко не всегда удается сделать однозначные выводы на основании такого подхода [3]. Лесная растительность в условиях города распределена неравномерно, что затрудняет выделение контрольных и опытных групп. В ряде случаев дополнительным источником информации может служить динамика климатического отклика в древесно-кольцевых хронологиях. С изменением степени влияния определенного фактора среды картина корреляционных связей также будет меняться.

Целью данной работы являлся анализ динамики климатического отклика в древесно-кольцевых хронологиях деревьев разных пород, произрастающих на территории Иркутска.

В качестве объектов исследования выбраны дендроценозы города Иркутска. Получены древесно-кольцевые хронологии (ДКХ) для различных древесных пород. Анализ климатического сигнала производился путем расчета скользящих корреляций исследуемых древесно-кольцевых хронологий со скользящими средними значениями суточных температур и осадков, с различным окном усреднения. Таким образом, получена временная динамика отклика радиального прироста на различные климатические факторы.

Выявлено, что применительно к исследованным дендроценозам, чувствительность радиального прироста к климатическим факторам не одинакова. Наиболее выраженный климатический сигнал наблюдается в ДКХ сосны Кайской рощи. У большинства исследованных ДКХ наблюдается общая закономерная изменения отклика радиального прироста на климатические условия. Предположено влияние рекреационной нагрузки на выраженность климатического отклика. Достаточно четко выделяются периоды с начала двадцатого века по шестидесятые годы, с шестидесятого по восьмидесятые годы, с восьмидесятых годов по начало первого десятилетия двадцать первого века, и с начала двадцать первого века по настоящее время. Указанные периоды согласуются с динамикой температур воздуха по данным метеостанции Иркутск.

Список литературы

1. Вахнина И. Л. Радиальный прирост сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в зеленой зоне города Читы во второй половине прошлого столетия / И. Л. Вахнина // География и природ. ресурсы. – 2011. – № 1. – С. 180–182.
2. Кавеленова Л. М. К методологии использования городской растительности в биомониторинге условий урбосреды / Л. М. Кавеленова // Изв. Самар. науч. центра РАН. – 2002. – Т. 4. – № 2.
3. Шиятов С. Г. Методы дендрохронологии. Ч. 1. Сбор и получение древесно-кольцевой информации : учеб.-метод. пособие / С. Г. Шиятов, Е. А. Ваганов, А. В. Кирдянов. – 2000.

ОЧИСТКА ШЛАМОВЫХ ВОД КАРТ БЦБК ОТ ФЕНОЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УГОЛЬНЫХ СОРБЕНТОВ

С. О. Московских

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
Serioga555666@gmail.com*

A study was made of the efficiency of purification of supramine water and model solutions containing phenol using carbon sorbents.

Фенол относится к экологически опасным соединениям, попадание фенольных соединений в водоемы резко ухудшает их санитарное состояние, оказывает токсическое действие на гидробионты. По органолептическому показателю ПДК фенолов для водоемов 0,001 мг/дм³.

При любом способе обезвреживания отходов и реабилитации шламонакопителей Байкальского ЦБК прежде всего должна быть изъята и очищена надшламовая вода, которая ограничивает доступ к самим отходам [1].

Анализ надшламовых вод с карт № 1–4 БЦБК, проведенный «Центром агрохимической службы «Иркутский», показал превышение ПДК по фенолу во всех обследованных картах. Одним из приемов для очистки вод загрязненных ароматическими соединениями может быть использована сорбционная очистка на активированных углях. Исходя из сказанного целью данного сообщения было изучение возможности очистки от фенолов надшламовой воды из карт БЦБК.

Пропускали надшламовую воду из карты № 2 БЦБК через колонку с активированным углем АГ-3, скорость пропускания воды 0,5 л/час, соотношение масс угля и надшламовой воды 1:50. Концентрацию фенолов определяли флуориметрическим методом на анализаторе «Флюорат 02-3М» [2]. В результате сорбционной очистки содержание фенола уменьшилось с 2,6 ПДК до 1,2 ПДК, то есть почти до безопасного уровня.

Затем изучали эффективность очистки воды от фенола в зависимости от первоначальной концентрации фенола в модельных растворах, от соотношения масс активированного угля и раствора в колбе, от экспозиции.

Как видно из таблицы 1 достаточно хорошая очистка воды от фенола происходит при относительно низких исходных концентрациях фенола в растворе.

Перемешивание фенольного раствора (0,1 мг/л) с суспензией угля АГ-3 (2 %) в течение 4-х часов в колбах, размещенных на орбитальном шейкере PSU-20i со скоростью 30 об/мин. увеличивало эффективность очистки от фенола более чем в три раза.

Недостатком активированных углей, как сорбентов – является их относительно высокая стоимость. Экономичность очистки активирован-

ным углем может быть обеспечена, лишь при его неоднократном использовании.

Важно при этом учитывать возможность биорегенерации активированного угля, отработанного по фенолу. Восстановление сорбционной емкости активированного угля может производиться в частности за счет фенолоксиляющих микроорганизмов [3].

Таблица 1

Концентрация фенола в растворе после сорбции активированным углем АГ-3 (мг/мл)

Исходная концентрация, мг/л Экспозиция, час	0,25 мг/л		
	0,5 %	2 %	5 %
4 часа	0,161	0,120	0,065
24 часа	0,084	0,058	0,016
	0,1 мг/л		
2 часа	0,082	0,044	0,015
4 часа	0,050	0,022	0,007
24 часа	0,037	0,004	0,003
	0,01 мг/л		
2 часа	0,005	0,002	0,001
4 часа	0,004	0,001	0,001

Работа выполнена при финансовой поддержке МОН РФ в рамках ФЦП (российско-индийский проект RFMEFI58317X0060 «Биоремедиация и биоконверсия отходов с помощью комплекса фотосинтетических организмов и гетеротрофов в аэробных и анаэробных условиях с генерированием биоэнергии»).

Список литературы

1. Соловьянов А. А. Отходы Байкальского целлюлозно-бумажного комбината/ А. А. Соловьянов // Экол. вестн. России. – 2017. – № 2. – С. 24–32
2. Методика выполнения измерений массовой концентрации фенолов в пробах питьевых, природных и сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02» П Н Д Ф 14.1:2.4.182-02., 2006.
3. Фарберова Е. А. Изучение процесса биорегенерации активных углей, насыщенных фенолом, после проведения сорбционной очистки сточных вод / Е. А. Фарберова, А. В. Виноградова, О. А. Никирова // ВОДА: ХИМИЯ И ЭКОЛОГИЯ. – 2012. – № 12. – С. 89–94

Научный руководитель: с.н.с., канд. биол. наук М. Н. Саксонов

ОСОБЕННОСТИ КОНВЕКТИВНОЙ ОБЛАЧНОСТИ В РАЙОНЕ Г. ИРКУТСКА ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА

А. М.-Д. Ошоров, К. А. Лощенко

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
ndombrovskaya@inbox.ru*

The paper analyzes the features of cloudiness in Irkutsk based on the data of space images.

Наиболее низкий процент оправдываемости на территории Иркутской области имеют прогнозы ливней и гроз внутримассового характера. В этой связи была поставлена цель – исследовать структуру конвективных облаков, с которой было связано образование ливней и гроз в г. Иркутске по спутниковым данным за период 2012–2017 гг. В качестве исходного материала использованы архивы облачности NASA, данные метеорологических наблюдений на станции Иркутск и приземные синоптические карты. Также проводился сравнительный анализ с ранее полученными данными по исследованию конвективной облачности в горных районах Восточных Саян.

Оказалось, что в 93 % случаев грозы в г. Иркутске сопровождались ливнем, для сравнения по данным, полученным ранее в горных районах Восточных Саян это 80 % случаев. Также в г. Иркутске грозы без осадков отмечались только в 4 % случаев, что в 4 раза реже, чем в горных районах.

Дешифрирование снимков облачности показало, что в большинстве случаев грозы в Иркутске отмечались при наличии сплошной облачности фронтального характера, тогда как в горных районах Восточных Саян при наличии конвективных комплексов часто близких к округлой форме размерами 200 на 300 км (рис. 1).

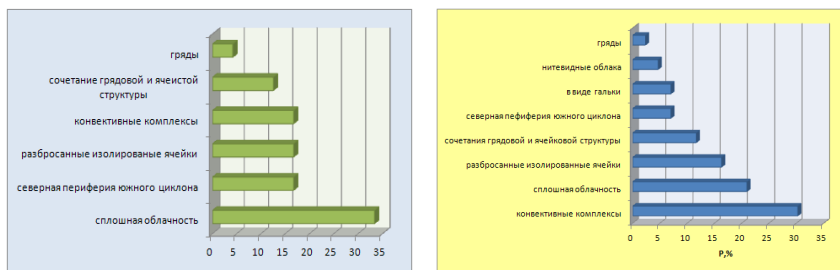


Рис. 1. Повторяемость (%) в 2012–2017 гг. различных типов мезоструктуры грозовых облаков в г. Иркутске (слева) и в горных районах Восточных Саян (справа)

В отличие от грозовых облаков конвективная облачность с выпадением ливней без гроз характеризуется как в г. Иркутске, так и в горных районах преобладанием фронтальной сплошной облачности (рис. 2). Реже всего как при грозах, так и при ливнях на снимках отмечалась градовая структура.

В работе выполнен анализ динамики развития конвективных ячеек в дневные часы. Оказалось, что после затухания грозового облака может вновь возобновиться конвективный рост облака. Примерно за три часа размер отдельных конвективных ячеек увеличивается примерно вдвое. Иногда существенных изменений в размерах конвективных ячеек не наблюдалось.

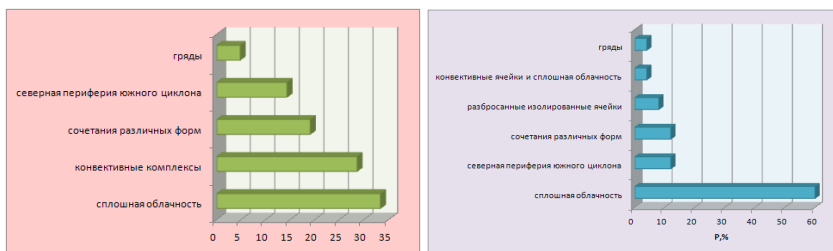


Рис. 2. Повторяемость (%) в 2012–2017 гг. различных типов мезоструктуры конвективных облаков с выпадением ливневых осадков в г. Иркутске (слева) и в горных районах Восточных Саян (справа)

Современные методы космических наблюдений позволяют количественно оценить ряд параметров облачности, включая высоту верхней границы грозовых облаков и их водность. В большинстве случаев высота грозовых облаков в г. Иркутске достигала градаций ≥ 8000 м. В середине лета грозовые облака нередко пробивали тропопаузу, что наглядно видно по высотам, достигающим ≥ 12 км на рис. 3.

Таким образом, использование космических снимков облачности позволило впервые провести сравнительный анализ мезоструктуры конвективной облачности в г. Иркутске с горными районами Восточных Саян.

В г. Иркутске по сравнению с горными районами очень редко наблюдаются грозы без осадков, при образовании ливней и гроз в г. Иркутске чаще сказывается влияние сплошной облачности фронтального характера, а при грозах в Восточных Саянах локальных конвективных комплексов.

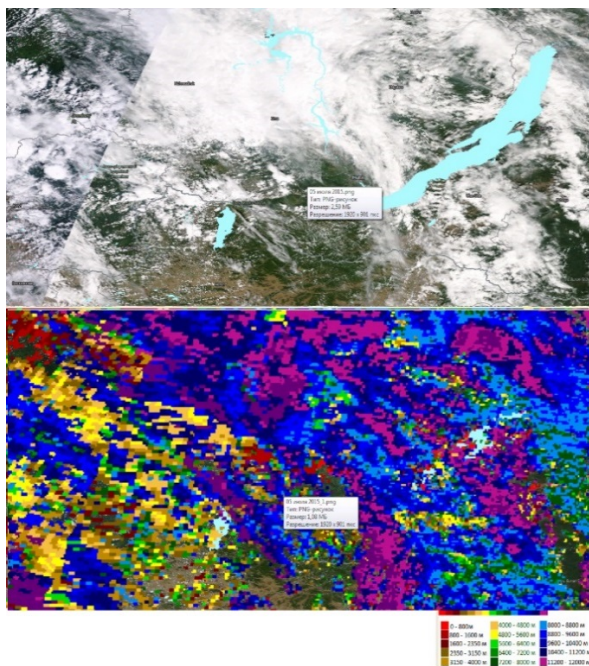


Рис. 3. Карты грозовых облаков и высоты их верхней границы 5 июля 2015 г.

УДК 911.2

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГРУНТОВЫХ ВОД НА ПРИМЕРЕ ЮЖНОГО ПРИАНГАРЬЯ

Е. А. Самойлова¹, О. Г. Лопатовская²

¹ *Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск, Россия*

² *Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
Katrka@mail.ru*

The aim of the study was to carry out GIS-mapping of same factors of formation of saline soils. It determined the need of usage GIS for the processing of remote sensing data, soil maps and field research results.

Показатели грунтовых вод Южного Приангарья и другие факторы формирования почв актуальны при почвенном картографировании. При создании карты засоленных почв необходимо учитывать условия формирования почв. Целью исследования было ГИС-картографирование некоторых факторов: химизм засоленных пород, минерализации и химический состав грунтовых вод, глубина залегания 1-го водоносного горизонта.

Бумажные карты, созданные ранее, служат важным источником информации о почвах, их связи с факторами почвообразования и природных закономерностях распределения. Таким образом, для работы были взяты отсканированные карты соленосности почвообразующих пород, минерализации грунтовых вод, глубины залегания 1-го водоносного горизонта выполненных институтом ВостСибГеология.

Работа по переводу карт в цифровой вид проходила в несколько этапов:

- 1) сканирование бумажных карт;
- 2) привязка растрового изображения в программе MapInfoProfessional;
- 3) оцифровка контуров, преобразование линейных объектов в площадные;
- 4) тематическая окраска площадных объектов карты;
- 5) создание легенды карты, оформление.

При сканировании исходной бумажной карты использовался широкоформатный сканер. Работа с растровым изображением в форматах jpg и tiff была проведена в программе Photoshop. Привязка растра осуществлялась по характерным точкам в узлах гидросети. Во время регистрации растрового изображения задавалась необходимая система координат. Географическая привязка производилась к цифровой топографической основе масштаба 1:200 000.

На следующем этапе выполнялась векторизация ландшафтных контуров. Векторизация контуров проходила с помощью полилиний. Рисование полилиний отличается от рисования других форм в том смысле, что их форму можно потом скорректировать вручную. Получение электронной цифровой почвенной карты считается законченным тогда, когда все элементы карты будут оцифрованы.

Оцифровка карты – это самый трудоемкий этап. От него в значительной степени зависит успешность выполнения последующей работы. В дальнейшем оцифрованные контура почв были переведены в полигоны, с последующим индексированием полученных контуров. После оцифровки карты, переводим линейные объекты в полигоны. Далее производим окраску полигонов с учетом атрибутивной информации. Дальнейший шаг создание легенды и оформление карты (рис. 1–3).

Таким образом, полученные карты целесообразно представлять послойно, накладывать на цифровую модель рельефа, топографическую или почвенную карту. Кроме того, карты можно корректировать, добавлять, удалять или изменять существующие данные, дополнять атрибутивной информацией, строить тематические карты типов и степени минерализации грунтовых вод.

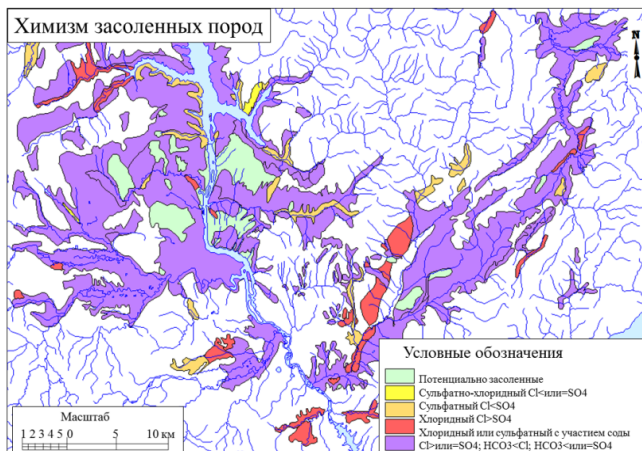


Рис. 1. Карта химизма засоленных пород

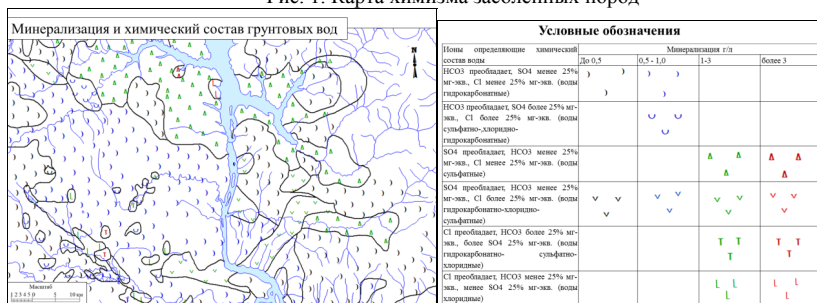


Рис. 2. Карта минерализации и химического состава грунтовых вод с условными обозначениями



Рис. 3. Карта глубины залегания 1-го водоносного горизонта.

LANDSCAPE – BASIC PRINCIPLES, TARGETS AND PURPOSE OF ENVIRONMENTAL PLANNING

I. M. Seyidova

*Azerbaijan Institute of Natural Resources, Azerbaijan
ilaherahim16@gmail.com*

Landscape planning has focused its efforts on clarifying and evaluating the features and functions of the landscape, as well as preparing proposals for sustainable conditions and esthetic features of land, water, air, climate, plant, animal and landscape [4].

In natural science, landscape planning is the most important aspect of human adaptation to surrounding landscape or environment, in conjunction with farming activity. Landscape planning from the economic point of view of the farming is the ecological direction of the territorial planning of society and human activity.

Landscape and landscape-ecological planning is the basis of the management of farming activity of territorial planning. It can be found different approaches and explanations for the landscape planning in the literatures. Let us consider some of these explanations.

Landscape planning is the planning of farming on the land which taking into account the landscape-ecological features of the area and types of use of nature. Initially, landscape planning is a method for systematization and full analysis of information about the modern position, importance and sensitivity of the environment and complexes.

In the second meaning, it is a method for land evaluation. This includes the geopolitical status of the lands, the strategic perspectives of their use, the adaptation to the requirements set out according to international standards. In the third meaning, it is a method combined with effective mechanisms by various decision-makers organizations and politicians at different levels.

In the fourth meaning, it is the most effective method for finding the best solution for the use of these resources and natural complexes if different options exist [3]. Landscape planning is a communicative process that involves all stakeholders in planning, giving rise to the democratization of society, its socio-economic stabilization, and sustainable development of the area. Landscape planning in the Nakhchivan Autonomous Republic is directed to the following directions:

- Changing landscapes to improve the features of life activity;
- Landscape-ecological planning for farming activity and economic ecological optimal placement of enterprises;
- Landscape planning of raw materials, conservation measures and production technology used in existing farm facilities;

- Landscape planning for the construction of seliteb areas;
- Applicationally oriented landscape planning for the landscape change to increase the durability to anthropogenic impacts of landscapes;
- Landscape planning of nature protection and restoration of degraded soils;
- Application of landscape planning to provide esthetic appearance for recreational purposes;
- Application of landscape planning in different areas for scientific studies.

References

1. Armand D. L. The science of the landscape. – M. : Mysl, 1975. – 286 p.
2. Ismayilova L. A. ANAS, News, Department of Earth Sciences. – Baku, 2013. – N 3. – P. 79–83.
3. Ismayilova L. A. Differentiation of geosystems in the southern slope of the Greater Caucasus and their landscape ecological planning / L. A. Ismayilova. – Baku, 2013. – N 3 – P. 79–83.
4. Mammadov R. M. Landscape planning in Azerbaijan (first experience and application) / R. M. Mammadov. – Baku, 2000. – 142 p.

UDK 551.48

FACTORS AFFECTING TO THE EROSION DEVELOPMENT IN THE NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC

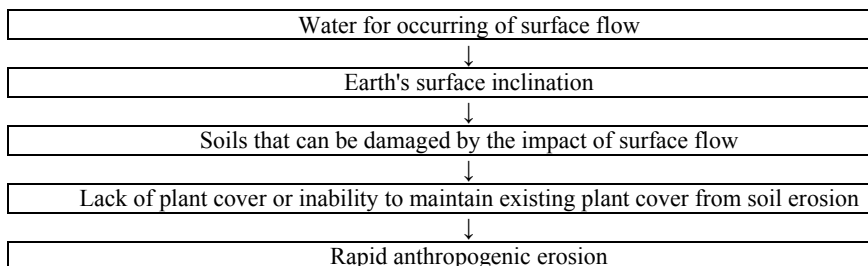
I. M. Seyidova, G. H. Gurbanov

*Azerbaijan Institute of Natural Resources, Azerbaijan
ilaherahim16@gmail.com*

The most harmful types of soil degradation is soil erosion. It is actually inactivating the soil: it deprives the soil of the upper humus horizon, which is fertile. It is possible to neutralize sour soil, desalinization the salty soils, desalinization the saline soil and soften the solid soil. However, it is impossible to restore the eroded soil and turn into not eroded soil.

Erosion can also occur only from the combined effects of natural factors. Properties of soil (water conductivity and resistance against to erosion) have a great influence on occurs erosion. The more less water conductivity and resistance against to erosion of the soil, the more greater the risk for erosion occurs. Another condition for the development of erosion is the thin plant cover that can not completely protect the soil to erosion. However, it should not be forgotten that natural conditions only paves the way for the occurrence of anthropogenic erosion. The occurrence of anthropogenic erosion is an inaccurate agricultural activity of human is that directly causes, which is which is due to the proper use of hill-side.

Rapid anthropogenic erosion is associated with human activity. The potential hazard rank of erosion is directly defined as a impact function of many factors (climate, relief, geological conditions, soil and plant cover, soils use in agriculture).



Thus, the potential danger of erosion may be expressed in the following formula:

$$E P D = f (C; R; G; S; P; A)$$

Here EPD – the potential danger of erosion

C – Climate conditions;

R – Relief condition;

G – Geological conditions;

S – Soil condition;

P – the soil protective role of the plant cover;

A – use in anthropogenic farm (anthropogenic factor) ;

There are strong relation between all factors that allow erosion to occur. The occurrence of erosion danger is frequently depend on falling precipitation layer during a rain. The impact of the precipitation layer on the flow and washing is explained by two observation data in the river. it was determined that, the increase of the precipitation layer by 2.2 times causes the flow to increase by 2.5 times and the washing of the soil by 3 times [4].

The flow occurs when the intensity of falling precipitation is higher than the intensity of water absorption. Numerous materials have been collected about the impact of rainfall intensity on the flow occurs and development of erosion in our republic and other countries. As a result of studies carried out in Azerbaijan, it was revealed that, when precipitation falling 1 mm per a minute intensity at the slope of 170 degrees on hillside, 26g soil is washed in 0.25 m³ area but when the intensity of precipitation was 2 mm per minute, 138 g of soil washed from same area [1]. Water erosion processes are significantly affects reduction of soil fertility in the Nakhchivan Autonomous Republic. Water erosion process is observed widespread in mountainous areas also observed plains and foothills areas.

Strong floods occurs in the strong eroded and breaked mountain slope, river valleys. In this case, the top fertile layer of soil is washed away. 200–

300 m³ of land is washed away from each hectare on the mountain slopes as a result of an intensive fall of only a heavy rains.

As a result, the productivity of agricultural crops decreases 1.5–2 times in surface middle-washed soils and 3–4 times in heavily washed soils compared to eroded soils [3].

The degree of erosion on the altitudes zones was studied using the results of the research conducted by N.Ielepev and S.Yabayev in order to pass on the struggle against the erosion processes in the area, which taking into account the intense of erosion processes in the Nakhchivan Autonomous Republic [2].

Table 1

Erosion rate on the altitude zones

№	Height(m)	Area		Inclination rate	Erosion rate
		Km ²	%		
	600–1000	1720	32.8	3–5 ⁰	Weak
	1000–1500	1500	28.6	5–10 ⁰	
	1500–2000	1023	19.5	10–15 ⁰	Medium
	2000–2500	500	9.5	15–20 ⁰	
	2500–3000	320	6.1	20–30 ⁰	Strong
	Over 3000	80	1.5	Over 30 ⁰	
Sum	–	5243	100	-	-

Table 1 shows that 61.4 % of the total area of the Nakhichevan Autonomous Republic is weak, 31 % medium and 7.6 % strong eroded.

References

1. Aliev G. A. Soils of the Nakhichevan ASSR / G. A. Aliev, A. K. Zeynalov. – Baku, 1988. – 239 p.
2. Babayev S. Y. Geography of Nakhchivan Autonomous Republic / S. Y. Babayev. – Baku : Science, 1999. – 226 p
3. Hasanov A. M «Natural resources and ways of use of Nakhchivan Autonomous Republic» / A. M. Hasanov. – Baku?, 2001. – 246 p.
4. Shirinov N. Human and Relief / N. Shirinov. – Baku : Azerneshr, 1991. – 117 p.

УДК 504

АНАЛИЗ ПОЖАРНОЙ СИТУАЦИИ НА ТЕРРИТОРИЯХ, ПОДВЕДОМСТВЕННЫХ ФГБУ «ЗАПОВЕДНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ»

С. А. Солянова

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
krushnic@mail.ru*

In this article the problem of pyrogenic situation in the territory of Pribaikalsky National Park and Baikal-Lensky Reserve is considered. The analysis of the data has been carried out and the most frequent cause of fires has been identified, as well as recommendations on the study of this issue.

Лесной пожар – это неконтролируемое распространение огня по лесному массиву. Причиной возникновения лесных пожаров являются различные естественные природные явления: грозовые разряды, самовозгорания торфяников. Имеет место также и человеческий фактор, проявляющийся в непродуманных действиях в условиях пожароопасной погоды. Пожары оказывают воздействие на все без исключения компоненты экосистемы, которые проявляются в изменении разнообразия, продуктивности и функциональной структуре биоценозов. Лесные пожары являются значимым внешним воздействием не только по отношению к древостоям и нижним ярусам растительности, но в целом к существованию лесных экосистем [1].

Мониторинг «Регистрации пожаров» проводится на двух территориях, подведомственных ФГБУ «Заповедное Прибайкалье». Анализ, представленный ниже, относится к Прибайкальскому национальному парку и заповеднику «Байкало-Ленский». На основе полученных данных о пожарной обстановке на ООПТ с 2014 по 2017 г. выявлено, что в 2015 г. было зарегистрировано наибольшее количество пожаров (рис. 1). В последующие годы, в том числе и в 2017 г., пожароопасная обстановка резко пошла на улучшение (уменьшение числа пожаров).

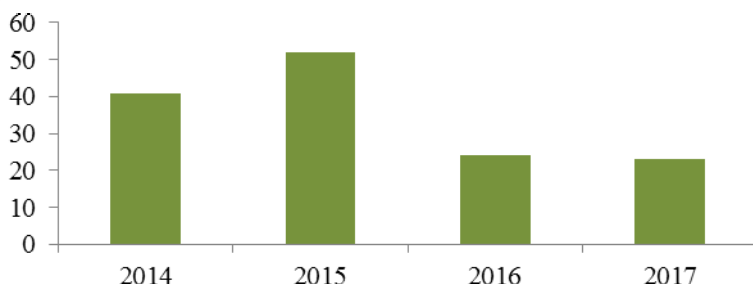


Рис. 1. Количество пожаров в период 2014–2017 гг.

Общая площадь, уничтоженными пожарами территорий, в 2015 г. была самой крупной (126 503,83 га) и в большинстве случаев пожары имели низовой беглый характер, пожары были средней интенсивности и возникали по естественным причинам (грозы), но в 2016 г. наступил резкий спад (6508,3 га) (рис. 2).

В 2014 г. было зарегистрировано 41 возгорание (заповедник «Байкало-Ленский» – 4, Прибайкальском национальном парке – 37), общей площадью 1714, 85 га. Пожарами уничтожено 1629,75 га лесной площади. Самое большое количество пожаров произошло на территории Листвянского лесничества Прибайкальского национального парка. Самое большое количество пожаров в 2014 г. произошли из-за не установленных причин (46 %), из-за гроз (32 %) и по причине неосторожного

обращения с огнем. Так же был зафиксирован переход с сопредельных территорий Агентства лесного хозяйства Иркутской области и местных сельхозов, включая Качугский.

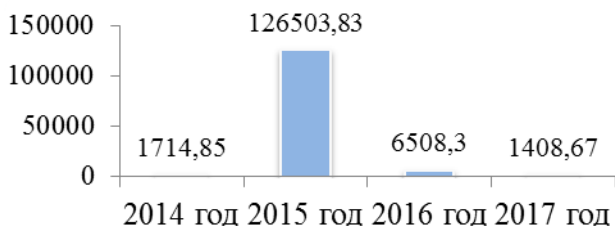


Рис. 2. Площадь пожаров, произошедших в 2014–2017 гг., га

В 2014 г. были зафиксированы возобновленные возгорания потушенных пожаров на территории Островного лесничества Прибайкальского национального парка и лесничества «Берег бурых медведей» заповедника «Байкало-Ленский».

В 2015 г. на территориях ФГБУ «Заповедное Прибайкалье» зарегистрировано и ликвидировано 52 пожара (заповедник «Байкало-Ленский» – 14, Прибайкальский национальный парк – 38), общей площадью 126 503,83 га. Из них лесной площади пожарами уничтожено 115 379,33 га. Причинами являлись сухие грозы, переход с сопредельных территорий, а также неосторожное обращение с огнем, как местными жителями, так и туристами – на местах некоторых пожаров были найдены остатки костров. Самое большое количество пожаров произошло в Прибайкальском лесничестве Прибайкальского национального парка – 15 %, далее по 13 % от общего количества пожаров у Листвянского лесничества, которые произошли по неустановленным причинам, а также Киренгского и Верхне-Ленского лесничеств (заповедник «Байкало-Ленский») из-за природных факторов – грозы. Также на территории ООПТ в 2015 г. были зарегистрированы переходы пожаров с сопредельных территорий Листвянского МО.

В 2016 г. на территориях, подведомственных ФГБУ «Заповедное Прибайкалье», зарегистрировано и ликвидировано 24 пожара (заповедник «Байкало-Ленский» – 9, Прибайкальский национальный парк – 15), общей площадью 6508,3 га. Из них лесной площади пожарами уничтожено 6548,3 га. В 2016 г. причины большинства пожаров (75 %) были не установлены. На территорию ООПТ были зарегистрированы переходы пожаров с сопредельных территорий Качугского лесхоза, МЛК ИО и республики Бурятия (на территорию лесничества «Берег Бурых Медведей» заповедника «Байкало-Ленский»). Самое большое количество по-

жаров в 2016 г. было зарегистрировано в Верхне-Ленском лесничестве на территории заповедника «Байкало-Ленский» (38 %). В 2017 г. на территориях ФГБУ «Заповедное Прибайкалье» зарегистрировано и ликвидировано 23 пожара (заповедник «Байкало-Ленский» – 16, Прибайкальском национальном парке – 7), общей площадью 14018,67 га. Из них лесной площади пожарами уничтожено 13 558,47 га. Самый крупный пожар был зафиксирован в Киренгском лесничестве, на территории заповедника «Байкало-Ленский», его площадь составила 4000 га. Большинство пожаров, зарегистрированных в 2017 г., произошло на территории заповедника «Байкало-Ленский»: в Верхне-Ленском лесничестве (35 %) и Киренгском лесничестве.

Основная часть пожаров приходится на апрель-сентябрь. Таким образом, территории, подведомственные ФГБУ «Заповедное Прибайкалье» имеют напряженную пожарную обстановку, которая может усугубиться с все возрастающей антропогенной нагрузкой. Необходимо усиление противопожарных мер и повышение эффективности экологического просвещения.

Список литературы

1. Стратегия по снижению пожарной опасности на ООПТ Алтае-Саянского экорегиона : отчет Ин-та леса им. В. Н. Сукачева (ИЛ СО РАН), подготовленный в рамках выполнения работ по проекту ПРООН/МКИ «расширение сети ООПТ для сохранения Алтае-Саянского экорегиона». – Красноярск, 2011. – 282 с.

Научный руководитель: доцент, канд. биол. наук И. И. Тупицын

УДК 579.26

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ВОД ИСТОКА РЕКИ АНГАРЫ

М. Ю. Сулова

*Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск, Россия
suslova@lin.irk.ru*

Information on the number of bacteria of water of a source of the Angara River (a drain of Baikal) obtained during 2017–2018 is provided.

Проблема дефицита питьевой воды с каждым годом становится всё актуальнее и уже давно обсуждается на экологических форумах и конгрессах. Первое, что волнует всех – это запасы питьевой воды на Земле, дефицит которой в настоящее время испытывают многие страны мира, второе – ее качество. Озеро Байкал является самым большим хранилищем пресной воды в мире – 23 тыс. км³, что составляет около 20 % всех поверхностных вод Земли. Безусловно, это огромное богатство, которое необходимо сохранить для будущих поколений нашей планеты. Един-

ственным стоком Байкала является река Ангара, а остальные – более 360 рек и речек впадают в Байкал. Фундаментальной научной проблемой является мониторинг опасных природных и антропогенных процессов в Байкальском регионе и их возможное влияние их на состояние озера. Вода истока Ангары и самого Байкала относится к наиболее чистым водам мира в отношении загрязнения. Сведения о микробиологии истока р. Ангары ранее были исследованы Е. Д. Савиловым с соавторами при изучении условно-патогенных микроорганизмов [1; 7].

В период с августа 2017 по март 2018 г. ежемесячно были отобраны пробы воды истока р. Ангары. В 2011 г. на водозаборе в районе истока Ангары была установлена ультрафиолетовая установка. В связи с этим проводили отбор проб воды на водозаборе и в береговой части Ангары с целью определения отличий в микробиологическом составе воды. Длина трубы на водозаборе около 90 м. Вода поступает с глубины 5 м, глубина реки в этом месте 4–6 м. При этом рядом в Байкале отмечается резкое увеличение глубины до 400 м. В береговой части реки опробование воды проводили на удалении 1,5–2 м от берега напротив Шаман-камня, с глубины 0,4–0,5 м.

Пробы воды отбирались в стерильные стеклянные флаконы вместимостью 500 мл согласно ГОСТ 31942-2012 для определения санитарно-микробиологических групп микроорганизмов таких как, общее микробное число (ОМЧ), общие колиформные бактерии (ОКБ), термотолерантные колиформные бактерии (ТКБ), колифаги, энтерококки [3; 4]; также определяли численность органотрофов, олиготрофов, психрофилов, протеолитиков, амилолитиков и фосфор растворяющих микроорганизмов [2; 5; 6].

Лаборатория водной микробиологии ЛИН СО РАН имеет аттестат аккредитации на определение санитарно-микробиологических показателей качества питьевой и поверхностной воды.

Качество вод водозабора и береговой части истока реки Ангара, отличаются. Пробы, отобранные на водозаборе, соответствуют микробиологическим требованиям СанПиН 2.1.4.1175-02 для нецентрализованного водоснабжения (ОКБ, ТКБ и колифаги – отсутствие в 100 мл, а ОМЧ не должно превышать 100 колоние-образующих единиц (КОЕ) в мл). Все показатели присутствия кишечной микрофлоры отсутствуют и количество общего микробного числа колеблется от 0 до 75 КОЕ/мл.

В истоке реки Ангара обнаружили бактерии групп кишечной микрофлоры с максимальными значениями в августе, где ОКБ составили 88 КОЕ/100 мл, ТКБ 12 КОЕ/100 мл и энтерококков 1 КОЕ/100 мл, так же ОКБ детектировали в октябре и декабре в количестве 2–3 КОЕ/100 мл, соответственно, что не соответствует нормам питьевых вод.

Численность органотрофных микроорганизмов была высокой в летне-осенний период с августа по октябрь колебалась от 73 до 60 КОЕ/мл, а с ноября по март от 2 до 16 КОЕ/мл. Также во все периоды

детектировали амилаolitikов и протеолитиков, фосфатрастворяющие бактерии отсутствовали только в январе. Численность психрофильных микроорганизмов в среднем 1,5 раза выше, органотрофов. Отличительной чертой вод истока, является наличие микроскопических плесневых грибов, которые относятся к активным деструкторам.

Показано, что микробиологический состав воды истока реки Ангара претерпевает незначительные изменения, в основном эти изменения обусловлены сезонами года и соответственно меняющейся температурой воды. При этом воды истока реки Ангара в качестве питьевой использовать нельзя, а по требованиям поверхностных вод она полностью соответствует нормативам.

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме № 0345-2016-0003 (AAAA-A16-116122110061-6) «Микробные и вирусные сообщества в биопленках пресноводных экосистем: таксономическое разнообразие, особенности функционирования и биотехнологический потенциал» и частичной поддержке гранта РФФИ 17-29-05022 офи_м (отбор проб).

Список литературы

1. Анганова Е. В. Характеристика микробного сообщества реки Ангара / Е. В. Анганова, А. В. Духанина, Е. Д. Савилов // Проблемы здоровья и экологии. – 2011. – № 2. – С. 129–132.
2. Горбенко А. Ю. О возможности количественного учета олигокарбофильного (олиготрофного) бактериопланктона на богатой питательной среде / А. Ю. Горбенко, А. Н. Дзюбан // Микробиология. – 1992. – Т. 61, № 3. – С. 531–532.
3. МУК 4.2.1018-01 Санитарно-микробиологический анализ питьевой воды Методические указания. – Введ. 2001-07-01. – М.: Федер. центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. – 31 с.
4. МУК 4.2.1884-04 Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов. Методические указания. – Введ. 2004-03-03. – М.: Федер. центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. – 49 с.
5. Нетрусов А. И. Практикум по микробиологии / А. И. Нетрусов. – М.: ИЦ Академия, 2005. – 608 с.
6. Родина А. Г. Методы водной микробиологии / А. Г. Родина. – М.-Л.: Наука, 1965. – 364 с.
- 7.. Условно-патогенные микроорганизмы в водных экосистемах восточной Сибири и их роль в оценке качества вод / Е. Д. Савилов [и др.] // Бюл. СО РАМН. – 2008. – № 1. – С. 47–51.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ АФРИКИ

Теа Мишель, К. А. Лощенко

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
thearusse@gmail.com*

Changes in air temperature and atmospheric precipitation in western Africa are analyzed according to weather stations for 2000–2017.

В работе исследуются климатические особенности в западной части Африки по данным метеорологической станции Абиджан, расположенной на высоте 8 м над у. м., и Дакар, находящейся на высоте 24 м над уровнем моря. Период исследования 2000–2017 гг. Обе станции попадают зимой под влияние пассатной циркуляции с континента, а летом муссона с Атлантики. Кроме того, на климат данной территории отепляющее влияние оказывает теплое гвинейское течение.

Выявлено, что на обеих метеорологических станциях преобладают положительные аномалии средних месячных температур, но в последние годы возросло число отрицательных аномалий (рис.1).

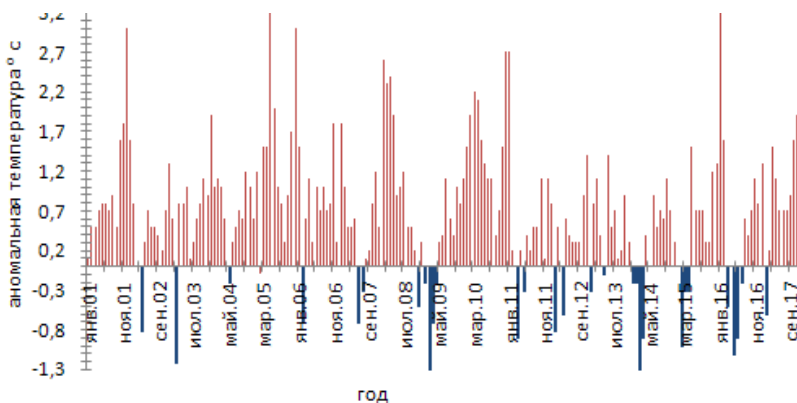


Рис. 1. Аномалии средних месячных температур (°C) на ст. Дакар в 2000–2017 гг. по отношению к климатической норме

Следует отметить, что число отрицательных аномалий возросло в зимние месяцы, а летом сохраняется тенденция роста средних температур. Анализ синоптических карт показал, что в настоящее время в западных районах Африки во все календарные сезоны года атмосферное давление растет. Можно предположить, что зимой в антициклоне осуществляется более редкое вторжение адвекции тепла, а летом наоборот прохо-

дит более интенсивный прогрев. Кроме того, охлаждающее влияние зимой и обогревающее летом, может оказывать океан, где в последние годы в районе гвинейского течения в зимние месяцы температуры поверхности океана понижаются, а в летние месяцы происходит их увеличение.

Наряду с изменениями в температурном режиме, выявлено увеличение сумм атмосферных осадков на западе Африки как по данным Реанализа NCEP/NCAR, так и данным непосредственных наблюдений на метеостанциях (рис. 2). Оказалось, что существенный вклад в увеличение количества сумм атмосферных осадков в последние годы вносит увеличение повторяемости ветров восточного направления, с которыми поступает дополнительная влага с приэкваториальной зоны континента, где в настоящее время отмечается увеличение испарения с подстилающей поверхности (рис. 3).

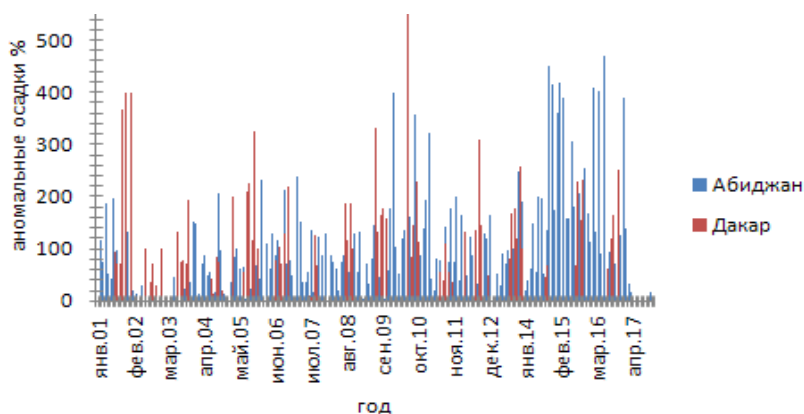


Рис.2. Аномалии средних месячных сумм атмосферных осадков (мм) на ст. Дакар и Абиджан в 2000–2017 гг. по отношению к климатической норме

Таким образом, на западе Африки в начале XXI века уменьшились темпы потепления климата, в холодное время года возросло число отрицательных аномалий температур. При этом похолодание на Западе Африки зимой носит региональный характер.

Несмотря на ослабление роста температур, наблюдается увеличение атмосферных осадков, одной из причин которого можно считать возросшее испарение влаги в приэкваториальных районах и рост температуры поверхности океана в районе Гвинейского теплого течения во все календарные сезоны года, кроме зимы.

NCEP/NCAR Reanalysis
Surface Potential Evaporation (W/m^2) Composite Mean

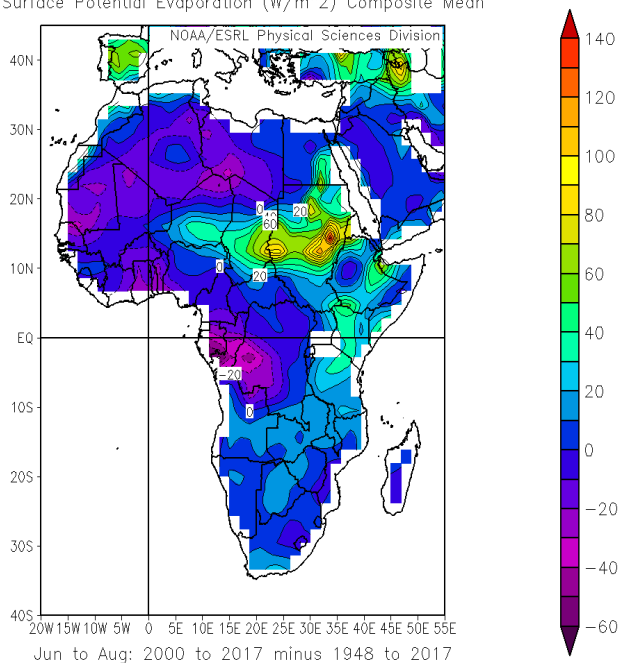


Рис.3. Аномалии потенциального испарения (Вт/м^2), осредненные за летние месяцы, на ст. Дакар и Абиджан в 2000–2017 гг. по отношению к средним за 1948–2017 гг.

УДК 551.515

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОБЕРЕЖЬЯ ОЗ. БАЙКАЛ

Д. В. Царенкова, И. В. Латышева

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
tsarenkova.diana@yandex.ru*

For the first time in oz. Baikal to begin studies of mesoscale features of meteorological fields of air temperature, wind direction and speed, precipitation amounts, to quantify the moisture content of clouds, the energy of convective potential instability, which can be used in the assessment of recreational resources of the coast.

В последние десятилетия межгодовые вариации уровня воды крупных озёр всё чаще рассматриваются как индикаторы для оценки региональных гидрологических последствий изменений климата. Не является исключением оз. Байкал, где в последние годы нарушена присущая ему

цикличность с периодом ~20–30 лет и отмечается продолжительный маловодный период. Необходимо также отметить возросшую в последние годы антропогенную нагрузку на побережье оз. Байкал. В этой связи важно исследовать не только климатические, но и мезоклиматические особенности озера.

В работе предпринята попытка начать исследование мезометеорологического режима побережья оз. Байкал по ежедневным данным прогностической модели GFS по следующим параметрам: температура воздуха, трехчасовые суммы осадков, направление и скорость ветра, мгновенная плотность энергии ветра; влагосодержание облаков; потенциальная энергия конвективной неустойчивости. На рис. 1 показана схема расположения метеорологических станций, в районе которых снимались исследуемые характеристики. Видно, что выбор точек охватывает по возможности всю акваторию озера Байкал. В качестве периода исследования взяты весенние и летние месяцы 2017 г., всего объем выборки составил более 20 тыс. случаев наблюдений.

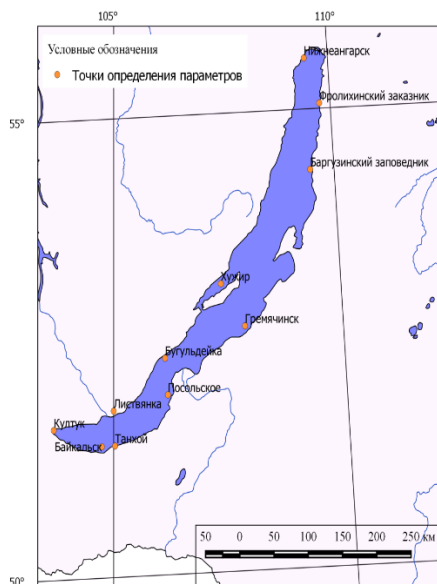


Рис. 1. Схема пунктов наблюдений

Установлено, что устойчивые ветровые потоки на побережье оз. Байкал по ежедневным данным 2017 г. сохраняются весной и летом только на северной оконечности озера и в южной части озера – это северо-западный и западный ветер. Над остальной акваторией озера направление ветра очень изменчиво. Например, на ст. Баргузинский заповедник в начале лета преобладал юго-западный ветер («култук»), в середине

лета северо-восточный («верховик»), а в конце лета северо-западный («горная») (рис. 2). Наибольшие средние скорости ветра в исследуемый период приходились на апрель и изменялись от 0,2 м/с (Байкальск) до 8,3 м/с (Баргузинский заповедник), максимальная скорость ветра (11,3 м/с) по данным прогностической модели GFS зафиксирована в мае на станции Бугульдейка.

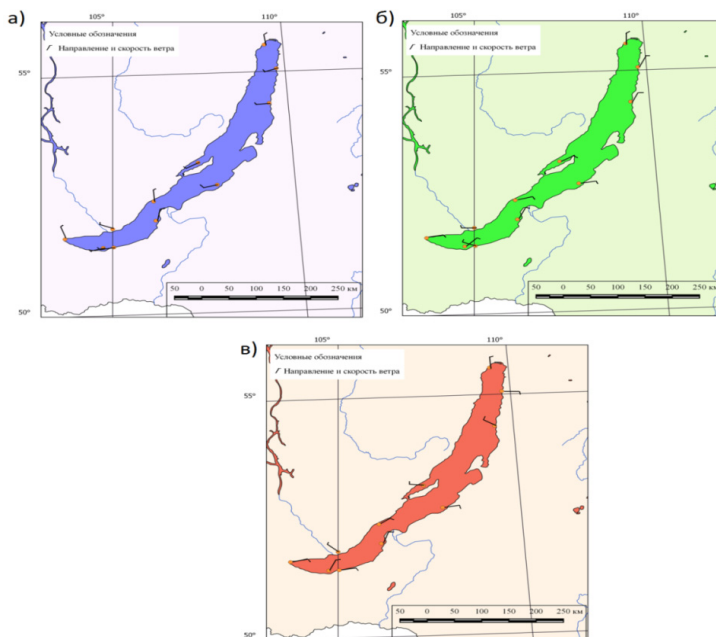


Рис. 2. Распределение господствующих ветровых потоков на побережье оз. Байкал в июне (а) июле (б) и августе (в) 2017 г.

Рассчитывался пространственный градиент температур, который в марте составляет 2,1 °С, в апреле 5,3 °С, а в мае 8,6 °С. Таким образом, температурные контрасты весной увеличиваются в 4 раза. Летом максимальным контраст был в июне и составил 7,9 °С, в июле 7,2 °С, в августе уменьшается до 4,5 °С. Таким образом, температурные контрасты уменьшаются к концу лета приблизительно в 2 раза.

Значительные различия выявлены в распределении потенциальной энергии конвективной неустойчивости, которая характеризует условия, благоприятные для развития конвекции, и связанных с ней опасных явлений, таких как грозы, ливни и шквальный ветер. Весной количество доступной конвективной потенциальной энергии больше всего в южной части Байкала в конце апреля, а в мае в северной части, когда на озере

начинает разрушаться ледяной покров. В целом максимальные значения приходятся на период максимальных температур в июле.

Определялись характеристики мгновенной плотности энергии ветра на разных уровнях тропосферы. Установлено, что весной плотность энергии ветра максимальна на уровне 250 гПа, т. е. на высоте около 10,5 км, что связано с большими скоростями ветра на данной высоте. Также можно отметить, что в среднем мгновенная плотность энергии ветра больше в конце весны. Интересно, что в июне и июле наиболее высокие средние значения отмечаются также на уровне 250 гПа, т. е. вблизи тропопаузы, а в августе на уровне средней тропосферы.

В заключение были проанализированы снимки облачного покрова по данным архива ИСЗФ СО РАН для случаев с максимальными значениями осадков, влагосодержания и потенциальной энергии конвективной неустойчивости. Выявлено, что интенсивные осадки ($\geq 3,6$ мм/3 ч) вдоль побережья Байкала наблюдались на фоне развития локальных конвективных ячеек в дневные часы либо при выходе монгольского циклона.

УДК 504.05

МИНЕРАЛЬНЫЙ АЗОТ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ И АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКАХ ПОС. ЛИСТВЯНКА (ЮЖНЫЙ БАЙКАЛ)

Н. С. Чебунина, Н. А. Онищук, О. Г. Нецветасева

*Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск, Россия
nchebun@lin.irk.ru*

Dynamics of mineral nitrogen content in surface waters and atmospheric precipitation near Listvyanka settlement (Southern Baikal) is considered. It is established that the increased concentrations of nitrogen compounds found in the mouths of the rivers of settlement due to a significant anthropogenic influences on its territory.

Поселок Листвянка, расположенный на побережье Лиственнического залива озера Байкал, является в настоящее время популярным туристическим центром. Через поселок протекает несколько небольших рек, впадающих в озеро Байкал – Крестовка, Каменушка, Сеннушка, Малая Черемшанка и Большая Черемшанка, по берегам которых расположены многочисленные жилые дома, гостиницы и кафе, не имеющие центральной системы водоотведения. Загрязняющие компоненты поступают в поверхностные, грунтовые воды и береговую зону озера с неочищенными хозяйственно-бытовыми сточными водами, поверхностным стоком с садово-огородных участков, а также с атмосферными осадками. Как следствие, в 2008–2013 гг. в прибрежной части залива Лиственнический впервые обнаружены существенные изменения в зональности распреде-

ления зеленых нитчатых водорослей, обусловленные повышенным содержанием биогенных элементов в воде [1].

Целью данной работы являлось исследование содержания минерального азота (нитратов, нитритов и аммония) в реках, а также в атмосферных осадках, выпавших на территории п. Листвянка в течение 2015–2017 гг. Отбор проб поверхностных вод проводился ежемесячно в местах, не подверженных антропогенному влиянию (выше поселка), а также в устьях исследуемых рек. Отбор проб атмосферных осадков осуществлялся на станции круглогодичного мониторинга атмосферы в п. Листвянка (51°51'с. ш., 104°54'в. д.).

Установлено, что в пробах воды, отобранных выше поселка, концентрации минерального азота минимальны (0,08–0,50 мг/дм³) и обусловлены естественными биохимическими процессами, протекающими в водных объектах. Среднегодовое содержание минерального азота в устьях рек Крестовка, Каменушка, Малая Черемшанка и Большая Черемшанка увеличилось и составило 0,25–2,29 мг/дм³.

Среднее за год содержание нитратов в устьях исследуемых рек превысило фоновые значения в 4–13 раз. В течение зимнего периода, а также в период вскрытия ледового покрова, содержание нитратов в воде возросло (3,1–18,5 мг/дм³). Повышение концентрации нитратов в воде отмечалось также в июле–августе (0,66–12,85 мг/дм³). Исследования химического состава атмосферных осадков (1999–2010 гг.) в Байкальском регионе выявили довольно высокие концентрации нитратов в снеге на ст. Листвянка (2,6 мг/дм³), сравнимые со ст. Иркутск (2,8 мг/дм³), а также повышенное относительное содержание данного компонента в снеге в сравнении с дождевыми выпадениями [2]. В холодный период 2015–2017 гг. среднемесячное содержание нитратов в атмосферных осадках также было высоко, 2,0–3,9 мг/дм³. Максимальные концентрации зарегистрированы в феврале (рис. 1). В теплый период содержание нитратов в атмосферных осадках снизилось в среднем в 3 раза, по сравнению с холодным периодом.

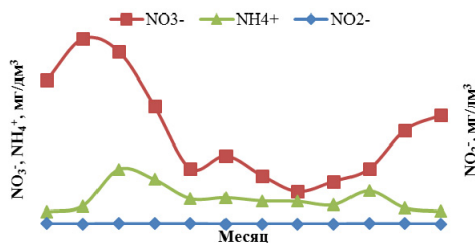


Рис. 1. Внутригодовая динамика содержания минеральных форм азота в атмосферных осадках в течение 2015–2017 гг.

Среднегодовое содержание нитритов в устьях рек Крестовка, Каменушка, Малая Черемшанка и Большая Черемшанка превысило фоновые значения в 1,5; 10; 5 и 10 раз соответственно. Максимумы зафиксированы в период весеннего паводка (0,019–0,131 мг/дм³) и в конце лета (0,008–0,133 мг/дм³). В атмосферных осадках содержание нитритов оставалось невысоким (до 0,012 мг/дм³) в течение всего периода исследования.

Среднегодовое содержание ионов аммония в реках варьировало в широких пределах (0,04–0,24 мг/дм³) и превысило фоновые значения в 2–24 раза. В большей степени загрязнено аммонием устье р. Каменушка, где регистрировалось превышение фоновых значений в течение всего периода исследования. Полученные результаты свидетельствуют о наличии стабильного источника загрязнения этого водотока в черте населенного пункта. В атмосферных осадках содержание аммония изменялось от 0,26 до 1,16 мг/дм³. Среднегодовая концентрация (0,54 мг/дм³) превышает аналогичное значение в поверхностных водах. Максимум концентрации зафиксирован в марте-апреле – периоде интенсивного таяния снежного покрова и обогащения атмосферы аэрозольным веществом.

Минеральный азот в поверхностных водах п. Листвянка представлен, преимущественно, нитратами (среднегодовое содержание нитратного азота составило 77–98 %). Доля аммонийного азота изменялась от 2 до 21 %. В атмосферных осадках в среднем за год доли аммонийного и нитратного азота равны, но вклад аммонийного азота выше в теплый период (64 %), нитратного азота – в холодный период (74 %). Это обусловлено, в первом случае, влиянием преимущественно природных факторов формирования состава осадков, во втором – воздействием локальных и региональных антропогенных источников загрязнения атмосферы. Повышенные концентрации минерального азота в воде исследуемых рек после прохождения ими жилого массива обусловлены существенным антропогенным влиянием источников, расположенных в п. Листвянка.

Работа выполнена в рамках проекта № 0345-2016-0008 «Оценка и прогноз экологического состояния озера Байкал и сопряженных территорий в условиях антропогенного воздействия и изменения климата».

Список литературы

1. Массовое развитие зеленых нитчатых водорослей родов *Spirogyra* Link и *Stigeoclonium* (CLOROPHYTA) в прибрежной зоне Южного Байкала / О. А. Тимошкин, Н. А. Бондаренко, Е. А. Волкова, И. В. Томберг, В. С. Вишняков, В. В. Мальник // Гидробиол. журн. – 2014. – № 5. – С.15–26.
2. Динамика химического состава атмосферных осадков в Байкальском регионе / О. Г. Невцетаева, Н. А. Онищук, Е. А. Зимник, Н. П. Сезько, И. Н. Доля-Лопатина, И. Н. Ходжер // Оптика атмосферы и океана. – 2012. –Т. 25, № 6. – С. 507–512.

ЦИРКУЛЯЦИОННЫЕ ФАКТОРЫ ВЫПАДЕНИЯ БОЛЬШОГО КОЛИЧЕСТВА АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ НА СТ. ИРКУТСК В ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОД 2017–2018 ГГ.

И. В. Шахаев, К. А. Лощенко

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
shahaev2010@mail.ru*

The synoptic conditions for the precipitation of intense precipitation in Irkutsk are analyzed according to observations and reanalysis.

Отличительной особенностью холодного периода 2017–2018 гг. в Иркутске явилось выпадение большого количества атмосферных осадков. В период с 1 декабря 2017 г. по 30 марта 2018 г. в г. Иркутске выпало 106 мм осадков (рис.1). Во все зимние месяцы суммы осадков превышали норму, особенно много осадков выпало в декабре (319 % от нормы).

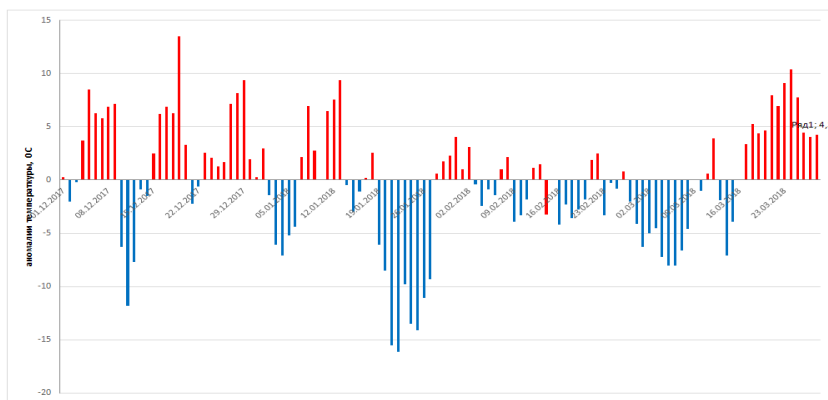


Рис. 1. Аномалии месячных сумм атмосферных осадков (% от нормы) в г. Иркутске с 01.12.2017 по 30.03.2018

Для исследования циркуляционных причин большого количества атмосферных осадков были рассчитаны аномалии среднего месячного давления. Оказалось, что в исследуемый нами период отмечалось значительное ослабление Азиатского антициклона. Анализ карт приземного барического поля показал, что в течение зимних месяцев осуществлялось до 3 выходов циклонов, в марте – 8. Более показательным является число дней с циклональным типом погоды, которое достигало до полумесяца.

Давление в центре циклонов изменялось от 972 гПа при смещении ныряющего циклона 6 февраля 2018 г. до 1024 гПа при выходе южного циклона 19 февраля 2018 г. Кроме того, отличительной особенностью

циклонов в холодный период 2017–2018 гг. было то, что суммы атмосферных осадков и влагодержание облаков нередко были больше в передней части циклона, тогда как по многолетним данным в зоне холодных атмосферных фронтов.

Более детальный анализ синоптических карт показал, что при частом смещении ныряющих циклонов территория Иркутской области оказывалась под влиянием меридионально ориентированных теплых фронтов между двумя антициклонами, где происходит приземный фронтогенез (рис.2).

Анализ крупномасштабных циркуляционных факторов показал, что выпадению значительного количества атмосферных осадков способствовало усиление меридиональности процессов. В результате районы г. Иркутска длительное время оказывались под влиянием тыловой части высотной ложбины, где происходило смещение ныряющих циклонов.

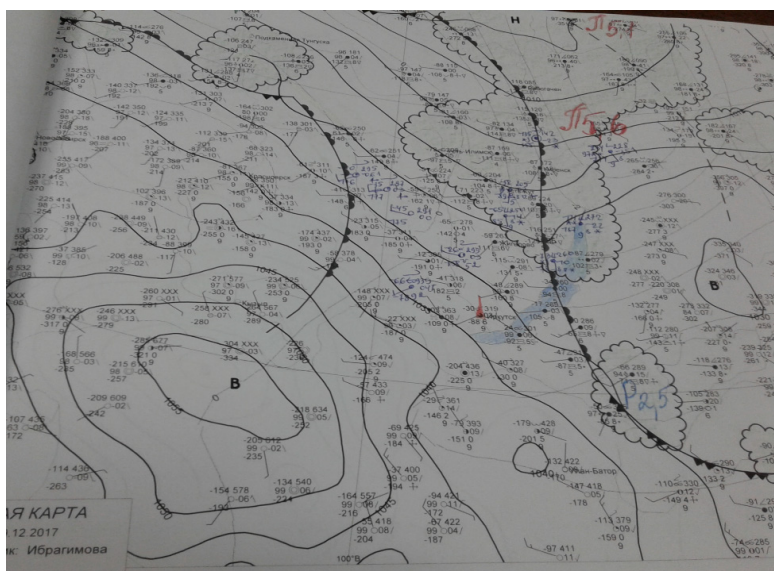


Рис. 2. Приземная синоптическая карта за 12 всв 19.12.2017

Интересной особенностью данного типа процессов явилось тесное взаимодействие трех разнородных воздушных масс: влажной атлантической, которая смещалась с высокими скоростями, холодной арктической вдоль периферии полярного антициклона и редкой для нас тихоокеанской вдоль тыловой части обширной высотной ложбины.

Также в условиях усиления меридиональности потоков в районе Иркутска происходило тесное взаимодействие арктической, полярной и

субтропической высотных фронтальных зон и зон струйных течений, что обуславливало тропосферный фронтогенез.

Таким образом, выпадение значительных атмосферных осадков в холодный период 2017–2018 гг. в г. Иркутске можно объяснить аномальным развитием крупномасштабных форм атмосферной циркуляции, что при увеличении меридиональности потоков способствовало длительному сохранению влияния тыловой части высотной ложбины с благоприятными условиями для частого смещения ныряющих циклонов на южные районы Иркутской области.

При стационарировании антициклонов с востока и запада на районы г. Иркутска длительное время оказывали влияние теплые атмосферные фронты с высоким влагосодержанием облачности и условиями фронтогенеза.

УДК 551.515

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ОКЕАНОВ

А. А. Шестакова, И. В. Латышева

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
ababab1967@mail.ru*

The anomalies of the surface temperature of the oceans according to NCEP/NCAR reanalysis and the Madden-Julian oscillation are analyzed in the example of the cold period 2017–2018.

Среди естественных факторов глобальных изменений климата важная роль принадлежит океану. Океан, обладая высокой теплоемкостью, способен аккумулировать тепло и длительное время отдавать его в атмосферу. Поэтому важно понимать, какие изменения происходят сейчас в температурном режиме поверхности океанов. В работе построены карты отклонений средних месячных температур поверхности океанов в 2000–2017 гг. по сравнению со средними многолетними данными за период 1948–2017 гг. Исходные данные – данные Реанализа с шагом сетки $2,5^\circ \times 2,5^\circ$. На рис. 1 показаны отклонения, рассчитанные для всех месяцев года. Видно, что в холодный период года положительные аномалии температуры поверхности океана охватывают высокие широты Арктики, а в теплое время, наоборот, они ослабевают, зато отмечается прогрев в экваториальной и тропической зоне океанов.

Далее рассчитывались аномалии температуры поверхности океанов в районе действия Эль-Ниньо (Nino 3,4 и 4) в зоне 6° северной и южной широты, а также в Индийском океане и в районе Гавайи. Аналогично были построены графики аномалий температуры поверхности океана в разных частях Атлантики. Оказалось, что во всех районах Атлантики,

особенно в северной ее части, с начала 2000-х гг. преобладают положительные аномалии температур. Также выделен Индийский океан, где с начала 2000-х гг. отмечаются только положительные аномалии температур.

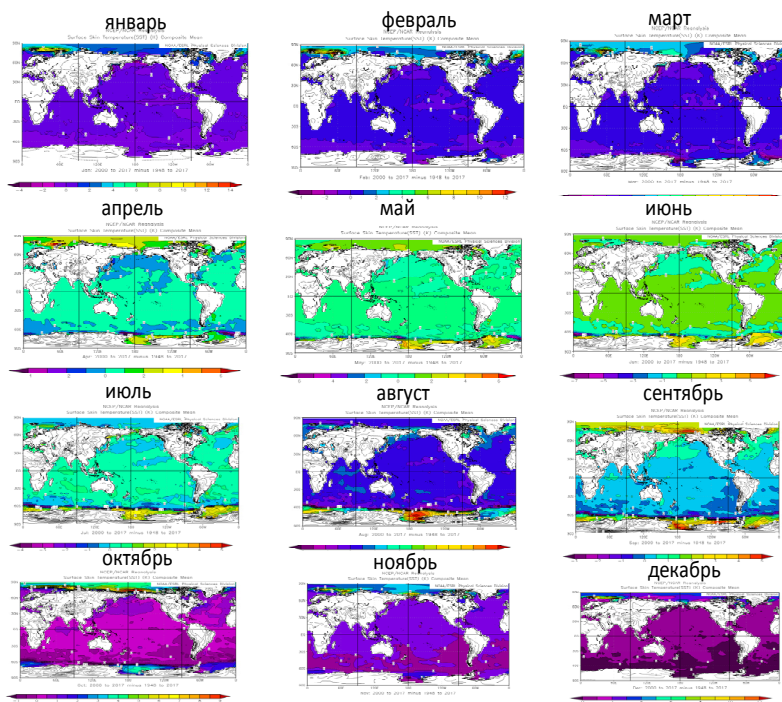


Рис. 1. Карты отклонений средних месячных температур поверхности океанов ($^{\circ}\text{C}$) в 2000–2017 гг. по сравнению со средними многолетними данными за период 1948–2017 гг.

Так как значительные изменения температур наблюдаются в тропической зоне океанов, то в работе рассмотрено такое колебание, как осцилляция Маддена-Джулиана (Madden–Julian oscillation, MJO), которая действует в течение от одного до трех месяцев и представляет собой волну тепла, которая перемещается в восточном направлении над теплыми районами Индийского и Тихого океанов со скоростью от 4 до 8 м/с. Движение такой волны можно увидеть по различным проявлениям, но наиболее чётко по развитию конвективных облаков и связанных с ними атмосферных осадков.

Вначале такие изменения проявляются на западе Индийского океана, затем перемещаются на восток и продолжаются в Тихом океане, где затухают по мере продвижения к его холодным восточным районам, но иногда вновь возникают с уменьшенной амплитудой над тропическими

районами Атлантики. Явление было обнаружено Рональдом Мадденом и Полем Джулианом в 1994 г.

Динамика этого явления была проанализирована по численным значениям индекса МЮ, который рассчитывается по экваториально-усредненным значениям скорости зонального ветра на уровнях нижней тропосферы 850-гПа (1,5 км) и верхней тропосферы 200-гПа (12 км). Было выявлено, что в декабре 2017 г. возникло новое событие осцилляции Маддена – Джулиана, которое распространялось от Индийского океана до Тихого океана. В период с ноября по март наблюдалось тесное согласование в смещении с запада на восток зонального потока и связанных с ним зон усиленной конвекции и атмосферных осадков. Также отчетливо прослеживалось, что мере ослабления зонального ветра ослабевает конвекция и ослабевают осадки.

Таким образом, проведенное исследование показало, что в настоящее время четко проявляется увеличение температуры поверхности океанов. Океан, поглощая тепло, выделяет дополнительное тепло в атмосферу, что способствует активизации конвекции и усилению образования атмосферных осадков. В работе начато исследование осцилляции Маддена-Джулиана на примере 2018 г., которое показало хорошую взаимосвязь аномалий зонального переноса с аномалиями осадков.

УДК 579.68:579.63(282.256.341)

ОЦЕНКА САНИТАРНО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ ВОД ОЗ. БАЙКАЛ В 2017 Г.

**Ю. Р. Штыкова, Г. В. Подлесная, В. В. Мальник,
М. Ю. Суслова, О. А. Тимошкин, О. И. Белых**

*Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск, Россия
tulupova@lin.irk.ru*

The aim of the study was to estimate of sanitary condition in littoral zone of Lake Baikal in 2017 using sanitary-microbiological methods of analysis of surface water-supply sources.

В последние годы в прибрежных водах оз. Байкал, особенно в летнее время, складывается неблагоприятная санитарная обстановка, что обусловлено высокой антропогенной нагрузкой (туризм, судоходство, сброс некачественно очищенных сточных вод). Результаты ранее проведенных исследований [3; 4] свидетельствуют о превышении нормативов санитарно-микробиологических показателей [2] в водах озера, что может представлять эпидемиологическую опасность для туристов и населения. Регулярный мониторинг микробиологических показателей в участках озера с наиболее интенсивной рекреационной нагрузкой позволит оце-

нить их санитарное состояние и безопасность для использования в рекреационных целях.

Цель данного исследования – оценить качество прибрежных вод оз. Байкал по санитарно-микробиологическим показателям.

Материалы и методы. Пробы поверхностного слоя воды отбирали в июне и сентябре 2017 г. на 10 станциях в акваториях возле населенных пунктов и рекреационных объектов: пос. Заречный, г. Северобайкальск, бух. Сеногда, пос. Хужир (прол. Малое Море), бух. Ая, пос. Бол. Голоустное, пос. Листвянка; и в акваториях с низким антропогенным влиянием: м. Большой Солонцовый, Ушканьи острова и м. Елохин. Пробы отбирали в 4–8 точках на каждой станции. Воды оз. Байкал используются для питьевых, хозяйственно-бытовых нужд и рекреации, поэтому оценку качества вод проводили по нормативным значениям санитарно-микробиологических показателей для объектов II категории водопользования. В пробах определяли ОКБ (общие колиформные бактерии) и ТKB (термотолерантные колиформные бактерии), количество которых не должно превышать 500 и 100 КОЕ (колониеобразующих единиц) в 100 мл [2]. Для получения дополнительной информации о санитарном состоянии вод оценивали численность энтерококков и коэффициент самоочищения (КС). Обнаружение энтерококков свыше 50 КОЕ/100 мл предполагает поступление свежего фекального загрязнения. КС позволяет судить об интенсивности процессов самоочищения водоема, так как отражает соотношение численности автохтонной и аллохтонной микрофлоры (КС равен 4 и выше) [1].

Результаты. Санитарно-показательные микроорганизмы присутствовали во всех пробах воды в оба периода исследований. Качество вод 6 исследованных станций соответствовало СанПиН 2.1.5.980-00. В акваториях м. Большой Солонцовый и Ушканьих островов колиформные бактерии и энтерококки встречались в единичном количестве. В прибрежных водах м. Елохин в июне значения ОКБ достигали 37,5 КОЕ/100 мл, ТKB – 12,5 КОЕ/100 мл, а в сентябре 106 и 8 КОЕ/100 мл, соответственно. В прибрежных водах пос. Хужир численность ОКБ находилась в пределах от 1 до 59 КОЕ/100 мл, ТKB от 1 до 26 КОЕ/100 мл, энтерококков от 1,5 до 15 КОЕ/100 мл в оба периода исследований. В акватории пос. Б. Голоустное в июне ОКБ, ТKB и энтерококки присутствовали в единичном количестве, а в сентябре численность ОКБ колебалась от 1,5 до 204 КОЕ/100 мл, ТKB – от 1 до 24 КОЕ/100 мл. В прибрежных водах г. Северобайкальск детектировали превышение нормативов в 2 из 7 исследованных проб в июне (ОКБ 1090 и 1800 КОЕ/100 мл, ТKB 160 и 300 КОЕ/100 мл, энтерококки 220 КОЕ/100 мл) и в 2 из 6 проб в сентябре (энтерококки 112 КОЕ/100 мл, КС 0,3 и 1,3). В акватории пос. Листвянка в июне выявили высокие значения ТKB в 2 пробах из 7 (113 и 154 КОЕ/100 мл), а в сентябре в 1 из 9 (430 КОЕ/100 мл) и во всех про-

бах обнаружен низкий КС (от 0,4 до 3,5). Также превышение нормативов детектировали в июне в 2 пробах из 5 возле пос. Заречный (ОКБ 690 КОЕ/100 мл, ТКБ 190 КОЕ/100 мл, энтерококки 81 и 170 КОЕ/100 мл) и в сентябре в 1 пробе из 4 в бух. Ая (ОКБ 878 КОЕ/100 мл).

Проведенное исследование позволило выявить несоответствие качества воды СанПиН 2.1.5.980-00 в прибрежных водах населенных пунктов и рекреационных объектов (г. Северобайкальск, пос. Заречный, пос. Листвянка и бух. Ая). Акватории м. Большой Солонцовый и Ушканьих островов характеризовались наиболее благоприятным санитарно-микробиологическим состоянием. В условиях изменения климата и повышения антропогенного воздействия на экосистему озера, с учетом полученных нами результатов, свидетельствующих о неблагоприятной санитарно-микробиологической ситуации, считаем целесообразным и актуальным проводить регулярный мониторинг санитарных показателей в озере Байкал, особенно в рекреационных зонах.

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме 0345-2016-0003 (АААА-А16-116122110061-6) «Микробные и вирусные сообщества в биопленках пресноводных экосистем...»

Список литературы

1. МУК 4.2.1884-04. Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов.
2. СанПиН 2.1.5.980-00, с изм. от 04.02.2011, с изм. от 25.09.2014. Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод.
3. Nearshore benthic blooms of filamentous green algae in Lake Baikal / L. S. Kravtsova [et al.] // Great Lakes Research. – 2014. – Vol. 40. – P. 441–448.
4. Rapid ecological change in the coastal zone of Lake Baikal (East Siberia): Is the site of the world's greatest freshwater biodiversity in danger? / O. A. Timoshkin [et al.] // Journal of Great Lakes Research. – 2016. – Vol. 42. – P. 487–497.

УДК 551.585.5(571.53)

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА В ГОРНЫХ РАЙОНАХ ВОСТОЧНОГО САЯНА

Т. Б. Шутукова, И. В. Латышева

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
ndombrovskaya@inbox.ru*

The climatic changes in the mountainous areas of the Eastern Sayans for the period 1940–2016 are analyzed.

Исследования климата – одна из наиболее популярных тем исследований в метеорологии в последние годы. Учитывая, что изменения климата проявляются неодинаково в разных регионах, мы предприняли по-

пытку провести исследования температурного режима в горных районах Восточного Саяна. Восточный Саян – селеопасный район, кроме того, климатический режим территории очень изменчив.

Цель данного исследования – проанализировать многолетние изменения температуры воздуха в Восточном Саяне по данным станции Алыгджер. Для сравнения климата горных районов выбраны метеостанции Иркутск (промышленный центр) и Нижнеудинск (на некотором удалении от Восточного Саяна). Период исследования 1940–2016 гг.

На рис. 1 показано изменение средней годовой температуры воздуха на станциях Иркутск, Алыгджер и Нижнеудинск. Видно хорошее согласование многолетнего изменения средних температур, коэффициент корреляции составил 0,92 между станциями Алыгджер и Иркутск и 0,95 между станциями Алыгджер и Нижнеудинск. Также на всех метеорологических станциях средние годовые температуры воздуха увеличиваются примерно на 5 °C за 1940–2016 гг.

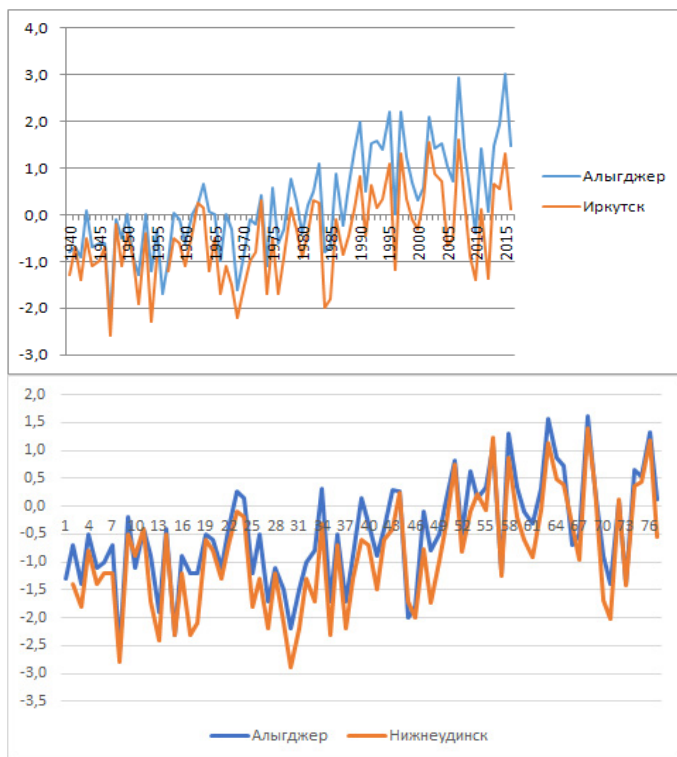


Рис. 1. Изменение средних годовых температур (°C) на метеорологических станциях Алыгджер, Иркутск и Нижнеудинск в 1940–2016 гг.

В отличие от средних годовых температур многолетние изменения абсолютных максимумов и минимумов температур носят менее согласованный характер между станциями, коэффициент корреляции между ними уменьшается до 0,50 для абсолютных максимумов и 0,29 – для абсолютных минимумов. Это значит, что в формировании крупных температурных аномалий большой вклад могут вносить местные циркуляционные факторы и рельеф. В многолетних изменениях абсолютных максимумов не выявлено четких тенденций, а абсолютные минимумы температур уменьшаются в сторону потепления.

В работе рассчитывались средние значения температуры воздуха по 25-летиям (период, близкий к 30 годам, принятым для исследования климата). Выбраны периоды: 1940–1965, 1966–1991 и 1992–2016 гг. Затем рассчитывалась разность температур между последующим и предыдущим периодом. Таким образом, оценивали скорость изменения температуры воздуха от периода к периоду. Установлено, что зимой в последние годы скорости повышения температур возросли в горных районах Восточных Саян и на ст. Нижнеудинск, но уменьшились в промышленном центре г. Иркутск. Весной скорости роста температур увеличиваются, особенно на ст. Алыгджер, а летом после понижения температур отмечается рост, особенно в июне и июле, причем наиболее выражен на ст. Алыгджер. Осенью рост температур во все месяцы сохраняется только на ст. Алыгджер.

В заключение было проанализировано изменение продолжительности безморозного периода и сроков наступления первых и последних заморозков. Оказалось, что в горных районах Восточного Саяна преобладает тенденция более позднего наступления первого заморозка и более раннего наступления последнего заморозка, но в целом продолжительность безморозного периода растет (рис. 2).

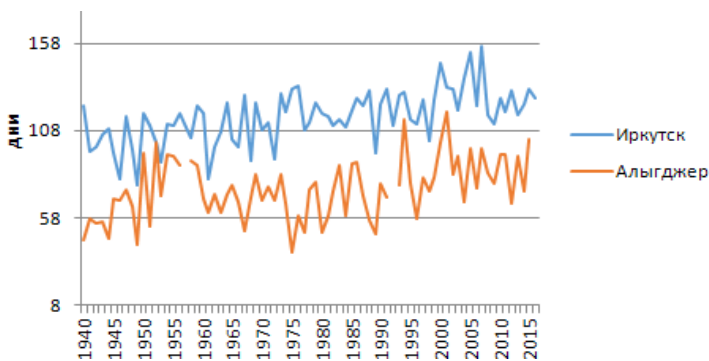


Рис. 2. Изменение продолжительности безморозного периода (дни) на метеорологических станциях Алыгджер и Иркутск в 1940–2016 гг.

В целом проведенное исследование показало, что, в горных районах Восточного Саяна в период с 1992 г. по настоящее время возросли темпы изменений климата по сравнению с периодом 1940–1991 гг. в период с января по октябрь и уменьшились в ноябре и декабре. Особенно по скорости роста средних температур выделяется февраль, а также летние месяцы, когда после понижения температур происходит их рост.

Необходимо отметить, что скорости роста температур воздуха в горных районах Восточного Саяна по данным ст. Алыгджер выше, чем в промышленном центре г. Иркутск и на ст. Нижнеудинск.

Современные тенденции изменения климата в горных районах Восточного Саяна характеризуются увеличением продолжительности безморозного периода, средняя продолжительность которого на 41 день меньше, чем в г. Иркутске. По сравнению с началом 1940-х гг. она возросла почти в 2 раза, что в целом благоприятно для сельского хозяйства и развития курортных зон Восточного Саяна.

Научное издание

**СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ
ПРОБЛЕМЫ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА
И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

ISBN 978-5-9624-1643-4

Материалы публикуются в авторской редакции
Дизайн обложки: П. О. Ершов

Темплан 2018. Поз. 114
Подписано в печать 03.12.2018. Формат 60×90 1/16
Уч.-изд. 22,7. Усл.-печ. л. 25,6. Тираж 100 экз. Заказ 161

ИЗДАТЕЛЬСТВО ИГУ
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 124