ISSN 0868-8540

АЛЬГОЛОГИЯ
ALGOLOGIA

SUPPLEMENT

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

IV Международной конференции

«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ АЛЬГОЛОГИИ»

Киев, 23-25 мая 2012 г.

IV International Conference

«ADVANCES IN MODERN PHYCOLOGY»

Kyiv, 23-25 May 2012

Национальная академия наук Украины

Институт ботаники им. Н.Г. Холодного

Украинское ботаническое общество секция фикологии

IV МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ АЛЬГОЛОГИИ»

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

23-25 мая 2012 г., Киев, Украина

Киев – 2012

National Academy of Sciences of Ukraine

M.G. Kholodny Institute of Botany

Ukrainian Botanical Society
Phycological Section

IV INTERNATIONAL CONFERENCE

«ADVANCES IN MODERN PHYCOLOGY»

BOOK OF ABSTRACTS

23-25 May 2012, Kyiv, Ukraine

Kyiv – 2012

УДК 582.26/.27:581.526.32:581.17/19:561

Актуальные проблемы современной альгологии: Тезисы докладов IV Международной конференции. – Киев, 2012. – 394 с.

В сборнике представлены тезисы докладов IV Международной конференции «Актуальные проблемы современной альгологии» (Киев, Украина, 23–25 мая 2012 г.), посвященные таксономическим, флористическим, экологическим, ценологическим, физиолого-биохимическим и молекулярно-биологическим, а также прикладным аспектам исследований современных водорослей. Обсуждены современные подходы к изучению ископаемых водорослей, а также общие теоретические вопросы совеременной науки.

Для широкого круга ботаников, альгологов, гидробиологов, микробиологов, палеоботаников, преподавателей, аспирантов, студентов биологических факультетов вузов.

Ответственный редактор: П.М. Царенко.

Ответственный секретарь: О.В. Бурова.

Редакционная коллегия:

С.П. Вассер, Л.Н. Волошко, А.И. Божков, С.И. Генкал, П.Д. Клоченко, И.Ю. Костиков, Г.Г. Миничева, Т.М. Михеева, Ф.П. Ткаченко.

При финансовой поддержке Национальной академии наук Украины, Института ботаники им. Н.Г. Холодного и ООО «ІНТЕРО»

© Институт ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины, 2012

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ • ИНСТИТУТ БОТАНИКИ им. Н.Г. ХОЛОДНОГО

АЛЬГОЛОГИЯ

ALGOLOGIA

SUPPLEMENT

СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

Адамович Б.В., Воронова Г.П., Куцко Л.А. Показательное значение уровня развития и структуры фитопланктона в оценке степени эвтрофирования крупных рек Беларуси 18

Андреева-Григорович А.С., Шевченко Т.В. Особенности экологии гаптофитовых и динофитовых водорослей олигоценовых бассейнов Северного Перитетиса 19

Баженова О.П., Вахрушев А.А., Герман Л.В., Кренц О.О. Таксономический состав и структура фитопланктона разнотипных озер Омского Прииртышья (Россия) 21

Бакиева Г.Р. Разнообразие Bacillaryophyta почв хвойных лесов Башкирского государственного природного заповедника (Южный Урал, Россия) 22

Бачура Ю.М., Храмченкова О.М. Почвенные водоросли отвалов фосфогипса и прилегающей к ним территории 23

Бегун А.А. Эпифитные диатомовые водоросли в биоиндикации состояния морской среды (залив Петра Великого Японского Моря, Россия) 25

Беляева П.Г. Структура фитопланктона Воткинского водохранилища (Россия) 26

Берченко О.И., Сухов О.А. О валидности выделения некоторых родов дазикладиевых водорослей трибы Aciculelleae 28

Благодатнова А.Г., Пивоварова Ж.Ф. Болотные экосистемы – хранительницы водорослевого разнообразия 29

Бобоев М.Т. Альгофлора водоемов Южно-Таджикской депрессии (Таджикистан) ... 31

Боднар О.И. Особенности цитохромоксидазной активности пресноводных водорослей при воздействии ионов металлов 32

Божков А.И., Ковалева М.К., Голтвянский А.В. Молекулярно-генетические механизмы адаптации *Dunaliella viridis* Teodor. к летальным концентрациям ионов меди для данного вида 33

Болдина О.Н. Портретная галерея хламидомонад 35

Бондаренко А.В. Микроводоросли эпифитона донной растительности прибрежья Казантипского природного заповедника (Азовское море, Украина) 35

Борисова Е.В. Эколого-географические особенности распространения харовых водорослей (Charales) в Украине 37

Борисова Е.В., Борсукевич Л.М., Громакова А.Б. Харовые водоросли (Charales) лесостепной зоны Украины ... 38
Боровков А.Б., Тренкеншу Р.П. Перспективы использования искусственного освещения при промышленном выращивании микроводорослей ... 39
Брезгунова Е.Ю. Криптофитовые водоросли (Cryptophyta) прудов Сиверско-Донецкого природного комплекса ... 41
Брянцева Ю.В., Крахмальный А.Ф., Горбунов В.П. Видовой состав динофлагеллят у берегов Севастополя (Украина) ... 42
Брянцева Ю.В., Серикова И.М. Уровень развития светящихся динофлагеллят у берегов Севастополя (Украина) в 2009–2010 гг. ... 43
Буркова Т.Н. Сравнительная характеристика фитопланктона рек с различной степенью антропогенной нагрузки ... 44
Бурова О.В. Зеленые нитчатые водоросли водоемов Правобережной Лесостепи Украины ... 46
Бухтиярова Л.Н. Новые для Украины Bacillariophyta из гидротопов Правобережной Лесостепи ... 47
Бухтиярова Л.Н. Современное состояние и актуальные задачи систематики моношовных Bacillariophyta ... 48
Василенко О.В., Клоченко П.Д., Васильчук Т.А. Влияние гуминовых кислот на метаболизм *Euglena gracilis* G.A. Klebs ... 50
Вахрушев А.А. Фитопланктон затонов реки Иртыш в районе г. Омска (Россия) ... 51
Виноградова О.Н. Cyanoprokaryota гипергалинных экосистем Украины ... 52
Виноградова О.Н. К вопросу о категоризации экологических характеристик видов Cyanoprokaryota ... 54
Вишняков В.С. Новые сведения о макроводорослях залива Большие Коты и его притоков (Южный Байкал, Россия) ... 55
Вишняков В.С. К характеристике альгофлоры водоёмов долины нижнего течения реки Иркут (Восточная Сибирь, Россия) ... 57
Воденеева Е.Л. К изучению фитопланктона правобережных притоков реки Оки (Нижегородская область, Россия) ... 58
Волошко Л.Н. Хризофитовые (*Chrysophyceae*, *Synurophyceae*) водоемов Арктического региона России ... 60
Воробьев К.П., Андронов Е.Е., Мигунова А.В., Квитко К.В. Изменение серологических и генетических свойств симбиотических водорослей при нестандартных условиях культивирования ... 61
Воскобойников Г.М., Зубова Е.Ю. Морские водоросли в санитарной аквакультуре: теория и практика ... 62
Воякина Е.Ю. Влияние факторов среды на динамику структурных показателей *Gonyostomum semen* Diesing в разнотипных озерах Валаамского архипелага (Ладожское озеро, Россия) ... 63
Габышев В.А. К изучению пространственной структуры фитопланктона р. Колымы (Россия) ... 64
Гайсина Л.А., Сафиуллин С.Ю., Хаматдинова Г.Ф., Габдрахманов Д.С., Каназырская В.Ю., Каримова Л.Н., Иванова А.П. Оценка влияния засоления на морфологию наземных водорослей и цианобактерий с использованием показателя биологического объема ... 66
Гапочка Л.Д., Гапочка М.Г., Дрожжина Т.С., Шавырина О.Б. Оценка влияния электромагнитного излучения на гидробионты и среду их обитания с использованием культуры микроводорослей в качестве биотеста ... 67
Гаркуша О.П. Микроводоросли интерстициали песчаных пляжей Азово-Черноморского региона (Украина) ... 69
Генкал С.И. Морфология, таксономия и экология *Discostella pseudostelligera* (Hustedt) Houk et Klee (Bacillariophyta) ... 70

Генкал С.И., Куликовский М.С., Кузнецова И.В. Центрические диатомовые водоросли восточного побережья озера Байкал (Россия)..... 71
Герасимюк В.П., Герасимюк Н.В. Водоросли пруда дендропарка имени Победы города Одессы (Украина) 72
Герасимюк В.П., Шихалеева Г.Н. Таксономический состав водорослей Куяльницкого лимана и прилегающих к нему водоемов (Украина)..... 73
Герман Л.В., Баженова О.П. Зимний фитопланктон озера Калач (г. Калачинск, Омская обл., Россия) 74
Гирич М.С., Мензянова Н.Г. Изучение стабильности функционального эпигенотипа культуры микроводорослей *Dunaliella viridis* Teodor., устойчивой к летальным концентрациям ионов меди 76
Гогорев Р.М. Таксономия и распространение рода *Chaetoceros* Ehrenb. (Bacillariophyta) в Антарктике..... 77
Гольдин Е.Б. Микроскопические водоросли и некоторые аспекты межвидовых отношений в системе «фитофаг–растение» 78
Горбунова С.Ю. Возможность культивирования *Arthrospira platensis* (Nordst.) Geitler на органической питательной среде..... 79
Горелова О.А., Кравцова Т.Р., Кокшарова О.А., Лазебная И.В., Баулина О.И., Федоренко Т.А., Лобакова Е.С. Морфологическое и молекулярное типирование цианобактерий, ассоциированных с колониальным гидроидом *Dynamena pumila* L. 81
Горохова О.Г. Разнообразие планктонных альгоценозов малых эвтрофных водоемов ООПТ Самарской области (Россия)..... 82
Грубинко В.В. Особенности адаптации одноклеточных пресноводных водорослей к тяжелым металлам..... 83
Гудвилович И.Н., Боровков А.Б. Интенсивное культивирование *Porphyridium purpureum* (Bory) Ross для получения фикоэритрина..... 85
Гусев Е.С. Водоросли класса Synurophyceae в мангровых болотах полуострова Кам Рань (Центральный Вьетнам)..... 86
Давидович О.И., Давидович Н.А. Влияние солености на половое воспроизведение диатомовой водоросли *Nitzshia longissima* (Bréb.) Ralfs 87
Давыдов Д.А., Шалыгин С.С. Видовое разнообразие цианопрокариот зональных и горных тундр Мурманской области (Россия) 89
Демченко Э.Н. Особенности полового процесса у некоторых новых для флоры Украины и редких видов зеленых жгутиковых водорослей (Chlorophyceae, Chlorophyta) 90
Денисов Д.Б. Экологические особенности водорослевых сообществ Кольского Севера: современные сукцессии 91
Дерезюк Н.В. Особенности развития фитопланктона в прибрежных водах о. Змеиный (Украина). Проблемы мониторинга..... 92
Джулай А.А. Сезонная изменчивость содержания пигментов фитопланктона и поглощения пигментами фитопланктона солнечной радиации в прибрежных водах Черного моря в районе Севастополя 93
Джур С.В., Бульмага В.П., Рудик В.Ф. Культивирование синезеленой водоросли *Spirulina platensis* CNM-CB-02 на среде, содержащей $GeSe_2$..... 95
Дмитриева А.Н., Анисимова О.В. Экологическая характеристика водорослей реки Ламы и ее притоков (Национальный парк «Завидово», Россия) 96
Дмитриева А.Г., Филенко О.Ф., Ипатова В.И. Метод микрокультур в исследовании структуры популяции..... 98
Доброжан С.Н., Семенюк Е.Н. Использование водоросли *Spirulina platensis* (Gomont) Geitler, выращенной на сточных водах, в качестве растительного биостимулятора..... 99
Догадина Т.В., Эпштейн В.М., Комаристая В.П., Горбулин О.С. О роли кладистики в современной систематике водорослей..... 100

Доницу Н.Р., Шалару В.В. Альгофлора басейнов очистных сооружений г. Кишинева (Республика Молдова) ... 102
Дорохова М.Ф. Водоросли Как индикаторы загрязнения почвы компонентом ракетного топлива ... 103
Дубовик И.Е., Киреева Н.А., Климина И.П. Эпифитные сообщества цианопрокариот, водорослей и микроскопических грибов древесных растений г. Уфы и возможность их использования в биоиндикации ... 104
Евстигнеева И.К., Танковская И.Н. Изменения прибрежных фитоценозов рекреационной зоны бухты Песочная за последние десятилетия (Черное море, Украина) ... 105
Егорова И.Н., Коновалов М.С. Водоросли в ассоциациях с мохообразными наземных биогеоценозов Байкальского региона (Россия) ... 107
Едренкин В.А., Суханова Н.В. Флора почвенных водорослей г. Аша (Челябинская область, Россия) ... 108
Жежера М.Д. Улотриксовые водоросли разнотипных водоемов Левобережного Полесья (Украина) ... 109
Жукова А.А., Савич И.В. Структурные и продукционные показатели перифитона в литорали озера Мястро (Беларусь): сезонный аспект ... 110
Забродина З.А. Изучение реакции *Chlorella vulgaris* Beij. на воздействие низких концентраций формальдегида в водной среде ... 112
Зарипова А.Г., Шкундина Ф.Б. Изменение видового разнообразия микрофитобентоса сапропеля на разных этапах использования лечебной грязи (на примере озера Культюбак, Республика Башкортостан, Россия) ... 113
Заядан Б.К., Маторин Д.Н., Усербаева А.А., Садвакасова А.К. Влияние наночастиц серебра на параметры флуоресценции хлорофилла диких и мутантных штаммов микроводорослей *Chlamydomonas reinhardtii* P.A. Dang. . 115
Заядан Б.К., Отаров А., Баймаханова Г.Б., Акмуханова Н.Р. Культуры азотфикцирующих цианобактерий, выделенных из рисовых полей Кызылординской области Республики Казахстан ... 116
Зотов А.Б. Показатели поверхности фитопланктона в экологических исследованиях ... 117
Золотарёва Е.К., Подорванов В.В., Полищук А.В. Механизмы адаптации одноклеточных микроводорослей к бескислородным условиям существования ... 119
Зубишина А.А., Гусева О.А. Влияние характера грунтов на развитие микрофитобентоса оз. Плещеево (Россия) ... 120
Идрисова Г.И. Структура и динамика фитопланктона р. Казанка (Россия) ... 122
Кабиров Р.Р. Цианобактериально-водорослевые ценозы в системе растительного континуума ... 123
Капустин Д.А. Первые сведения о стоматоцистах золотистых водорослей Полесского природного заповедника (Украина) ... 124
Капустин Д.А. Разнообразие водорослей водоемов Полесского природного заповедника (Украина) ... 126
Кизилова В.Ю. Влияние полиэтиленгликоля 6000 на подвижность и агрегацию клеток *Dunaliella viridis* Teodor. ... 127
Ким Г.В., Котовщиков А.В. Фитоэпилитон литорали Телецкого озера (Россия) как экотональное сообщество ... 128
Киселёв Г.А., Балашова Н.Б., Уланова А.А. Экологическая характеристика водорослей озёр острова Самойловский (Государственный природный заповедник «Усть-Ленский», Россия) ... 130
Климова Е.М., Лавинская Е.В., Божков А.И. Биоиндикация цитотоксических факторов различной природы с использованием клеточной тест-системы *Dunaliella viridis* Teodor. ... 131

Клоченко П.Д., Лилицкая Г.Г., Иванова И.Ю. К изучению фитопланктона некоторых пойменных водоемов г. Киева (Украина) 132
Клочкова М.А., Сластина Ю.Л., Комулайнен С.Ф. Сезонная динамика эвгленовых водорослей в фитопланктоне озера Четырехверстное (г. Петрозаводск, Республика Карелия, Россия) 134
Кобанова Г.И., Кращук Л.С. Сезонная динамика биомассы фитопланктона как показатель экологического состояния озера Байкал (Россия) 135
Коваленко О.В. Азотфиксирующие синезеленые водоросли (Cyanoprokaryota) 136
Ковтун О.А. Особенности распределения макрофитобентоса Тилигульского лимана (Украина) 138
Кокшарова О.А., Васетенков А.Е. Исследование механизмов деления цианобактерий методами молекулярной генетики и сравнительной геномики. 139
Колотилова Н.Н. Б.Л. Исаченко об истории изучения питания водорослей: у истоков экспериментальной альгологии (по материалам Архива РАН) 140
Комулайнен С.Ф. Влияние экотонного эффекта на формирование фитоперифитона в малых реках Восточной Фенноскандии 142
Кондакова Л.В., Домрачева Л.И., Фокина А.И., Ефремова В.А. Самоорганизация биопленок *Nostoc commune* Vaucher – фактор выживания в условиях стресса .. 143
Конищук М.А. Разнообразие водорослей Национального природного парка «Припять-Стоход» (Волынская область, Украина) 145
Корнева Л.Г. Динамика разнообразия фитопланктона водохранилищ бассейна Волги и факторы, ее определяющие 146
Королесова Д.Д. Харовые водоросли заливов и лиманов северо-западной части Чёрного моря (Украина) 147
Корховой В.И., Царенко П.М., Пирко Я.В., Пирко Н.Н., Борисова Е.В., Блюм Я.Б. ISSR анализ некоторых представителей коллекции микроводорослей IBASU-A – перспективных продуцентов биодизеля 149
Косенко М.Н. Сравнительная характеристика экологической активности сообществ макрофитобентоса северо-западной части Черного моря (Украина) 150
Костюк К.В., Грубинко В.В. Ионы Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+} как регуляторные факторы мультипликации клеточных мембран у водорослей и водных растений 151
Кравцова А.В. Использование макроводорослей для биомониторинга загрязнения тяжелыми металлами прибрежных акваторий Черного моря 152
Кравцова Т.Р., Лазебная И.В., Пацко Е.В., Кокшарова О.А. Симбиотическая цианобактерия, повышающая эффективность азотфиксации в ассоциациях с сельскохозяйственными растениями 154
Крахмальный А.Ф. Разнообразие Dinophyta континентальных водоемов Украины. 155
Кренц О.О., Баженова О.П. Cyanoprokaryota озерной системы Салтаим–Тенис Омской области (Западная Сибирь, Россия) 156
Кривина Е.С. Общая характеристика фитопланктона Саратовского водохранилища (Россия) 2006 г. 158
Крупина М.В. Методика использования донных макрофитов для контроля содержания тяжелых металлов в водоемах любого типа 159
Курбонова П.А., Хисориев Х.Х. Биоразнообразие водорослей бассейна р. Гунт (Восточный Памир, Таджикистан) 160
Курейшевич А.В., Медведь В.А. К вопросу о прогнозировании структурно-функциональной перестройки альгосообществ в условиях антропогенного воздействия 162
Кухалеишвили Л.К. Альгофлора Гареджиского участка Гаре-Кахетского плоскогорья (Грузия) 163
Леонова М.В. Таксономическая структура эпифитона Псковско-Чудского озера (Россия) 164

Ли Р.И., Рябушко Л.И. Сравнительный анализ диатомовых водорослей эпилитона Карантинной бухты Черного моря (Украина) за двугодичный период изучения 166
Лилицкая Г.Г. Зеленые жгутиковые водоросли водоемов Правобережной Лесостепи Украины 167
Лисовская О.А., Никитина В.Н. Влияние фактора гидродинамики на мелководные сообщества макрофитобентоса в Черном Море 168
Лобакова Е.С., Баулина О.И., Федоренко Т.А., Кравцова Т.Р., Кокшарова О.А., Горелова О.А. Микроводоросли, ассоциированные с беспозвоночными Белого моря (Россия): выделение и ультраструктура 170
Лобакова Е.С., Соловченко А.Е., Чивкунова О.Б., Карпова Е.А. Микроводоросли, ассоциированные с беспозвоночными Белого моря (Россия): жирные кислоты и пигменты 171
Лобакова Е.С., Селях И.О., Семенова Л.Р., Буракова О.В., Щербаков П.Н. Микроводоросли, ассоциированные с беспозвоночными Белого моря (Россия): рост и накопление биомассы в различных условиях культивирования 172
Лохова Д.С., Рябушко Л.И. Диатомовые водоросли перифитона стеклянных пластин при разных сроках их экспозиции в карантинной бухте Черного моря (Украина) в зимне-весенний сезон 174
Лукницкая А.Ф. К флоре пресноводных водорослей (Streptophyta, Zygnematophyceae) севера и северо-запада России 175
Луцив А.И. Изменение интенсивности биосинтеза липидов у *Chlorella vulgaris* Beij. при действии токсикантов 177
Лялюк Н.М. Флуорометрические методы в альгоиндикации загрязнений водоемов Донбасса (Украина) 179
Лях А.М., Брянцева Ю.В. Компьютерный атлас-справочник светящихся динофитовых водорослей (Dynophyceae) Черного моря 179
Майстрова Н.В. Фитопланктон некоторых водоемов зоны отчуждения Чернобыльской АЭС (Украина) 180
Макаревич Т.А. Альгофлора болотных экосистем Национального парка «Нарочанский» (Беларусь) 182
Малавенда С.С. Анализ популяционной структуры поселений литоральных бурых водорослей Кольского залива Баренцева моря (Россия) 183
Малавенда С.В. Зависимость видового разнообразия водорослей-макрофитов от абиотических факторов в ряде губ Мурманского побережья Баренцева моря (Россия) 184
Малахова Н.А. Альгомониторинг верховых болот лесостепной зоны Западной Сибири (Россия) 186
Мальцев Е.И. К вопросу об изучении водорослей подстилок лесных биогеоценозов 187
Мансурова А.Р., Гайсина Л.А., Бакиева Г.Р., Мухаметьянова Л.Р. Исследование цианобактерий и эукариотических водорослей микробиотических корочек в степной зоне Башкирии (Россия) 188
Маслов И.И. Проблемы охраны морских водорослей-макрофитов в Украине 190
Мензянова Н.Г., Грицина В.Т., Калабегишвили Т., Москвитин А.А., Божков А.И. Биогенный синтез наночастиц золота и серебра в культуре *Spirulina platensis* (Gomont) Geitler 191
Миронова Н.В., Мильчакова Н.А. Современное состояние и многолетняя динамика запасов макрофитов бухты Ласпи (Чёрное море, Украина) 192
Миронюк А.Н. Альгофлора реки Сарата (Одесская область, Украина) 194
Михайленко Н.Ф. Перспективы использования липидов микроводорослей в фармацевтической и пищевой промышленности 195

Михайлова Т.А. Таксономический статус *Laminaria hyperborea* (Gunnerus) Foslie на Мурманском побережье Баренцева моря (Россия)..... 196
Михеева Т.М., Лукьянова Е.В. Особенности развития фитопланктона Нарочанских озер (Беларусь) в период их бентификации 198
Моисеенко И.А., Цой И.Б. Флора диатомей и силикофлагеллат поверхностных осадков залива Петра Великого Японского моря (Россия) 199
Мокроснoп В.М., Золотарёва Е.К. Влияние фунгицидов на рост культуры микроводоросли *Euglena gracilis* Klebs 201
Морозова Т.В., Орлова Т.Ю. Цисты динофитовых водорослей в современных морских осадках из дальневосточных морей России..... 202
Мотылькова И.В., Коновалова Н.В. Некоторые данные о фитопланктоне горных озер плато Спамберг (о-в Сахалин, Россия) 204
Мусатенко Л.И., Войтенко Л.В., Поспелова Н.В., Фильченков А.А., Завелевич М.П., Нехорошев М.В. Фукоксантин и фукоксантинол – перспективные каротиноиды бурых водорослей 205
Навротеску М., Шаларь В. Альгофлора реки Прут (Молдова) и её изменения под влиянием антропогенного пресса 206
Нестерова Д.А., Теренько Л.М. Видовой состав планктонных водорослей глубоководных осадков Черного и Адриатического морей..... 207
Никитина В.Н., Николаева Е.В. Альгофлора Ботанического сада Санкт-Петербургского государственного университета (Россия) 209
Никонова С.Е. Микрофитобентос супралиторали песчаных пляжей Одесского залива (Украина) 210
Никулина В.Н. Видовой состав и обилие водорослей планктона как показатель экологического состояния эстуария реки Невы (Россия)..... 211
Ниятбеков Т.П. Отношение водорослей озер Восточного Памира (Таджикистан) к степени солености воды 212
Новаковская И.В. Вертикальное распределение зеленых водорослей в горно-тундровых почвах Приполярного Урала (Россия) 214
Новикова Т.М., Лелеков А.С. Модель динамики пигментов в клетках культуры микроводорослей на линейной фазе роста 215
Нурашов С.Б., Саметова Э.С. Анализ видового состава диатомовых водорослей Казахстана..... 216
Нурашов С.Б., Саметова Э.С. Анализ видового состава харовых водорослей Казахстана..... 218
Нуриева М.А. Chroococales Komárek et Anagn. (Cyanoprokaryota) в Каспийском море в пределах Азербайджана 219
Огиенко О.С. Характер распространения диатомовых водорослей в морских поверхностных отложениях района Аргентинских островов Западной Антарктики 220
Ольштынская А.П. Разнообразие «триангулятных» диатомей в палеогеновых бассейнах Украины..... 221
Омельяненко М.Ю. Разнообразие водорослей водоемов Национального природного парка «Святые горы» (Украина)..... 223
Орешкина Т.В. Новые данные по диатомовым водорослям и силикофлагеллятам позднего мела Восточно-Европейской платформы..... 224
Орлова Ю.С. Фитопланктон реки Инсар (Республика Мордовия, Россия)..... 225
Оршанская Я.Р. Оценка цитотоксичности и вторичных метаболитов *Nostoc* Vaucher ex Bornet et Flahault (Cyanobacteria, Nostocales) из различных географических зон 227
Охапкин А.Г. Особенности структурной организации фитопланктона водоемов разного типа бассейна Средней Волги (Россия) 228
Павлова О.А. Многолетняя динамика планктонных синезеленых водорослей в Суздальских озерах (Санкт-Петербург, Россия)..... 229

Павловская М.Н., Костиков И.Ю. Морфологические признаки водорослей клады Chloromonadinia (Chlorophyceae) 230
Паламарь-Мордвинцева Г.М., Царенко П.М. Основы альгофлористического районирования континентальных водоемов Украины (на примере десмидиальных и коккоидных зеленых водорослей)..... 231
Патова Е.Н., Давыдов Д.А. Цианопрокариоты и эукариотные водоросли в наземных экосистемах полярных пустынь северного полушария 233
Патова Е.Н., Новаковская И.В., Стерлягова И.Н. Разнообразие водорослей водных и наземных экосистем Приполярного Урала (северо-восток Европейской части России) 234
Патова Е.Н., Стерлягова И.Н., Сивков М.Д. Разнообразие и количественные показатели водорослей фитопланктона горных озер Приполярного Урала 236
Подунай Ю.А., Давидович Н.А. Типы гаметогенеза у *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenb. (Bacillariophyta) 237
Попова А.А., Липасова В.А., Кокшарова О.А., Хмель И.А. Действие летучих веществ бактерий родов *Pseudomonas* и *Serratia* на водоросли и цианобактерии 239
Прохоцкая В.Ю., Дмитриева А.Г. Клеточный цикл микроводорослей при интоксикации..... 240
Прохоцкая В.Ю., Ипатова В.И. Влияние на микроводоросли веществ, применяемых для фотохимической очистки воды..... 241
Пшенникова Е.В., Копырина Л.И. Водоросли некоторых водоемов субарктической тундры Якутии (Россия) 242
Радионова Э.П. Талассиозиры в верхнесарматских и мэотических отложениях Таманского полуострова (Россия) 244
Разумовский В.Л. Анализ таксономической структуры диатомовых комплексов в двух искуственных водоемах города Дубна (Московская обл., Россия)..... 245
Разумовский Л.В., Разумовский В.Л. Оценка экологического состояния высокогорных озер Приэльбрусья (Россия) по результатам диатомового анализа..... 247
Райда Е.В. Общая характеристика водорослей водоемов регионального ландшафтного парка «Нижневорсклянский» (Полтавская обл., Украина)..... 248
Рачинская А.В. Биоиндикационные возможности микрофитобентоса прибрежной зоны северо-западной части Черного моря (Украина)..... 249
Ремигайло П.А. Таксономическое разнообразие и структура фитопланктона нижней Лены (Россия) 251
Ростама Ш., Малеев В.А. Влияние высоких концентраций $cuso_4$ на дыхание *Dunaliella viridis* Teodor. 252
Рудик В.Ф. Достижения и перспективы развития фикобиотехнологии в Республике Молдова 253
Рыжик И.В. Сезонная и суточная динамика метаболической активности клеток *Fucus vesiculosus* L. Баренцева моря (Россия)..... 254
Рябогина В.Г., Мильчакова Н.А. База данных гербария макрофитов Мирового океана ИнБЮМ НАН Украины 255
Рябушко Л.И. Морской микрофитобентос: методология, методы и результаты исследований 256
Рябушко В.И., Юркова И.Н. Новый лекарственный препарат АРГОДЕРМ® на основе биополимеров морских бурых водорослей 257
Садогурская С.А., Белич Т.В. Альгофлора прибрежной акватории у мыса Троицы (Чёрное море, Украина) 258
Садогурский С.Е. Результаты гидроботанических исследований у берегов Осовинской степи (Азовское море, Украина)..... 260
Самылина О.С. Филогения, распространение и экофизиология одноклеточных галофильных и натронофильных цианобактерий *Euhalothece* 261

Сафиуллина Л.М., Болдина О.Н., Иванова А.Н. Ультраструктура водорослей рода *Eustigmatos* Hibberd (Eustigmatopyta) 263
Сафиуллина Л.М., Котлова Е.Р., Сеник С.В. Состав жирных кислот в микроскопической почвенной водоросли *Eustigmatos magnus* (J.B. Petersen) Hibberd (Eustigmatophyta) 264
Сафиуллина Р.Р., Дубовик И.Е. Цианобактериально-водорослевые ценозы агроэкосистем в черноземе обыкновенном Зауралья Республики Башкортостан (Россия)..... 265
Сафронова Т.В., Волошко Л.Н. Разнообразие хризофитовых (Chrysophyceae, Synurophyceae) в водоемах Северо-Запада России..... 267
Свирид А.А., Карпович Т.И. Диатомовые водоросли класса Coscinodiscophyceae Round et Crawford. в летнем фитопланктоне некоторых водоемов Национального парка «Припятский» (Беларусь) 268
Селиванова О.Н., Жигадлова Г.Г. Эколого-фенологические наблюдения по материалам зимних сборов морских водорослей на острове Беринга (Командорские острова, Россия)..... 270
Селина М.С. Эпифитные динофитовые водоросли на макрофитах залива Петра Великого Японского моря (Россия)..... 271
Семенова С.Н., Кудерский С.К. Особенности пространственно-временной изменчивости фитоцена у северо-западного побережья Африки в условиях апвеллинга 273
Сластина Ю.Л. Динамика видового состава и продукционных характеристик фитопланктона Выгозерского водохранилища (Республика Карелия, Россия) . 274
Снигирева А.А. Предварительные результаты исследований микрофлоры песчаных кос северо-западной части Черного моря (Украина)..... 275
Снитько Л.В., Снитько В.П. К разработке альгосозологических критериев на Южном Урале (Россия)..... 277
Спиркина Н.Е. Использование хлорококковой микроводоросли *Monoraphidium arcuatum* (Korschikov) Hindák в биотестировании..... 278
Станиславская Е.В. Водоросли перифитона разнотипных озер 279
Старцева Н.А., Охапкин А.Г., Рябова А.А. Флористические и экологические особенности фитопланктона некоторых малых рек г. Нижнего Новгорода (Россия) 281
Стенина А.С. Диатомовые водоросли как индикаторы границы прибрежного экотона (бассейн р. Вангыр, Приполярный Урал, Россия)..... 282
Степанов С.С., Золотарева Е.К. Влияние метанола на обмен свободных аминокислот и восстановительный потенциал *Chlamydomonas reinhardtii* P.A. Dang. 284
Степанова В.А., Уланова А.А. Сохрани типовой материал! Проблемы ревизии рода *Licmophora* C. Agardh 285
Судницына Д.Н. Альгофлора Псковской области (Россия)..... 286
Сутченкова О.С., Митрофанова Е.Ю. Диатомовые водоросли в донных отложениях с подводной возвышенности озера Телецкое (Горный Алтай, Россия)..... 287
Суханова Н.В. Формирование почвенных цианобактериально-водорослевых ценозов в условиях городской среды г. Нефтекамск (Республика Башкортостан, Россия)..... 289
Сысенко Е.И., Мензянова Н.Г. Состав биомассы *Dunaliella viridis* Teodor. в различных режимах культивирования..... 290
Тарасова Н.Г., Буркова Т.Н., Унковская Е.Н. Фитопланктон Куйбышевского водохранилища (Россия) в современный период 291
Таращук О.С., Шевченко Т.Ф., Клоченко П.Д. Эпифитные водоросли речного участка Каневского водохранилища (Украина)..... 293

Темралеева А.Д., Пинский Д.Л. Оценка воздействия различных соединений свинца на сообщества водорослей серой лесной почвы: многоуровневый подход 294
Теренько Г.В. Chrysophyta северо-западной части Черного моря (Украина) 297
Теренько Л.М. Роль Cyanoprokaryota в оценке трофического статуса северо-западной части Черного моря (Украина) 298
Тетеря Н.А., Рудик В.Ф., Лозан В., Чапурина Л. Исследование биохимического состава и продуктивности *Spirulina platensis* (Gomont) Geitler при ее культивировании в присутствии координационных соединений меди и стронция 299
Тимченко Ю.А. Соотношения экологических групп ископаемых диатомовых водорослей как инструмент реконструкций палеообстановок на шельфе Черного моря (Украина) 300
Ткаченко Ф.П. История иследования макрофитобентоса Одесского залива Черного моря (Украина) и его современное состояние 302
Толеужанова А.Т. Водоросли озера Борлы (Республика Казахстан) 303
Тофан С.И., Рудик В.Ф., Бульмага В.П., Гуля А.П., Цапков В.И. Использование некоторых германий-органических соединений для получения биомассы спирулины, обогащенной германием 304
Трифонова И.С., Афанасьева А.Л., Павлова О.А. Распределение и экология *Gonyostomum semen* (Ehrenb.) Diesing в водоемах Северо-Запада России 305
Трофим А.А., Шалару В.М. Сапробиологическая характеристика альгофлоры реки Когыльник (Республика Молдова) 306
Унгуряну Л.Н., Шаларь В.М., Туманова Д.С., Унгуряну Г.Т. Эвгленовые водоросли реки Днестр в пределах Республики Молдова 308
Унковская Е.Н., Палагушкина О.В., Тарасова Н.Г. Характеристика фитопланктона озера Линево (Волжско-Камский государственный природный биосферный заповедник, Россия) 309
Усенко О.М. Механизмы резистентности водорослей к токсинам в культуре и природных условиях 310
Устурой Р.И., Шалару В.В. Особенности культивирования *Nostoc flagelliforme* (Berk. et Curt.) Elenkin CNMN-CB-08 в лабораторных условиях 311
Фазлутдинова А.И. Почвенные диатомовые водоросли экстремальных местообитаний 312
Фомина Н.В., Чижевская М.В., Неходимова С.П. Особенности цианобактериально-водорослевых ценозов лесных питомников Красноярского края (Россия) 314
Хачикян Т.Г., Мамян А.С., Гамбарян Л.Р. Эколого-географическая характеристика и видовой состав диатомовых водорослей некоторых рек Армении 315
Хисориев Х.Х. Итоги исследований альгофлоры Таджикистана 316
Хомова Е.С. Флористический состав и морфофункциональные показатели альгосистемы «базифит-эпифит» лиманов северо-западного Причерноморья (Украина) 318
Царенко П.М. Флора водорослей украины – итоги и перспективы изучения 319
Царенко П.М., Борисова Е.В., Конищук М.А., Бурова О.В., Белоус Е.П. Сценедесмусовые водоросли – перспективный сырьевой ресурс для биодизеля 321
Цой И.Б. Кайнозойская флора диатомей и силикофлагеллат дальневосточных морей и Курило-Камчатского желоба (Россия) 322
Челебиева Е.С., Минюк Г.С., Дробецкая И.В., Чубчикова И.Н. Влияние химических активаторов вторичного каротиногенеза на физиолого-биохимические характеристики зелёной микроводоросли *Ettlia carotiniosa* Komárek 324

Шадрина С.Н., Волошко Л.Н. Цианобактерия *Nostoc linkia* (Roth) Bornet et Thur. в гиперсоленых озерах Крыма (Украина): токсичность и перспективы использования 325
Шалару В.В. Некоторые результаты исследования почвенных водорослей Республики Молдова 326
Шалару В.М. Таксономическая структура альгофлоры водоёмов Республики Молдова и её изменение за последние 50 лет 328
Шалыгин С.С. Морфология, экология и распространение рода *Gloeocapsa* Kütz. в Лапландском заповеднике (Мурманская область, Россия) 329
Шарипова М.Ю. Особенности вертикального распределения водорослей эпифитона 330
Шахматова О.А. Влияние комплексного загрязнения на перекисное окисление липидов у макроводорослей прибрежных акваторий региона Севастополя (Чёрное море, Украина) 331
Шевченко Т.Ф. Видовой состав фитоэпифитона зеленых нитчатых водорослей водоемов–охладителей тепловых и атомных электростанций Украины 333
Шелюк Ю.С., Корнейчук Н.Н. Стратегия сохранения биоразнообразия автотрофной компоненты речных экосистем Украинского Полесья 334
Шкундина Ф.Б., Асадуллина Г.Р. Изменение планктонных цианопрокариотно-водорослевых ценозов как показатель состояния рек на территории городов... 335
Шоренко К.И., Давидович Н.А. Репродуктивная совместимость клонов диатомовой водоросли *Nitzschia longissima* (Bréb.) Ralfs, полученных из географически удаленных популяций 337
Щербина В.В., Мальцева И.А. Продукция водорослей биогеоценозов территорий природного ядра и землепользования Биосферного заповедника «Аскания-Нова» (Украина) 338
Юлдашева М.П. Таксономический анализ альгофлоры бассейна Шахимардансая (Узбекистан) 339
Якимова О.В., Белявская Н.А. Цитологические особенности зеленой водоросли *Chlamydomonas reinhardtii* P.A. Dang в условиях продуцирования водорода 341
Ярмошенко Л.П. Донные альгоценозы верхней части Каневского водохранилища (Украина) 342
Яровой С.А. Макроскопические разрастания водорослей на солончаках Приазовского национального природного парка (Украина) 343
Ясакова О.Н. Многолетняя динамика количественного развития Euglenophyceae в порту Туапсе (Черное море, Россия) 345
Яценко-Степанова Т.Н., Немцева Н.В. Структурно-экологический анализ альгофлоры водоемов Оренбургской области (Россия) 346
Babanazarova O.V., Sidelev S.I., Shisheleva S.V. Composition of winter phytoplankton in a hypertrophic lake with the planktotrichetum type of vegetation (the Lake Nero, Russia) 348
Barinova S., Ghosh S. Monsoon climate influence on phytoplankton of Shibpukur Pond in the Shiva Temple, Burdwan (West Bengal, India) 348
Barinova S., Swat N. Altitudes of aquatic habitats and algal diversity 349
Bilous O.P. Phytoplankton diversity in the upper part of the Southern Bug River (Ukraine) 351
Bohunická M., Mareš J. Worldwide comparison of the molecular and morphological divesity within the family Scytonemataceae (Nostocales, Cyanobacteria) 352
Chobot M., Latała A. Application of growth inhibition tests and PAM method to study effect of selected ionic liquids on baltic microalgae 353
Darienko T., Gustavs L., Karsten U., Pröschold T. Biodiversity and ecophysiology of a common terrestrial green-algal genus *Coccomyxa* Schmidle (Trebouxiophyceae, Chlorophyta) discovered by an integrative approach 353

Darienko T., Gustavs L., Karsten U., Pröschold T. The genus *Jaagichlorella* Reisigl (Trebouxiophyceae, Chlorophyta) and its close relatives: an evolutionary puzzle..... 354
Ebadi A.G., Hisoriev H. Algae biodiversity of the Cheshme Ali Basin (Iran)..... 355
Gaysina L.A., Bohunická M., Johansen J.R., Fučíková K., Eliáš M. A study of green, yellow-green and eustigmatophyte algae of the wet walls, seep walls and hanging gardens in Grand Staircase-Escalante National Monument (Utah, USA) applying polyphasic approach 356
Fulneckova J., Hasikova T., Fajkus J., Lukesova A., Elias M., Bohunická M., Sykorova E. Telomere variability and telomerase dynamics in green algae..... 357
Hamed A.F., El-Awamri A.A., Abd-El-Fatah H.M. Algal communities of Qarun and Wadi El-Rayan Lakes (Egypt)..... 358
Hussain A., Krischke M., Roitsch Th., Hasnain Sh. Rapid determination of cytokinins and auxin in cyanobacteria 359
Imanpour J., Ramezanpour Z., Sharifinia M. Application of phytobenthos population based biotic indexes for water quality assessment..... 359
Jakubowska N., Joniak T., Szeląg-Wasielewska E. Vertical distribution of picocyanobacteria during summer in relation to light and nutrients availability (Strzeszyńskie Lake, Poland) 360
Janatková K., Řeháková K., Chroňáková A., Doležal J. Microbial phototrophs from high-altitudes soils of Ladakh Mountain Range (W Himalaya): their diversity, abundance and adaptation..... 361
Jodłowska S., Lemke P., Maciejczyk J. Analysis of the phytoplankton pigment content in the euphotic zone of the South-Western Baltic Sea..... 362
Karosienė J., Kasperovičienė J., Koreivienė J., Vitonytė I. Assessment of raphidophytes *Gonyostomum semen* (Ehrenb.) Diesing induced impacts on the freshwater aquatic environment..... 363
Kasperovičienė J., Koreivienė J., Karosienė J. Patterns of alien cyanobacteria *Raphidiopsis mediterranea* Skuja occurance in Lithuanian freshwaters 364
Koreivienė J., Kasperovičienė J. The outspread of *Anabaena bergii* Ostenfeld and related taxa in European freshwaters..... 365
Kryukova I., Polyakova Y.I. Peculiarities of phytoplankton composition and geographical distribution in the Eastern Laptev Sea in the autumn 2008 366
Kryvenda A., Friedl T., Kostikov I., Rybalka N., Boyko V., Ievdokimenko Y., Hallman C., Kleinfeld J., Spitzer K. Characterization of terrestrial green algae from Ukraine using a combined morphological and molecular approach 367
Kulikovskiy M., Lange-Bertalot H., Khursevich G., Witkowski A. Diatoms in Holarctic: biogeography and composition with special attention to Lake Baikal (Russia) 368
Kulikovskiy M., Lange-Bertalot H., Witkowski A., Khursevich G., Kuznetsova I. The genus *Navicula* Bory (Bacillariophyta): morphology and taxonomy in Lake Baikal (Russia)..... 369
Luong-Van J.T. Gametic fusion in *Chlamydomonas acidophila* Negoro (Chlorophyceae, Volvocales) 370
Lukešová A. Soil algae in post mining sites reclaimed by different tree plantations..... 371
Mamkaeva M.A., Mamkaeva K.A. Morphology and ecology of the *Rhizophydium mammilatum* (Braun) Fisher – a parasitic chytrid fungus. Isolation and cultivation methods 372
Mijit G., Obul X., Bekri A., Semet M. Diversity analysis of green algae in desert soil of Turpan and Lopnur; the typical extream environment of Xinjiang, China 372
Mikhailyuk T., Pröschold T., Holzinger A., Karsten U. Biodiversity of *Klebsormidium* P.C. Silva et al. from highland soil crusts (Alps, Tyrol, Austria)..... 374
Minicheva G.G. Estimation of ecological status of marine coastal ecosystem on the basis of algae community of morpho-functional indexes..... 375
Mitrofanova E.Yu. Chrysophycean stomatocysts in plankton and bottom sediments of deep oligotrophic Lake Teletskoye (Altai Mountains, Russia) 376

Neori A. Microalgae as the driving force in 'green water' polyculture, the largest sector in world seafood production 378
Olan O., Bulimaga V., Rudic V., Tsapcov V., Gulea A. Synthesis of sulfated exopolysaccharides at *Spirulina platensis* (Gomont) Geitler CNM-CB-02 cultivation 379
Pasztaleniec A. Phytoplankton taxonomic metrics *versus* abundance metrics – do they show similar response to eutrophication? 380
Petlovany O. Zygnematales of Ukrane 381
Petlovany O. Zygnematales of Ukraine: Red List Data 383
Pröschold T., Coleman A.W. DNA barcoding versus taxonomy. Is there a conflict? 384
Ramukhwatho R., Maharajh D. Bio prospecting for high lipid-producing indigenous algae 385
Řeháková K., Hrouzek P., Rychtecký P., Zapomělová E., Komárek O., Březina V., Jezberová J., Bernardová K., Komárková J., Janatková K. How to become winner in the competition battle in water bloom? 386
Riahi H., Ghassempour A.R., Nagafi F., Khangir M., Hashtroudi M., Shariatmadari Z. The effect of cyanobacterial culture on crops and medicinal plants 387
Roozbehany Sh., Zarei-Darki B., Mirzaei M. Study of plankton at lower section of the Zayandehrud River (Iran) 388
Szeląg-Wasielewska E., Bazaluk S. Seasonal changes in green algae and cryptophytes in an earth pond in Drwęsa (West Poland) 389
Voytsekhovich A., Beck A. Lichen photobionts of the rocky outcrops of Karadag Nature Reserve (Crimea, Ukraine) 390
Zarei-Darki B., Zarei-Darki L., Akkafi H.R. Estimation of ecological state by indicated species in the Zayandehrud River (Iran) 391
Zarei-Darki L., Baharlouei Z., Zarei-Darki M. Study of blue-green algae in the biological ponds of Esfahan Sewage Treatment Works (Iran) 392

Б.В. АДАМОВИЧ, Г.П. ВОРОНОВА, Л.А. КУЦКО

РУП «Институт рыбного хозяйства»,
ул. Стебенева, 22, 220073 Минск, Беларусь
e-mail: belniirh@tut.by

ПОКАЗАТЕЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ УРОВНЯ РАЗВИТИЯ И СТРУКТУРЫ ФИТОПЛАНКТОНА В ОЦЕНКЕ СТЕПЕНИ ЭВТРОФИРОВАНИЯ КРУПНЫХ РЕК БЕЛАРУСИ

Крупные трансграничные реки являются, по сути, аккумулятором всех процессов, происходящих в водных экосистемах на их водосборной площади. Это в полной мере касается загрязнения водоемов, обусловленного хозяйственной деятельностью человека. Основной проблемой при этом является эвтрофирование, т.е. повышение трофности водотоков, причем в наибольшей степени это касается крупных рек. Из биологических сообществ наиболее показательны при этом изменения сообщества первичных планктонных продуцентов – фитопланктона, который является первым звеном в процессе утилизации поступающих в реку биогенов и, соответственно, основой биологических процессов самоочищения. Использование биологических сообществ в оценке экологического состояния водных объектов имеет ряд существенных преимуществ по сравнению с оценкой только по гидрохимическим показателям. Связано это с тем, что гидробионты испытывают на себе длительное влияние всего комплекса загрязняющих водоем веществ, отдельные компоненты которого могут и не превышать установленных норм. Кроме того, биологическая оценка качества воды дает динамическую характеристику водоема, т.к. изменение состава среды вызывает структурные и функциональные перестройки гидробиоценозов, протекающие во времени. Нарушение гомеостаза в водоеме может приводить к тому, что сами гидробионты становятся фактором загрязнения, и даже если сток химзагрязнителей в водоем прекратится, он уже перешел на иную ступень трофности и необходимо продолжительное время для возвращения его в предыдущее состояние.

В 2011 г. были проведены исследования по изучению экологического состояния двух крупных рек Беларуси – Вилии и Западной Двины. Анализ данных по содержанию в воде биогенов, в наибольшей степени связанных с эвторофированием водотоков, – минерального азота и фосфора, показал, что среднесезонная концентрация в изученных реках, в зависимости от створа, колебалась в пределах 0,43-0,90 мг N/л и 0,02-0,06 мг P/л в р. Вилия и 0,52-0,75 мг N/л и 0,02-0,06 мг P/л в р. Западная Двина.

Если сравнить две изученные нами в 2011 г. реки, то можно заключить, что по гидрохимическим показателям нагрузка основных биогенов и растворенной органики на единицу объема воды практически одинакова в рр. Вилия и З. Двина. Однако химический анализ не может

зарегистрировать биогены, поступившие в реку ранее, и уже утилизированные фитопланктоном. Средняя для всех створов биомасса фитопланктона в р. Вилия оказалась более чем в 10 раз выше, чем в р. З. Двина – 4,46±1,08 мг/л против 0,43±0,17 мг/л (вариабельность указана в виде σ), при том, что по скорости течения эти реки сходны. Весомый вклад в биомассу фитопланктона р. Вилия вносили синезеленые водоросли – типичные индикаторы биогенной нагрузки, что говорит о сильном антропогенном прессе на этот водоем. Из этого можно заключить, что биогенная нагрузка на р. Вилия на единицу объема воды практически в 10 раз выше, чем на р. З. Двина, что противоречит выводам, которые можно сделать лишь на основе гидрохимических показателей. Т.е. только совокупность гидрохимических и гидробиологических данных дает объективную картину по биогенному загрязнению водотока.

Исследованиями, проведенными ранее, на крупных реках Беларуси, таких как Припять (Просяник и др., 1996), Неман (Астапович и др., 1996), Днепр (Астапович и др., 1996; Адамович и др., 2010), Западная Двина (Астапович и др., 1998), установлено, что биомасса фитопланктона имела устойчивую тенденцию к увеличению с усилением уровня биогенной нагрузки. Также отмечено, что наиболее показательным гидрохимическим фактором усиления антропогенной нагрузки в исследованных крупных реках является содержание в воде минеральных форм азота.

А.С. АНДРЕЕВА-ГРИГОРОВИЧ, Т.В. ШЕВЧЕНКО

Ин-т геологических наук НАН Украины,
ул. Олеся Гончара, 55б, 01601 Киев, Украина
e-mail: aida_grigorovich@mail.ru, t_shevchenko@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ ГАПТОФИТОВЫХ И ДИНОФИТОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ ОЛИГОЦЕНОВЫХ БАССЕЙНОВ СЕВЕРНОГО ПЕРИТЕТИСА

Изучение наннопланктона и диноцист из отложений олигоцена Северного Перитетиса дало возможность не только установить относительный возраст вмещающих пород, но и провести палеоэкологические реконструкции условий обитания гаптофитовых и динофитовых водорослей в олигоценовых бассейнах изученной территории. Палеоэкологические выводы строили по результатам обработки многочисленных разрезов олигоцена Германии, Карпат, Северной Украины, Северного Причерноморья, Крыма и Восточного Прикаспия.

Раннеолигоценовый бассейн, ***рюпельское время.*** Наннопланктон раннего рюпеля был развит не во всех бассейнах и характеризовался преобладанием бореальных видов, преимущественно мелководных, которые часто образовывали значительные скопления (*Cyclicargolithus*

floridanus, *Isthmolithus recurvus*). Ассоциации диноцист всех изученных бассейнов богатые (80 видов), указывают на морские, относительно мелководные и достаточно тепловодные условия. Наиболее глубоководным и тепловодным был карпатский бассейн, оставаясь таким на протяжении всего олигоцена. Самый ранний рюпель характеризуется нестабильностью гидрологических условий, о чем свидетельствуют наличие в осадках уровней с преобладанием определенных видов (*Membranophoridium aspinatum*, *Deflandrea phosphoritica*). Нарастающее обмеление бассейнов (уровни с преобладанием *Rhombodinium longimanum*, *Spiniferites pseudofurcatus* и *Tectatodinium pellidum*) понижало соленость (*Wetzeliella gochtii* – индикатор опреснения) В среднем рюпеле изоляция достигла максимума, что проявилось в появлении эндемичного наннопланктона (*Reticulofenestra ornata*, *R. lockeri*, *Transversopontis fibula*). Горизонт с эндемиками протягивается по всем разрезам Северного Перитетиса от Германии до Восточного Прикаспия. В это же время в Германии появлялись болотистые лагуны, в которых накапливались бурые угли. В процессе углеобразования активное участие принимали динофитовые родов *Wetzeliella*, *Chiropteridium*, *Homotryblium* и особенно вид *Thalassiphora pelagica* s.l. В позднерюпельское время почти во всех бассейнах, кроме Северной Украины, восстановился нормально морской режим, что привело к увеличению численности динофитовых. В Карпатах отмечается появление теплолюбивой флоры геликосфер и сфенолитов, среди которых *Helicosphaera recta*, *H. intermedia* образовывали значительные скопления.

Позднеолигоценовый бассейн, ***хаттское время***. Наннопланктон обнаружен только в Германии и Карпатах и характеризовался обедненным составом – всего около 20 видов (*Helicosphaera recta*, *Chiasmolithus* cf. *althus*, *Sphenolithus delfix, Pontosphaera multipora*, *Zygrhablithus bijugatus, Cyclicargolithus abisectus*). По сравнению с концом рюпеля нанноассоциация указывает на более тепловодные и мелководные прибрежные (Германия) и глубоководные (Карпаты) условия. Наиболее представительные ассоциации динофитовых обитали в бассейнах Германии и Северного Причерноморья (около 40 видов), бедные – в бассейнах Карпат и Северной Украины. В Северном Причерноморье массовое развитие видов, продуцирующих каватные цисты (*Deflandrea* spp., *Rhombodinium* spp., *Wetzeliella* spp.), которые обычно формируются на небольших глубинах с пониженной соленостью, фиксирует регрессивную фазу краевого участка. Ассоциация динофитовых также указывает на тепловодность северопричерноморского палеобассейна.

Таким образом, во всех изученных бассейнах на протяжении олигоцена из двух групп микроальгофлоры наиболее широко были развиты динофитовые водоросли. В это время бассейны Северного Перитетиса имели широкие связи как между собой, так и с открытыми морскими акваториями.

О.П. БАЖЕНОВА, А.А. ВАХРУШЕВ, Л.В. ГЕРМАН, О.О. КРЕНЦ

ФГБОУ ВПО «Омский государственный аграрный ун-т им. П.А. Столыпина», Институтская пл., 2, 644008 Омск, Россия
e-mail: olga52@bk.ru

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И СТРУКТУРА ФИТОПЛАНКТОНА РАЗНОТИПНЫХ ОЗЕР ОМСКОГО ПРИИРТЫШЬЯ (РОССИЯ)

В пределах Омской области располагается среднее течение трансграничной сибирской реки Иртыш, эту территорию обычно называют Омское Прииртышье. Регион богат водными ресурсами, кроме главной водной артерии – Иртыша, здесь находится множество малых рек и озер, последних насчитывается около 16 тысяч. Происхождение озер самое разное. На севере области преобладают озера с пресной водой, на юге – в лесостепи и степи, распространены и пресные, и соленые.

Изучение фитопланктона некоторых озер проводили в июле 2011 года для оценки качества воды и определения их экологического состояния в целом.

Таксономический состав фитопланктона озер весьма разнообразен, в нем найдены представители 8 отделов, в том числе: Cyanoprokaryota – 67, Euglenophyta – 46, Dinophyta – 3, Cryptophyta – 3, Chrysophyta – 15, Bacillariophyta – 67, Xanthophyta – 9 и Chlorophyta –144.

Наибольшее значение в структуре фитопланктона обследованных озер принадлежит зеленым водорослям и цианопрокариотам, в некоторых озерах важную роль играют диатомовые водоросли, в основном случайно-планктонные виды.

Многие озера Омского Прииртышья, особенно находящиеся в южной лесостепной и степной зонах, эвтрофированы. Это проявляется в ряде признаков: высокой зарастаемости водной растительностью, мелководности, низкой прозрачности воды, значительном обилии фитопланктона, в ряде озер достигающем уровня «цветения» воды, вегетации в составе фитопланктона мелкоклеточных видов водорослей и цианопрокариот. В ряде озер отмечено «цветение» воды, вызванное токсичными видами цианопрокариот – *Microcystis aeruginosa* (Kütz.) Kütz., *M. flos-aquae* (Wittr.) Kirchn., *M. novacekii* (Komárek) Compère, *M. wesenbergii* (Komárek) Komárek, *Anabaena circinalis* Rabenh. ex Born. et Flah., *A. flos-aquae* (Lyngb.) Bréb., *Aphanizomenon klebahnii* (Elenkin) Pechar et Kalina, *A. flos-aquae* (L.) Ralfs, *Coelosphaerium kuetzingianum* Nägeli.

Эвтрофирование озер в южной и центральной частях Омской области происходило в основном естественным путем, но в последнее время этот природный процесс под влиянием хозяйственной деятельности человека значительно ускорился и уже можно говорить о сочетании естественного и антропогенного эвтрофирования.

Структура, состав и обилие фитопланктона обследованных озер свидетельствуют о напряженном состоянии их экосистем. По показателю биомассы фитопланктона соленое озеро Ульжай относится к

олиготрофным, а озера Чингалы, Обалыколь, Стеклянное – мезотрофным водоемам. Особого внимания требуют политрофные озера – Жарылдыколь, Байгунда, Инберень, Батаково. Вода в этих озерах в теплое время года «цветет», а позднее накопившаяся фитомасса начинает гнить и зимой в них часто наблюдается замор рыбы.

В тяжелом экологическом состоянии находится озеро Калач – антропогенная нагрузка на территории г. Калачинска, где расположено это озеро, значительно превышает уровень сельских территорий. Но и озера, расположенные в разных физико-географических зонах на сельской территории – Жарылдыколь, Инберень, Батаково, Байгунда, Петровское – также находятся под заметным антропогенным прессом, что проявляется в их высокой трофности и низком классе качества воды – «загрязненная». Без принятия необходимых мер по экологической реабилитации водоемов и прилегающей к ним территории процесс эвтрофирования приведет к зарастанию и заболачиванию их акватории, и, в конечном счете, – к утрате озер, выполняющих важную роль в обеспечении населения водой, рыбой, рекреационными и эстетическими ресурсами.

Г.Р. БАКИЕВА

Башкирский государственный педагогический ун-т им. М. Акмуллы,
ул. Октябрьской революции, 3а, 450000 Уфа, Россия
e-mail: bakieva-gr@mail.ru

РАЗНООБРАЗИЕ BACILLARYOPHYTA ПОЧВ ХВОЙНЫХ ЛЕСОВ БАШКИРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА (ЮЖНЫЙ УРАЛ, РОССИЯ)

Башкирский государственный природный заповедник (БГПЗ) организован в 1930 г. и расположен в южной лиственно-светлохвойной средне- и низкогорной провинции горнолесной зоны Южного Урала. Одним из направлений решения проблем сохранения биоразнообразия, которые проводятся в заповеднике, является изучение флоры как комплекса высших и низших растений, хорошо отражающего состояние окружающей среды и предопределяющего состав гетеротрофного компонента, определяющего разнообразие видовой структуры экосистемы в целом. Поэтому изучение альгофлоры, как составной части флоры, является актуальным и важным аспектом программы сохранения биоразнообразия.

Целью исследования было изучение видового состава и экологических особенностей Bacillaryophyta почв хвойных лесов БГПЗ.

Почвенные пробы были отобраны с июня по октябрь 2007–2009 гг. Исследовались различные участки лесных экосистем БГПЗ. Отбор проб и их культивирование выполнены по общепринятым в почвенной альгологии методам. Глубина отбора проб составила 0–15 см. Для выявления видового разнообразия и учета обилия видов и внутривидовых таксонов почвенных диатомовых водорослей использовали классические почвенно-

альгологические методы. Идентификацию диатомовых водорослей проводили по различным отечественным и зарубежным определителям. Анализ экологической структуры проводили на основе классификации экобиоморф.

Систематический список видов почвенных диатомовых водорослей составил 35 таксонов, относящихся к 5 порядкам: Naviculales (21 таксон, 60 %), Bacillariales (9 таксонов, 25 %), Cymbellales (3 вида, 9 %), Achnanthales (1 вид, 3 %), Thalassiophysales (1 вид, 3 %); и 8 семействам. Большинство семейств включали небольшое число видов и внутривидовых таксонов. Ведущая роль в таксономической структуре принадлежала представителям семейств Naviculaceae (11 таксонов), Bacillariaceae (9 таксонов), Pinnulariaceae (7 таксонов), которые составили 77 % от общего числа видов.

Большинство видов диатомей относились к эдафофильным видам (80 %), доля гидрофильных видов была незначительна (20 %). Ранжирование индексов жизненных форм в порядке убывания позволило получить спектр жизненных форм диатомовых водорослей рассматриваемой территории: $B_{28}hydr_7$. Очевидна доминирующая доля диатомей В-формы. Это подвижные диатомовые водоросли, живущие в самых поверхностных слоях почвы (*Hantzschia, Navicula, Pinnularia, Nitzschia, Luticola* и *Achnanthidium*), холодостойкие, светолюбивые и неустойчивые против высыхания.

В географическом отношении большинство представителей диатомовых водорослей – космополиты. Это такие широко распространенные виды как *Hantzschia amphioxys* (Ehrenb.) Grunow, *H. amphioxys* f. *capitata* O. Müll., *Nitzschia palea* (Kütz.) W. Smith, *Navicula minima* Grunow, *N. atomus* (Kütz.) Grunow, *Luticola mutica* (Kütz.) D.G. Mann, *Pinnularia borealis* Ehrenb., *P. subborealis* Hustedt и другие.

Таким образом, изучение флоры Bacillaryophyta показало сравнительно высокое видовое разнообразие: 35 видов и внутривидовых таксонов, что объясняется тем, что в пробах почвы из участков светлохвойных лесов, расположенных в долинах рек и ручьев, встречались гидрофильные виды, а также в исследованиях проводился учет и пустых панцирей диатомей.

Ю.М. БАЧУРА, О.М. ХРАМЧЕНКОВА

Гомельский государственный ун-т им. Ф. Скорины,
ул. Советская, 104, 246019 Гомель, Беларусь
e-mail:bachura@gsu.by

ПОЧВЕННЫЕ ВОДОРОСЛИ ОТВАЛОВ ФОСФОГИПСА И ПРИЛЕГАЮЩЕЙ К НИМ ТЕРРИТОРИИ

Почвенные водоросли принимают активное участие в биологическом освоении антропогенных безжизненных субстратов. Выделяя в окружающую среду спектр биологически активных веществ, витаминов, различных слизей, они способствуют склеиванию отдельных

минеральных частиц субстрата и созданию структуры будущей почвы. Цель исследования – изучение состава почвенных водорослей разновозрастных отвалов фосфогипса и прилегающей к ним территории. Образцы отбирали на отвалах фосфогипса Гомельского химического завода: на свежих отвалах с полным отсутствием высших растений, на отвалах среднего возраста (варианты: без растений, с моховым покровом, с травянистыми растениями и мхами, на старых отвалах, где присутствовали и травянистые, и древесные растения). Отбор также был выполнен вдоль дороги между разновозрастными отвалами фосфогипса и на опушке леса напротив свежего отвала фосфогипса. Сбор и обработку альгологического материала проводили по общепринятым методикам.

Всего на отвалах Гомельского химического завода и прилегающей к ним территории было выявлено 53 представителя почвенных водорослей, относящихся к 21 роду, 28 семействам, 18 порядкам, 7 классам отделов Cyanophyta, Xanthophyta, Bacillariophyta и Chlorophyta. Около половины всех водорослей (49,0 %) приходилось на зеленые водоросли, на синезеленые – 34,0 %, диатомовые – 15,1 %, желтозеленые – 1,9 %. Большинство семейств включали 1-3 представителей, Nostocaceae и Phormidiaceae 4 и 5 видов соответственно. На отвалах фосфогипса было выявлено 25 видов водорослей, в почвах прилегающей к отвалам территории – 44 вида.

Состав группировок водорослей исследуемых субстратов был следующим: свежие отвалы – $Chlor_8$ (8); отвалы среднего возраста: без растений – $Cyan_3$ $Chlor_{10}$ (13), с моховым покровом – $Chlor_5$ (5), с травянистыми растениями и мхами – $Cyan_2$ Xan_1 $Chlor_{10}$ (13); старые отвалы – $Cyan_{10}$ Xan_1 $Chlor_{10}$ (21); вдоль дороги между отвалами – $Cyan_8$ Bac_5 $Chlor_{19}$ (32), на опушке леса – $Cyan_{10}$ Bac_6 $Chlor_{21}$ (37), где Cyan – Cyanophyta, Chlor – Chlorophyta, Xan – Xanthophyta, Bac – Bacillariophyta, индексы – число представителей отдела, в скобках – общее число видов.

Уровень развития водорослей (ИПР) на всех категориях отвалов фосфогипса изменялся пропорционально с изменением количества выявленных видов водорослей; на площадке вдоль дороги между отвалами фосфогипса был максимальным – 117; на опушке леса напротив свежего отвала фосфогипса ниже, чем на старовозрастных отвалах (48 и 71 соответственно). Наиболее устойчивыми к влиянию фосфогипса оказались водоросли Ch-жизненной формы (преобладали на свежих отвалах); на более поздних этапах сукцессии доминирующее положение занимали представители P-, PF- и CF-жизненных форм (старые отвалы); на прилегающей территории были представлены водоросли практически всех жизненных форм.

Статистически установлена приуроченность различных видов водорослей к разновозрастным отвалам фосфогипса. Показано увеличение разнообразия водорослей на прилегающих к отвалам территориях, что, вероятно, обусловлено уменьшением токсичного влияния фосфогипса.

А.А. БЕГУН

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Ин-т биологии моря им. А.В. Жирмунского Дальневосточного отделения РАН
ул. Пальчевского, 17, 690059 Владивосток, Россия
e-mail: andrejbegun@yandex.ru

ЭПИФИТНЫЕ ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРОСЛИ В БИОИНДИКАЦИИ СОСТОЯНИЯ МОРСКОЙ СРЕДЫ (ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО ЯПОНСКОГО МОРЯ, РОССИЯ)

Диатомовые водоросли эпифитона являются наиболее чувствительным компонентом в донных экосистемах морей, анализ их видового состава и количественного обилия дает интегральную оценку результатов всех природных и антропогенных процессов, протекающих в водной среде. Изученность закономерностей количественного развития и экологии эпифитных диатомовых водорослей, как важнейшего автотрофного компонента морской биоты Дальневосточных морей России, остается на сегодняшний день крайне слабой. Также отсутствуют научные данные об использовании эпифитных диатомовых водорослей в биоиндикационных исследования состояния морской среды в Дальневосточном регионе.

Цель настоящего исследования – изучение видового состава и количественных характеристик диатомовых водорослей эпифитона макрофитов в прибрежных акваториях залива Петра Великого Японского моря, в различной степени подверженных антропогенному загрязнению. Материалом послужили количественные сборы диатомового эпифитона, проведенного на 25 видах макрофитов в летне-осенний период 2009–2010 гг. По степени антропогенной нагрузки исследуемые станции были разделены на 3 группы: «значительно загрязнены» – бухты Золотой Рог, Горностай, заливы Находка, Славянка, кутовые части Амурского и Уссурийского заливов, выпуск очистных сооружений г. Владивостока и гиперевтрофная искусственная лагуна (Амурский залив), «слабо загрязненные» – бухты Спортивная Гавань, Рында (о. Русский), Соболь, мыс Токаревского и залив Восток и «чистые» – бухты Лазурная, Бойсмана, Баклан и о. Фуругельма (Дальневосточный морской биосферный заповедник).

В эпифитоне исследованных макрофитов зарегистрировано 105 видов и внутривидовых таксонов диатомей из классов Bacillariophyceae (75 видов), Fragilariophyceae (13) и Coscinodiscophyceae (17). На «значительно загрязненных» станциях существенная доля диатомовых водорослей приходилась на альфа-мезосапробионты – индикаторы значительного органического загрязнения (44,4 %), на «слабо загрязненных» станциях показатель альфа-мезосапробионтов был существенно ниже (13,3 %), на «чистых» станциях диатомеи этой группы не встречены. Количественный анализ показал, что на «значительно загрязненных» станциях преобладают альфа-мезосапробионты (73,8 млн кл./г сырой массы макрофита), на «слабо загрязненных» – индикаторы умеренного органического загрязнения бета-мезосапробионты (7,53), на «чистых» – бета-мезосапробионты (15,8) и

индикаторы условно «чистых» вод олиго-бета-мезосапробионты (0,08), олигосапробионты (0,18) и ксено-олигосапробионты (0,19). Кроме того, на «значительно загрязненных» станциях средние значения индексов видового разнообразия Шеннона-Винера и выровненности Пиелу были низкими (1,31 и 0,37 инф. бит, соответственно), на «слабо загрязненных» – более высокими (2,67 и 0,8 инф. бит), на «чистых» – самыми высокими (3,42 и 0,89 инф. бит). Морфологические аномалии в структуре створок диатомовой водоросли *Cocconeis distans* Greg. в виде вогнутости на полюсах створки, а также уменьшение длины и ширины створок для 10 видов диатомовых водорослей на 1,5-2,5 мкм, наблюдались только на «значительно загрязненных» станциях.

Таким образом, исследование видового состава, количественных характеристик и биоиндикационный анализ эпифтиных диатомовых водорослей в акваториях залива Петра Великого Японского моря, подверженных хроническому антропогенному загрязнению, показал специфические черты развития эпифитона, выраженные в доминировании альфа-мезосапробионтов, снижении видового разнообразия и наличии морфологических аномалий в строении створок, что свидетельствует об упрощении структуры альгоценозов данных водоемов и высоком уровне органического загрязнения их вод.

П.Г. БЕЛЯЕВА

Учреждение Российской академии наук Ин-т экологии и генетики микроорганизмов Уральского отделения РАН,
ул. Голева, 13, 614081 Пермь, Россия
e-mail: belyaeva@psu.ru

СТРУКТУРА ФИТОПЛАНКТОНА ВОТКИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (РОССИЯ)

Фитопланктон является важнейшим компонентом любой водной экосистемы, его структура и функционирование во многом определяют состояние водной экосистемы в целом. В Водной Рамочной Директиве ЕС 2000/60 фитопланктон отмечен как один из биологических элементов, характеризующий экологический статус водоемов.

Цель работы – изучение современного состояния фитопланктона центрального плеса Воткинского водохранилища.

Отбор проб планктона проводили в ходе летних рейсов (2008–2009 гг. – июль, 2010 г.– август) по центральному плесу водохранилища на 7 «стандартных» створах (21 станция). Сбор и обработку проб фитопланктона проводили общепринятыми методами.

В фитопланктоне Воткинского водохранилища к настоящему времени отмечен 261 таксон водорослей, включая внутривидовые таксоны и определенные до рода. Ведущая роль принадлежит Bacillariophyta (97), Chlorophyta (83), Cyanophyta/Cyanoprokaryota (33), Chrysophyta (21),

Euglenophyta (14). Водоросли других отделов не создают высокой численности и представлены небольшим числом видов и разновидностей.

В состав доминирующего по биомассе комплекса видов водорослей входят *Aulacoseira granulata* (Ehrenb.) Sim., *A. ambiqua* (Grunow) Sim., *Asterionella formosa* Hass., *Fragilaria capucina* Desm., *Stephanodiscus binderanus* (Kütz.) Krieg., *St. hantzschii* Grunow, *Discostella stelligera* (Cleve et Grunow) Houk et Klee. *Actinocyclus normanii* (Greg.) Hust., по численности – *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs, *Aphanothece clathrata* W. et G.S. West, виды рода *Microcystis* (Kütz.) Elenkin.

Средняя общая биомасса фитопланктона Воткинского водохранилища в июле составила 2,9 мг/л, при численности – 11,3 млн кл./л. В августе 2010 г. эти значения были существенно выше (9,25 мг/л и 78,93 млн кл./л, соответственно). На исследованной акватории структура и величины биомассы и численности фитопланктона значительно изменяются на разных участках водохранилища. По направлению к плотине Воткинской ГЭС происходит увеличение численности и биомассы планктона от 6,0 до 18,8 млн кл./л и от 2,67 до 3,61 мг/л, соответственно (2008–2009 гг.). Иная картина наблюдается в августе – максимальное развитие водорослей планктона наблюдается в центральном районе водоема (средняя численность фитопланктона достигает 90 млн кл./л, биомасса – 12,75 мг/л).

В 2009 г. средняя численность, например, синезеленых водорослей верхнего района центрального плеса водохранилища составила 1,7±0,6 млн кл./л. По продольной оси водохранилища этот показатель увеличивался до 8,7±1,3 млн кл/л. В 2010 г. (теплом, маловодном) число клеток синезеленых водорослей изменялось от 6,3 до 200 млн кл./л. Доминирующим видом для всех участков водохранилища являлся *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs, численность которого достигала 47,3–99,4 % от общей численности фитопланктона.

Для вертикального распределения фитопланктона характерно максимальное развитие в верхних слоях воды (0–1,5 м) в июле, тогда как в августе – на глубине 3,0–4,5 м.

Встречаемость каспийского вселенца *Actinocyclus normanii* (Greg.) Hust. в июле выше, чем в августе (в 75 % проб). При массовом развитии синезеленых водорослей этот вид практически выпадает из доминантного комплекса фитопланктона. Единично в пробах фитопланктона отмечаются *Skeletonema subsalsum* (A. Cleve) Bethge и *Chaetoceros* sp.

В целом, исследуемый фитопланктон Воткинского водохранилища отличается от такового восьмидесятых годов не только более высокими биомассой и численностью, но и некоторой сменой доминирующих видов и нахождением видов, которые ранее не были зафиксированы.

Работа выполнена при поддержке Программы Президиума РАН № 22 «Молекулярная и клеточная биология» (№ 01200963684).

О.И. БЕРЧЕНКО, О.А. СУХОВ

Ин-т геологических наук НАН Украины,
ул Олеся Гончара, 55б, 01601 Киев, Украина
e-mail: osukhow@yahoo.com

О ВАЛИДНОСТИ ВЫДЕЛЕНИЯ НЕКОТОРЫХ РОДОВ ДАЗИКЛАДИЕВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ ТРИБЫ ACICULELLEAE

В верхневизейских карбонатных отложениях Донбасса и Днепровско-Донецкой впадины нами были встречены дазикладиевые водоросли *Kulikia* Golubtsov. Этот род был описан В.К. Голубцовым в 1961 г. из визейских отложений Припятского прогиба, где он указал на сходство последнего с родом *Atractyliopsis* Pia. В 1956 г. Б. Аккорди, описывая представителей *Atractyliopsis*, отметил, что эта дазикладиевая водоросль имеет цилиндрическую форму, оболочка которой образована простым рядом соединенных сежду собой сфер, представляющих эндоспорангии. В.К. Голубцов отмечал сходство куликий с родом *Atractyliopsis* «… по одинаковому характеру обизвествления, наличию спорангиев в оболочке и окраске карбоната», указав при этом на существенные морфологические отличия между ними. По внешнему виду слоевище куликий напоминает вытянутое четкообразное сооружение, состоящее из «округлых члеников», соединяющимися на подобии мицций непосредственно своими полярными отверстиями. Слоевище окружено обызвествленным чехлом, в котором наблюдаются сферические пустоты (спорангии?). Наружная поверхность часто бывает неровной. Ясно выраженного ветвления не наблюдалось. В поперечном сечении сферические спорангии (?) расположены однорядно по кругу. Диаметры их разнообразны и изменяются от 0,05 – до 0,1 мм даже у одного и того же экземпляра. На основании вышеизложенного можно предположить, что *Kulikia* и *Atractyliopsis* – два самостоятельных рода. Изученные нами экземпляры рода *Kulikia* полностью соответствуют диагнозу рода приведенного В.К. Голубцовым. В 1981 г. Б. Маме и др. дали реконструкцию куликий, изобразив детали строения и морфологию этой водоросли, тем самым показали отличия в строении слоевищ этих двух родов.

В 1972 г. Б. Маме и Б. Рудлофф из визейских отложений Северной Америки описали новый род дазикладиевых водорослей *Sphinctoporella*. Авторы отметили, что по морфологическим признакам он очень похож на род *Atractiliopsis* Pia. В диагнозе нововыделенного рода указано, что слоевище представлено известковой трубочкой, имеющей пережимы и правильно расположенные эндоспорангии (?). В дальнейшем (1980) эти же авторы указали на сходство рода *Sphinctoporella* с родом *Kulikia* Golubtsov.

Определенную ясность в систематическую принадлежность родов *Sphinctoporella* и *Kulikia* внес С. Скомпски (1984, 1986). Помимо шлифов им изучались экземпляры отмытые из породы. С. Скомпски, исследуя экземпляры из Люблинского бассейна, показал детальную структуру мягких частей *Kulikia*, сохранившуюся в виде пиритизированых ядер, а

также детали стенки. Таким образом, автор уточняет диагноз рода и, как следствие, диагноз вида *Kulikia sphaerica*. Проанализировав и обобщив имеющиеся данные, автор сделал вывод, что по своему облику, размерам и типу ветвления *Sphinctoporella* и *Kulikia* идентичны.

В 1988 г. Г. Эллиот выделил еще один род, родственный роду *Kulikia – Frosterleyella*. Исходя из анализа имеющихся публикаций, можно говорить о четырех очень близких, по своей морфологии рода: *Atractyliopsis* Pia, 1937; *Kulikia* Golubtsov,1961; *Sphinctoporella* Mamet et Rudloff, 1972; *Frosterleyella* Elliott, 1988. Рода *Atractyliopsis* и *Kulikia*, как указывалось выше, имеют право на самостоятельное существование. Рода *Sphinctoporell* и *Frosterleyella* довольно спорны, так как при их описании всякий раз речь идет об их схожести между собой и родом *Kulikia*.

В итоге, проанализировав свой фактический материал и публикации касающиеся рода *Kulikia*, мы предполагаем, что род *Atractyliopsis* несомненно имеет право на самостоятельность, а роды *Sphinctoporella* и *Forsterleyella* являются синонимами рода *Kulikia*.

Следует отметить, что представители вышеуказанных родов встречены только в поздневизейских отложениях различных регионов.

А.Г. БЛАГОДАТНОВА, Ж.Ф. ПИВОВАРОВА

Новосибирский государственный педагогический ун-т,
ул. Вилюйская, 45, 630126 Новосибирск, Россия
e-mail: ablagodatnova@yandex.ru

БОЛОТНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ – ХРАНИТЕЛЬНИЦЫ ВОДОРОСЛЕВОГО РАЗНООБРАЗИЯ

В настоящее время важность исследования болотных экосистем приобретает все большее значение, что подтверждает создание Рамсарской Конвенции о водно-болотных угодьях. В пределах болотных экосистем формируется барьер разгрузки, где происходит резкое уменьшение интенсивности миграции и, как следствие, концентрация элементов. В результате этого создаются особые условия, способствующие «сгущению жизни». Благодаря длительной сопряженной эволюции болотные сообщества обладают высоко специфичным видовым разнообразием живых организмов. Болота выступают своеобразными хранителями видового разнообразия ландшафта. Исследованные болота расположены в различных природных зонах (таежной и лесостепной), одно из болот находится в черте г. Новосибирска и представляет собой вариант антропогенно преобразованного ландшафта.

Болотные экосистемы – явление интразональное. Альгофлора болот при этом несет на себя одновременно как зональные, так интразональные и специфичные черты, что прослеживается на различных уровнях таксономической организации (Благодатнова, 2010). Наблюдается тенденция снижения видового разнообразия от высоких широт к

лесостепной зоне. Общность таксонов высокого ранга свидетельствует об исторической близости путей формирования флор на исследованных территориях и указывает на интразональный характер болот. В независимости от природной зоны в альгофлоре болот первые места принадлежат видам отдела Chlorophyta.

В ряду низинных болот наибольшее число видов зарегистрировано в Архангельской области. Почти в 4 раза меньше число видов в лесостепной зоне, а в болоте урбанизированной территории составляет чуть более половины флоры аналогичного болота в лесостепной зоне. Это является следствием антропогенной нагрузки на экосистему. Альгофлора болот низинного типа, более молодых по возрасту, несет на себе больше зональных черт, чем водорослевая флора верховых болот. В таёжной зоне значительно долевое участие Chlorophyta (более 2/3 флоры). Распределение видов между остальными отделами крайне неравномерно. Обращает на себя внимание относительно большое долевое участие Xanthophyta по сравнению с другими отделами. Отделы Bacillariophyta и Cyanophyta представлены незначительным числом видов. В низинных болотах лесостепной зоны при доминировании Chlorophyta, значительно увеличивается долевое участие Cyanophyta и Bacillariophyta, которые достигают обильного развития в нейтральных и щелочных почвах (Пивоварова, 1988). Это проявление специфичности флоры, связанное с высокой степенью засоленности болот. По этой же причине наблюдается снижение долевого участия Xanthophyta.

Число видов во флорах верховых болот оказывается более константным, что, вероятно, можно объяснить длительной историей формирования этого типа болот. Ядро флоры представлено в основном «коренными» видами, преодолевшими экотопические и фитоценотические барьеры и сумевшими занять определенные экологические ниши. Более половины флористического списка приходится на виды Chlorophyta. Соотношение между остальными отделами специфично для каждой природной зоны. В пределах Архангельской области распределение видов по отделам (за исключением синезеленых водорослей) относительно равномерно. В Новосибирской области весомая часть флоры представлены Cyanophyta и Bacillariophyta (по 22 % на каждый отдел).

Таким образом, болота, являясь аккумулятивными участками, концентрируют в себе видовое разнообразие водорослей в зависимости от той природной зоны, в которой они расположены. Специфика альгофлоры определяется конкретными почвенно-экологическими условиями болотных экосистем. Интразональный характер болот прослеживается через однотипность таксономического состава болот различных природных зон.

М.Т. БОБОЕВ

Ин-т ботаники, физиологии и генетики растений АН РТ,
ул. Карамова, 27, 734017 Душанбе, Таджикистан
e-mail: b_mario@mail.ru

АЛЬГОФЛОРА ВОДОЕМОВ ЮЖНО-ТАДЖИКСКОЙ ДЕПРЕССИИ (ТАДЖИКИСТАН)

Территорию Южно-Таджикской депрессии пересекает несколько многоводных рек: Кафирниган, Вахш (среднее и нижнее течения), Кызылсу, Яхсу, Таирсу и множество небольших речек. На данной территории действуют искусственно созданные водохранилища: Муминабадское, Сельбурское, Сангтудинское, Байпазинское и Нурекское.

Флора водорослей водоемов бассейнов рек Вахш, Кафирниган и Кызылсу исследована рядом авторов (Шмелева, 1967, 1973, 1974, 1976, 1980; Андриевская, 1976,1980,1993; Хисориев 1978, 1979, 1984, 1985, 1987 а, б, в, 1993, 1997). Автором настоящей статьи были наиболее подробно исследованы многочисленные как естественные, так и искусственные водоемы, встречающиеся по долинам рек Кызылсу, Яхсу, Таирсу, а также Муминабадское и Сельбурское водохранилища (Бобоев, 2001-2006, 2009).

Всего собрано 370 альгологических проб. В результате их обработки нами выявлено 318 видов (представленных 410 внутривидовыми таксонами) из 7 отделов водорослей.

В итоге, с учетом всех литературных и оригинальных данных, для водоемов Южно-Таджикской депрессии всего было обнаружено 743 вида (представленных 947 внутривидовыми таксонами) из 10 отделов водорослей, относящихся к 13 классам, 28 порядкам, 61 семейству и 164 родам. Из них синезеленые водоросли (Cyanophyta) представлены 127 видами (150 внутривидовыми таксонами), эвгленофитовые (Euglenophyta) – 106 (140), динофитовые (Dinophyta) – 24 (30), золотистые (Chrysophyta) – 24 (25), желтозеленые (Xanthophyta) – 6 (6), диатомовые (Bacillariophyta) – 251 (357), зеленые (Chlorophyta) – 201 (235), харовые (Charophyta) 2 (2) и красные (Rhodophyta) – 1 (1) видом.

На основе полученных данных рассмотрена структура альгофлоры Южно-Таджикской депрессии. Из 10 отделов водорослей наибольшим разнообразием характеризуются диатомовые, зеленые, синезеленые и эвгленовые. Эти отделы объединяют 685 видов (882 внутривидовых таксонов), составляющих 93,13 % всей альгофлоры Южного Таджикистана. Менее разнообразны динофитовые и золотистые. Другие отделы (желтозеленые, криптофитовые, харовые и красные) представлены 1 или 6 видами. Из обнаруженных 37 порядков водорослей крупнейшими для Южно-Таджикской депрессии по многообразию форм являются 10: Diraphales – 131 вид (179 внутривидовых таксонов), Euglenales – 98 (132), Chlorococcales – 85 (103) и др. Эти порядки вместе объединяют 621 вид водорослей (816 внутривидовых таксонов), составляющих 86,16 % всей альгофлоры Южного Таджикистана.

Крупнейшие семейства водорослей в альгофлоре водоемов Южно-Таджикской депрессии представлены следующими: Naviculaceae 131 (171), Euglenaceae 93 (126), Oscillatoriaceae 64 (74), Desmidiaceae 57 (68) и др. Эти семейства объединяют 529 видов (706 внутривидовых таксонов, составляющих 47,20 % всей альгофлоры Южного Таджикистана). К крупнейшим для Южно-Таджикской депрессии относятся 20 родов, которые объединяют 360 видов (500 внутривидовых таксонов), составляющих 52,50 % от всей альгофлоры Южного Таджикистана. Среди них роды *Navicula*, *Cosmarium*, *Euglena*, *Oscillatoria*, *Nitzschia*, *Phacus* и *Cymbella* по разнообразию видов занимают господствующее положение в целом в альгофлоре Южно-Таджикской депрессии (5,07, 4,44, 4,44, 3,91, 4,48 и 4,38 % альгофлоры соответственно).

О.И. БОДНАР

Тернопольский национальный педагогический ун-т им. В.Гнатюка,
ул. М.Кривоноса, 2, 46027 Тернополь, Украина
e-mail: bodnar_oksana@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ ЦИТОХРОМОКСИДАЗНОЙ АКТИВНОСТИ ПРЕСНОВОДНЫХ ВОДОРОСЛЕЙ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ИОНОВ МЕТАЛЛОВ

Цитохромоксидаза (КФ 1.9.3.1) – фермент, катализирующий конечный этап переноса электронов на кислород в процессе окислительного фосфорилирования с образованием АТФ. Известно, что у гидробионтов она чувствительна к ряду факторов, включая ионы металлов (Боднар, 2009).

Опыты проводили с культурами зеленых (*Desmodesmus communis* (Hegew.) Hegew.), синезеленых (*Anabaena cylindrica* Lemm HPDP-1) и диатомовых (*Mayamaea atomus* (Kütz.) Lange-Bert.) водорослей, которые выращивали как в обычных условиях, так и при воздействии Zn^{2+} – 1,0 и 5,0 мг/л (1 и 5 $ПДК_{сан.-ток.}$). Период инкубации водорослей с ионами металла составлял 15 суток.

После получения абсолютных величин активности исследуемого фермента, условно (за 100 %) принимали ее значение для зеленой водоросли *D. communis* – классического объекта лабораторных исследований.

Установлено, что среди исследуемых водорослей самой низкой цитохромоксидазной активностью обладала *A. cylindrica* – 0,02 % от активности *D. communis*, что, вероятно, обусловлено отсутствием у цианеи сформированных клеточных органелл. Вместе с этим, у *M. atomus* активность фермента была в 3,5 раза выше, чем у зеленой водоросли.

При анализе влияния ионов цинка обнаружено, что исследуемые концентрации металла наиболее заметно влияли на цитохромоксидазную активность зеленых водорослей, чем синезелёных и диатомовых. Более выраженным этот процесс был в течение первых трех суток. Так, при концентрации металла 1,0 мг/л активность цитохромоксидазы *D. communis*

возрастала в 1,5 раза, а при 5,0 мг/л – в 2,0 раза. К концу опыта активность фермента несколько снижалась, но была чуть выше или на уровне контрольных значений.

При воздействии Zn^{2+} на клетки *A. cylindrica* в целом наблюдалось ингибирование функционирования цитохромоксидазы. При этом эффект обеих концентраций был аналогичным: подавление активности почти на треть сразу же после внесения металла, затем в течение первых суток происходило мало заметное восстановление функциональной активности, а к концу эксперимента наблюдалось постепенное, более чем на 20 %, снижение активности цитохромоксидазы.

Цитохромоксидазная активность клеток *M. atomus* имела следующую картину: при внесение металла в концентрации 1,0 мг/л активность фермента снижалась на 18 %, а при 5,0 мг/л – на 25 %. Начиная с третьих суток и до конца опыта активность фермента при концентрации ионов Zn^{2+} 1,0 мг/л была практически на уровне контроля. При содержании металла 5,0 мг/л цитохромоксидазная активность диатомеи возобновлялась уже с первых суток и только в течение последние пяти суток опыта наблюдалось незначительное ее снижение.

Таким образом, ионы цинка, как необходимого элемента для жизнедеятельности водорослевых клеток, проявляли преимущественно стимулирующее или регулирующее действие на активность терминальной оксидазы у зеленых и диатомовых водорослей, поскольку активность фермента до конца экспозиции практически восстанавливалась до уровня контрольных физиологических значений. Подавление конечного звена энергетического метаболизма у синезеленых водорослей, возможно, обусловлено низшей степенью структурно-функциональной организации клеток, прежде всего несовершенным механизмом контроля проникновения ионов металлов в клетку через внешнюю мембрану (Боднар, Грубинко, 2010).

А.И. БОЖКОВ, М.К. КОВАЛЕВА, А.В. ГОЛТВЯНСКИЙ

НИИ биологии Харьковского национального ун-та им. В.Н. Каразина,
пл. Свободы, 4, 61022 Харьков, Украина
e-mail: bozhkov@univer.kharkov.ua

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИИ *DUNALIELLA VIRIDIS* TEODOR. К ЛЕТАЛЬНЫМ КОНЦЕНТРАЦИЯМ ИОНОВ МЕДИ ДЛЯ ДАННОГО ВИДА

Одним из фундаментальных свойств живых систем является их способность адаптироваться к разнообразным факторам среды. Однако «пределы» адаптации чрезвычайно разнообразны. Остается неясным, какие факторы или механизмы определяют адаптивные возможности. Знания закономерностей и возможностей адаптациогенеза представляют интерес как для изучения биологии вида, так и для его эволюционной пластичности.

В настоящей работе исследовали способность *Dunaliella viridis* Teodor. адаптироваться к суперлетальным концентрациям сернокислой меди и возможные механизмы, определяющие ее адаптационный потенциал. Для этого *D. viridis* последовательно в течение многих лет адаптировали к увеличивающимся концентрациям ионов меди, которую доводили до 100 мг в л (гибель контрольной культуры наступала в течение 2-х ч). Определяли интенсивность роста контрольной (CuS) и адаптированной к ионам меди (CuR) культуры, морфологические характеристики, внутриклеточное содержание ионов меди, нуклеиновых кислот, белков, липидов, свободного пролина, карбонилированных белков.

Обнаружено, что способность адаптироваться к летальным концентрациям токсиканта клеток микроводорослей определяется временным интервалом поступления ионов меди в среду культивирования и концентрационным изменениям токсиканта. Адаптированные к летальным концентрациям ионов меди культуры не отличались по интенсивности роста от контрольного варианта и незначительно различались по морфологическим характеристикам клеток. При этом культуры, адаптированные к ионам меди, контрастно отличались от контрольного варианта по содержанию ДНК, РНК, белков, и их спектральным характеристикам. В клетках CuR-культур в несколько раз больше содержалось карбонилированных белков, липидов и ядерных белков по сравнению с CuS-культурами. Необходимо отметить, что адаптация культур к ионам меди сопровождалась двукратным уменьшением содержания свободного пролина, который выполняет многообразные функции защиты клеток при экстремальных воздействиях. В то же время в клетках CuR-культур была увеличена почти в 2 раза активность антиоксидантного фермента – супероксиддисмутазы. Однако больше всего эти культуры отличались по внутриклеточному содержанию ионов меди (2900 раз). Культуры, адаптированные к суперлетальным концентрациям ионов меди проявляли высокую устойчивость к летальной для этого вида температуре, т. е. на этом фоне они приобретали комбинированную устойчивость, что может указывать на их эволюционную пластичность.

Высказано положение, что индуцированная ионами меди устойчивость клеток *D. viridis,* которая имеет гормезисный эффект, объясняется кооперативным поведением нескольких уровней защиты клеток от токсиканта. Это: 1) индукция внеклеточной системы связывания ионов меди; 2) индукция специфических стресс-белков, которые обеспечивают внутриклеточное депонирование ионов меди, возможно, с формированием специфических функционально нейтральных микрочастиц; 3) индукция системы антиоксидантной защиты клетки как ферментативной, так и неферментативной; 4) индукция специфических систем молекулярной защиты ферментов от ионов меди, что обеспечивается свободным пролином. Все эти многоуровневые изменения приводят к формированию в клетках *Dunaliella* специфического эпигенотипа.

О.Н. БОЛДИНА

Ботанический ин-т им. В.Л. Комарова РАН,
ул. проф. Попова, 2, 197376 Санкт-Петербург, Россия
e-mail: olgab1999@mail.ru

ПОРТРЕТНАЯ ГАЛЕРЕЯ ХЛАМИДОМОНАД

Чрезвычайно большое разнообразие тонкой структуры клеточных компонентов, обнаруженное при изучении представителей семи выделенных Х. Эттлом (Ettl, 1967) секций рода *Chlamydomonas*, стало основанием для проведения системных ультраструктурных исследований ряда видов, насчитывающих от 3 до 10 коллекционных штаммов. Среди них к секции Chlamydella относятся *C. culleus* H. Ettl (5 штаммов), *C. noctigama* Korschikov (10), *C. asymmetrica* Korschikov (4); к секции Chlorogoniella *C. chlorococcoides* H. Ettl et E.H.L. Scwarz и *C. pitschmannii* H. Ettl (по 3 штамма), к секции Euchlamydomonas – *C. debaryana* Gorozh. и *C. reinhardtii* P.A. Dang. (по 7 штаммов). Помимо этого анализировали парные штаммы *C. radita* Deason et H.C. Bold (секция Agloë) и *C. actinochloris* Deason et H.C. Bold (секция Euchlamydomonas) и ранее изученные *C. gloeophila* Skuja, *C. minutissima* Korschikov и *C. augusta* Skuja из секций Chlorogoniella и Euchlamydomonas.

Подавляющее большинство видов хламидомонад, представленных серией штаммов, не имели межштаммовых различий в ультраструктуре всех клеточных компонентов и, таким образом, подтвердили свой таксономический статус. Полученные данные тонкой морфологии клеток хорошо согласуются с результатами молекулярно-биологических исследований (Proschold et al, 2001) и с филогенетической классификацией, предложенной T. Nakada & al. (2008). Следовательно, системный ультраструктурный подход позволяет определить все присущие данному виду микроморфологические особенности и уточнить его объем. Так, например, уникальные особенности тонкой структуры органелл, стали основанием для заключения о самостоятельности видов *C. chlorococcoides* и *C. carrizoensis.* Правильность идентификация двух штаммов, приведенных в коллекциях под названиями *C. noctigama* (SAG 33.72) и *C. radiata,* требует проверки.

А.В. БОНДАРЕНКО

Ин-т биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины,
пр. Нахимова, 2, 99011 Севастополь, Украина
e-mail: gonzurassa@mail.ru

МИКРОВОДОРОСЛИ ЭПИФИТОНА ДОННОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПРИБРЕЖЬЯ КАЗАНТИПСКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА (АЗОВСКОЕ МОРЕ, УКРАИНА)

Фитобентос прибрежья Казантипского заповедника представлен 70 видами макроводорослей и 4 видами цветковых растений (Садогурский, Белич, 2003; Маслов, 2004; Садогурская и др., 2006), которые являются

субстратами для активного их заселения микроводорослями (МВ). Из МВ впервые исследованы представители Cyanoprokaryota (74 таксона) преимущественно твердых грунтов (Садогурская, 2001; Садогурская и др., 2006) и диатомовые водоросли микрофитобентоса разных экотопов моря (Бондаренко, Рябушко, 2009, 2010). Отсутствие сведений о донных МВ эпифитона разнообразной донной растительности заповедной акватории послужило целью настоящей работы.

Исследованы МВ эпифитона 7 видов водорослей-макрофитов: 5 видов зеленых водорослей *Blidingia* sp., *Cladophora* sp., *Enteromorpha intestinalis* (L.) Nees, *E. prolifera* (O. Müll.) C. Agardh, *Ulothrix implexa* (Kütz.) Kütz., двух видов красных водорослей *Ceramium rubrum* C. Agardh, *Polysiphonia* sp. и морской травы *Zostera noltii* Horn. Материал собран в течение весны, лета, осени 2006 г., а также весны 2008, 2010 и 2011 гг. на глубинах 0,3–1,5 м при температуре воды от 9 (апрель, ноябрь) до 26 ºС (август) и солености 11,5 ‰ в заповедных бухтах Сеньке и Воротней, а также в бухтах Долгой, Голубники и Берега каменных крокодилов, для которых рассматривается перспектива присоединения к заповеднику, и в прилегающих к ним бухтах Русской и Татарской. Обработано 25 проб.

За период исследования обнаружено 92 вида и внутривидовых таксона (ввт) МВ с преобладанием диатомовых (74 вида и ввт), в меньшей степени синезеленых (15 видов и ввт), также отмечено по одному виду гаптофитовых, динофитовых и зеленых. МВ эпифитона макрофитов помимо типичных обрастателей (рода *Achnanthes* Bory, *Rhoicosphenia* Grunow, *Licmophora* C. Agardh и др.), имеющих соответствующие органы прикрепления, представлены и свободноживущими формами, способными к самостоятельному передвижению, бентопланктонными, а также планктонными видами, осевшими на дно. Отмечено 10 видов, преимущественно колониальных диатомовых, которые постоянно встречаются во всех сообществах, образующих часто густые и многоярусные колонии на слоевищах и стеблях донных растений. К ним относятся массовые виды диатомей *Rhoicosphenia marina* (W. Sm.) Schmidt, *Tabularia parva* (Kütz.) Will. et Round и *T. tabulata* (C. Agardh) Snoeijs. Наиболее разнообразны МВ эпифитона весной (62 вида и ввт) в диапазоне температур 9–12 ºС, летом и осенью количество обнаруженных видов в составе сообщества меньше – 40 и 38, соответственно. При этом видовое обилие синезеленых водорослей весной (16 видов и ввт) значительно выше, чем в остальные сезоны (летом – 4, осенью – 3 вида). На всех образцах донной растительности отмечены МВ, видовое обилие которых определяется характером субстрата, а также гидродинамическими условиями их места обитания. Наибольшее количество видов и ввт обнаружено на талломах *Cladophora* sp. (40) и *E. intestinalis* (30), наименьшее – в эпифитоне *U. implexa* (10 видов и ввт) и *Z. noltii* (6), причем основная масса микроводорослей морской травы приурочена к ее прикорневой области. Наиболее разнообразными являются сообщества МВ эпифитона донной растительности в закрытых бухтах, чем в их открытых участках у скал, где особенно заметно влияние фактора прибойности. Таким образом, МВ

эпифитона донной растительности заповедной акватории характеризуются значительным разнообразием диатомовых и синезеленых водорослей с преобладанием колониальных форм, особенно в весенний период. Видовое обилие их определяется видом-базифитом, на котором они поселяются, а также температурным фактором и гидродинамикой места обитания.

Е.В. БОРИСОВА

Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины,
ул. Терещенковская, 2, 01601 Киев, Украина
e-mail: oborysova@yandex.ru

ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ХАРОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ (CHARALES) В УКРАИНЕ

В настоящее время для альгофлоры Украины известен 41 вид харовых водорослей (Charales), относящихся к родам *Chara* L. (25), *Nitella* C. Agardh (10), *Tolypella* (A. Braun) A. Braun (3), а также *Lamprothamnium papulosum* (Wallr.) J. Groves, *Lychnothamnus barbatus* (Meyen) Leonh. и *Nitellopsis obtusa* (Desv. in Loisel.) J. Groves. Только три вида *Ch. vulgaris* L., *Ch. fragilis* Desv. in Loisel. и *Ch. contraria* A.Braun ex Kütz. являются обычными и широко распространены во всех физико-географических зонах Украины. Двенадцать видов встречаются значительно реже, но могут доминировать в отдельных регионах страны. Остальные очень редкие или исчезающие.

В зоне смешанных лесов – Украинском Полесье (УП) наиболее активными видами являются *Ch. fragilis* и *N. flexelis* (L.) C. Agardh, в лесостепной зоне (ЛС) – *Ch. vulgaris*, *Ch. fragilis* и *N. mucronata* (A. Braun) Miq. in H. C. Hall, в степной (СТ) – *Ch. vulgaris* и *Nit. obtusa*, в Черном и Азовском морях – *Ch. aculeolata* Kütz. in Rcnb. и *L. papulosum*.

По отношению к солености и минерализации вод, как важному лимитирующему фактору, влияющему на распространение харовых водорослей, виды Charales Украины относятся к трем основным группам. Это – пресноводные (галофобные) виды (39 %), обитающие только в пресных водах, олигогалинные (пресноводные галотолеранты) (26,8 %) и мезогалинные (солоноватоводные) (34,2 %) виды, способные развиваться в минеральных водах с соленостью 0,5-5 и 5-18 ‰, соответственно. Такое, почти равное, соотношение видов данных групп обусловлено большим разнообразием водных экосистем и уровней минерализации водоемов Украины. Однако в природных зонах это соотношение меняется в связи с увеличением минерализации и изменением химического состава вод с севера на юг и с запада на восток, которое наблюдается на территории Украины (Константинов, 1988). Наиболее четко это видно при сравнении харовых водорослей УП и СТ. В зоне смешанных лесов (УП) преобладают пресноводные виды (46 %), а в СТ – мезогалинные (45,8 %). Количество олигогалинных видов в обеих зонах примерно одинаково и составляет 29 и

33,4 %, соответственно. В водоемах ЛС, несмотря на то, что они характеризуются как переходные между УП и СТ, преобладают пресноводные и олигогалинные (87,6 %) виды, а количество мезогалинных – незначительно (12,4 %). Вероятно, это связано с сильным антропогенным влиянием на водные экосистемы данной территории, так как по последним данным (сборы 2007-2011 гг.) основу флоры Charales ЛС составляет видовое разнообразие пресных пойменных водоемов крупных рек, малодоступных для хозяйственной деятельности человека.

Из химических свойств воды не менее важным селективным фактором, влияющим на распространение харовых водорослей в Украине, является также активная реакция среды (pH). Экологической приуроченностью к мягким (слабокислым) или жестким (щелочным) водам хорошо объясняется наличие/отсутствие ряда видов Charales. в некоторых регионах страны. Например, *Ch. aculeolata*, вид широко распространенный в Европе и на северо-западе Украины (Волынское и Малое Полесье, Украинские Карпаты), не обнаружен в Житомирском Полесье и далее в УП на восток. Произрастает в водоемах с pH=7,6–8,4. В тоже время, *N. flexelis*, в основном, широко распространенный в Украинском Полесье вид, наиболее часто встречается в водоемах Житомирского Полесья (24 %) с pH=5,2–6,7. Однако в Волынском Полесье известно только одно его местонахождение. Значение pH важно также для распространения *Ch. contraria*, *Ch. hispida* L., *Ch. tomentosa* L. *Ch. vulgaris* и *N. capillaris* (Krock.) J. Groves et Bull.-Webst.

Е.В. БОРИСОВА[1], Л.М. БОРСУКЕВИЧ[2], А.Б. ГРОМАКОВА[3]

[1]Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины,
ул. Терещенковская, 2, 01601 Киев, Украина
e-mail: oborysova@yandex.ru
[2]Львовский национальный ун-т им. И. Франко, ботанический сад,
ул. Черемшины, 44, 79014 Львов, Украина
e-mail: botsad@franko.lviv.net
[3]Харьковский национальный ун-т им. В.Н. Каразина,
пл. Свободы, 4, 61077 Харьков, Украина
e-mail: gromakova@mail.ru

ХАРОВЫЕ ВОДОРОСЛИ (CHARALES) ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ УКРАИНЫ

Немногочисленные данные о харовых водорослях (Charales) лесостепной зоны Украины (ЛС) приведены в работах ряда зарубежных и отечественных авторов (Rupreht, 1845; Braun, Nordstedt, 1882; Янушкевич, 1890–1891; Арнольди, 1916; Ролл, 1926; Матвиенко, 1938; Прошкина-Лавренко, 1954, Голлербах, Паламар-Мордвинцева, 1991). Всего указано только 34 местонахождения 14 видов. Поэтому целью данной работы было дополнить и уточнить сведения о видовом составе и распространении Charales в водоемах ЛС.

В 2003–2009 гг. проведены исследования по изучению видового разнообразия харовых водорослей в 11 административных областях в пределах ЛС, а именно: в Винницкой, Житомирской, Киевской, Львовской, Николаевской, Сумской, Харьковской, Хмельницкой, Черкасской, Черниговской и Черновицкой. На исследованных территориях харовые водоросли обнаружены в пойменных озерах, старицах, прудах, карьерах, водоемах на болотах и торфянниках, мелиоративных каналах, заливах рек, канавах, временных водоемах.

Выявлено 75 новых местонахождений 12 видов. Из них *Chara aculeolata* Kütz. in Rcnb., *Ch. aspera* Dethard. ex Willd. *Ch. connivens* Salmz. ex A. Braun, *Ch. delicatula* C. Agardh и *Ch. tenuispina* A. Braun для ЛС приводятся впервые. Однако ряд видов, таких как *Ch. braunii* C.C. Gmelin, *Ch. canescens* Desv. et Loisel. in Loisel., *Nitella confervacea* (Bréb.) A. Braun ex Leonh., *N. flexelis* (L.) C. Agardh, *N. gracilis* (Sm.) C. Agardh, *N. tenuissima* (Desv.) Kütz., ранее указанных предыдущими авторами, пока нами не обнаружено.

В настоящее время с учетом литературных данных видовой состав Charales ЛС представлен 19 видами родов *Chara* L. (12), *Nitella* C. Agardh (6), *Tolypella* (A. Braun) A. Braun (1) и *Nitellopsis* (1). В целом он имеет черты переходного характера и включает виды, распространенные как в Украинском Полесье, так и в степной зоне, однако уступает им по количеству видов. Прослеживается также уменьшение видового разнообразия с запада на восток.

По частоте встречаемости на всей исследованной территории ЛС преобладают широко распространенные в Евразии *Chara fragilis* Desv. in Loisel. (24 % от общего количества местонахождений), *Ch. vulgaris* L. (29 %) и *Nitella mucronata* (A.Braun) Miq. in H. C. Hall (16 %). В пойменных водоемах Днепра и Северского Донца не редки находки *Nitellopsis obtusa* (Desv. in Loisel.) J. Groves (6 %). Остальные виды являются редкими, обнаруженными в небольшом количестве локалитетов (3–5), очень редкими (1-2) и исчезающими. Из них *Ch. braunii*, *Ch. canescens*, *Nitella gracilis*, *N. syncarpa* (Thuill.) Chev., *Nitellopsis obtusa* и *Tolypella prolifera* (Ziz ex A. Braun) Leonh. занесены в Красную книгу Украины (2009). Места их произрастания нуждаются в мониторинге и природоохранных мероприятиях.

А.Б. БОРОВКОВ, Р.П. ТРЕНКЕНШУ

Ин-т биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины,
пр. Нахимова, 2, 99011 Севастополь, Украина
e-mail: spirit2000@ua.fm

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ ПРИ ПРОМЫШЛЕННОМ ВЫРАЩИВАНИИ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ

Производство биомассы микроводорослей, как источника целого ряда полезных веществ, занимает одно из центральных мест в современной биотехнологии. На сегодняшний день для выращивания микроводорослей

разработано огромное количество разнообразных установок и рекомендаций по способам культивирования. Широко представлена в современной научной литературе и идея выращивания микроводорослей при искусственном освещении, в том числе и для получения биотоплива. Между тем расчетов по определению величины необходимого освещения авторы не приводят, а существующие пилотные установки по выращиванию водорослей снабжены, как правило, маломощными источниками света (люминесцентные лампы или светодиоды). Таким образом, необходимо определить перспективы использования искусственного освещения при промышленном выращивании микроводорослей

Представив биомассу микроводорослей в виде запасенной энергии, получим количество энергии необходимое для синтеза единицы биомассы микроводорослей за единицу времени. Так для синтеза 1 кг биомассы необходимо 21 МВт энергии. КПД фотобиосинтеза составляет от 0,1 % до 15 %, на практике чаще встречается 5 %. Если КПД составляет 5 %, то микроводоросли для запасания в виде энергии химических связей органических соединений 21 МВт энергии должны поглотить 420 МВт световой энергии.

КПД люминесцентных ламп и большинства светодиодов составляет примерно 20 %. Если КПД составляет 20 %, то чтобы к культиватору подавалось 420 МВт, источник света должен поглощать из электросети 2 100 МВт.

Если необходимо получить 1 кг биомассы за 1 сутки, то потребуется источник света мощностью 24,3 кВт. Следует также учитывать, что с увеличением расстояния между источником света и культурой микроводорослей, количество подаваемой световой энергии значительно уменьшается. А так как в реальности лампы располагаются на некотором расстоянии от культуры микроводорослей, то мощность источника света должна быть в несколько раз выше от указанной.

Таким образом, наихудший (и наиболее вероятный) вариант: мощность источника света для производства 1 кг биомассы в сутки составляет не менее 24,3 кВт (5 % КПД фотобиосинтеза, 20 % КПД ламп), а наилучший вариант: 2,7 кВт для производства 1 кг биомассы в сутки (10 % КПД фотобиосинтеза, 90 % КПД ламп).

Выращивание культуры водорослей с высокой продуктивностью требует высоко уровня ее обеспеченности световой энергией. Это, в свою очередь, вызывает необходимость использования мощных источников света, что является нерентабельным в условиях производства. С учетом цены 1 кВт·ч электроэнергии и наличия различных потерь и неэффективных элементов конструкции, стоимость биомассы только по затратам на электроэнергию (без учета затрат на питательные среды, сепарацию, зарплату рабочих и пр.) будет составлять выше 100 $. В настоящее время себестоимость 1 кг биомассы микроводорослей выращенной на естественном освещении составляет порядка 20 $. Данные цифры подчеркивают необходимость применения для промышленного выращивания микроводорослей оборудования, отличающегося от лабораторного.

Таким образом, для получения 1 кг биомассы микроводорослей за 1 сутки при круглосуточном искусственном освещении необходим источник света мощностью не менее 24 кВт. Показана нерентабельность выращивания микроводорослей при искусственном освещении.

Е.Ю. БРЕЗГУНОВА

Харьковский национальный ун-т им. В.Н. Каразина,
пл. Свободы, 4, 61077 Харьков, Украина
e-mail: bimka-85@mail.ru

КРИПТОФИТОВЫЕ ВОДОРОСЛИ (CRYPTOPHYTA) ПРУДОВ СИВЕРСКО-ДОНЕЦКОГО ПРИРОДНОГО КОМПЛЕКСА

Пруды – это малые искусственные (образованные посредством запруды) или естественные водоемы (образованные без воздействия человека), используемые в различных целях. Пруды характеризуются незначительной глубиной, благодаря чему образуются уникальные, присущие только им условия. В данной работе представлены результаты изучения видового состава Cryptophyta в прудах Северско-Донецкого природного комплекса. Всего обработано 10 альгологических проб (2006–2007 гг.) коллектора А.Г. Помазуновой и 44 пробы (2009–2011 гг.) – оригинальные сборы. На территории Северско-Донецкого природного комплекса расположено 5 искусственных прудов: 3 – в окрестностях с. Гайдары и 2 – в окрестностях с. Большая Гомольша. Все пруды, кроме одного (выкопанного специально для сельскохозяйственных животных) используются в рекреационных целях, для рыборазведения, хозяйственных нужд.

Криптофитовые – подвижные организмы, в основном живущие в толще воды (в планктоне). Предпочитают небольшие глубины вдоль берега, среди зарослей *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Typha angustifolia* L., *T. latifolia* L. и других высших водных растений, нитчатых водорослей. Многие представители являются индикаторами загрязения.

По литературным данным (Киселев, 1954; Матвієнко, Литвиненко, 1977; Горбулин, 1997; Догадина и др., 2008) для прудов Харьковской области приводится 19 видов Cryptophyta: *Chroomonas acuta* Utermöhl, *Ch. breviciliata* Nygaard, *Ch. caudata* Geitler, *Cryptomonas borealis* Skuja, *C. compressa* Pascher, *C. curvata* Ehrenb., *C. erosa* Ehrenb., *C. gracilis* Skuja, *C. lucens* Skuja, *C. marssonii* Skuja, *C. nasuta* Pascher, *C. obovata* Skuja, *C. ovata* Ehrenb., *C. phaseolus* Skuja, *C. pseudolobata* Ettl, *C. reflexa* (Marsson) Skuja, *C. rufescens* Skuja, *C. skujae* Ettl, *C. tetrapyrenoidosa* Skuja. Для прудов Украины в целом (Горбулин, 2011) также приводятся виды *Chilomonas paramecium* Ehrenb., *Ch. coerulea* (Geitler) Skuja, *Ch. nordstedtii* Hansg., *Cryptomonas lobata* Korschikov, *C. obovoidea* Pascher, *C. rapa* Ettl.

Оригинальными исследованиями в прудах Северско-Донецкого природного комплекса выявлено 6 представителей Cryptophyta: *Cryptomonas borealis, C. curvata, C. dangeardii* Hollande*, C. erosa, C. ovata, C. skuja.* Массового развития эти представители криптомонад не давали.

Относительное обилие видов *C. ovata, C. skuja*, *C. erosa* достигало 3 баллов по шкале Стармаха, *C. dangeardii* – до 2 баллов, остальные криптомонасы были представлены единичными экземплярами. Эти виды отмечены, в основном, в летнем фитопланктоне, отобранном на небольших глубинах. Все найденные виды широко распространены в лесостепной и степной зонах Украины, кроме *C. dangeardii*, приводимого для Украинского Полесья (Догадина и др., 2008).

Ю.В. БРЯНЦЕВА[1], А.Ф. КРАХМАЛЬНЫЙ[2], В.П. ГОРБУНОВ[1]

[1]Ин-т биологии Южных морей им. А.А. Ковалевского НАН Украины,
пр. Нахимова, 2, 99011 Севастополь, Украина
e-mail: brekall5@gmail.com
[2]Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины,
ул. Терещенковская, 2, 01601 Киев, Украина
e-mail: krakhmalnyy_a@mail.ru

ВИДОВОЙ СОСТАВ ДИНОФЛАГЕЛЛЯТ У БЕРЕГОВ СЕВАСТОПОЛЯ (УКРАИНА)

Исследования черноморских динофлагеллят в районе Севастополя начались еще в восьмидесятых годах XIX столетия. Первый список планктона из Севастопольской бухты, включающий 16 видов Dinoflagellata, был составлен С.М. Переяславцевой (1886). Слудующий исследователь назвал уже 22 вида (Минкевич, 1899, 1900). Б.Л. Гейнеман дополнительно указал еще 4, С.А. Зернов – 7 (1904), в более поздней работе (1913) он упомянул еще один вид. Исследования в Севастопольской бухте Н.В. Морозовой-Водяницкой были проведены в 1935–1939 гг. и 1946–1947 гг., ею было выявлено 78 видов динофлагеллят (число видов приводится с учетом современных данных по синонимике). Таким образом, в морском планктоне в районе Севастополя до 1947 года было обнаружено 84 вида.

В шестидесятых–восьмидесятых годах прошлого столетия планктон в районе Севастополя изучали Т.В. Ковалева (1969), М.И. Роухияйнен (1975, 1986), М.И. Сеничева (1971, 1983), а позже за состоянием прибрежных вод проводились уже постоянные наблюдения (Сеничева, 1990; 1994; 2000; 2001; Сеничкина, 1993; Лопухина, Манжос, 2005; Поликарпов и др., 2003; Манжос, 2009; Брянцева и др.., 2003; Брянцева, 2008; Лопухина и др., 1999).

В работе (Поликарпов и др., 2003) обобщены результаты наблюдений за 2001–2002 гг. и упоминается 62 таксона видового и внутривидового ранга, здесь и далее, включая номенклатурный тип вида. После работ Н.В. Морозовой-Водяницкой наиболее полный список видов динофлагеллят (83) был составленный на основе исследований, выполненных в 1983–2006 гг. М.И. Сеничевой (2008). В 2006–2007 гг. Л.А. Манжос обнаружила 54 таксона динофлагеллят видового и внутривидового ранга (2009).

За время оригинальных исследований, проведенных в 2008–2011 гг. у берегов Севастополя, нами было найдено 56 таксонов видового ранга Dinoflagellata и еще у 12 таксонов видовую принадлежность определить не удалось, в основном, это были мелкие представители беспанцирных. Нами установлено, что из 38 видов светящихся динофлагеллят, известных для Черного моря (Битюков, 1993), в настоящее время в районе Севастополя развивается 21 вид. Условно, все светящиеся виды были разделены на «крупные» и «мелкие». «Мелкие» насчитывали 4 вида из рода *Gonyaulax*, а также виды *Lingulodinium polyedrum* (F. Stein) J.D. Dodge и *Scrippsiaella trochoidea* (F. Stein) A.R. Loebl. В составе «крупных» было 15 видов, относящихся к *Neoceratium* (3 вида), *Protoperidinium* (10), а также *Pyrocystis noctiluca* Murray ex Haeckel и *Noctiluca scintillans* (Macartney) Kof. et Swezy.

В последние три года в динамике видового разнообразия черноморских динофлагеллят в районе Севастополя отмечена положительная тенденция, главным образом, за счет увеличения доли «несветящихся» видов. Всего же за всю историю изучения у берегов Севастополя было найдено 142 таксона видового и внутривидового ранга динофлагеллят.

Ю.В. БРЯНЦЕВА, И.М. СЕРИКОВА

Ин-т биологии Южных морей им. А.А. Ковалевского НАН Украины,
пр. Нахимова, 2, 99011 Севастополь, Украина
e-mail: brekall5@gmail.com

УРОВЕНЬ РАЗВИТИЯ СВЕТЯЩИХСЯ ДИНОФЛАГЕЛЛЯТ У БЕРЕГОВ СЕВАСТОПОЛЯ (УКРАИНА) В 2009–2010 гг.

В рамках регулярного мониторинга Севастопольского взморья, который проводит отдел биофизической экологии ИнБЮМ НАН Украины (с ноября 2008 по настоящее время) была исследована сопряженность сезонной динамики биомассы динофлагеллят и поля биолюминесценции. Из 69 наименований динофлагеллят (56 определено до вида, 12 – до рода) 21 вид отнесен к светящимся (Битюков и др., 1993) и 48 таксонов – к не светящимся.

Наиболее значимых (по численности и биомассе) динофлагеллят в 2009–2010 гг. было 18 видов, из них 10 светящихся и 8 не светящихся. Среди светящихся видов: *Neoceratium fusus* (Ehrenb.) Gomez, Moreira & Lopez-Garcia, *N. furca* (Ehrenb.) Gomez, Moreira & Lopez-Garcia, *N. tripos* (O. Müll.) Gomez, Moreira & Lopez-Garcia, *Protoperidinium crassipes* (Kof.) Balech, *P. depressum* (Bailey) Balech, *P. steinii* (Jørgensen) Balech, *P. divergens* (Ehrenb.) Balech, *Scrippsiaella trochoidea* (Stein) Balech ex A.R. Loebl., *Gonyaulax apiculata* (Pénard) Entz, *G. digitale* (Pouchet) Kof. Среди не светящихся видов: *Prorocentrum cordatum* (Ostenfeld) Dodge, *P. compressum* (Bailey) Abé ex Dodge, *P. micans* Ehrenb., *P. aporum* (Schiller) Dodge, *Glenodinium paululum* Lindemann, *Protoceratium reticulatum* (Claparède & Lachmann) Bütschli, *Dinophysis acuminata* Claparède & Lachmann.

Как было показано в работе (Серикова и др., 2010) в течение 2009 г. наблюдалось два периода увеличения биомассы светящихся динофлагеллят

и биолюминесценции, в холодный (февраль) и теплый (август–сентябрь) периоды. Высокие значения биомассы в холодный период года обусловлены, главным образом, большим объемом клеток, в то время как летом – более интенсивным количественным развитием клеток с меньшим объемом. Наибольший вклад в суммарный пул биолюминесценции вносили: *Neoceratium fusus*, *Protoperidinium divergens, P. oblongum* (Aurivillius) Parke & Dodge*, P. pellucidum* Bergh и *P. steinii*. Значимая связь, полученная между биомассой светящихся динофлагеллят и биолюминесценцией в поверхностном слое свидетельствует о том, что 81 % дисперсии биолюминесценции в 2008–2009 гг. было обусловлено именно этой группой водорослей.

Отличия в метеоусловиях 2009 и 2010 гг. (аномально высокая температура в теплый период 2010 г.) повлияли на различие в характере развития микроводорослей у поверхности. Так, зимний максимум указанных характеристик в 2009 г. был больше, чем второй, сентябрьский. В то время как в 2010 г., первый пик биомассы был несколько меньше второго, сентябрьского пика, и не сопровождался увеличением интенсивности свечения. При этом в 2010 г. наблюдался еще один, майский «всплеск», максимальный за весь исследованный период.

Обилие всех светящихся видов изменялось в широком диапазоне: от 1,333 тыс. кл.м$^{-3}$ до 26,46 млн кл.м$^{-3}$ по численности и от 0,0343 до 170,549 мг.м$^{-3}$ по биомассе. Соответственно, вклад светящейся фракции в суммарное обилие динофлагеллят не превышал 23 %. И только в мае 2010 г. их вклад в суммарную численность достиг 59 % и 66,6 % – в суммарную биомассу.

В весеннее-летний период 2010 г. отмечено аномально высокое развития динофлагеллят, которое было обусловлено как интенсивным развитием мелкоклеточной светящейся динофлагелляты *S. trochoidea*, массовой в 90-х годах прошлого века (Брянцева, 2000), так и крупных светящихся динофлагеллят. Такой синхронный «всплеск» и обусловил максимальный за весь 2-х летний период пик биолюминесценции в мае 2010 г.

В условиях изменяющихся климатических условий среды, исследования биофизического потенциала динофлагеллят могут служить оперативным источником для экспрессной оценки их экологического состояния и уровня развития.

Т.Н. БУРКОВА

Ин-т экологии Волжского бассейна РАН,
ул. Комзина, 10, 445003 Тольятти, Россия

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИТОПЛАНКТОНА РЕК С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

Бассейны малых и средних рек, особенно в районах с высокой плотностью населения, весьма чувствительны к любым проявлениям хозяйственной деятельности человека, которая приводит к изменению как

их характеристик, так и качественного состава вод.

Изучение альгофлоры планктона проводили с 1990 г. по 2009 г. в левобережных притоках первого порядка р. Волга в районе Саратовского водохранилища – Чапаевка и Сок и в правобережном притоке р. Сок – Байтуган.

Река Чапаевка (длина 290 км, ширина 10–350 м, глубина 5–10 м, скорость течения 0,02–0,2 м/с) находится под мощным антропогенным воздействием сельскохозяйственных (от истока до устья) и техногенных (от г. Чапаевска до устья) стоков, в состав которых входят как биогенные элементы (фосфор и азот), так и такие специфические соединения, как фенолы, нефтепродукты, тяжелые металлы, формальдегиды, хлорорганические пестициды и др. Река имеет 7 водохранилищ и 13 прудов, построенных по проектам, не считая глухих земляных плотин, разрушаемых во время ежегодных паводков. Река Сок (длина 375 км, ширина 0,5–150 м, глубина 0,3–5,5 м, скорость течения 1,9 м/с) – единственный из средних притоков Саратовского водохранилища, который не зарегулирован, протекает по естественному руслу и слабо подвержен антропогенному воздействию, которое представляет собой поверхностный сток из сельскохозяйственных территорий и техногенный – из небольших промышленных предприятий и прибрежных населенных пунктов. Основные загрязняющие компоненты стоков: сульфаты, хлориды, органические вещества и биогенные элементы. Река Байтуган (длина 22 км, ширина 0,5–15 м, глубина 0,3–0,8 м, скорость течения 1,2 м/с) – водоток с ненарушенным гидрологическим режимом, с отсутствием точечных и диффузных источников загрязнения.

Всего в составе альгофлоры р. Чапаевка было зарегистрировано 442 вида, разновидности и формы водорослей, р. Сок – 378, р. Байтуган – 97. По числу соответствующих таксонов рангом ниже рода, а также по составу ведущих порядков и семейств альгофлору р. Чапаевка можно охарактеризовать как зелено-диатомово-эвгленовую с заметным участием синезеленых, р. Сок – как диатомово-зеленую с заметным участием эвгленовых и синезеленых, р. Байтуган – как диатомовую с заметным участием зеленых.

Количественные показатели развития фитопланктона этих рек также неодинаковы: в р. Чапаевка, как величины, так и диапазон колебаний численности и биомассы водорослей значительны: 5,0–413,9 млн кл/л и 1,6–67 г/м^3 соответственно, в рр. Сок и Байтуган численность водорослей изменялась в пределах 0,03–37,0 млн кл/л соответственно, биомасса – 0,02–7,9 г/м^3 и 0,02–5,0 г/м^3 соответственно. По величине средней за вегетационный период биомассы фитопланктона состояние вод р. Чапаевка изменялось от мезотрофного у истока (1,3 г/м^3), через эфтрофное (3,1–9,6 г/м^3) на большей части ее протяжения, до гипертрофного (25,5 г/м^3) на участке, который находится под влиянием стоков г. Чапаевска, р. Сок – от олиготрофного на верхнем и среднем ее участках (0,6 г/м^3) до мезотрофного в приустьевой части (1,5 г/м^3), р. Байтуган – к мезотрофному классу (1,2 г/м^3) на всем ее протяжении.

Таким образом, на степень зарегулированности водотока и

интенсивности антропогенного воздействия, изменяющих типологию реки, а значит и экологические условия обитания ее биоты, в первую очередь реагирует фитопланктонное сообщество путем изменения как таксономического состава, так и функциональных характеристик.

О.В. БУРОВА

Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины,
ул. Терещенковская, 2, 01601 Киев, Украина
e-mail: olga_gerasymova@ukr.net

ЗЕЛЕНЫЕ НИТЧАТЫЕ ВОДОРОСЛИ ВОДОЕМОВ ПРАВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

Правобережная часть лесостепной зоны Украины (Днестровско-Днепровский лесостепной край, согласно физико-географическому районированию Украины (Маринич, Шищенко, 2006) относится к одному из наиболее плохо изученных районов Украины в отношении видового разнообразия водорослей в целом и зеленых нитчатых водорослей в частности. Так, если в целом для Украины приводятся данные о 105 видах (119 внутривидовых таксонов) ульвовых водорослей (Ulvophyceae) и 59 видах (63 вн. такс.) хетофоровых водорослей (Chaetophorales, Chlorophyceae), то по литературным данным для водоемов Правобережной Лесостепи известно только 10 и 6 видов соответственно (Rischavi, 1871; Ширшов, 1928; Гринь, 1978; Мошкова, 1979; Ткаченко, 2007; Algae …, 2011). Данные по эдогониевым водорослям (Oedogoniales, Chlorophyceae) для данного региона отсутствуют полностью.

В течение 2008–2011 гг. нами проведены оригинальные исследования разнообразия зеленых нитчатых водорослей водоемов Правобережной Лесостепи Украины. Исследованы 24 реки и более 30 прудов, а также ручьи и эфемерные водоемы. Обработка собранного материала проводилась, преимущественно, в живом виде. В работе использована система высших таксонов, представленная в (Algae …, 2011).

В результате проведенных исследований, с учетом оригинальных и литературных данных, в водоемах Правобережной Лесостепи выявлено 38 видов (39 вн. такс.) зеленых нитчатых водорослей, среди которых 19 (20) относится к Ulvophyceae, 19 – к Chlorophyceae (Chaetophorales – 17, Oedogoniales – 2). Впервые для исследуемого региона выявлено 21 вид (22 вн. такс.) водорослей. Три вида (*Aphanochaete pascherii* Heering, *Draparnaldia acuta* (C. Agardh) Kütz., *Rhizoclonium tortuosum* (Dillwyn) Kütz.) отмечены впервые для лесостепной зоны Украины.

Наибольшим количеством видов представлены такие крупные роды, как *Stigeoclonium* Kütz. (5 видов), *Cladophora* Kütz. (4 вида, 5 вн. такс.) и *Ulva* L. emend. Thur. (4 вида). Наибольшей частотой встречаемости характеризовались *Cladophora fracta* (O. Müll. ex Vahl.) Kütz., *Rhizoclonium hieroglyphicum* (C. Agardh) Kütz. и *Ulothrix tenerrima* (Kütz.) Kütz. По основным типам водоемов выявленное разнообразие зеленых нитчатых

водорослей распределяется следующим образом: в реках выявлен 21 вид, в прудах – 26 (27). При этом 10 видов представлены в обоих типах водоемов.

Общим для всех физико-географических областей исследуемого региона является только один вид – *Cladophora fracta*. Такие виды, как *Ulothrix tenerrima*, *Cladophora glomerata* (L.) Kütz., *Schizomeris leibleinii* Kütz., *Rhizoclonium hieroglyphicum* и *Uronema confervicolum* Lagerh. отмечены более, чем в 3 областях. 10 видов (11 вн. такс.) выявлены только в одной из физико-географических областей Правобережной Лесостепи.

Л.Н. БУХТИЯРОВА

Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины,
ул. Терещенковская, 2, 01601 Киев, Украина

НОВЫЕ ДЛЯ УКРАИНЫ BACILLARIOPHYTA ИЗ ГИДРОТОПОВ ПРАВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ

К настоящему времени в гидротопах Правобережной Лесостепи обнаружено 8 новых для альгофлоры Украины видов Bacillariophyta (Бухтіярова, 2010, 2012). Продолжение исследований в этом регионе дополнило ее еще 12 таксонами.

Thalassiosira visurgis Hustedt обнаружен в эпифитоне на отмершем *Typha* sp. р. Унава в окрестностях (далее – окр.) с. Романовки Фастовского р-на Киевской обл. ОР (общее распространение): Европа (Великобритания, Германия, Нидерланды, Румыния), Сев. Америка (США).

Cyclotella cyclopuncta Håkansson et J.R. Carter – в епипсамоне р. Унава в с. Романовке Фастовского р-на Киевской обл. ОР: Европа (Македония. Россия, Франция).

Ulnaria delicatissima var. *angustissima* (Grunow) M. Aboal et P.C. Silva найден в двух локалитетах Казатинскго р-на Винницкой обл.: в эпифитоне на высших водных растениях р. Десна в окр. с. Полевая Лысиевка и в эпифитоне на нитчатых водорослях пруда в с. Кировка. ОР: Европа (Великобритания, Испания), Азия (Япония), Сев. Америка (Канада, США), Австралия и Новая Зеландия.

Rhoicosphenia fracta (Schumann) De Toni – в эпифитоне на нитчатых водорослях пруда на р. Каменка в с. Парипсы Попельницкого р-на Житомирской обл. ОР: Европа (Азербайджа́нская Респу́блика, Румыния).

Navicula notha Wallace – в эпифитоне на отмершем *Typha* sp. р. Унава в окр. с. Романовки Фастовского р-на Киевской обл. ОР: Европа, Сев. Америка (США).

Navicula pseudotenelloides Krasske – в эпифитоне на древесине р. Рокитка (левый приток р. Роси) в окр. пгт Рокитное Рокитнянского р-на Киевской обл. ОР: Европа, Сев. Америка (Канада).

Fallacia sublucidula (Hustedt) D.G. Mann – в эпифитоне на высших водных растениях, нитчатых водорослях пруда в окр. с. Довголевское Рокитнянского р-на Киевской обл. ОР: Европа (Великобритания).

Gyrosigma wormleyi (Sullivant) Boyer обнаружен в двух локалитетах г. Смела Смелянского р-на Черкасской обл.: в эпифитоне на нитчатых водорослях пруда в центре города и р. Ирдынь. ОР: Европа (Бельгия, Норвегия, Румыния, Швеция), Азия (Китай), Сев. Америка (США), Южн. Америка (Бразилия).

Neidium hercynicum A. Mayer – в эпифитоне на высших водных растениях р. Десна в окр. с. Полевая Лысиевка Казатинскго р-на Винницкой обл. ОР: Европа (Великобритания, Румыния), Сев. Америка (США), Южн. Америка (Бразилия).

Gomphonema ehrenbergii W. Carruthers найдена в двух локалитетах Киевской обл.: в эпифитоне на *Ceratophýllum* sp. пруда на р. Стугна г. Васильков Васильковского р-на и в эпилитоне на бетонных плитах водохранилища на р. Россава в пгт Мироновка. ОР: Европа (Великобритания), Сев. Америка (США).

Nitzschia archibaldii Lange-Bert. – в эпифитоне на нитчатых водорослях пруда на р. Гуйва в г. Казатин Казатинского р-на Винницкой обл. ОР: Европа (Великобритания, Турция), Южн. Америка (Боливия), Австралия и Новая Зеландия.

Nitzschia littoralis Grunow найден в двух локалитетах Казатинского р-на Винницкой обл.: в эпифитоне на нитчатых водорослях пруда в с. Кировка и в эпифитоне на высших водных растениях реки в окр. с. Стрижавка. ОР: Европа (Румыния), Австралия.

Значительное количество новых для Украины таксонов свидетельствует о перспективности исследований в Правобережной Лесостепи для установления более полного видового разнообразия Bacillariophyta данной территории.

Л.Н. БУХТИЯРОВА

Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины,
ул. Терещенковская, 2, 01601 Киев, Украина

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ СИСТЕМАТИКИ МОНОШОВНЫХ BACILLARIOPHYTA

Интерес альгологов к систематике моношовных Bacillariophyta связан с их повсеместным распространением. Многие из них используются в биомониторинге водных экосистем, где чрезвычайно важна достоверная идентификации видов.

Наиболее *важным теоретическим аспектом* современной систематики моношовных Bacillariophyta является подтверждение феноменальной гипотезы об их происхождении от двушовных предков и утрате шва на одной из створок в результате прикрепленного образа жизни (Топачевський, 1950, Топачевский 1962). Исследование морфогенеза панциря методом электронной микроскопии (ЭМ) обнаружило формирование шва на обеих створках на ранних его этапах и последующее заполнение щелей шва

кремнеземом на одной из них (Mayama, Kobayasi, 1989). Кроме того, у многих видов ЭМ зафиксированы следы шва на бесшовной створке («псевдошов») и даже *рудименты* его щелей (Moser et al., 1998).

Ревизия моношовных Bacillariophyta базируется на ЭМ исследованиях их морфологии. Вначале был ограничен объем *Achnanthes* Bory s. str. , в последующем – определены границы *Achnanthidium* Kütz. s. str. и выделены 12 новых родов. Углубленное изучение рода *Karayevia* F.E. Round et Bukht. открыло два новых типа ареол – *макроареолы* и *постмакроареолы* и способствовало введению нового диагностического признака – *степени гетеровальварности панциря* (Bukhiyarova, 2006). Разработанный план описания родов с учетом признаков родового ранга впервые позволил унифицировать диагнозы известных моношовных родов и составить ключ к их определению (Бухтиярова, 2007 а, б). По мере поступления новой информации необходимо *уточнение объема родов*, но при этом важно *оперировать признаками рода,* не смешивая их с видовыми. В противном случае неизбежны ошибочные выводы. Так, Monnier с соавторами (2007), проанализировали роды *Achnanthidium* и *Psammothidium* Bukht. et F.E. Round по 21 ризнаку и поставили под сомнение валидность *Psammothidium*. При анализе родов авторы использовали и родовые, и видовые признаки, и не учитывая общеизвестный факт деградации размеров индивидов в популяциях диатомовых, использовали минимальные/максимальные размеры видов в коррекции объема родов.

На видовом уровне произведены многочисленные таксономические комбинации, описан ряд новых видов. Особенно ценны ЭМ *исследования типовых материалов*, способствующие уточнению диагноза и корректной идентификации вида. Вместе с тем, ЭМ породила *проблему таксономической обоснованности признаков*. К примеру, в диагнозах новых видов рода *Achnanthidium* наряду с *плотностью ареол* в 10 µm используется *их количество в штрихе* (Van de Vijver et al., 2011 a). Весьма актуальна *стабилизация таксономии широко распространенных видов*. Так, при интерпретации результатов исследования типовых материалов *Achnanthidium lineare* W. Sm. это название использовано для de facto нового вида (Van de Vijver et al., 2011 b), что открывает возможность замены названия известного с 1855 г. *A. lineare*, который включен во многие локальные флоры мира.

Таким образом, задачи систематики моношовных Bacillariophyta включают:

- формирование эволюционно обоснованной концепции родов;
- поиск надежных признаков видового и внутривидового рангов;
- исследование полиморфных видов в культурах,
- стабилизацию таксономии широко распространенных видов;
- продолжение исследований типовых материалов.

О.В. ВАСИЛЕНКО[1], П.Д. КЛОЧЕНКО[2], Т.А. ВАСИЛЬЧУК[2]

[1]Тернопольский национальный педагогический ун-т имени Владимира Гнатюка,
ул. М. Кривоноса, 2, 46027 Тернополь, Украина
e-mail: vasylenkoo@mail.ru
[2]Ин-т гидробиологии НАН Украины,
пр. Героев Сталинграда, 12, 04210 Киев, Украина
e-mail: klochenko@hydrobio.kiev.ua

ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ НА МЕТАБОЛИЗМ *EUGLENA GRACILIS* G.A. KLEBS

Общеизвестно, что среди многих факторов, влияющих на развитие водорослей, один из главных – химический состав воды. Наиболее важным ее компонентом являются органические соединения, среди которых наибольшую часть (65–90 % общего содержания РОВ) составляют гумусовые вещества, в первую очередь, фульво- и гуминовые кислоты (ГК) (Линник, Васильчук, 2001). При этом содержание последних в воде в летне-осенний период может колебаться в пределах 0,3–6,2 мг/л (Васильчук, Осипенко, Евтух, 2010). Ранее проведенные нами исследования свидетельствуют о том, что эта группа органических веществ существенно влияет на обменные процессы синезеленых и зеленых водорослей (Синюк и др., 2008). Целью данной работы было изучение особенностей воздействия гуминовых кислот на метаболизм представителей отдела Euglenophyta.

Исследования проводили с альгологически чистой культурой *Euglena gracilis* G.A. Klebs, которую выращивали на соответствующей среде (Владимирова, 1991) при температуре 22–25 ^{0}С и освещении 2500 лк. Изучали активность ключевых ферментов энергетического, азотного и фосфорного обмена, а именно: сукцинатдегидрогеназы (СДГ), НАДН-глутаматдегидрогеназы (ГДГ) и щелочной фосфатазы (ЩФ) при воздействии на водорослевые клетки ГК в концентрации 2,0 и 5,0 мг/л. В качестве контроля использовали культуру без ГК в питательной среде. Образцы для анализов отбирали на 1, 3, 7 и 14-е сутки.

Проведенные опыты показали, что уже на следующие сутки после внесения в культуральную среду ГК наблюдалось резкое снижение активности СДГ, которая составляла только 1,5 и 5,5 % от таковой в контроле, соответственно, при концентрации ГК 2,0 и 5,0 мг/л. Аналогичная картина наблюдалась и в последующем. В частности, на 14-е сутки роста водоросли активность СДГ была на уровне 1,4 % и 2,0 % по сравнению со значениями в контрольном варианте.

При анализе особенностей функционирования НАДН-глутаматдегидрогеназы в условиях воздействии ГК на клетки *E. gracilis* обнаружено, что активность упомянутого фермента уменьшалась. Так, например, уже на 1-е сутки опыта активность ГДГ при концентрации ГК в среде 2,0 мг/л была на 51,5 % меньше, чем в контроле. Еще более заметное угнетение активности ГДГ наблюдалось при концентрации ГК 5,0 мг/л, когда она составляла только 10,7 % от контрольной величины. На

последующих этапах роста эвглены наблюдалось дальнейшее снижение активности ГДГ. В частности, при концентрации ГК 2,0 мг/л на 3-и, 7-е и 14-е сутки опыта активность исследуемого фермента составляла, соответственно, 13,2, 11,6 и 2,9 %, а при концентрации ГК 5,0 мг/л –10,5, 1,4 и 0,4 % по сравнению с контролем.

При оценке функционирования ЩФ в условиях воздействия на водорослевые клетки ГК установлено, что активность фермента имела заметные отличия при разной концентрации исследуемых веществ: если при 2,0 мг/л на 1-е и 3-и сутки опыта наблюдалось уменьшение активности ЩФ (соответственно, в 4,0 и 3,5 раза), то при 5,0 мг/л – регистрировалось ее резкое увеличение (в 10,0 и 8,6 раза). В конце опыта активность ЩФ была на уровне контрольных значений при концентрации ГК 2,0 мг/л и в 12,5 раз выше таковых при концентрации ГК 5,0 мг/л.

Таким образом, существенное ингибирование СДГ и ГДГ, вероятно, свидетельствует о высокой чувствительности исследуемых звеньев энергетического и азотного обмена *E. gracilis* к ГК и о наличии у водоросли компенсаторного механизма, обеспечивающего ее клетки неорганическим фосфором. Активация ЩФ может быть связана и с формированием устойчивого стресс-состояния клеток.

А.А. ВАХРУШЕВ

ФГБОУ ВПО «Омский государственный университет им. П.А. Столыпина»,
Институтская пл., 2, 644008 Омск, Россия
e-mail: wahoper@mail.ru

ФИТОПЛАНКТОН ЗАТОНОВ РЕКИ ИРТЫШ В РАЙОНЕ г. ОМСКА (РОССИЯ)

Река Иртыш обеспечивает до 90 % потребности Омской области в водных ресурсах, а водоснабжение города Омска полностью осуществляется за ее счет. Однако по прогнозам в Омской области уже в 2020 году возникнет дефицит водных ресурсов. В связи с этим возникла потребность в регулировании стока реки, и было принято решение о строительстве гидроузла на территории Омской области.

При строительстве плотины и снижении скорости течения воды на зарегулированном участке реки могут возникнуть благоприятные условия для интенсивной вегетации фитопланктона, вплоть до «цветения» воды. В связи с этим возникла задача круглогодичных исследований затонов реки Иртыш как потенциальных источников формирования фитопланктона в районе сооружения гидроузла.

В составе фитопланктона затонов Иртыша найдено 156 видовых и внутривидовых таксонов водорослей и цианобактерий, относящихся к 8 отделам, в том числе: Cyanoprokaryota – 28, Euglenophyta – 17, Dinophyta – 1, Cryptophyta – 1, Chrysophyta – 5, Bacillariophyta – 32, Xanthophyta – 2, Chlorophyta – 70.

За период, прошедший с 50-х годов XX века, в составе фитопланктона затонов Иртыша в районе г. Омска произошли существенные изменения. Доминирующий комплекс, представленный ранее исключительно диатомовыми водорослями, дополнился цианобактериями из родов *Microcystis, Anabaena* и др. Было найдено 122 ранее не известных для затонов Иртыша видов, разновидностей и форм водорослей и цианобактерий, многие из которых относятся к индикаторам загрязнения воды органическими веществами.

Состав доминирующих комплексов в разных затонах существенно отличается. Главную роль в формировании численности и биомассы фитопланктона в левобережном затоне играют *Fragilaria crotonensis* Kitt., *Asterionella formosa* Hass., *Rhabdoderma lineare* Schmidle et Lauterb., *Didymocystis inconspicua* (Skuja) Hegew. В правобережном затоне ведущие позиции занимают *M. aeruginosa* (Kütz.) Kütz. f. *aeruginosa*, *Dictyosphaerium pulchellum* Wood var. *pulchellum*. Различия в составе доминирующих комплексов фитопланктона затонов объясняются, прежде всего, отличиями их гидрологического режима: правобережный затон, в отличие от левобережного, отделен от русла реки дамбой и имеет более застойный режим. Поэтому для доминирующего комплекса левобережного затона характерны виды, обычные для открытого русла Иртыша, а в правобережном затоне интенсивно вегетируют обычные для замкнутых водоемов цианобактерии, вызывающие «цветение» воды.

Полученные сведения послужат основой для прогноза развития фитопланктона на зарегулированном участке реки и будут использованы для выбора типа сооружаемой плотины. Такой подход позволит значительно снизить уровень экологической опасности и затраты на очистку воды от биологического загрязнения.

О.Н. ВИНОГРАДОВА

Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины,
ул. Терещенковская, 2, 01601 Киев, Украина
e-mail: o.vinogradova@gmail.com

CYANOPROKARYOTA ГИПЕРГАЛИННЫХ ЭКОСИСТЕМ УКРАИНЫ

Гипергалинные экосистемы представляют большой интерес с точки зрения познания биоразнообразия. Cyanoprokaryota, благодаря выработанным в процессе эволюции адаптационным механизмам, опирающимся на морфофизиологические стратегии, в местообитаниях с повышенной концентрацией солей лидируют по видовому багатству и играют важную роль как продуценты органического вещества, обеспечивая стабильное функционирование всей экосистемы. Нами изучено разнообразие Cyanoprokaryota и особенности их распределения в трех гипергалинных экосистемах, расположенных в Одесской (солонцы Куяльницкого лимана) и Херсонской (Черноморский биосферный

заповедник и Азово-Сивашский национальный парк) областях Украины. Сборные почвенные образцы и наземные разрастания водорослей были отобраны по градиенту солености и влажности почвы. Изучены почвы, относящиеся к типу гидроморфных выпотных солончаков (тяжелосуглинистый соровый, мокрый сульфатно-хлоридный, хлоридно-сульфатный, хлоридный и натриево-сульфатный), сульфатный солонец, каштановые сильно- и средне-засоленные почвы, светло-каштановая солонцеватая и лугово-солонцеватая почвы, покрытые истинно солончаковой, лугово-галофильной и засоленно-степной растительностью.

В изученных местообитаниях Cyanoprokaryota характеризовались значительным таксономическим и видовым разнообразием. Выявлено 100 видов из 34 родов, 14 семейств и трех порядков (Chroococcales – 22 %; Oscillatoriales – 56 %; Nostocales – 22 %). Среди семейств по видовому богатству лидируют Pseudoanabaenaceae (26 %), Phormidiaceae (20 %) и Nostocaceae (16 %), из родов это *Phormidium* Kütz. ex Gomont и *Leptolyngbya* Anagn. et Komárek (15 видов каждый). Характерной чертой изученных местообитаний было высокое разнообразие микроэкологических условий. Отличия в химическом составе почвы, ее физических параметрах и водоудерживающей способности, разные типы растительных ассоциаций, ОПП в диапазоне от 0 до 100 % способствовали развитию широкого спектра видов Cyanoprokaryota, но показатели встречаемости (F) большинства из них были низкими, 37 видов встречены лишь один раз. Наиболее распространенными были *L. fragilis* (Gomont) Anagn. et Komárek (F = 33,0 %), *Nostoc linckia* f. *terrestris* Elenkin (24,8 %), *Ph. takyricum* O.M. Vynogr. (23,8 %), *L. tenuis* (Gomont) Anagn. et Komárek (21,1 %). Впервые для Украины указываются *Cyanobium bacillare* (Butcher) Komárek et al., *Synechococcus salinarum* Komárek, *Chroococcus submarinus* (Hansgirg) Kováčik, *Pseudocapsa maritima* Komárek, *L. norvegica* (Gomont) Anagn. et Komárek, *L. saxicola* (Gardner) Anagn., *Ph. litorale* Golubić, *Porphyrosiphon fuscus* Gomont ex Frémy, *Oscillatoria subbrevis* Schmidle.

Видовое богатство Cyanoprokaryota распределялось между основными типами галофильной растительности следующим образом: самой богатой оказалась цианофлора почв под истинно-солончаковой травянистой и кустарничковой растительностью (77 видов), на участках лугово-галофильной растительности найдено 48 видов, менше всего (30 видов) обнаружено в почве засоленной степи. Такое распределение обусловлено тем, что в условиях повышенной засоленности и инсоляции почвы цианопрокариоты имеют конкурентное преимущество, что позволяет им полностью доминировать в гипергалинных экотопах. С понижением уровня соленакопления и большей затененностью грунта на участках засоленных степей повышается разнообразие эвкариотических водорослей, а доля цианопрокариот уменьшается. Экологический анализ выявленных видов свидетельствует о том, что в изученных местообитаниях преобладают виды с высокими адаптационными характеристиками: амфибиальные (45 %) и террестриальные формы (28 %),

аквальные виды составляют 27 %. Очень малая (2 %) доля эвритопных видов свидетельствует о ненарушенности исследованных гипергалинных экосистем.

О.Н. ВИНОГРАДОВА

Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины,
ул. Терещенковская, 2, 01601 Киев, Украина
e-mail: o.vinogradova@gmail.com

К ВОПРОСУ О КАТЕГОРИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИДОВ CYANOPROKARYOTA

Синезеленые водоросли (Cyanoprokaryota, Cyanobacteria) – древняя группа фотосинтезирующих прокариотических организмов, населяющая водные и наземные экосистемы. Благодаря долгой эволюционной истории они смогли накопить запас адаптационных свойств, позволивший им освоить практически все типы местообитаний, существующих на нашей планете и стать важным компонентом автотрофного блока биосферы (The Ecology…, 2000; Seckbach, Oren, 2007). Расшифровка механизма реагирования цианобактериального генома на стресс (Hagemann, 2002), позволившая достоверно объяснить как успешное выживание и развитие группы на протяжении трех милиардов лет, так и постоянное возникновение новых морфо- и экотипов, сыграла важную роль в понимании их филогенетических отношений и эволюции (Komárek, 2006). Осознание важности экологической составляющей в видообразовании Cyanoprokaryota существенно повлияло на концепцию вида и подходы к их систематике. Экологическая характеристика вида становится полноправным дискриминационным признаком, что ставит вопрос о необходимости более четкого разграничения и категоризации терминов, относящихся к этому понятию. В этот процесс должны быть вовлечены как виды, так и их местообитания.

Попытки экологической характеризации видов водорослей (в т.ч. синезеленых) предпринимались с начала возникновения фикологии как науки, общепринятым стало деление их на две базовые экологические группы: водную (aquatic) и вневодную, или наземную (terrestrial), и, исходя из того, к какой из них относится тот или иной вид, ему присваивалась экологическая характеристика. Классификацией местообитаний (МО) традиционно занимались экологи и фитоценологи. При этом слово «местообитание» подразумевает не только место произрастания имеющейся единицы (популяции, вида, ценоза), но и «потенциальное место существования», то есть совокупность экологических особенностей, обусловливающих возможность ее обитания. Классификация МО, принятая в крупнейшей европейской базе данных по биоразнообразию (http://eunis.eea.europa.eu/habitats) ориентирована на сообщества растений и животных и не учитывает микроорганизмов. При категоризации (классификации) экологических характеристик и типов МО видов

цианопрокариот следует учитывать, что среди них есть виды с широкой экологической амплитудой (эврибионты), способных обитать в широком спектре местообитаний (водоемы, почвы, сухие скалы, искусственные субстраты), виды, приуроченные к водным или вневодным условиям, кроме того, существует группа видов, типичные местообитания которых обладают чертами как водных, так и наземных экотопов. Такие местообитания получили название амфибиальных ландшафтов (Сергеев, 1993); к ним относят различные варианты экотонов (зона заплеска, краевые участки горных потоков и орошаемых скал, затопляемые берега и т.п.), а также крайне мелководные водоемы от заболоченных маршей до мелководных окраинных морей и заливов океана (Заварзин, 2003). Предлагается выделить следующие экологические категории для видов Cyanoprokaryota: аквальные – виды, постоянно обитающие в водных условиях, террестриальные – виды, постоянно обитающие во вневодных условиях, амфибиальные – виды, обитающие в условиях амфибиальных ландшафтов. Более дробная классификация внутри упомянутых категорий должна строиться по принципу определяющего признака.

В.С. ВИШНЯКОВ[1,2]

[1]Лимнологический ин-т СО РАН,
ул. Улан-Баторская, 3, 664033 Иркутск, Россия
[2]Иркутский государственный ун-т,
ул. Сухэ-Батора, 5, 664003 Иркутск, Россия
e-mail: aeonium25@mail.ru

НОВЫЕ СВЕДЕНИЯ О МАКРОВОДОРОСЛЯХ ЗАЛИВА БОЛЬШИЕ КОТЫ И ЕГО ПРИТОКОВ (ЮЖНЫЙ БАЙКАЛ, РОССИЯ)

Общеизвестно, что в сообществах макрофитобентоса наблюдаются сезонные изменения состава и численности компонентов и значительно более глубокие процессы динамики, обусловленные как внутренними, так и внешними причинами. Из последних следует отметить возрастающую роль антропогенного фактора на фоне глобальных климатических изменений. Изучение состава и структуры мейо- и макрофитобентоса залива Б. Коты и его притоков имеет давнюю историю (Дорогостайский, 1904; Мейер, 1930; Скабичевский, 1931, 1966; Ижболдина, 1971, 1990; Кожова, Ижболдина, 1994). Сведения о современном состоянии макрофитных водорослей залива отсутствовали.

В течение сезона открытой воды 2011 г. мы отбирали пробы в литоральной зоне залива на двух трансектах. Дополнительно исследовали нижние течения одноименных водотоков в падях Черная, Жилище, Б. и М. Коты, а также карьерные озёра. Отбор проб, фиксацию, гербаризацию и культивирование проводили традиционными методами (Водоросли .., 1989).

Исследованиями показано присутствие 37 таксонов мейо- и макроводорослей (знаком * отмечены виды, обнаруженные в Байкале):

Stratonostoc verrucosum (Vaucher) Elenkin**, *Tolypothrix distorta* (Fl. Dan.) Kütz.**, *Calothrix kossinskajae* V.I. Poljansky, *Rivularia coadunata* (Sommerf.) Foslie, *Gloeotrichia natans* (Hedw.) Rabench., *Didymosphenia geminata* (Lyngb.) M. Schmidt.**, *Vaucheria sessilis* f. *repens* (Hass.) Hansg., *Vaucheria* sp. fert., *Tetraspora cylindrica* (Wahl.) C. Agardh var. *bullosa* Meyer*, *Tetraspora* spp., *Ulothrix zonata* (Web. et Mohr.) Kütz.**, *Zygnema* sp. ster., *Spirogyra* spp. ster.*, *Mougeotia* sp. ster., *Oedogonium* sp. ster., *Chaetophora elegans* (Roth) C. Agardh, *Ch. tuberculosa* (Roth) C. Agardh, *Stigeoclonium tenue* (C. Agardh) Kütz.**, *Draparnaldioides baicalensis* Meyer et Skabitsch.*, *D. arenaria* Meyer et Skabitsch.*, *D. simplex* Meyer et Skabitsch.*, *Ireksokonia formosa* Meyer*, *Cladophora floccosa* var. *floccosa* Meyer*, *Cl. compacta* (Meyer) Meyer*, *Cl. glomerata* (L.) Kütz.*, *Rhizoclonium hieroglyphicum* (C. Agardh) Kütz., *Gemmiphora compacta* Skabitsch.*, *Chaetocladiella microscopica* (Meyer) Meyer et Skabitsch.*, *Nitella flexilis* (L.) C. Agardh **, *Dermatochrysis reticulata* (Meyer) Entwisle et Andersen*, *Dermatochrysis* sp.*, *Phaeoplaca baicalensis* (Meyer) Bourr.*, *Hydrurus foetidus* (Vill.) Kirchn.**, *Batrachospermum moniliforme* Roth. Из них 8 видов общие для залива и притоков (отмечены знаком **). Эндемичный байкальский компонент представлен 9 таксонами (*T. cylindrica* var. *bullosa, D. baicalensis, D. arenaria., D. simplex, I. formosa, Cl. floccosa, Cl. compacta, G. compacta, C. microscopica*). В р. М. Коты отмечена *Chantransia*, вероятно, являющаяся спорофитом одного из видов *Batrachospermum.* Для первого пояса донной растительности Байкала (зона прибоя) прослежена смена доминирующего вида (*U. zonata*) на *St. tenue* в ноябре. В это же время здесь формируется сообщество *St. tenue* + *D. geminata.* Обнаружено 6 новых для альгофлоры таксонов. В карьерном озере № 14 в долине р. Б. Коты зарегистрировано местонахождение *N. flexilis.* Водоросли *R. coadunata*, *Ch. tuberculosa, V. sessilis* f. *repens, V.* sp. fert., *Rh. hieroglyphicum* впервые приводятся для притоков. *P. baicalensis, H. foetidus* и *Spirogyra* sp. ster. впервые отмечены в заливе, причем регистрация спирогиры в небольших количествах в период всего летне-осеннего периода требует специального объяснения, т. к. нитчатые конъюгаты считаются характерными видами для хорошо прогреваемых соров, а не каменистой литорали озера (Ижболдина, 2007) и, скорее всего, попадают в открытый Байкал из притоков или с течениями. *H. foetidus* отмечается в заливе только вблизи устья р. Черной, в котором образует чистые ценозы. *P. baicalensis* отмечен в эпифитоне на отмирающих талломах *Cl. glomerata* в начале ноября, где вегетирует в массе.

Работа является частью госбюджетного проекта «Междисциплинарное исследование заплесковой зоны…» и выполнена при поддержке интеграционного проекта СО РАН № 49. Автор выражает благодарность д.б.н. О.А. Тимошкину, а также к.б.н. Р.Е. Романову (ЦСБС СО РАН) за ценные консультации.

В.С. ВИШНЯКОВ[1,2]

[1]Лимнологический ин-т СО РАН,
ул. Улан-Баторская, 3, 664033 Иркутск, Россия
[2]Иркутский государственный ун-т,
ул. Сухэ-Батора, 5, 664003 Иркутск, Россия
e-mail: aeonium25@mail.ru

К ХАРАКТЕРИСТИКЕ АЛЬГОФЛОРЫ ВОДОЁМОВ ДОЛИНЫ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ИРКУТ (ВОСТОЧНАЯ СИБИРЬ, РОССИЯ)

В 2010-2011 гг. нами исследовалась альгофлора болотно-озёрного комплекса (Вишняков, Максимова, 2011), нижних участков рр. Иркут и Олха, системы Кайских озёр, ручьёв и эфемерных водоёмов на территории Левобережного округа г. Иркутска. Отбор проб и их качественный анализ проводился по общепринятым в альгологии методам (Водоросли.., 1989).

В настоящее время в составе альгофлоры изучаемой территории зарегистрировано 175 таксонов водорослей из 9 отделов: Chlorophyta (73), Cyanophyta (53), Bacillariophyta (30), Xanthophyta (9), Euglenophyta (4), Charophyta (3), Cryptophyta (1), Chrysophyta (1), Dinophyta (1).

В лентических экосистемах ведущей группой Chlorophyta являются хлорококковые: *Hydrodictyon reticulatum* (L.) Lagerh., *Pediastrum duplex* Meyen, *P. tetras* (Ehrenb.) Ralfs, *P. boryanum* (Turp.) Menegh. (с вариететами), *Selenastrum gracilis* Reinsch, *Dictyosphaerium pulchellum* Wood, *Raphidocelis contorta* (Schmidle) Marvan et al., *Ankistrodesmus falcatus* (Corda) Ralfs, разнообразные виды родов *Scenedesmus* Meyen, *Tetraëdron* Kütz. ex Korschikov, *Monoraphidium* Komárk.-Legn. и *Coelastrum* Nägeli. Для обрастаний характерна *Cylindrocapsa geminella* Wolle., а *Pandorina morum* (O. Müll.) Bory и *Volvox globator* (L.) Ehrenb. обычны в эфемерных водоёмах. Многочисленны нитчатки родов *Spirogyra*, *Mougeotia*, *Zygnema*, *Oedogonium*. Десмидиевые разнообразны в низинных болотах и представлены *Cosmarium reniforme* (Ralfs) Arch., *Staurastrum tetracerum* Ralfs., *Closterium littorale* Gay, *C. acerosum* (Schr.) Ehrenb. и др.

Синезелёные достигают максимума развития в наиболее тёплый летний период. В планктоне эвтрофных водоёмов доминируют *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenkin и *M. pulverea* (Wood) Forti emend. Elenkin f. *incerta* (Lemmerm.) Elenkin Хроококковые (*Merismopedia tenuissima* Lemmerm., *Gomphospaeria aponina* Kütz., *G. lacustris* Chodat f. *compacta* (Lemmerm.) Elenkin) и гормогониевые (*Anabaena lemmermannii* P. Richt, *Scytonema mirabile* (Dillw.) Born., *Calothrix elenkinii* Kossinsk., *C. kossinskajae* V.I. Poljansky, *Oscillatoria acutissima* Kuff., *O. agardhii* Gomont, *O. terebriformis* (C. Agardh) Elenkin, *Amorphonostoc punctiforme* (Kütz.) Elenkin, *Stratonostoc linckia* (Roth) Elenkin с формами) также отмечаются очень часто.

Диатомовые водоросли наибольшего разнообразия достигают весной и осенью и представлены *Cymatopleura solea* (Bréb.) W. Sm., *Asterionella formosa* Hass., *Meridion circulare* C. Agardh, *Hannaea arcus* (Ehrenb.) Patrick, *Diatoma vulgare* Bory, *Gomphonema acuminatum* Ehrenb., *Fragilaria ulna*

(Nitz.) Lange-Bert., *F. capitata* (Ehrenb.) Lange-Bert., *Melosira varians* C. Agardh, *Aulacoseira granulata* (Ehrenb.) Sim., *Rhopalodia gibba* (Ehrenb.) O. Müll., *Rhoicosphenia curvata* (Kütz.) Grunow, видами родов *Navicula* Bory, *Achnanthes* Bory, *Nitzschia* Hass., *Cymbella* C. Agardh, *Pinnularia* Ehrenb. и др.

Идентифицировано 34 вида макроводорослей. В озёрно-болотных экосистемах встречены *Chaetophora elegans* (Roth.) C. Agardh, *Cladophora fracta* (O. Müll. ex Vahl.) Kütz., *Vaucheria sessilis* (Vaucher) DC. f. *sessilis, Schizochlamys gelatinosa* A. Braun, *Gloeotrichia natans* (Hedw.) Rabenh. *G. pisum* (C. Agardh) Thur., *Sphaeronostoc pruniforme* (C. Agardh) Elenkin, *Tolypothrix distorta* (Fl. Dan.) Kütz. и др. Из харофитов обнаружены *Chara contraria* A. Braun, *Ch. globularis* Thuill. и *Ch. vulgaris* L. В водотоках разной степени трофности формируются сообщества литореофильных макроводорослей с участием *Ulothrix zonata* (Web. et Mohr.) Kütz., *Stigeoclonium tenue* (C. Agardh) Kütz., *Draparnaldia plumosa* (Vaucher) C. Agardh f. *plumosa*, *Cl. glomerata* (L.) Kütz., *Chaetomorpha herbipolensis* Lagerh. f. *herbipolensis*, *Tetraspora cylindrica* (Wahl.) C. Agardh, *Didymosphenia geminata* (Lyngb.) M. Schmidt., *Gomphoneis olivaceum* (Lyngb.) Dawson ex Ross et Sims, *Hydrurus foetidus* (Vill.) Kirchn.

В эколого-географическом аспекте (Баринова и др., 2006) в составе обследованной альгофлоры преобладают индифференты по отношению к галобности и pH среды, эврисапробы и космополиты.

Автор выражает благодарность к.б.н. Е.Н. Максимовой (ВостСибГАО), к.б.н. Р.Е. Романову (ЦСБС СО РАН) и д.б.н. Н.А. Бондаренко (ЛИН СО РАН) за консультации в определении ряда таксонов.

Е.Л. ВОДЕНЕЕВА

Нижегородский государственный ун-т им. Н.И. Лобачевского,
пр. Гагарина, 23, 603950 Нижний Новгород, Россия
e-mail: vodeneeva@mail.ru

К ИЗУЧЕНИЮ ФИТОПЛАНКТОНА ПРАВОБЕРЕЖНЫХ ПРИТОКОВ РЕКИ ОКИ (НИЖЕГОРОДСКАЯ ОБЛАСТЬ, РОССИЯ)

Нижегородская область (площадь в 76,9 тыс. км^2) расположена в центре Восточно-Европейской равнины, в бассейне Средней Волги и ее притоков. По рельефу и типам ландшафтов она разделяется на две почти равные части: лесное низинное Заволжье и почти безлесное возвышенное Правобережье. Среди внутренних водотоков области менее изученными в альгологическом плане являются притоки Правобережья. Особенностью данных притоков считается неравномерный уровенный режим (до 85–90 % годового стока приходится на кратковременное весеннее половодье) и повышенная минерализация вод, что во многом обусловлено особенностями ландшафта.

Изучен (2010 г.) состав и основные структурные характеристики фитопланктона р. Сережа, правобережного притока Оки второго порядка, в

верхнем, среднем и нижнем участках течения. Р. Сережа имеет длину 196 км, площадь водосбора – 2730 км^2. На своем протяжении река принимает 42 притока, на ее водосборе находится 138 озер и прудов (в том числе озера Пустынского заказника). Водосбор реки расположен в зоне активного влияния карста на сток (закарстованность водосбора составляет около 70 %). Имеются многочисленные воронки, провалы и карстовые озера. В бассейне реки выявлены участки полного поглощения поверхностного стока. Пересыхание ее происходит в результате потерь воды из русла в закарстованные горизонты, прорезаемые рекой.

Таксономическое разнообразие альгофлоры р. Сережа представлено 175 видовыми и внутривидовыми таксонами. Выявленные водоросли относились к 8 отделам, 14 классам, 21 порядку, 44 семействам и 73 родам (Chlorophyta –83 видовых и внутривидовых таксона, Bacillariophyta – 42, Euglenophyta – 18, Chrysophyta – 12, Cyanoprokaryota – 10, Dinophyta – 4 Cryptophyta – 3, Xanthophyta – 2). Наиболее высоким таксономическим разнообразием фитопланктона характеризовался верхний участок реки – 112 видовых и внутривидовых таксонов водорослей. По коэффициенту Серенсена сходство видовых списков оказалось невысоким, составляя 45-52 % и было максимальным для верхнего и нижнего участков течения. Лидирующее положение зеленых (41-53 % общего состава) и диатомовых (17-27 %) водорослей было отмечено для всех участков течения реки. В верховьях реки третью позицию занимали эвгленовые (до 16 %), ниже по течению вклад этих водорослей снижался до 5-6 % и возрастало значение золотистых и цианопрокариот (до 8 и 11 % соответственно). Анализ родового спектра выявил увеличение доли видов рода *Scenedesmus* (с 7 % в верховье до 22 % в нижнем течении) по мере продвижения вниз по руслу реки и снижение участия в формировании планктонной флоры видов рода *Trachelomonas* (с 10 % в верховье до 4 % в нижнем течении).

Показатели количественного развития фитопланктона в исследуемом водотоке соответствовали уровню слабомезотрофных–эвтрофных вод. Биомасса фитопланктона в верхнем участке течения варьировала от 0,70–5,59 г/м^3, в среднем – от 0,75 г/м^3 до 2,21 г/м^3, нижнем – от 1,24–5,29 г/м^3. В верховье реки, в условиях слабого течения, в комплекс доминирующих по биомассе видов на большинстве станций входили зеленые вольвоксовые (*Pandorina morum* (O. Müll.) Bory), виды рода *Chlamydomonas* и эвгленовые водоросли. С продвижением вниз по реке возрастала ценотическая роль диатомовых водорослей, при этом доля зеленых вольвоксовых и эвгленовых (в сравнении с верхним участком течения) снижалась. Среди *Bacillariophyta* максимальные показатели развития отмечены для *Melosira varians* C. Agardh, а также представителей прибрежноводных и донных группировок (видов родов *Synedra, Amphora, Cocconeis, Navicula* и *Nitzschia),* что является характерным для небольших по протяженности рек. В низовье реки характер фитопланктона полностью становился диатомово-хлорококковым.

Работа частично поддержана грантом РФФИ (проект № 12-04-00878).

Л.Н. ВОЛОШКО

Ботанический ин-т им. В.Л. Комарова РАН,
ул. проф. Попова, 2, 197376 Санкт-Петербург, Россия
e-mail: L.Voloshko@inbox.ru

ХРИЗОФИТОВЫЕ (*CHRYSOPHYCEAE*, *SYNUROPHYCEAE*) ВОДОЕМОВ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА РОССИИ

Актуальность исследований по предлагаемой теме определяется несколькими аспектами: они являются частью исследований по общей проблеме биоразнообразия; флора заявленного региона страны остается не изученной или изученной слабо и требует пересмотра на основе современных таксономических ревизий; растет интерес к золотистым водорослям пресных водоемов в связи с решением природоохранных и прикладных задач. Идентификация золотистых водорослей представляет большие трудности вследствие ограниченности таксономически значимых признаков на уровне световой микроскопии. Поэтому изучение видового состава различных таксономических групп хризофитовых требует дифференцированного подхода — с использованием традиционных и современных методов световой и электронной микроскопии (ЭМ). Последние монографии, посвященные золотистым водорослям, в нашей стране были опубликованы еще в 1950–60-х гг. (Матвиенко, 1954, 1965). Основаны они только на данных СМ и давно устарели. За этот период расширился спектр критериев, используемых в таксономии хризофитовых, описаны сотни новых видов. За рубежом последний определитель по золотистым водорослям опубликован в 1985 г. (Starmach, 1985). Настоящая работа характеризуется разносторонним подходом к изучению золотистых водорослей с использованием традиционных сравнительно-морфологических методов (СМ), современных цитологических (ЭМ) и с привлечением метода живых культур. Впервые проведены инвентаризация и ревизия видового состава хризофитовых на Севере России. Удалось существенно дополнить, а в некоторых случаях изменить прежние представления о разнообразии хризофитовых в Арктическом регионе. Все это привело к монографическому описанию золотистых водорослей (Chrysophyta) этого региона, а также к ряду таксономических преобразований. Описаны 3 новых вида и разновидностей из рода *Mallomonas* и 3 новых секции рода *Spiniferomonas*. Впервые для водоемов России указаны 55 видов, для водоемов Европы – 3 вида, найдены очень редкие виды, идентифицированы 23 морфотипа видоспецифичных стоматоцист. Ревизия ранее опубликованных данных позволила свести в синонимику названия 50 видов и внутривидовых таксонов. Установлено, что флора хризофитовых Евразийской Арктики не уступает по разнообразию флоре умеренных широт. Определены условия, способствующие значительному развитию этих водорослей в водоемах вопреки общепринятому мнению об их исчезновении в условиях Крайнего Севера. Высокое разнообразие золотистых водорослей определяется физиологическими особенностями золотистых и специфическими условиями их существования в Полярном регионе. Почти половину видового состава в

этих зонах составляли широко распространенные виды и космополиты. Низкая степень эндемизма на уровне вида обусловлена слабой изолированностью севера Евразии от соседних районов Атлантики и Пацифики. Рассчитанные коэффициенты общности Соренсена позволили выявить сходство флоры золотистых водорослей евразийского арктического сектора России с видовым составом хризофитовых Феноскандии (71 %) и Северной Америки (50 %). Впервые показано, что золотистые водоросли являются чувствительными индикаторами условий окружающей среды. Результаты инвентаризации золотистых водорослей дают ценный материал для решения вопросов биогеографии и истории формирования альгофлоры этого региона.

К.П. ВОРОБЬЕВ[1], Е.Е. АНДРОНОВ[2], А.В. МИГУНОВА[1], К.В. КВИТКО[1]

[1]Санкт-Петербургский государственный ун-т,
16 линия, 29, 199178 Санкт-Петербург, Россия
e-mail: konstantin.vorobyev@gmail.com
[2]Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский ин-т сельскохозяйственной микробиологии Российской академии сельскохозяйственных наук,
ш. Подбельского, 3, 196608 Пушкин, Россия

ИЗМЕНЕНИЕ СЕРОЛОГИЧЕСКИХ И ГЕНЕТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СИМБИОТИЧЕСКИХ ВОДОРОСЛЕЙ ПРИ НЕСТАНДАРТНЫХ УСЛОВИЯХ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ

Термином «зоохлореллы» в научной литературе объединяют все *Chlorella*-подобные зеленые одноклеточные водоросли, живущие в симбиозе с такими протистами, как инфузории, гидры, солнечники и амебы, а также с беспозвоночными вроде губок. Согласно недавнему уточнению систематики зоохлорелл (Pröschold и др., 2011), одноклеточные зеленые водоросли *Chlorella variabilis* Shihira and Krauss 1965 и *Micractinium conductrix* (K. Brandt) Pröschold et Darienko 2010 comb. nov. (Trebouxiophyceae) являются эндосимбионтами инфузории *Paramecium bursaria*. Мы изучаем их в течение 26 лет (Мигунова и др., 1999, Квитко и др., 2004, Воробьев и др., 2006). Одна клетка *P. bursaria* может содержать в цитоплазме около двухсот клеток симбионтов. Клетка зоохлореллы окружена индивидуальной периальгальной мембраной, которая защищает ее от переваривания ферментами инфузории и разрушения специфическими вирусами зоохлорелл – PBCV (Chlorovirus, Phycodnaviridae). Помимо противовирусной защиты, *P. bursaria* снабжает эндосимбионтов витаминами и азотсодержащими органическими субстратами. В свою очередь, водоросли-эндосимбионты обеспечивают хозяина продуктами фотосинтеза – кислородом и сахарами (мальтозой и глюкозой). На средах с добавкой органических форм азота зоохлореллы поддерживаются в нескольких коллекциях водорослей, что позволило тщательно изучить эндосимбионтов инфузорий (Мигунова и др., 2000, Linz и др., 1999).

Важной характеристикой эндосимбиотических представителей исследуемых родов водорослей является наличие интронных вставок в гене 18S рРНК: одна вставка у зоохлорелл рода *Micractinium* и три интрона у зоохлорелл рода *Chlorella* (Gaponova и др, 2006, Воробьев и др, 2006).

В результате изменения условий культивирования двух штаммов зоохлорелл *Micractinium conductrix* CALU-829 (= SAG 241-80) и *Micractinium conductrix* штамм ОЧ были получены культуры, радикально изменившие свои характеристики. Длительное выращивание штамма ОЧ при повышенной температуре (25–30 ^{o}C), а штамма CALU-829 на минеральной среде без добавления необходимых водоросли органических компонентов, привело к изменению интрон-экзонной структуры гена 18S рРНК, серологических и вирусочувствительных свойств эндосимбионтов инфузорий.

Реакция агглютинации с кроличьей иммунной сывороткой, полученной для исходного штамма ОЧ, показала полное отсутствие серологического родства между оригинальным и измененным штаммами зоохлорелл. Аналогичные результаты были получены при анализе штамма CALU-829. Оба штамма потеряли свою чувствительность к специфическому вирусу.

В результате амплификации фрагмента гена 18S рРНК (первая половина гена, содержащая интронную вставку) было выявлено изменение длины интрона по сравнению с контрольными образцами тех же штаммов. Для штамма CALU-829 *Micractinium conductrix* показано уменьшение длины вставки на ~50 пн, для штамма ОСН *Micractinium conductrix* показано значительное увеличение интронной части гена 18S рРНК на ~1000 пн. В настоящий момент ведется подготовка к секвенированию и нуклеотидному анализу рибосомальных генов данных водорослей.

Таким образом, впервые описывается изменение серологических и генетических свойств зоохлорелл, являющихся эндосимбионтами инфузории *P. bursaria*, вследствие нестандартных условий культивирования.

Г.М. ВОСКОБОЙНИКОВ[1], Е.Ю. ЗУБОВА[2]

[1]Мурманский морской биологический ин-т КНЦ РАН
ул. Владимирская, 17, 183010 Мурманск, Россия
e-mail: grvosk@mail.ru
[2]ООО «Плантация»,
ул. Траловая, 71, 183001 Мурманск, Россия

МОРСКИЕ ВОДОРОСЛИ В САНИТАРНОЙ АКВАКУЛЬТУРЕ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

Ранее (Воскобойников и др., 2004) была показана способность представителя фукусовых водорослей, *Fucus vesiculosus* L., к длительному переживанию в условиях постоянного нефтяного загрязнения. Водоросли из загрязненных нефтепродуктами мест обитания проявляли функциональную активность, хотя и на меньшем уровне, чем особи фукуса пузырчатого из экологически чистых мест. Была отмечена возможность

поглощения и нейтрализации фукусом в ассоциации с углеводородокисляющими бактериями (УОБ) дизельного топлива (Воскобойников и др., 2008). Предполагается, что УОБ в симбиозе с морскими макрофитами превращают нефтепродукты на поверхности водорослей в доступные для поглощения и включения в их метаболизм соединения. Активность УОБ после вступления в симбиоз с водорослями повышается на 20 %. Количество УОБ на поверхности водорослей из загрязненных нефтепродуктами мест обитания значительно выше, чем из экологически чистых мест (Ильинский и др., 2010). Экспериментально показана способность к нейтрализации дизельного топлива в морской воде и у двух других представителей фукусовых водорослей: *F. distichus* L. и *F. serratus* L.

Выявленные свойства симбиотической ассоциации водорослей и УОБ были использованы при создании санитарной водорослевой плантации-биофильтра (СВП) в районах источников загрязнения в губах Баренцева и Белого морей. Апробировались варианты плантации с использованием для очистки поверхности воды от пленки нефтепродуктов фукуса пузырчатого, а для глубинных слоев фукуса складчатого и ламинарии сахаристой.

Санитарная водорослевая плантация-биофильтр может снизить в течение 2–3 недель уровень загрязнения нефтепродуктами морской воды в 10–30 раз до ПДК (0,05 мг/л). Она рассчитана на многолетний срок службы, что обеспечивается благодаря происходящим в модулях плантации процессам развития и восстановления ассоциации водорослей и углеводородокисляющих микроорганизмов.

Е.Ю. ВОЯКИНА

Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН,
ул. Корпусная, 18, 197110 Санкт-Петербург, Россия
e-mail: katerina-voyakina@rambler.ru

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА ДИНАМИКУ СТРУКТУРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ *GONYOSTOMUM SEMEN* DIESING В РАЗНОТИПНЫХ ОЗЕРАХ ВАЛААМСКОГО АРХИПЕЛАГА (ЛАДОЖСКОЕ ОЗЕРО, РОССИЯ)

Целью работы было проанализировать пространственно-временное распределение структурных показателей *Gonyostomum semen* Diesing в озерах о. Валаам.

Работа проводилась на десяти озерах о. Валаам, сохраняющих естественный режим функционирования. Все озера различались по происхождению, глубине, особенностям гидрохимического и гидробиологического режимов. Пробы фитопланктона отбирали один–два раза в месяц с мая по октябрь 1997–2011 гг. Параллельно отбору проб проводили исследования основных лимнологических параметров.

Первые сведения о массовой вегетации *G. semen* были получены в 1989 г. для ряда озер о. Валам (Курапцева и др., 1992). В настоящее время *G. semen* распространился по всей водной системе Валаамского архипелага, в том числе встречается и в бухтах Ладожского озера. Наибольшее значение этот вид имеет в малых лесных озерах, где отмечены его высокие показатели обилия. В литературе массовую вегетацию этого вида в озерах Фенноскандии долгое время связывали с процессом ацидофикации водоемов.

В составе фитопланктона озер Валаамского архипелага определено 306 таксонов рангом ниже рода. По числу видов на всех участках акватории Валаамского архипелага превалировали зеленые (29 %), диатомовые (24 %), эвгленовые (18 %) и синезеленые (12 %) водоросли. Большинство видов водорослей (66 %) относилось к типично планктонным формам. По географическому распространению 87 % видов водорослей – космополиты, 8 % бореальные и 4 % северо-альпийские виды.

Состав доминирующих видов в большинстве озер значительно различался. Чаще всего в состав доминант входили виды родов *Gonyostomum* Diesing, *Aulacoseira* Thw., *Cyclotella* Kütz., *Stephanodiscus* Ehrenb., *Aphanizomenon* Morr. ex Born. et Flah., *Limnothrix* Meffert, *Planktolyngbya* Anagn. et Komárek, *Dinobryon* Ehrenb., *Cryptomonas* Ehrenb., *Botryococcus* Kütz., *Elakatothrix* Wille, *Monoraphidium* Komárk.-Legn., *Oocystis* A. Braun.

Отличительная черта фитопланктона озер архипелага – высокие значения биомассы *Gonyostomum semen*. В летний период в большинстве озер *G. semen* присутствовал практически постоянно. За счет активной вегетации *G. semen* чаще всего формировался осенний пик биомассы. Максимальная биомасса рафидофитовых водорослей была отмечена в полигумозном олигоацидно-нейтральном оз. Витальевское (105,2 мг/л). В полиацидных озерах *G. semen* встречался единично и не входил в состав доминантного комплекса.

При анализе факторов, влияющих на динамику показателей обилия *G. semen* в озерах о. Валаам было показано, что уровень вегетации этого вида зависит в первую очередь от содержания общего железа (r 0,9) и pH (r 0,7), в меньшей степени она связана с минерализацией (r 0,6) и концентрацией ионов аммония (r 0,5).

По-видимому, более важными факторами для вегетации *G. semen* оказывается низкая минерализация воды и накопление в гиполимнионе биогенных элементов.

В.А. ГАБЫШЕВ

Ин-т биологических проблем криолитозоны СО РАН,
пр. Ленина, 41, 677980 Якутск, Россия
e-mail: v.a.gabyshev@ibpc.ysn.ru

К ИЗУЧЕНИЮ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ ФИТОПЛАНКТОНА р. КОЛЫМЫ (РОССИЯ)

Колыма – крупная река арктического бассейна северо-восточной Сибири. Сток р. Колымы зарегулирован – функционирует Колымская ГЭС. Ожидается ввод в строй второй ГЭС на реке. О фитопланктоне Колымы

опубликовано лишь две работы (Кузьмин 1985, 1987), в которых приводятся результаты изучения видового состава, а также количественных показателей развития и структуры фитопланктона реки на участке зоны затопления Колымской ГЭС до ее постройки. Основная цель этого исследования: выявить особенности пространственной структуры популяций фитопланктона Колымы.

Исследование основано на материалах сборов, выполненных в период с 21 июля по 7 августа 2010 г. на участке реки, протяженностью 2010 км, от мостового перехода автотрассы «Тенька» через верховья р. Колымы до устья р. Анюй. На основе особенностей гидрологического режима и гидрографических характеристик, исследованная часть реки условно разделена на шесть участков. Биоразнообразие планктонной флоры р. Колымы возрастает по направлению от верховья к устью за счет приточной системы и увеличения числа биотопов в самой реке. Индекс биоразнообразия фитопланктона р. Колымы повышается по направлению к устью реки. Показатели численности и биомассы фитопланктона р. Колымы низкие и варьируют в пределах 3,4–2475,6 тыс. кл/л и 0,0020–0,2514 мг/л. По количественному развитию основу фитопланктона большинства исследованных участков реки составляют Bacillariophyta. Исключение – Колымское водохранилище, где по численности и биомассе преобладают Chrysophyta; и низовья р. Колымы (на участках E, F), где водоросли отдела Cyanophyta доминируют по численности.

Согласно концепции речного континуума, планктон рек формируется под воздействием вышерасположенных участков, а также приточной системы (Vannote et al. 1980). Большое влияние на фитопланктон Колымы на участках (C и D) оказывает Колымское водохранилище, что проявляется в повышенном уровне развития видов рода Dinobryon из Chrysophyta. Фитопланктон Колымы на участках E и F, испытывает сильное влияние левобережных притоков (рр. Седедема и Ожогина), ниже которых резко повышается численность Cyanophyta. На участке F, после впадения правобережного притока (р. Омолон), происходит некоторое понижение уровня вегетации фитопланктона. В целом, уровень количественного развития фитопланктона Колымы повышается по направлению от верховья к устью. Главным образом это обусловлено тем, что в низовье реки значительно снижается скорость течения – основной фактор, лимитирующий развитие планктона (Allan, Castillo, 2007). Исключением является высокий уровень биомассы фитопланктона в верховьях р. Колымы (на участке A), что обусловлено заносом в планктон крупноклеточных форм водорослей из донных обрастаний.

Согласно рассчитанным коэффициентам общности видового состава фитопланктона, наибольшую степень сходства имеют участки р. Колымы, со смежным расположением и сходными условиями обитания водорослей. Изменение флористического состава на границе участков B и C, связано с изменением гидрологического режима ниже плотины ГЭС.

Другое изменение обнаруживается на границе участков D и E, где Колыма выходит из горной области на территорию Колымской низменности.

В составе структурообразующих видов фитопланктона р. Колымы – космополиты, планктонные и планктонно-бентосные формы, а также один представитель бентосной флоры. Водоросли отдела Bacillariophyta входят в комплекс структурообразующих видов фитопланктона на всем протяжении реки. В фитопланктоне Колымского водохранилища, и расположенного ниже участка C р. Колымы, в числе доминантов появляются представители отдела Chrysophyta. Далее по течению реки (на участке D) Chrysophyta входят в число субдоминантов. В низовье р. Колымы (на участках E и F) среди доминантов и субдоминантов кроме Bacillariophyta появляются представители Cyanophyta.

Л.А. ГАЙСИНА, С.Ю. САФИУЛЛИН, Г.Ф. ХАМАТДИНОВА, Д.С. ГАБДРАХМАНОВ, В.Ю. КАНАЗЫРСКАЯ, Л.Н. КАРИМОВА, А.П. ИВАНОВА

Башкирский государственный педагогический ун-т им. М. Акмуллы,
ул. Октябрьской революции, 3а, 450000 Уфа, Россия
e-mail: lira.gaisina@mail.ru

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЗАСОЛЕНИЯ НА МОРФОЛОГИЮ НАЗЕМНЫХ ВОДОРОСЛЕЙ И ЦИАНОБАКТЕРИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОКАЗАТЕЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕМА

Засоление относится к числу важнейших факторов, влияющих на биологию наземных водорослей и цианобактерий. Особый интерес представляет изучение влияния засоления на наземные водоросли, характеризующиеся особой устойчивостью к воздействию экстремальных экологических факторов. Ряд видов наземных водорослей и цианобактерий относится к числу космополитов, которые были найдены в самых разнообразных местообитаниях по всему земному шару: *Chlorella vulgaris* Beij., *Bracteaococcus minor* (Chodat) Petrová, *Pseudoccomyxa simplex* (Mainx) Fott, *Chlorococcum infusionum* (Schrank) Menegh., *Eustigmatos magnus* (B. Petersen) Hibberd, *Xanthonema exile* (Klebs) Silva, *Klebsormodium flaccidum* (Kütz.) Silva, Mattox & Blackwell, *Microcoleus vaginatus* (Vaucher) Gomont ex Gomont.

Целью исследования было изучение влияния NaCl на размеры клеток и нитей, а также биологический объем водорослей и цианобактерий. Показатель «биологический объем» («biovolume») часто используется для оценки состояния водных организмов, однако редко применяется в отношении наземных водорослей. В экспериментах использовали штаммы водорослей, полученные из коллекции ACKU (*Ch. vulgaris* – 531-06, *B. minor* – 506-06, *P. simplex* – 559-06, *Ch. infusionum* 539-06) и UTEX (*E. magna 2351)*. Штаммы *X. exile* и *M. vaginatus* были выделены из проб почвы, отобранных в лесостепной зоне Башкирии. В

качестве агента засоления использовали NaCl. Водоросли культивировали на агаризованной и жидкой среде 3N BBM с витаминами (Andersen, 2005). Соль испытывали в концентрациях 0,1–7 моль/л. Контролем служила питательная среда. Длительность экспериментов составляла 7 суток. В каждой концентрации фотографировали не менее 100 клеток или нитей с использованием светового микроскопа Axio Imager A2, оборудованного камерой Axio Cam MRC. Результаты экспериментов анализировали при помощи программы Axio Vision 4.8. Статистическую обработку результатов проводили с использованием программ Statistica и Past.

Установлено, что у всех исследованных видов с ростом концентрации NaCl наблюдалось уменьшение биологического объема клеток и нитей, которое соответствовало модели линейной регрессии. Однако детальный анализ полученных результатов показал, что при относительно невысоких концентрациях соли (0,1–0,5 моль/л), когда клетки еще могли сохранять свою морфологию, наблюдалось увеличение объема клеток и нитей. Это явление может быть связано с тем, что водоросли пытались сократить поступление ионов Na^+ и Cl^- из внешней среды за счет увеличения отношения площади поверхности к объему. В диапазоне концентраций 0,7–7 моль/л отмечалось резкое снижение объема клеток и нитей, так как в условиях гиперосмотического шока происходила потеря воды клетками (Katz, Avron, 1985).

Эксперименты показали, что наиболее устойчивой к влиянию NaCl была *Ch. vulgaris*, сохраняющая типичную морфологию вплоть до концентрации 0,7 моль/л. Клетки *B. minor* были неизменными в интервале 0,1–0,5 моль/л. Остальные виды сохраняли свои признаки вплоть до 0,2 моль/л.

Таким образом, использование показателя биологического объема позволяет оценить токсический эффект засоления с точки зрения физиологии и может использоваться в дальнейших исследованиях экологии наземных водорослей.

Л.Д. ГАПОЧКА[1], М.Г. ГАПОЧКА[2], Т.С. ДРОЖЖИНА[1], О.Б. ШАВЫРИНА[1]

[1]Московский государственный ун-т им. М.В. Ломоносова, биологический ф-т,
Ленинские горы, 1, кор. 12, 119991 Москва, Россия
e-mail: gapochka@physics.msu.ru
[2]Московский государственный ун-т им. М.В. Ломоносова, физический ф-т
Ленинские горы, 1, кор. 2, 119991 Москва, Россия
e-mail: gapochka@physics.msu.ru

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ГИДРОБИОНТЫ И СРЕДУ ИХ ОБИТАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КУЛЬТУРЫ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ В КАЧЕСТВЕ БИОТЕСТА

Создание в XX веке мощных источников электромагнитного излучения (ЭМИ) для радиосвязи, локации, применения в

промышленности, медицине, быту обусловило появление нового и мощного биосферного фактора – ЭМИ искусственного происхождения, оказывающего воздействие на живые организмы и среду их обитания. В настоящей работе для оценки биологических эффектов ЭМИ миллиметрового диапазона использована в качестве тест-объекта культура зеленой микроводоросли *Scenedesmus quadricauda* Bréb.

Исследованы особенности биологического действия облучения культуры микроводорослей на разных стадиях ее развития. Обнаружено принципиальное отличие и сходство в реакциях микроводорослей на токсическое действие и облучение. Отличие состоит в том, что устойчивость микроводорослей к токсическому воздействию в процессе роста культуры и становления популяции увеличивается, а устойчивость к действию облучения – уменьшается. Сходство проявляется в том, что устойчивость микроводорослей к действию обоих факторов зависит от фазы роста культуры и стадии формирования популяции.

Показана неоднозначность биологических последствий облучения компонентов культуральной среды и растворов кадмия и фенола. Обнаружено как снижение, так и увеличение токсичности кадмия для культуры микроводоросли. Показана зависимость эффектов от частоты электромагнитного излучения, времени после облучения растворов кадмия и физиологического состояния микроводорослей.

Обнаружено изменение токсичности растворов кадмия во времени после облучения. Так, токсичность кадмия, добавленного в культуру сразу после облучения, практически не изменялась, тогда как токсичность металла, добавленного на третьи сутки после облучения, уменьшалась, а на пятые и, особенно, восьмые – увеличивалась. В последнем случае кадмий практически полностью ингибировал развитие водорослей.

Уменьшение токсичности кадмия и фенола показано при исследовании их комбинированного действия на культуру микроводорослей после облучения их растворов. В этих экспериментах были использованы концентрации фенола – 0,1 г/л и кадмия – 0,1 мг/л, каждая из которых не токсична для водорослей. Однако совместное присутствие кадмия и фенола в среде в этих концентрациях привело к резкому увеличению токсичности среды и почти полному подавлению роста культуры. Однако несмотря на такой сильный токсический эффект облучение растворов кадмия и фенола перед их добавлением в культуру полностью снимало их токсичность для микроводорослей.

Опосредованное влияние ЭМИ на развитие культуры микроводорослей показано при облучении дистиллированной воды, на которой готовили питательную среду, а также готовой среды только в присутствии токсиканта. Во всех вариантах опыта облучение воды и питательной среды увеличивало токсичность кадмия.

О.П. ГАРКУША

Одесский филиал Ин-та биологии южных морей
им. А.О. Ковалевского НАН Украины,
ул. Пушкинская, 37, 65011 Одесса, Украина
e-mail: olga_garkusha@ukr.net

МИКРОВОДОРОСЛИ ИНТЕРСТИЦИАЛИ ПЕСЧАНЫХ ПЛЯЖЕЙ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО РЕГИОНА (УКРАИНА)

Морской песчаный пляж представляет собой мощную фильтрационную систему, через которую ежесекундно проходят громадные объемы воды с живыми организмами, взвешенным и растворенным органическим веществом. В результате совокупного поступления вещества и энергии извне, создаются условия для существования сообщества интерстициали. Одним из компонетов сообщества являются микроводоросли. Вегетирующие стадии микрофитов – первичные продуценты в экосистеме песчаного пляжа. Покоящиеся стадии микроводорослей способны прорастать при наступлении благоприятных условий, обеспечивая их развитие в прибрежной зоне моря. Целью настоящего исследования было изучение особенностей качественного и количественного состава микроводорослей интерстициали песчаных пляжей Азово-Черноморского региона.

Исследования проводились с ноября 2007 по август 2010 гг. Всего отобрано и обработано 267 проб на 6 станциях побережья Чёрного моря (от м. Северный в Одесском заливе и до Каролино-Бугазской косы, отделяющей Днестровский лиман от Чёрного моря) и на 7 станциях побережья Азовского моря (Федотова коса, о. Бирючий, Утлюкский лиман, Восточный Сиваш). Поверхностный 2 см слой сухого песка и подповерхностные слои влажного песка отбирали на берегу, на расстоянии в среднем 3, 8 и 13 м от линии уреза воды в сторону суши и на верхней сублиторали с глубины до 1 м.

Для изучения микроводорослей интерстициали проводили проращивание на искусственной морской воде (черноморская соль и дистиллированная вода) профильтрованной через 0,45 мкм и кипяченной в течение 2 часов при температуре 180 °С. Навески песка массой 50 г помещали в прозрачные пластиковые стаканы емкостью 180 мл и заливали равным количеством искусственной морской воды. На поверхность песка помещали покровные стекла, аналогично методу изучения микроводорослей в почве (Голлербах, Штина, 1969). Стаканы накрывали пластиковыми чашками Петри. Образцы экспонировали на окне лаборатории при естественном освещении, температуре от 20 до 24 °С, в течение 20 суток.

В результате проращивания всего в составе микроводорослей исследуемых песчаных пляжей обнаружено 147 видов: Bacillariophyta – 108, Chlorophyta – 18, Cyanoprokaryota – 10, Euglenophyta – 6, Dinophyta – 2, Cryptophyta – 2, Streptophyta – 1.

На исследуемых станциях побережья Азовского моря с удалением от уреза воды в сторону суши в численности микроводорослей возрастает доля зелёных водорослей, по сравнению с диатомовыми и синезелёными. В Восточном Сиваше и Утлюкском лимане уже на 3 м и на 8, 13 м побережья Федотовой косы микроводоросли представлены только зелёными. На побережье Чёрного моря на пляжах Одесского залива количественное преобладание зелёных в составе микроводорослей отмечено на 20, 30 м. На пляжах Каролино-Бугазской косы на данном расстоянии основу численности составляли диатомовые водоросли. Возможно, данные особенности в составе микроводорослей песчаных пляжей связаны с расположением границы сосуществования морской и почвенной альгофлоры.

Количественное развитие микроводорослей песка побережья Азовского моря в 3 м от линии уреза воды было в несколько раз выше, чем на верхней сублиторали, за исключением Утлюкского лимана, где наблюдалась обратная тенденция. В песке верхней сублиторали побережья Чёрного моря степень развития микроводорослей в основном была ниже, чем на 8 м от линии уреза воды в сторону суши.

С.И. ГЕНКАЛ

Ин-т биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,
152742 Борок, Россия
e-mail: genkal@ibiw.yaroslavl.ru

МОРФОЛОГИЯ, ТАКСОНОМИЯ И ЭКОЛОГИЯ *DISCOSTELLA PSEUDOSTELLIGERA* (HUSTEDT) HOUK ET KLEE (BACILLARIOPHYTA)

Cyclotella pseudostelligera Hustedt была описана в 1939 г. и спустя несколько лет были опубликованы диагнозы сходных по морфологии *C. stelligeroides* Hustedt и *C. woltereckii* Hustedt. Подробное электронно-микроскопическое изучение морфологии *C. pseudostelligera* и сходных видов было проведено Haworth, Hurley (1986) и было предложено несколько новых комбинаций: *C. stelligera* var. *glomerata* Haworth et Hurley, *C. stelligera* var. *stelligeroides* Haworth et Hurley, *C. stelligera* var. *pseudostelligera* Haworth et Hurley, *C. stelligera* var. *pseudostelligera* f. w*oltereckii* Haworth et Hurley. Позднее *C. pseudostelligera*, *C. stelligera*, *C. glomerata* Bachmann и другие были переведены в новый род *Discostella* Houk et Klee (2004). В последней обобщающей сводке по центрическим диатомовым водорослям эти таксоны рассматриваются в качестве самостоятельных видов: *D. pseudostelligera* (Hustedt) Houk et Klee, *D. stelligeroides* (Hustedt) Houk et Klee, *D. woltereckii* (Hustedt) Houk et Klee (Houk et al., 2010).

Изучение морфологии *D. pseudostelligera* из 19 озер, водохранилищ и рек России и стран СНГ (21 выборка) показало значительную морфологическую изменчивость большинства количественных (диаметр створки, размер центрального поля, числа штрихов и краевых выростов в

10 мкм) и качественных (рельеф центрального поля и его структура, строение наружной части краевых выростов) морфологических признаков. Среди количественных признаков наиболее ценными в таксономическом плане (по величинам коэффициентов вариации) оказались число штрихов и краевых выростов в 10 мкм, а наиболее вариабельными – диаметр створки и размер центрального поля. Полученные результаты дают основания для расширения диагноза *D. pseudostelligera*, сведения к нему в синонимику *D. woltereckii* and *D. stelligeroides* и уточнения экологии и распространения *D. pseudostelligera*.

С.И. ГЕНКАЛ, М.С. КУЛИКОВСКИЙ, И.В. КУЗНЕЦОВА

Ин-т биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,
152742 Борок, Россия

ЦЕНТРИЧЕСКИЕ ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРОСЛИ ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ОЗЕРА БАЙКАЛ (РОССИЯ)

Первые результаты изучения фитопланктона озера Байкал по материалам 1916–1929 гг. были опубликованы К.И. Мейером (1930). Литературные и оригинальные данные последующих исследований озера по данным световой и электронной микроскопии обобщены в монографиях Г.И. Поповской, С.И. Генкала, Е.В. Лихошвай (2002, 2011). По данным этих публикаций в озере Байкал зафиксирован 31 таксон центрических диатомовых водорослей из 12 родов, таких как *Acanthoceras* (1), *Aulacoseira* (6), *Conticribra* (2), *Cyclostephanos* (1), *Cyclotella* (5), *Discostella* (1), *Ellerbeckia* (1), *Melosira* (1), *Pliocaenicus* (1), *Stephanodiscus* (9), *Thalassiosora* (1), *Urosolenia* (2).

Материалом для настоящей работы послужили пробы фитопланктона и фитобентоса, собранные на восточном побережье Южного и Среднего Байкала в прибрежной зоне в июле 2011 г. (55 проб), в том числе в горячем сероводородном источнике, расположенном вблизи пос. Энхалук в нескольких метрах от озера Байкал и имеющим связь с озером за счет стока (температура воды 31,1–38,5 ºС).

Изучение фитопланктона и фитобентоса из озера Байкал с помощью сканирующей электронной микроскопии выявило 24 представителя диатомовых водорослей класса Centrophyceae из 9 родов, таких как *Aulacoseira* (6), *Cyclostephanos* (1), *Cyclotella* (4), *Discostella* (1), *Ellerbeckia* (1), *Melosira* (1), *Orthoseira* (1), *Stephanodiscus* (8), *Thalassiosira* (12). При этом для большинства обнаруженных таксонов наблюдается более широкая изменчивость морфологических признаков по сравнению с литературными данными.

Выявлено три новых для флоры озера представителя Centrophyceae (*Aulacoseira italica* (Ehrenb.) Krammer, *Orthoseira dendroteres* (Ehrenb.) Genkal et Kulikovskiy и *Stephanodiscus delicatus* Genkal), что расширяет наши представления о таксономическом разнообразии этого класса в озере Байкал.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 10-04-00407-а.

В.П. ГЕРАСИМЮК, Н.В. ГЕРАСИМЮК

Одесский национальный ун-т им. И.И. Мечникова,
ул. Дворянская, 2, 65026 Одесса, Украина
e-mail: gerasimyuk2007@ukr.net

ВОДОРОСЛИ ПРУДА ДЕНДРОПАРКА ИМЕНИ ПОБЕДЫ ГОРОДА ОДЕССЫ (УКРАИНА)

Дендропарк имени Победы основан в 1967 г. Он расположен в курортном районе города – «Аркадия». В парке находится искусственный пруд с объёмом воды 26 тыс. м^3. Водоросли пруда дендропарка ранее не изучались.

Целью работы было изучение современного состояния водорослей пруда парка.

Пробы отбирали в толще воды, в обрастаниях искусственных субстратов (бетонных сооружений) и водорослей-макрофитов (*Cladophora glomerata* (L.) Kütz., *Rhizoclonium hieroglyphicum* (C. Agardh) Kütz., *Spirogyra* sp., *Ulothrix zonata* (Weber et Mohr) Kütz. на пяти станциях осенью 2011 г. Всего было собрано и изучено 25 проб.

В результате проведенных исследований найдено и идентифицировано 54 вида водорослей, принадлежащих к 30 родам, 23 семействам, 15 порядкам, 6 классам и 4 отделам. Наибольшее видовое разнообразие было отмечено у представителей отдела Bacillariophyta (31 вид), второе место принадлежит отделу Chlorophyta (14), третье – отделу Cyanoprokaryota (7) и четвертое – отделу Streptophyta (2). Среди выявленных водорослей *Calothrix columbiana* G.S. West является новым видом для водоёмов Северо-Западного Причерноморья и редким для территории Украины (2-я находка).

Водоросли пруда представлены одиночными (22 вида), колониальными (22) и многоклеточными (10) организмами. Среди них выявлены подвижные (23 вида) и неподвижные (31) формы. По форме тела встречались водоросли с коккоидным типом дифференциации таллома (44 вида), нитчатым (8) и сифонокладальным (2).

Согласно битопа произрастания отмечены планктонные (12 видов) и бентосные (42) водоросли. В состав фитобентоса входили микрофитобентос (18 видов), перифитон (20) и макрофитобентос (4).

По отношению к солености воды преобладали пресноводные водоросли (49 видов). Среди них индифферентов было 35 видов, галлофилов – 13 и галлофобов – 1. Солоноватоводных водорослей было выявлено 5 видов.

По отношению к pH среды доминировали алкалифилы (27 видов), кроме них в пруду обитали индифференты (18) и виды с неизвестным оптимумом pH (9).

Из представленных выше таксонов 39 видов были индикаторами сапробности. β-мезосапробы включали 24 вида, α-мезосапробы – 4, β-α-мезосапробы – 1, олигосапробы – 4, о-β-мезосапробы – 3, о-α-мезосапробы – 1, ксеносапробы – 1 и полисапробы – 1 вид.

В фитоплактоне прудов встречались *Cyclotella meneghiniana* Kütz., *Melosira varians* C. Agardh, *Desmodesmus opoliensis* (P. Richt.) Hegew., *Pediastrum duplex* Meyen, *Tetraedron minimum* (A. Braun) Hansg., *Selenastrum*

gracilis Reinsch. В обрастаниях макрофитов найдены *Achnanthidium minutissima* (Kütz.) Czarn., *Diatoma vulgare* Bory, *Cocconeis placentula* Ehrenb., *Staurosira construens* Ehrenb., *Tabularia tabulata* (C. Agardh) Snoeijs, *Ulnaria acus* (Kütz.) M. Aboal, *U. ulna* (Nitzsch) P. Compere. В обрастаниях бетонных сооружений обнаружены *Oscillatoria guttulata* Goor, *Calothrix brevissima* G.S. West, *C. columbiana* G.S.West, *Tabularia tabulata*, *Diatoma vulgare* var. *lineare* Grunow, *Rhoicosphenia abbreviata* (C. Agardh) Lange – Bert., *Ulnaria* ulna. На поверхности илистых грунтов обитали *Calothrix kossinskajae*, *Cymbella neocistula* Krammer, *Nitzschia sigma* (Kütz.) W. Sm., *Caloneis amphisbaena* (Bory) Cleve, *Navicula cryptocephala* Kütz., *Tryblionella hungarica* (Grunow) D.G. Mann, *Bacillaria paxillifer* (O. Müll.) T. Marsson, *Encyonema prostrata* (Berk.) Kütz.

В.П. ГЕРАСИМЮК[1], Г.Н. ШИХАЛЕЕВА[2]

[1]Одесский национальный ун-т им. И.И.Мечникова,
ул. Дворянская, 2, 65026 Одесса, Украина
[2]Физико-химический ин-т защиты окружающей среды и человека,
ул. Преображенская, 3, 65082 Одесса, Украина
e-mail: I.l.monitoring@rambler.ua

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДОРОСЛЕЙ КУЯЛЬНИЦКОГО ЛИМАНА И ПРИЛЕГАЮЩИХ К НЕМУ ВОДОЕМОВ (УКРАИНА)

Материалом для данной работы послужили альгологические пробы, отобранные в различные сезоны 2004–2011 гг. в акватории Куяльницкого лимана и прилегающих к нему водоемах (р. Большой Куяльник, р. Долдока, р. Кубанка, водохранилище Кошково, пруд у с. Севериновка, лотки водосброса из системы прудов Пересыпи и системы Корсунцовских прудов, минерализованные ручьи, эфемерные водоемы, расположенные на побережье лимана). Всего на 42 станциях отобрано и изучено 524 альгологические пробы. Одновременно с отбором альгологических проб проводился отбор проб вод на гидрохимический анализ по показателям основного солевого состава, биогенных веществ, показателям токсичности. По критериям минерализации воды Куяльницкого лимана относятся к классу соленых вод категории ультрагалинных, рек – к классу солоноватых вод категории ß-мезогалинных, прудов и ручьев – к классу солоноватых вод категории ά-мезогалинных, эфемерных водоемов – к классу соленых вод категорий эугалинных и ультрагалинных.

Таксономический спектр водорослей исследуемых водоемов в бассейне Куяльницкого лимана насчитывает 220 видов, разновидностей и форм, представленных 213 видами, которые принадлежат к 92 родам, 52 семействам, 27 порядкам, 10 классам и 6 отделам. Наибольшее видовое разнообразие характерно для отдела Bacillariophyta (136 видов). Преобладание диатомовых, среди остальных водорослей, является характерной чертой водоемов бассейна Куяльницкого лимана.

Представители отдела Cyanoprokaryota по числу видов заняли 2 место (32 вида). К отделу Chlorophyta принадлежат 25, Euglenophyta – 14, Streptophyta – 3, Chrysophyta – 3 вида водорослей. Основная роль в альгофлоре района исследований принадлежит классам Bacillariophyceae (131 вид), Hormogoniophyceae (28), Chlorophyceae (16), Euglenophyceae (14), Cyanophyceae (4) и Coscinodiscophyceae (5). Роды *Nitzschia* Hassal (21), *Oscillatoria* Vaucher ex Gomont (16), *Navicula* Bory (12), *Euglena* Ehrenb. (11), *Amphora* Ehrenb. (8) составили основу альгоценозов изученных водоемов.

Впервые для водоемов бассейна Куяльницкого лимана приведено 109 видов водорослей, из которых новыми для водоемов Северо-Западного Причерноморья являются 19. К ним принадлежат *Nostoc sphaeroides* Kütz., *Merismopedia minima* Beck, *Nostoc cuticulare* Bornet et Flahault, *Distigma striato-granulata* Skuja, *Cyclidiopsis acus* Korschikov, *Euglena satelles* Brasl. – Spect., *Chrysamoeba scherffelii* (Pascher) Matv., *Mallomonas coronata* Boloch., *M. apochromata* Conrad, *Cymbopleura incerta* (Grunow) Krammer, *Hannaea arcus* (Ehrenb.) R.M. Patrick, *Achnanthes gibberula* Grunow, *Mayamaea fossalis* (Krasske) Lange-Bert., *Navicula alineae* Lange-Bert., *Amphora kujalnitzkensis* (Gusl. et Gerasimiuk) Gerasimiuk, *A. staurophora* (Castrac.) Cleve, *Hantzschia ucrainica* Gerasimiuk, *Nitzschia pseudohybrida* Hust., *Stenopterobia curvula* (W. Sm.) Krammer. Из них 4 вида являются новыми, а 14 – редкими для территории Украины. К числу редких относятся *Chrysamoeba sherffelii*, *Mallomonas coronata*, *Cymbopleura incerta*, *Achnanthes gibberula*, *Mayamaea fossalis*, *Navicula gomphonematoides* Gusl., *N. microcephala* Grunow, *Amphora kujalnitzkensis*, *A. genkalii* Gusl., *A. staurophora*, *Nitzschia pseudohybrida*, *Campylodiscus bicostatus* W. Sm., *Stenopterobia curvula*, *Surirella peisonis* Pant. Среди новых видов для территории Украины отмечены *Distigma striato-granulata*, *Mallomonas apochromata*, *Navicula alineae* и *Hantzschia ucrainica*.

Всего в Куяльницком лимане выявлено 89 видов водорослей, р. Большой Куяльник – 134, р. Кубанка – 10, р. Долдока – 6, прудах – 84, ручьях – 43, лотках водосброса из прудов – 37, эфемерных водоемах – 35, водохранилище на р. Кошковка – 18.

Л.В. ГЕРМАН, О.П. БАЖЕНОВА

ФГБОУ ВПО «Омский государственный аграрный ун-т им. П.А. Столыпина»,
Институтская пл., 2, 644008 Омск, Россия
e-mail: germanluda@mail.ru

ЗИМНИЙ ФИТОПЛАНКТОН ОЗЕРА КАЛАЧ (г. КАЛАЧИНСК, ОМСКАЯ ОБЛ., РОССИЯ)

Озеро Калач – это мелководный водоем природно-антропогенного происхождения с замкнутым водообменом. Озеро находится в центре города и является излюбленным местом рекреации населения.

Установка льда на озере начинается в конце октября – начале ноября, а таяние – с середины апреля. К концу зимы толщина льда достигает

70–80 см, в течение всей зимы вся акватория покрыта слоем снега до 30 см, единично встречаются лунки. Зимой часто отмечается замор рыбы.

Основой для сообщения послужили материалы обработки проб фитопланктона, отобранных из озера в зимние сезоны 2009–2011 гг. Отбор и обработка проб велись по общепринятым в гидробиологии методам.

В зимнем фитопланктоне найдены представители цианопрокариот, динофитовых, криптофитовых, диатомовых, эвгленовых и зеленых водорослей, а также не идентифицированные фитофлагелляты.

В начале зимы обилие фитопланктона высокое, что обусловлено продолжающейся вегетацией видов, являющихся доминантами в конце осеннего сезона. Так, в ноябре 2009 г. средняя численность фитопланктона составляла 176,66 ± 142,34 млн кл./л, лидирующее место в её формировании занимали мелкоклеточные фитофлагелляты, значительную долю численности создавали цианопрокариоты. Из-за мелкоклеточности фитофлагеллят и цианопрокариот основная роль в формировании биомассы зимнего фитопланктона принадлежала зеленым водорослям.

В ноябре 2010 г. численность фитопланктона составляла 254,72 ± 194,36 млн кл./л и была обусловлена интенсивной вегетацией хлорококковых водорослей *Monoraphidium contortum* (Thur.) Komárk.-Legn., *M. minutum* (Nägeli) Komar.-Legner., а также цианопрокариоты *Chroococcus* sp. В целом для зимнего фитопланктона 2010–2011 гг. характерны те же черты, что и для предыдущего зимнего сезона – в формировании общей численности значительна доля цианопрокариот, а общей биомассы – зеленых водорослей.

Во всех пробах зимнего фитопланктона отмечено присутствие *Merismopedia tenuissima* Lemmerm. (Cyanoprokaryota), часто входящей в состав доминирующего комплекса по численности зимних сезонов 2009–2011 гг.

По показателю средней биомассы фитопланктона зимой 2009–2010 гг. озеро Калач относилось к эвтрофно-политрофным водоемам, а зимой 2010–2011 гг. разряд трофности снизился до олиго-мезотрофного. Показатель средней биомассы фитопланктона зимой 2009–2010 гг. составлял 8,02 ± 7,69 г/м^3, а в 2010–2011 гг. – 0,32 ± 16,04 г/м^3.

Индекс сапробности воды зимой колебался в пределах 2,24–2,47, в зимний сезон 2009–2010 гг. составляя в среднем 2,37 ± 0,07, а 2010–2011 – 2,38 ± 0,06. По величине индекса сапробности вода в озере Калач в зимний сезон относится к β-мезосапробной зоне.

Экологическое состояние озера в целом оценивается как неблагополучное. Полученные результаты исследования фитопланктона свидетельствуют, что в озере Калач нарушен биологический баланс и процессы самоочищения. Интенсивная вегетация фитопланктона создает избыточное количество фитомассы, которая не может полностью переработаться в этом небольшом замкнутом водоеме. Гниение остатков растительности приводит к появлению неприятного запаха воды, зимним заморам рыбы и в целом – к утрате водоемом рекреационной привлекательности.

М.С. ГИРИЧ, Н.Г. МЕНЗЯНОВА

НИИ биологии, Харьковский национальный ун-т им. В.Н. Каразина,
пл. Свободы, 4, 61022 Харьков, Украина
e-mail: girichms@gmail.com

ИЗУЧЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ЭПИГЕНОТИПА КУЛЬТУРЫ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ *DUNALIELLA VIRIDIS* TEODOR., УСТОЙЧИВОЙ К ЛЕТАЛЬНЫМ КОНЦЕНТРАЦИЯМ ИОНОВ МЕДИ

Глобальная индустриализация привела к значительному загрязнению окружающей среды токсичными концентрациями тяжелых металлов и, в частности, медью. Исходя из этого, изучение закономерностей формирования устойчивости растительных и животных организмов к тяжелым металлам вызывает значительный интерес. Согласно современным представлениям, адаптациогенез сопровождается изменением паттерна экспрессии генов и формированием нового функционального эпигенотипа, который реализуется в перестройках клеточного метаболизма. С другой стороны, в настоящее время особый интерес вызывает проблема обратимости эпигенетических перестроек и их значения для процессов адаптации в онтогенезе.

В связи с этим, в данной работе изучали стабильность медерезистентного эпигенотипа культуры микроводорослей *Dunaliella viridis* Teodor. Медерезистентная культура (концентрация Cu^{2+} в среде $300*10^{-6}$ М) была получена путем ступенчатой адаптации к возрастающим концентрациям ионов меди и не отличалась по интенсивности роста от исходной культуры. Содержание меди в клетках CuR300 было в 120 больше, чем в клетках исходной культуры, но уровень карбонилированных белков увеличивался всего в 2 раза, а уровень пролина, наоборот, снижался в 12 раз (по сравнению с исходной культурой). При этом в ядерной фракции клеток CuR300 увеличивалось содержание ДНК и белка (в 3 и 12 раз, соответственно) по сравнению с клетками исходной, неадаптированной культурой. Кроме того, в клетках CuR300 было выявлено значительное увеличение содержания триглицеридов, β-каротина и растительных стероидов (в 1,5 раза относительно исходной культуры). Полученные данные позволяют говорить, что в процессе ступенчатой адаптации к летальным концентрациям ионов меди сформировался новый функциональный эпигенотип.

В первом пассаже CuR300 на среду Артари без меди содержание меди и карбонилированных белков в клетках CuR300 не отличалось от их содержания в клетках исходной неадаптированной культуры, но содержание свободного пролина не восстанавливалось до уровня, характерного для неадаптированной культуры. Кроме того, в первом пассаже, снижение концентрации ионов меди в клетках CuR300 сопровождалось уменьшением содержания ДНК и белка в ядерной фракции (в 2 и 12 раз, соответственно), снижением содержания триглицеридов, β-каротина и растительных стероидов (в 1,5 раза).

Выявленные изменения проанализированных параметров свидетельствуют от том, что уже первый пассаж на свежую среду (снижение концентрации меди в среде в 3000 раз) приводит к почти полному разрушению медезависимого функционального эпигенотипа и, можно полагать, стабильность такого эпигенотипа и его обратимость определяется концентрацией меди в среде.

Р.М. ГОГОРЕВ

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН,
ул. проф. Попова, 2, 197376 Санкт-Петербург, Россия
e-mail: gogorev@mail.ru

ТАКСОНОМИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ РОДА *CHAETOCEROS* EHRENB. (BACILLARIOPHYTA) В АНТАРКТИКЕ

Исследования водорослей Антарктики включают в себя флористические (в том числе планктологические), таксономические и фитогеографические направления, которые включают в себя изучение состава, экологии, развития и распределения бентосных, планктонных и ледовых сообществ морских водорослей, отдельной строкой стоит изучение пресноводной и почвенной альгофлоры Антарктиды и островов Субантарктики. Из всех водорослей самыми богатыми по числу таксонов и широко представленными являются диатомовые.

Наше исследование посвящено роду *Chaetoceros* Ehrenb., одному из наиболее разнообразных в современном антарктическом планктоне и часто встречающемуся в ископаемом состоянии. По литературным данным для Антарктики было известно 33 вида данного рода.

Материалы по современному планктону и ледовой флоре были получены в ходе 52-й Российской антарктической экспедиции (2006–2007 гг.), в ископаемом материале изучали покоящиеся споры видов *Chaetoceros* и *Dicladia* из образцов миоценового возраста, отобранных из наземных отложений Антарктиды (массив Фишер, горы Принс-Чарльз).

По результатам изучения ископаемой флоры получены данные по морфологии и таксономии 10 таксонов, описан новый вид.

В антарктических и субантарктических водах (Восточный сектор) обнаружено более 20 таксонов рода *Chaetoceros*. Изучена морфология большинства представителей рода, получены новые данные, ранее неотмеченные в литературе, для видов *Chaetoceros atlanticus* A. Cleve, *C. neglectus* Karsten. В том числе полученные данные подтверждают ранг самостоятельных видов, сведенных ранее в синонимию к другим таксонам, для *C. bulbosus* (Ehrenb.) Heiden и *C. schimperianus* Karsten.

Распространение видов *Chaetoceros* в Антарктике носит циркулярный или секторальный характер в зависимости от сезона и таксономической принадлежности. Подтверждено присутствие

C. convolutus Castr. и отсутствие *C. socialis* Laud. в Антарктике. Анализ географических ареалов представителей *Chaetoceros* показывает, что для Антарктики известно 13 эндемичных видов, 10 видов с широким распространением (виды-космополиты и обитающие в том числе в тропической зоне) и 1 биполярный вид, характерный для высоких северных и южных широт.

Исследования проведены при финансовой поддержке ФЦП «Мировой океан», подпрограмма «Изучение и исследование Антарктики» (проект № 4, госконтракт № 4/А-08-10/3).

Е.Б. ГОЛЬДИН

Южный филиал Национального ун-та биоресурсов и природопользования Украины – Крымский агротехнологический ун-т,
а/я 2223, 95043 Симферополь, АР Крым, Украина
e-mail: Evgeny_goldin@mail.ru

МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ВОДОРОСЛИ И НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ МЕЖВИДОВЫХ ОТНОШЕНИЙ В СИСТЕМЕ «ФИТОФАГ–РАСТЕНИЕ»

С 1878 г. альгологи занимаются проблемами, порожденными «цветениями» воды и «красными приливами» и их возбудителями – цианобактериями (Ц) и микроводорослями (М), но только в последние десятилетия уделено особое внимание исследованию токсинов (Т) и биологически активных веществ (БАВ) Ц и М, их идентификации, инвентаризации и роли в межвидовых взаимоотношениях. Полученные материалы заставляют внести коррективы в прежние представления о «токсичных» видах Ц и М: уровень токсичности или продуцирование Т могут быть связаны с неблагоприятными условиями окружающей среды, присутствием видов-конкурентов или защитой от фитофагов (Ф), а случаи гибели гидробионтов – с разложением избыточной биомассы. Поэтому биолого-экологическое значение массовых видов Ц и М нельзя сводить только к проявлению токсичного эффекта: оно значительно сложнее и многограннее. На наш взгляд, предпочтительнее говорить об их биологической активности или биоцидных свойствах и рассматривать в первую очередь как продуцентов БАВ, а не Т. Анализ собственных и литературных данных подтверждает правомерность такой позиции. Ц и М продуцируют ряд различных соединений с широким спектром биологической активности, имеющих специфическое значение в межвидовых отношениях. Химическое взаимодействие Ц и М с конкурентами и Ф носит комплексный характер и действует во многих направлениях, представляя собой «часть продолжающегося ко-эволюционного сражения в условиях ограниченных ресурсов» (J. Kubanek). Ряд возбудителей «цветений» продуцирует БАВ, которые, в отличие от известных Т, направлены на борьбу с конкурентами и Ф (а не только на

уничтожение), угнетая их физиологические функции, а растительноядные (Р) организмы влияют на показатели «цветений» и их распространение. Альгометаболиты в водной среде служат средством защиты от Ф (аналогичный процесс происходит у высших растений в наземных экосистемах), в результате снижается или ингибируется их активность (некоторые Т ограничивают питание и размножение Р членистоногих, но не вызывают у них летального эффекта).

Среди БАВ нами выделены следующие группы. (1) Т, вызывающие гибель гидробионтов (от Ц и М до млекопитающих) или причиняющие им косвенный вред (накопление в органах и тканях). Их продуцирование специализированными клетками некоторых видов и штаммов (один и тот же вид может образовывать токсичные и нетоксичные популяции) связано, как правило, с появлением в экосистеме видов-антагонистов или конкурентов. (2) Т, отпугивающие Р виды, осуществляя функции репеллентов и детеррентов, или подавляющие их репродуктивные функции, но не вызывающие летального исхода. (3) Вторичные метаболиты, направленные против автотрофных конкурентов (Ц и М), но неэффективные по отношению к Р членистоногим и не принадлежащие к Т. Их существование позволило ряду авторов обосновать теорию водной аллелопатии (по аналогии с процессами в наземных экосистемах), хотя в этих случаях полную параллель провести трудно, в т.ч. в области межвидовых отношений в системе «Ф-растение». (4) Вторичные метаболиты, предназначенные для защиты от Р организмов. К проявлению их активности относится ингибирование питания, плодовитости, подвижности и снижение уровня выживаемости водных членистоногих. Такие же эффекты мы наблюдали в опытах на Р насекомых с различными типами питания, что позволяет сделать заключение о защитном характере действия нетоксичных метаболитов Ц и М (например, липидные и терпеновые соединения Ц). По спектру и механизму действия биоцидная активность Ц и М близка к действию защитных секретов низших и высших растений на Ф, и, несмотря на смертность тест-объектов в ряде вариантов, содержит больше детеррентных и ингибирующих признаков, чем токсичных.

С.Ю. ГОРБУНОВА

Ин-т биологии южных морей НАН Украины,
пр. Нахимова, 2, 99011Севастополь, Украина
e-mail: svetlana_8423@mail.ru

ВОЗМОЖНОСТЬ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ *ARTHROSPIRA PLATENSIS* (NORDST.) GEITLER НА ОРГАНИЧЕСКОЙ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ

Безопасная для окружающей среды утилизация загрязненных вод птицефабрик, животноводческих ферм является актуальной проблемой, так как современные очистные сооружения работают с низкой

эффективностью и не обеспечивают степень очистки, необходимую для сброса стоков в водные объекты. В этих условиях целесообразно использовать микроводоросли, которые аккумулируют более 90 % всего азота и фосфора сточных вод. В предварительных исследованиях нами было установлено, что в частности *Arthrospira platensis* (Nordst.) Geitler при усвоении 1 мг фосфора одновременно потребляет 5–6 мг азота. В тоже время для использования мелиоративных свойств микроводорослей необходимо детальное исследование их кинетических характеристик и ассимиляционных свойств при выращивании на органических питательных средах.

Цель работы – установить оптимальную сбалансированность питательной среды по компонентному составу биогенных элементов для выращивания *A. platensis*. Определить зависимость кинетических характеристик роста *A. platensis* от концентрации вытяжки из куриного помёта, дополнительно вводимой в питательную среду.

В качестве органического удобрения в экспериментальных исследованиях использовали вытяжку из куриного помёта, содержащую все основные элементы питания для микроводорослей. Для этого куриный помёт разводили водой в соотношении 1:10 и настаивали в закрытой таре в течение 2-х суток. В шесть экспериментальных культиваторов вносили модифицированную питательную среду Заррука. Модификация заключалась в использовании в качестве источников азота и фосфора минеральных солей и вытяжки из куриного помёта в следующих соотношениях: культиватор № 1 – 100 % минеральные соли, № 2 – 80 % соль и 20 % вытяжка, № 3 – 60 % соль и 40 % вытяжка, № 4 – 40 % соль и 60 % вытяжка, № 5 – 20 % соль и 80 % вытяжка, № 6 – 100 % вытяжка. Таким образом, опираясь на литературные данные, согласно которым в 1 л вытяжки куриного помёта в среднем содержится 1,1 г азота и 0,9 г фосфора, суммарные концентрации по азоту и фосфору соответствовали их концентрациям в стандартной питательной среде Заррука.

Экспериментально установлено, что максимальная продуктивность *A. platensis* при выращивании на смеси среды Заррука и вытяжки из куриного помёта значительно выше (в 1,6 раза) таковой на стандартной питательной среде. Оптимальным оказался вариант № 3, в котором вытяжка их куриного помёта составила 15 % от общего объёма культуральной среды. Этому же варианту соответствовал и максимальный прирост биомассы *A. platensis*. Снижение значений максимальной продуктивности и прироста микроводорослей в культиваторах № 4–6 объясняется увеличением мутности питательной среды за счёт тёмной окраски вытяжки из куриного помёта, концентрация которой составляла 22,4, 29,9 и 37,4 %, соответственно.

Установлено, что в качестве дополнительных источников биогенных элементов при культивировании *A. platensis* могут быть использованы стоки птицефабрик, что в свою очередь позволяет решить ещё одну немаловажную проблему утилизации их производственных отходов. Кроме того, такой подход позволяет решать проблемы экологического, энергетического и агрохимического характера и служит основой для создания в сельскохозяйственном производстве безотходных экологически чистых технологий.

О.А. ГОРЕЛОВА[1], Т.Р. КРАВЦОВА[1], О.А. КОКШАРОВА[2], И.В. ЛАЗЕБНАЯ[3], О.И. БАУЛИНА[1], Т.А. ФЕДОРЕНКО[1], Е.С. ЛОБАКОВА[1]

[1]Московский государственный ун-т им. М.В. Ломоносова, биологический ф-т, Ленинские горы, 1, кор. 12, 119991 Москва, Россия
e-mail: elena.lobakova@rambler.ru
[2]НИИФХБ Московского государственного ун-та им. М.В. Ломоносова, Ленинские горы, 1, кор. 40, 119991 Москва, Россия
e-mail: OA-Koksharova@rambler.ru
[3]Ин-т общей генетики имени Н.И. Вавилова, РАН, ул. Губкина, 3, 119333 Москва, Россия

МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ И МОЛЕКУЛЯРНОЕ ТИПИРОВАНИЕ ЦИАНОБАКТЕРИЙ, АССОЦИИРОВАННЫХ С КОЛОНИАЛЬНЫМ ГИДРОИДОМ *DYNAMENA PUMILA* L.

В эпибионтном сообществе эу– и прокариотных микроорганизмов, формирующих гетерогенную биоплёнку на жестком скелете обитающего в Белом море гидроидного полипа *Dynamena pumila* (L.,1758), среди фототрофов выявлены цианобактерии. Из фрагментов колоний гидроида *D. pumila* выделены различные оксигенные фототрофные микроорганизмы, в том числе цианобактерии 1Dp66E-1, 2Dp86E, и 10Dp66E. Исследование морфологии и ультраструктуры изолятов показало их принадлежность к разным цианобактериальным субсекциям. Изолят 1Dp66E-1 по этим характеристикам отнесен к типичным представителям субсекции I (ранее пор. Chroococcales), изолят 2Dp86E – к представителям субсекции III (ранее пор. Oscillatoriales), а изолят 10Dp66E – к представителям субсекции IV (ранее пор. Nostocales) (Горелова и др., 2009). Для последнего характерна способность роста в отсутствии связанного азота. В зависимости от фазы развития культуры в колониях превалируют гормогонии и длинные однорядные трихомы с гетероцистами и акинетами или округлые кластеры клеток, сформированные короткими, скрученными трихомами. Клетки в трихомах делятся в одной плоскости. Трихомы окружены общим мощным слизистым чехлом, в котором выявлены бактерии. Более точную идентификацию выделенных культур цианобактерий и бактерий проводили с помощью молекулярно-генетических методов. Для генотипирования изолятов в ходе полимеразной цепной реакции были амплифицированы соответствующие фрагменты хромосомной ДНК, содержащие рибосомальный генный кластер (ген 16S рРНК, внутренний транскрибируемый спейсер 16S-23S рРНК и часть гена 23S рРНК). Синтезированные 2277 п.н. ДНК фрагмент изолята 1Dp66E-1, 1732 п.н. ДНК фрагмент изолята 2Dp86E и 1902 п.н. ДНК фрагмент изолята 10Dp66E клонированы в бактериальном векторе и подвергнуты секвенированию. Сравнение полученных нуклеотидных последовательностей с общей коллекцией таковых в генных банках (GenBank+EMBL+DDBJ+PDB) показало, что цианобактерии 1Dp66E-1, 2Dp86E и 10Dp66E не имеют полного сходства ни с одним ранее исследованным организмом. Полные нуклеотидные последовательности рибосомальных генных кластеров изолятов 1Dp66E-1 и 2Dp86E

депонированы в генный банк под номерами HM064496 и GU265581.1, соответственно. Филогенетический анализ нуклеотидных последовательностей проводили с помощью программы MEGA (http://www.megasoftware.net/). Изолят 1Dp66E-1 кластеризуется с высоким уровнем бутстреп поддержки с другими видами цианобактерий, принадлежащими к пор. Chroococcales. Изолят 2Dp86E кластеризуется с представителями пор. Oscillatoriales. Изолят 10Dp66E попадает в кластер с цианобактериями пор. Nostocales. Цианобактерия 10Dp66E проявляет наибольшее сходство нуклеотидной последовательности всего ПЦР фрагмента с рибосомальным генным кластером *Nostoc commune* NC1 clone 10 EU586726.1 (Score = 2693 bits; Identities = 94 %). Одна из бактерий, ассоциированных с 10Dp66E, по нуклеотидной последовательности рибосомального кластера 16S-23S рРНК (всего фрагмента, размером 925 п.н.) показала наибольшее сходство с *Gemmatimonadetes aurantiaca* T-27^{T}, представителем новой бактериальной филы Gemmatimonadetes.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 09-04-00675).

О.Г. ГОРОХОВА

Ин-т экологии Волжского бассейна РАН,
Комзина, 10, 445003 Тольятти, Россия
e-mail: o.gorokhova@yandex.ru

РАЗНООБРАЗИЕ ПЛАНКТОННЫХ АЛЬГОЦЕНОЗОВ МАЛЫХ ЭВТРОФНЫХ ВОДОЕМОВ ООПТ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ (РОССИЯ)

Изучен фитопланктон 23 малых эвтрофных водоемов особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Самарской области, различных по гидрологическим и гидрохимическим характеристикам (Розенберг и др., 2006; Номоконова, 2009; Горохова, 2010, 2011).

Озера существенно отличались по показателям видового разнообразия водорослей: пределы изменения удельного богатства (числа видов в пробе) составляли от 2 до 114 таксонов внутриродового ранга, а индексы разнообразия и выравненности широко варьировали: Шеннона (H_b) – от 0,006 до 5,15 бит/г, Пиелу – (E) от 0,0005 до 0,92.

При кластеризации водоемов по полным спискам видов выделилось две их группы. В первой – эвтрофные озера различные по происхождению (пойменное, карстовые, болотные, пруды), по уровню pH (от ацидно-нейтральных до олигощелочных), по цветности (от олиго- до полигумозных), по минерализации (от очень малой до средней). Во вторую вошли водоемы с влиянием стрессовых факторов (ацидные, пересыхающие, техногенные в карьерах), эвтрофные с тем же диапазоном цветности и минерализации, что и в первом кластере.

Альгофлоры озер первой группы отличались богатым видовым составом (160–343 внутриродовых таксонов) и сложной структурой;

второй – снижением числа видов во флоре (64–167) и упрощением структуры. В летней биомассе фитопланктона озер первого кластера выше доля синезеленых и зеленых водорослей (Chlorococcales), а весной и осенью – диатомовых, во второй группе водоемов (кроме пересыхающих) основная часть биомассы создавалась фитофлагеллятами.

Величины биоценотических индексов, особенно их верхний предел, сопоставимы в разных группах озер. Значения H_b в среднем выше в озерах первого кластера, где они изменялись от 1,33 до 5,15 бит/г (E 0,22–0,81). Максимальное видовое разнообразие, оцененное по средним значениям H_b, зарегистрировано в тех озерах, где чаще формировались насыщенные видами альгоценозы, с мозаичным составом комплекса массовых форм, в котором доля одного вида в общей биомассе фитопланктона обычно не достигала 50 %. Высокое видовое разнообразие отмечено и в высокоэвтрофных озерах этого кластера, где, несмотря на массовое развития в течение летнее-осеннего периода синезеленых, сокращения общего числа видов во время «цветения» не наблюдалось, и удельное богатство сохранялось на значительном уровне в течение всего периода открытой воды. В одном из этих озер при абсолютном максимуме биомассы синезеленых в августе был отмечен низкий (0,35 бит/г) индекс Шеннона. В водоемах второго кластера величины индексов, при значительной амплитуде их изменений, в среднем были еще ниже. Наименьшие индексы H_b и E отмечены в наиболее ацидных озерах – 0,001–3,30 (0,0005–0,76) с низким общим и удельным числом видов или формированием в отдельные периоды монодоминантных сообществ (с вкладом одного вида в общую биомассу до 99 %). В техногенных водоемах H_b варьировали в пределах 0,74–3,57 бит/г (E – 0,06–0,79). Для группы пересыхающих водоемов с небольшим удельным богатством фитопланктона, в то же время с его полидоминантностью и высокой выравненностью обилия видов, получены одни из самых высоких индексов – H_b – 2,04–4,20 бит/г, (E – 0,61–0,92).

Таким образом, средние значения биоценотических индексов характеризуют сообщества фитопланктона большинства озер ООПТ Самарской области как сложно организованные с тенденцией упрощения их структурных показателей в основном в группе наиболее ацидных водоемов.

В.В. ГРУБИНКО

Тернопольский национальный педагогический ун-т им. Владимира Гнатюка,
ул. М. Кривоноса, 2, 46027 Тернополь, Украина
e-mail: v.grubinko2@yahoo.com

ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ ОДНОКЛЕТОЧНЫХ ПРЕСНОВОДНЫХ ВОДОРОСЛЕЙ К ТЯЖЕЛЫМ МЕТАЛЛАМ

Металлы могут активировать метаболизм, ингибировать его или быть нейтральными в зависимости от природы, концентрации и формы нахождения во внешней среде и клетке. Для разных организмов они имеют

разные уровни (порог) токсичности и пролонгированные токсикологические эффекты. Нами сравнены закономерности адаптации к тяжелым металлам (Zn^{2+}, Pb^{2+}, Mn^{2+}, Cu^{2+}) диатомовых (*Mayamaea atomus* (Kütz.) Lange-Bert. (= *Navicula atomus* (Nägeli) Grunow ACKU 12-02), синезеленых (*Anabaena cylindrica* Lemmerm. HPDP-1) и зеленых (*Desmodesmus communis* (Hegew.) Hegew. (= *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb. IBASU-A 371) и *Chlorella vulgaris* Beij.) водорослей в условиях накопительной культуры. В экспериментах в культуральную среду вносили водные растворы солей металлов в количествах, соответствующих 1, 2 и 5 $ПДК_{сан.-ток}$. Инкубацию культур водорослей с солями металлов осуществляли в течение 15-ти суток.

Проникновение металлов в клетки осуществляется через сайты связывания на поверхности клеток с последующим развитием цепи адаптивных структурно-функциональных перестроек в клетке (Грубинко, Гандзюра, 2008). Поглощение ионов является регулируемым и концентрационнозависимым процессом. На протяжении 6 ч поглощение возрастает, затем (до 24 ч) снижается, после чего (до 72 ч) снова возрастает, что сопровождается обратнопропорциональным изменением кинетических констант процесса − K_m и V_{max}. Проникновение металлов осуществляется двумя типами транспорта: с высоким сродством и максимумом поглощения при 0,05–0,1 мг/дм^3 и низким сродством при концентрациях >2,0 мг/дм^3. В процессе мембранного транспорта изменяется липидный состав, проницаемость мембран и активность АТФ-аз (Грубинко, Костюк, 2011).

Накопление определяется площадью поверхности поглощения, сродством к металу и сопротивляемостью клеток. Более значительно накапливаются цинк и свинец, меньше – медь и марганец, что связано как с биологической потребностью в этих металлах, так и с взаимодействиемя их ионов с молекулярными лигандами клеток. В целом, бионакопление определяют концентрационная разница в среде и клетках и специфичность реакции клетки. Зеленые водоросли в сравнении с синезелеными и диатомовыми накапливали металлы значительнее.

Распределение. Компартментализацию металлов в клетке определяют химические градиенты и сродство к ним субклеточных лигандов, в первую очередь белков. Биогенные ионы накапливаются преимущественно в хлоропластах и митохондриях, небиогенные связываются с белками эндоплазматической сети. Насыщения клеток металлами имело место уже при 2 ПДК, а при 5 ПДК возрастания содержания металлов против 2 ПДК не обнаружено, что свидетельствует о насыщении сайтов связывания металлов уже при 2 ПДК.

Регуляция. Функциональная роль металлов у исследованных водорослей выражается в: характере взаимодействия с молекулярно-метаболическими комплексами, прежде всего, мембранами (модификация липидного состава, проницаемости, активности АТФ-аз); связывании с структурными белками и ферментами (ингибирование, активирование, модулирование кооперативности); изменении основных энергетических

циклов; формировании катаболического статуса клеток, вследствие чего активируется система пероксидного окисления и происходит накопление вторичных метаболитов-токсикантов; активации клеточных систем детоксикации вторичных токсикантов.

Более усточивыми к действию металлов являются диатомовые водоросли, что обусловленно более эффективным мембранным контролем проникновения ионов металлов и меньшей чувствительностью клеточного метаболизма к их действию.

И.Н. ГУДВИЛОВИЧ, А.Б. БОРОВКОВ

Ин-т биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины
пр. Нахимова, 2, 99011 Севастополь, Украина
e-mail: gudirina2008@yandex.ru; spirit2000@ua.fm

ИНТЕНСИВНОЕ КУЛЬТИВИРОВАНИЕ *PORPHYRIDIUM PURPUREUM* (BORY) ROSS ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФИКОЭРИТРИНА

Красные макроводоросли накапливают значительные количества пигмента фикоэритрина, однако запасы их в Чёрном море невелики, а сбор представляет значительную сложность, поскольку они растут прикреплёнными к подводным камням на различной глубине. Выращивание в промышленной культуре ограничивается невысокими скоростями роста макрофитов, а также сезонностью в динамике биохимического состава и накопления биомассы. Среди культивируемых одноклеточных водорослей *Porphyridium purpureum* (Bory) Ross по содержанию фикоэритрина находится на том же уровне, что и красные макроводоросли.

Целью работы являлось определение режимов выращивания, способствующих повышению продуктивности культуры *P. purpureum* по В-фикоэритрину (В-ФЭ). Культивирование проводили накопительным и квазинепрерывным способом. Первоначальная плотность культуры составляла 0,48 г ОВ · $л^{-1}$, а за 6 суток накопительного культивирования она увеличилась в 5,5–6,5 раз. За этот период в условиях азотного лимитирования относительное содержание фикобилипротеинов (ФБП) резко снизилось, в том числе В-ФЭ в 4–9 раз (от 3,58 ± 0,32 до 0,4 ± 0,1 % ОВ). Снижение относительного содержания ФБП при дефиците нитратного азота в среде на фоне активного роста культуры свидетельствует об использовании данных пигментов в качестве источника азота, причём наиболее интенсивно использовался В-ФЭ (снижение составило 90 %). О том, что рост культуры осуществлялся за счёт внутренних резервов азота в клетках, свидетельствуют результаты варианта опыта, имеющего повышенную концентрацию минерального азота в среде, где к 6-м суткам регистрировали восстановление содержания ФБП до первоначального уровня.

После изменения режима на квазинепрерывный, при котором обмен осуществляли модифицированной средой Тренкеншу, через 8 суток

во всех вариантах установилось стационарное динамическое равновесие с различной плотностью культуры *P. purpureum*. С увеличением удельной скорости протока среды от 0,1 до 0,4 сут$^{-1}$ относительное содержание ФБП в клетках *P. purpureum* увеличивалось на 30–45 %, что объясняется улучшением условий минерального обеспечения. Плотность культуры в эксперименте снижалась от 2,55 ± 0,19 до 1,20 ± 0,09 г ОВ · л$^{-1}$ при увеличении скорости протока, следовательно, удельная освещённость клеток должна была увеличиться, вызывая уменьшение содержания пигментов, однако наблюдалась противоположная тенденция. Известно, что к особенностям биосинтеза *P. purpureum* относится продуцирование значительных количеств полисахаридов, что могло нивелировать действие фактора освещённости за счёт изменения оптических свойств культуральной среды. Продуктивность квазинепрерывной культуры *P. purpureum* по ФБП с возрастанием скорости протока от 0,1 до 0,3 сут$^{-1}$ увеличилась в 3,5–4 раза, что объясняется улучшением минерального питания и удалением метаболитов в процессе обмена среды. Наибольшая продуктивность по биомассе и пигментам реализуется при обмене среды 0,3 сут$^{-1}$: такой режим позволяет получать около 0,5 г биомассы (ОВ) и 40 мг В-фикоэритрина с 1 л культуры *P. purpureum* в сутки. Полученные результаты по продуктивности в 1,4–3,0 раза выше, чем при накопительном и других исследованных режимах квазинепрерывного культивирования, что позволяет рекомендовать этот режим для технологической схемы получения В-фикоэритрина.

Таким образом, интенсивное культивирование микроводоросли *P. purpureum* для получения максимальной продукции В-ФЭ необходимо осуществлять в квазинепрерывном режиме, поскольку при накопительном выращивании после исчерпания элементов минерального питания в среде относительное содержание ФБП резко уменьшается, что вызывает снижение продуктивности культуры по пигментам.

Е.С. ГУСЕВ

Ин-т биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,
152742 Борок, Россия
e-mail: evsergus@yahoo.com

ВОДОРОСЛИ КЛАССА SYNUROPHYCEAE В МАНГРОВЫХ БОЛОТАХ ПОЛУОСТРОВА КАМ РАНЬ (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ВЬЕТНАМ)

К водорослям класса Synurophyceae Andersen относятся преимущественно пресноводные одноклеточные и колониальные организмы, предпочитающие низкоминерализованные водоёмы. Лишь немногие представители отмечены в солоноватоводных условиях (Kristiansen, Preisig, 2007). Долгое время считалось, что эти водоросли приурочены, в основном, к умеренным и северным широтам, но исследования последних 25 лет показали, что флора тропиков тоже очень

богата представителями этого класса (Kristiansen, 2008). Цель настоящего исследования – изучить таксономический состав водорослей класса Synurophyceae в мангровых болотах на территории Центрального Вьетнама.

Исследования проводили в постоянных и временных водоёмах, расположенных в зарослях мангровой растительности (преимущественно видов р. *Avicenia*) на побережье полуострова Кам Рань (координаты $12^0 02^/$ с.ш. и $109^0 12^/$ в.д., 20 км к югу от г. Нячанг) в 2008 и 2010 гг. Исследованные водоёмы мелководны, расположены в пределах заболоченной территории и очень специфичны по гидрохимическим характеристикам. Для них характерны высокая цветность воды, сильно изменяющаяся электропроводность (минерализация) как от водоёма к водоёму, так и по вертикали в пределах одного объекта. Как правило, придонные слои – солоноватоводные (минерализация более 3 г/л), а в поверхностных слоях значения этого показателя изменяются от 0,1 г/л до 3 г/л.

Обнаружено 12 таксонов из 3 родов. Род *Chrysodidymus* представлен единственным видом *C. synuroideus* Prowse, а род *Synura* – двумя видами: *S. echinulata* Korschikov *S. leptorrhabda* (Asmund) Nicholls. К роду *Mallomonas* относилось 6 видов, 2 разновидности и 1 форма: *M. guttata* var. *guttata* Wujek, *M. guttata* var. *simplex* Nicholls, *M. matvienkoi* (Matv.) Asmund et Kristiansen, *M. kalinae* Rezácova, *M. splendens* (G.S. West) Playfair, *M. favosa* Nicholls, *M. favosa* f. *gemina* Dürrschmidt & Croome, а также 2 таксона, ещё не описанных. Строение чешуек первого таксона позволяет отнести его к одной из разновидностей *M. guttata*, морфологические особенности второго (*Mallomonas* sp.) характеризовали его как представителя секции Papillosae Asmund & Kristiansen.

В водоёмах с минерализацией выше 1,5 г/л чешуйки золотистых водорослей не найдены. Количество таксонов в водоёмах с минерализацией 1–1,5 г/л и 0,1–0,2 г/л практически не различалось: 4–5 в первом случае и 3–4 во втором. Среди видов, отмеченных при солёности 1–1,5 г/л были следующие: *Mallomonas guttata* с разновидностями, *M. matvienkoi*, *M. kalinae* и *Mallomonas* sp.

Работа выполнена при поддержке проекта РФФИ 12-04-00257-а.

О.И. ДАВИДОВИЧ, Н.А. ДАВИДОВИЧ

Карадагский природный заповедник НАН Украины,
ул. Науки, 24, 98187 п. Курортное, Украина
e-mail: karadag-algae@yandex.ru

ВЛИЯНИЕ СОЛЕНОСТИ НА ПОЛОВОЕ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ ДИАТОМОВОЙ ВОДОРОСЛИ *NITZSHIA LONGISSIMA* (BRÉB.) RALFS

Диатомовая водоросль *Nitzschia longissima* (Bréb.) Ralfs была выделена из проб, привезенных с западного Атлантического побережья Франции (устричные плантации вблизи города Ля-Рошель), а также из проб, взятых у побережья Карадагского природного заповедника, Черное море. Соленость

воды в местах локализации этих популяций существенно различается, соответственно 36 и 18 ‰. Для того, чтобы подтвердить принадлежность популяций к одному виду, выполнив в соответствии с биологической концепцией вида эксперименты по скрещиванию, необходимо было убедиться в способности этих популяций не только поддерживать вегетативный рост, но и воспроизводиться половым путем при разной солености.

Полученные клоны перед экспериментом были акклимированы в течение недели к соленостям 17, 23, 30, 40 и 50 ‰. В качестве среды использовалась искусственно приготовленная морская вода (среда ESAW). Затем делались смешанные посевы (атлантический клон + черноморский клон) в среду с соленостью 17, 23, 30, 40 и 50 ‰. Смешанные посевы делались в парном сочетании клонов, поскольку известно, что *N. longissima* – раздельнополый вид. Клоны и смешанные посевы содержались в чашках Петри при температуре 20 °С и естественном освещении. Результаты процесса полового воспроизведения оценивались на 3-й, 4-й и 5-й дни. Гаметогенез и ауксоспорообразование начиналось на 3-й день, формирование инициальных клеток происходило на 4-й и 5-й день после скрещивания. Еще через один–два дня культура вступала в стационарную фазу роста, и воспроизведение в ней прекращалось. Измерение длины клеток показало, что наименьшая из встретившихся инициальных клеток имела длину 519 мкм, наибольшая – 734 мкм, однако средние значения размеров инициальных клеток, полученных в условиях разной солености, практически не отличались. Таким образом, поскольку изменение солености не оказывает какого-либо существенного влияния на размеры инициальных клеток, не будет наблюдаться различий и в продолжительности жизненного цикла клонов, сформировавшихся при разной солености.

При переносе водоросли из одной солености в другую проявилась интересная закономерность. Так, при переносе из 17 ‰, в среду с более высокой соленостью, 30–40 ‰, значительно повышалось процентное соотношение клеток, вступающих в половой процесс. Благоприятным был также перенос водоросли из среды с высокой соленостью, 40 или 50 ‰, в более низкую соленость, вплоть до 23 ‰. Оптимальная соленость, при которой в смешанном посеве атлантического и черноморского клонов наблюдалось наиболее интенсивное ауксоспорообразование, находилась в диапазоне от 23 до 30 ‰.

Таким образом, *N. longissima* можно считать широкотолерантным видом в отношении солености. Это позволяет не только выполнять эксперименты по скрещиванию клонов, происходящих из разных мест Мирового океана, но и отчасти объясняет повсеместное распространение данного вида. В перспективе предстоит выяснить отношение водоросли к более низкой солености – по мнению некоторых авторов, *N. longissima* встречается в пресных водотоках.

Д.А. ДАВЫДОВ, С.С. ШАЛЫГИН

Полярно-альпийский ботанический сад – институт Кольского НЦ РАН,
Ботанический сад, 184256 Кировск, Россия
e-mail: d_disa@mail.ru

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЦИАНОПРОКАРИОТ ЗОНАЛЬНЫХ И ГОРНЫХ ТУНДР МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ (РОССИЯ)

Изучение синезеленых водорослей зональных и горных тундр Мурманской области началось в конце XIX века. F. Elfving в 1895 г. публикует статью по материалам, собранным A.O. Khilman, V.T. Brotherus и N.I. Fellman. В дальнейшем на территории региона работали известнейшие альгологии А.А. Еленкин (1906), Е.К. Косинская (1934), Н.Н. Воронихин (1936). Во второй половине XX века исследовались почвенные водоросли (Штина, Ройзин, 1966) и некоторые тундровые озера (Никулина, 1975). Данные по цианопрокариотам Восточного Мурмана обобщены Р.Н. Беляковой (2005). Всего для территории тундр Мурманской области до начала наших исследований было известно 78 видов цианопрокариот.

В настоящий момент на территории зональных и горных тундр области обнаружен 131 вид цианопрокариот, которые объединяются в 49 родов, 17 семейств, относящихся к 4 принятым порядкам. Число видов, выявленных в тундре, составляет 57,2 % от общего числа видов Мурманской области. Зональная тундра насчитывает 84 вида, горные тундровые экосистемы – 74 вида. Общих для зональных и горных тундр видов насчитывается 27. Отличия заключаются, во-первых, в наличие в зональных ландшафтах приморских видов, таких как *Calothrix fusca* (Kütz.) Born. et Flah., *Cylindrospermum stagnale* (Kütz.) Born. et Flah., *Gloeocapsopsis crepidinum* (Thur.) Geitl. ex Komárek и др., во-вторых, лучшей представленности планктонных цианопрокариот, что связано с большим числом водоемов и лучшей их изученности. Почти все специфические для зональных тундр виды (57) – планктеры, обитающие в озерах и реках (*Anabaena echinospora* Skuja, *Chroococcus limneticus* Lemmerm., *Coelosphaerium kuetzingianum* Nägeli и др.). Наземные цианопрокариоты, встреченные в тундровой зоне часто обнаруживаются и горах: *Aphanocapsa incerta* (Lemmerm.) Cronb. et Komárek, *A. muscicola* (Menegh.) Wille, *Calothrix parietina* (Nägeli) Thur. и др. Специфичность флоры горных районов в первую очередь обуславливается наличием монтанных и аркто-монтанных цианопрокариот, предпочитающих скальные обнажения: *Chamaesiphon minutus* (Rostaf.) Lemmerm., *Gloeocapsa compacta* Kütz., *G. kuetzingiana* Nägeli, *G. sanguinea* (C. Agardh) Kütz., *Gloeocapsopsis pleurocapsaoides* (Nov.) Komárek et Anagn. и др.

Цианопрокариоты всех горных массивов Мурманской области нуждаются в дальнейшем изучении. Имеются данные по видовому составу цианопрокариот Хибин, Монче-тундры, Чуна-тундры, Панских тундр, Кейв и Кандалакшских гор.

Наибольшее число видов цианопрокариот обнаружено в водных и околоводных типах местообитаний зональной тундры (62 вида). Велико число цианопрокариот, обитающих на скалах (40) и в тундровых сообществах (36) в горно-тундровом поясе гор. Менее изученными и, как следствие, менее богатыми оказались водные и околоводные местообитания в горных экосистемах (24), типичные зональные тундровые сообщества (19) и приморские местообитания (18). Единичные виды обнаружены в болотах (2) и на скалах (1) в равнинной части тундровой зоны, а также на осыпях и россыпях в горах (3). Нет находок цианопрокариот в криволесьях, антропогенных местообитаниях в зональных и горных тундровых экосистемах, на осыпях и россыпях в зональных тундрах и болотах в горных тундрах.

Флору цианопрокариот тундровых экосистем Мурманской области можно охарактеризовать как недостаточно изученную, внимания заслуживают в первую очередь горная тундра. По видовому составу флора цианопрокариот Мурманской области наиболее близка флоре Шпицбергена.

Э.Н. ДЕМЧЕНКО

Киевский национальный ун-т имени Тараса Шевченко, НЦЦ «Институт биологии»
ул. Владимирская, 64, 01001 Киев, Украина

ОСОБЕННОСТИ ПОЛОВОГО ПРОЦЕССА У НЕКОТОРЫХ НОВЫХ ДЛЯ ФЛОРЫ УКРАИНЫ И РЕДКИХ ВИДОВ ЗЕЛЕНЫХ ЖГУТИКОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ (CHLOROPHYCEAE, CHLOROPHYTA)

У двух новых для флоры Украины (*Chlamydomonas coccifera* Gorozh. и *Ch. suboogama* Tscherm.-Woess), а также двух редких видов водорослей (*Ch. sphagnicola* (F.E. Fritsch) F.E. Fritsch и *Oogamochlamys gigantea* (O. Dill) Pröschold et al.) изучены особенности протекания полового процесса, строение отдельных стадий жизненного цикла, а также морфологические признаки исследованных популяций. Половой процесс по типу оогониогамии (Ettl, 1976) впервые указан для *Chlamydomonas sphagnicola.* Подтвержден тип полового процесса (оогониогамия) и уточнены некоторые детали его протекания (преимущественно касающиеся места соединения гамет) для *Ch. coccifera.* Для *Oogamochlamys gigantea* подтвержден половой процесс типа оогамии. Наблюдения полового процесса у этого вида дополнено фактом сохранения слизистой капсулы вокруг зиготы, выделяемой женской гаметой перед оплодотворением. Капсула часто инкрустирована солями железа и имеет бурый оттенок, иногда наблюдались случаи ее растворения и нетипичная эллипсоидная форма зигот. У *Ch. suboogama* подтверждено наличие полового процесса типа субоогамии (Ettl, 1976), а также дополнены наблюдения, касающиеся количества возникающих половых клеток в гаметангиях и строения оболочек мужских гамет. Впервые указывается пальмеллевидное состояние у *Oogamochlamys gigantea* и *Ch. suboogama*.

Наши оригинальные и литературные данные позволяют утверждать, что ключевым признаком для разграничения разных типов полового процесса у зеленых фитомонад следует считать, в первую очередь, поведение оболочек гамет при копуляции (т.е. наличие/отсутствие интактных оболочек при слиянии гамет). Степень различия в строении и размерах гамет обоих полов, являющаяся основным общепринятым признаком при выделении типов полового процесса (Ettl, 1976; Ettl, 1983), вероятно, имеет меньшее значение, чем указано в литературе. Признак наличия/отсутствия интактных оболочек при слиянии гамет является следствием разного строения оболочек у разных групп зеленых жгутиковых водорослей. Поскольку детали строения оболочек у зеленых фитомонад являются эволюционно значимым признаком и коррелируют с данными молекулярной филогенетики (Масюк, 2010), предложенное разграничение разных типов полового процесса на основе поведения оболочек гамет при копуляции также будет согласовываться с выделенными филогенетическими группами порядка Volvocales (Nakada et al., 2008).

Д.Б. ДЕНИСОВ

Учреждение РАН Ин-т проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН, Академгородок, 14а, 184209 Апатиты, Россия

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОДОРОСЛЕВЫХ СООБЩЕСТВ КОЛЬСКОГО СЕВЕРА: СОВРЕМЕННЫЕ СУКЦЕССИИ

Долговременная эвтрофикация вод, а также интенсификация этих процессов в последние годы проявляется не только в условиях загрязнения стоками предприятий апатитовой промышленности и очистных сооружений городов, а приобретает глобальный характер и регистрируется в различных районах Кольского Севера. Степень вклада антропогенных факторов в процессы эвтрофикации вод наглядно демонстрируют величины содержания хлорофилла «*a*» и максимальной биомассы водорослей планктона. Современные тенденции изменения трофического статуса вод характеризуются значительным усилением не только скорости этих процессов, но и сильным отклонением ряда показателей от средних значений. В последние годы увеличиваются как средние значения биомассы фитопланктона (для оз. Имандра), так и диапазон значений – появляется больше экстремальных (озерно-речная система Пасвик). Это является свидетельством кратковременных периодов массового развития фитопланктона (вплоть до «цветения» воды) в отдельные сезоны. Следует отметить, что уровень биогенной нагрузки антропогенного происхождения в последние годы сохранялся примерно на одном уровне, в то время как значения биомассы (с учетом экстремальных) выросли в несколько раз. Очевидно, процессы эвтрофирования стали усиливаться другими факторами, из которых наиболее мощным представляется глобальное изменение климата в сторону потепления.

Анализ имеющихся данных позволяет сделать выводы об основных тенденциях изменений происходящих в сообществах водорослей за последние десятилетия. Происходят радикальные перестройки структурно-функциональных характеристик альгоценозов, изменение направления и скорости сукцессий, как результат взаимозависимого действия целого комплекса регулирующих факторов, из которых наиболее значимыми являются антропогенные, в настоящее время усиленные аномальной динамикой региональной климатической системы. Водорослевые сообщества чутко реагируют на все происходящие изменения: формируются новые адаптационные механизмы, меняются продукционные характеристики сообществ и экологические предпочтения отдельных видов. Это приобретает определяющее значение для биоиндикации качества среды и задач гидроэкологического мониторинга. При оценке качества вод на основе гидробиологических показателей в настоящее время требуется учитывать синергетику нового комплекса факторов, действие которых неоднозначно и не всегда может быть оценено с помощью существующих общепринятых комплексных показателей. Очевидно, ряд критериев оценки качества среды на основе водорослевых сообществ, требует корректировки и пересмотра для получения объективных результатов биоиндикации состояния водных экосистем.

Н.В. ДЕРЕЗЮК

Одесский национальный ун-т имени И.И. Мечникова,
ул. Маяковского, 7, 65082 Одесса, Украина
e-mail: n.derezyuk@onu.edu.ua

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ФИТОПЛАНКТОНА В ПРИБРЕЖНЫХ ВОДАХ О. ЗМЕИНЫЙ (УКРАИНА). ПРОБЛЕМЫ МОНИТОРИНГА

Актуальность исследований планктона связана с комплексной оценкой морской экосистемы украинского шельфа Черного моря, особенно в контактных районах. Фитопланктону северо-западной части посвящено большое количество работ, которые описывают основные закономерности его развития: видовой состав, численность и биомассу в зависимости от абиотических условий природного или антропогенного генезиса. Уникальность прибрежных вод о. Змеиный обусловлена периодическим влиянием Дуная, который стимулирует развитие определенных видов и сообществ фитопланктона. Целью исследования было изучение видового состава фитопланктона, его количественных характеристик и пространственного распределения на прибережной акватории, а также определение оптимальных периодов мониторинга для оперативной оценки состояния биоты острова.

Основанием для исследования послужили результаты комплексного мониторинга, выполненного составом научно-исследовательской станции «Остров Змеиный» Одесского национального

университета им. И.И. Мечникова. В 2003–2011 гг. пробы фитопланктона собирали регулярно с весны по осень каждые 5 дней (2003–2008, 2011 гг.) и ежедекадно (2009–2010 гг.) на постоянной станции наблюдений на 2 горизонтах (0 м, дно), и посезонно на прибережной акватории острова (на глубинах от 0 до 30 м, 3–6 горизонтов). Было собрано и обработано более 1400 проб фитопланктона.

Детально описаны результаты анализа видового состава фитопланктона. Показано, что в 2003–2011 гг. в прибрежных водах острова было зарегистрировано более 400 видов микроводорослей: Bacillariophyta (126 видов), Dinoflagellata (109 видов), Chlorophyta (78), Cyanophyceae (Cyanobacteria) (43), Cryptophyta (8), Haptophyta (22), Dictyochophyceae (6), Chrysophyceae (6), Euglenophyceae (9), Ebriophyceae (2), Craspedophyceae (2). В период половодья количество видов фитопланктона увеличивается примерно вдвое по сравнению с маловодными годами. Показано, что в зависимости от сезона, пробы воды содержали от 5 до 50 видов водорослей, индекс видового разнообразия сообществ фитопланктона (индекс Шеннона) изменялся в интервале от 0,1 до 4 бит·кл $^{-1}$. В последние 3 года суммарная численность микроводорослей в толще воды изменялась в широком интервале (от 75 кл.·10^6·м $^{-3}$ до 46680 кл.·10^6·м $^{-3}$), суммарная биомасса изменялась в пределах от 20,6 мг·м$^{-3}$ до 48579,7 мг·м$^{-3}$.

Проведен анализ периодов вегетации массовых видов фитопланктона. Указаны факты обнаружения водорослей, редко встречающихся на украинской части северо-западного шельфа Черного моря, особое внимание было уделено группе потенциально токсичных водорослей. Обсуждаются возможные причины «незакономерных» изменений видового разнообразия и плотности распределения фитопланктона в районе о. Змеиный. Установлено, что одним из главных факторов, влияющих на видовой состав фитопланктона, является речной сток Дуная, который вдвое увеличивает число видов в прибрежном сообществе и лимитирует вегетацию и количество «цветений» типично морских видов.

А.А. ДЖУЛАЙ

Ин-т биологии Южных морей им. А.А. Ковалевского НАН Украины,
пр. Нахимова, 2, 99011 Севастополь, Украина
e-mail: artem.july@gmail.com

СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ СОДЕРЖАНИЯ ПИГМЕНТОВ ФИТОПЛАНКТОНА И ПОГЛОЩЕНИЯ ПИГМЕНТАМИ ФИТОПЛАНКТОНА СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ В ПРИБРЕЖНЫХ ВОДАХ ЧЕРНОГО МОРЯ В РАЙОНЕ СЕВАСТОПОЛЯ

Исследование биооптических характеристик фитопланктона и их изменчивости при адаптации фитопланктона к разным факторам среды в настоящее время весьма актуально. Это связано с тем, что эффективность

поглощения света определяет эффективность фотосинтеза и, следовательно, продуктивность фитопланктона. В связи с этим цель данной работы состояла в исследовании сезонной динамики содержания пигментов фитопланктона и спектров поглощения света пигментами фитопланктона. Для анализа были использованы результаты биооптического мониторинга Севастопольской бухты (ст. 1 – двухмильная зона от берега; ст. 2 – около Равелина; ст. 3 – в Сухарной балке) с февраля 2009 по февраль 2010 гг. Содержание хлорофилла «а» (C_a) в двухмильной зоне отличалось от величин на двух других станциях практически на порядок в течение года, что связано с разной степенью обеспеченности фитопланктона биогенными веществами. Следует отметить однотипность сезонной динамики C_a в исследованных районах: минимальные величины наблюдались с мая по август, а максимальные – в октябре и феврале. Сезонная динамика C_a зависит от световых условий существования фитопланктона, температуры и содержания биогенных элементов. Частые колебания C_a в бухте на фоне плавного изменения C_a на фоновой станции связаны с притоком биогенных веществ, поступающих со сточными водами и с водами реки Черная.

Для оценки относительного содержания вспомогательных пигментов в фитопланктоне использовали пигментный индекс (ПИ). На всех трех станциях наблюдался одинаковый ход кривой изменения ПИ в течение года. Минимальные значения ПИ отмечались в зимнее время (2,7–3), а максимальные – в летнее (5,3–7,3). Фоновая станция отличалась от бухты большими величинами ПИ в течение всего года. Сезонная динамика ПИ на всех станциях совпадала с изменением солнечной инсоляции в течение года (максимум летом). Варьирование доли вспомогательных пигментов в природном фитопланктоне является результатом световой адаптации к меняющимся световым условиям. Более низкие величины ПИ в бухте, по сравнению с фоновой станцией, связаны с уменьшением освещенности в слое существования фитопланктона в связи с более высоким содержанием хлорофилла «а» и, как следствие, низкой прозрачностью вод бухты.

Временная динамика величин удельных (нормированных на концентрацию хлорофилла «а») коэффициентов поглощения света фитопланктоном в синем ($a'_{ph}(440)$) и красном ($a'_{ph}(678)$) максимумах в течение года была однотипна на всех станциях. Минимальные значения $a'_{ph}(440)$ и $a'_{ph}(678)$ были отмечены в холодный зимне-весенний период, а максимальные – в летний. За весь период исследований на трех станциях величина $a'_{ph}(678)$ изменялась в 1,7–2,7 раза, а величина $a'_{ph}(440)$ в 2,5–5 раза. Вариабельность $a'_{ph}(678)$ связана только с «эффектом упаковки» пигментов в клетке, который зависит от размерной структуры фитопланктонного сообщества, внутриклеточной концентрации хлорофилла «а» и феофетина и их упаковки внутри клетки. Вариабельность $a'_{ph}(440)$ определяется суммарным влиянием как эффекта упаковки, так и содержания вспомогательных пигментов. В результате вклада вспомогательных пигментов «эффект упаковки» сильнее

проявляется в синем максимуме, чем в красном, что приводит к снижению отношения $a'_{ph}(440)$ к $a'_{ph}(678)$.Следует отметить, что среднее значение и внутригодовая вариабельность R (~ 2 раза) были практически одинаковые во всех районах исследований. Таким образом, основным абиотическим фактором, определяющим сезонные колебания удельных коэффициентов поглощения света фитопланктоном, являлась солнечная инсоляция моря.

С.В. ДЖУР[1], В.П. БУЛЬМАГА[1], В.Ф. РУДИК[2]

[1]Государственный ун-т Молдовы,
ул. Когэлничяну, 65а, 2009 Кишинэу, Молдова
e-mail: maxacova_s@rambler.ru
[2]Ин-т микробиологии и биотехнологии АН Молдовы,
ул. Академическая, 1, 2028 Кишинэу, Молдова

КУЛЬТИВИРОВАНИЕ СИНЕЗЕЛЕНОЙ ВОДОРОСЛИ *SPIRULINA PLATENSIS* CNM-CB-02 НА СРЕДЕ, СОДЕРЖАЩЕЙ $GeSe_2$

В конце прошлого века стали широко применяться биологически активные добавки, содержащие органический германий, полученный химическим путем. Но в 80-е годы согласно исследованиям Американского Управления по продуктам питания и лекарствам выявлено, что они являются токсичными для почек и вызывают неустранимую, даже фатальную почечную недостаточность.

Использование синезеленой водоросли *Spirulina platensis* (Gomont) Geitler в качестве биотехнологического объекта для биотрансформации неорганической формы германия в органическую позволило бы получить биокомплекс природного носителя – спирулины и встроенного в его структуру органического германия. При этом важно отметить, что легко перевариваемая клеточная оболочка этой микроводоросли обеспечивает высокую биодоступность и усвояемость введенного в ее состав микроэлемента.

Согласно литературным данным, изучалось действие GeO_2 на рост и продуктивность спирулины, а что касается других соединений германия, то сведения отсутствуют. Для использования спирулины в целях накопления германия одновременно с другим не менее важным элементом селеном представляет интерес изучение влияния соединения $GeSe_2$ на развитие спирулины.

Целью работы являлось изучение влияния $GeSe_2$ на продуктивность и биохимический состав синезеленой водоросли *S. platensis,* а также на накопление германия в ее биомассе.

Объектом исследования является штамм синезеленой водоросли *Spirulina platensis* CNM-CB-02*,* хранящийся в Национальной коллекции непатогенных микроорганизмов Института микробиологии и биотехнологии Академии наук Республики Молдова. Для культивирования была использована питательная среда Заррука с определенным

соотношением макро- и микроэлементов. Культивирование осуществлялось в колбах Эрленмейера с объемом культуральной жидкости 100 мл, в течение 144 ч при температуре 30 ^{0}C. Соединение $GeSe_2$ вводилось в среду в первый день культивирования в следующих концентрациях: 5, 10, 15, 20, 25, 30 мг/л.

Было установлено, что продуктивность обратно пропорциональна концентрации $GeSe_2$, то есть с увеличением в среде концентрации селенида германия продуктивность значительно падает, что объясняется токсичностью соединения. Исключение составляет низкие концентрации 5 и 10 мг/л, при которых наблюдается небольшое стимулирование прироста биомассы.

Содержание белка и фикобилипротеинов снижается с увеличением концентрации $GeSe_2$, в то время как содержание липидов и углеводов возрастает на 20 и 60 %, соответственно. Это свидетельствует о проявлении реакции ответа водоросли на стресс.

Накопленное содержание германия в биомассе спирулины зависит от концентрации $GeSe_2$, добавленной в среду, то есть с увеличением его концентрации содержание германия в биомассе возрастает.

Таким образом, согласно проведённым исследованиям, соединение $GeSe_2$ может быть использовано при культивировании синезеленой водоросли *S. platensis* с целью получения биомассы обогащенной германием и повышенным содержанием липидов и углеводов.

А.Н. ДМИТРИЕВА[1], О.В. АНИСИМОВА[2]

[1]ЗАО «РОСА»,
ул. Родниковая, 7, кор. 35, 119297 Москва, Россия
e-mail: anyutka-dm@mail.ru
[2]Московский государственный ун-т имени М.В. Ломоносова, биологический ф-т,
Ленинские горы, 1, кор. 12, 119991 Москва, Россия

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОРОСЛЕЙ РЕКИ ЛАМЫ И ЕЕ ПРИТОКОВ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК «ЗАВИДОВО», РОССИЯ)

Лама – река, впадающая в Иваньковское водохранилище, частично находящееся на территории Национального парка «Завидово», который располагается в Тверской и Московской областях. Материалом для данной работы послужили пробы планктона и перифитона, собранные на 19 станциях р. Ламы от верхнего течения до устья, с притоками. Отбор проводили с мая по сентябрь 2006 и 2007 гг. Бассейн реки Ламы для удобства анализа мы подразделили на три участка: верховье (с притоками Большая и Малая Сестра) до р. Яузы и низовье (от впадения р. Яузы до устья р. Ламы). В верховье узкое, мелководное русло с быстрым течением как на самой реке, так и в притоках, в низовье река Лама заболочена, с глубинами до 8 м, замедленным течением и большим числом стариц. На этот участок оказывает влияние приток р. Яуза с заболоченной долиной.

В изучаемых водных объектах выявлено 345 таксонов водорослей из 5 отделов: Ochrophyta – 153, Chlorophyta – 129, Euglenophyta – 34, Cyanophyta – 23 и Dinophyta – 5 таксонов видового и внутривидового ранга.

Обнаружено 206 таксонов с известной приуроченностью к типу местообитания: планктонно-бентосные (81) – 39 %, бентосные (68) – 33 % и планктонные (57) – 28 %. Встречены представители, планктонно-бентосные, но способные обитать в почве – *Scenedesmus ellipticus* Corda, *Microcystis pulverea* (Wood) Forti и бентосный, способный обитать в почве – *Nodularia spumigena* Mert. Доля планктонно-бентосных организмов на всех участках постоянна (35–40 % от общего числа таксонов), среди них преобладают зеленые водоросли. Доля планктонных организмов увеличивается от верховья (16 %) к низовью (30 %), а доля бентосных, соответственно, уменьшается (с 44 до 28 %). Интересно отметить, что абсолютное число планктонных водорослей увеличивается к низовью в 4 раза. По отношению к температурному режиму водоросли бассейна реки Ламы подразделяются на три группы: эвритермные (34), теплолюбивые (2) и холодолюбивые (только *Gyrosigma acuminatum* (Kütz.) Rabenh.). Эвритермные организмы (Ochrophyta – 67 % и Euglenophyta – 33 %) составляют большинство на всех участках реки Ламы. Обнаружено 120 таксонов с известной категорией реофильности. На всем протяжении реки основная масса видов представлена индифферентами (63 вида). Это представители отделов Chlorophyta – 62 %, Euglenophyta и Ochrophyta – по 17 %. Доля реофильных таксонов снижается с 16 % до 4 % к низовью, что определяется характером русла. Индикаторы pH воды представлены алкалифилами (45) и алкалибионтами (5), индифферентами (51) и ацидофилами (12 таксонов). Это дает возможность предположить, что в верховье реакция среды щелочная. Индифференты – это в основном представители Ochrophyta (57 %), Chlorophyta (24 %) и Euglenophyta (18 %). Алкалифилы – водоросли из отделов Ochrophyta (44 таксона) и Euglenophyta (*Phacus caudatus* Hübner). Выявлен 151 таксон-индикатор галобности. Преобладают индифференты – 74 % в верховье и 80 % в низовье. Это водоросли из отделов Ochrophyta и Chlorophyta. Галофобы насчитывают 16 таксонов. Встречено 11 галофильных видов и 5 мезогалобов (среди них *Euglena proxima* P.A. Dang. и *Navicula protracta* (Grunow in Cleve & Grunow) Cleve, которые встречаются в пробах чаще остальных).

Альгофлора р. Ламы в целом типична для пресного водотока. Однако следует отметить, что в верховьях р. Ламы найдено большее число алкалифилов по сравнению с низовьем, что предполагает более щелочную реакцию среды в этом участке реки.

А.Г. ДМИТРИЕВА, О.Ф. ФИЛЕНКО, В.И. ИПАТОВА

Московский государственный ун-т им. М.В. Ломоносова,
Ленинские горы, 1, кор. 12, 119999 Москва, Россия
e-mail: aigdai@mail.ru

МЕТОД МИКРОКУЛЬТУР В ИССЛЕДОВАНИИ СТРУКТУРЫ ПОПУЛЯЦИИ

Гетерогенность является одним из основных свойств природных и лабораторных популяций по морфологическим, физиологическим, генетическим характеристикам входящих в их состав организмов. Индивидуумы, образующие популяцию, отличаются по возрасту, размерам, скоростям роста и реакциям на изменение условий обитания. Такая неоднородность качественного состава необходима для обеспечения устойчивости популяции и ее адаптации к внешним условиям.

Для характеристики популяции обычно используются статические (общая численность, плотность) и динамические показатели, описывающие процессы, происходящие в популяции в течение некоторого промежутка времени. Разнородность этих показателей, а также жизненных состояний клеток и формирует гетерогенность популяций микроводорослей. Для более детального исследования структурных перестроек в популяциях хлорококковых микроводорослей *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb. и *Monoraphidium arcuatum* (Korschikov) Hindák был применен метод раздельного культивирования отдельных клеток или ценобиев в камере Горяева (метод микрокультур) с последующим наблюдением за их развитием в течение 80 ч, что позволяет определить долю размножающихся, покоящихся и отмирающих клеток (Филенко и др., 2004). Сопоставление средних удельных приростов в макро- и микрокультурах за каждой отдельной клеткой в камере в одни и те же сроки показало, что удельный прирост числа клеток в обоих вариантах близок. Это свидетельствует о том, что процесс развития клеток в микрокультуре адекватно отражает изменения в структуре макрокультуры. Изменение прироста численности клеток при развитии однократно синхронизированной культуры в контроле происходило за счет изменения частоты деления клеток на фоне относительно постоянной смертности. В нарастающей культуре в фазе логарифмического роста высока доля размножающихся клеток, особенно – в дважды синхронизированных культурах. Однако, по мере перехода в стационарную фазу роста, доля покоящихся клеток возрастает до 40–80 %. Доля погибших клеток в процессе роста в норме составляет 2–10 %, так как мертвые клетки быстро лизируются и поэтому их накопления не происходит.

Внесение в культуры токсикантов в виде хлорида меди, бихромата калия, нитрата серебра и коллоидного серебра изменяло структурный состав популяции. Исследования показали, что первой реакцией культуры на токсикант является, обычно, снижение доли размножающихся клеток и их переход в покоящееся состояние. При увеличении интенсивности токсического воздействия повышается смертность клеток. Количество

размножающихся клеток при этом может уменьшаться до 3–5 %. Поскольку при высоких концентрациях токсиканта сильно замедляется темп деления, то численность клеток в популяции поддерживается на низком уровне в течение длительного времени. Большое влияние на токсичность вещества оказывает физиологическая активность водорослей. Если в синхронизированной культуре преобладают активно размножающиеся клетки (96 %), то в присутствии токсиканта со временем начинают преобладать покоящиеся клетки, являющиеся основным резервным материалом для сохранения популяции.

Основным механизмом воздействия исследованных токсикантов является торможение деления клеток, которое имеет место как при высоких, так и при низких концентрациях токсиканта. А при адаптации культуры или устранении неблагоприятного фактора покоящиеся клетки вновь переходят к размножению, восстанавливая, таким образом, численность популяции.

С.Н. ДОБРОЖАН, Е.Н. СЕМЕНЮК

Молдавский государственный ун-т,
ул. А. Матеевич, 60, 2009 Кишинев, Молдова
e-mail: sergiudobrojan84@yahoo.com

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДОРОСЛИ *SPIRULINA PLATENSIS* (GOMONT) GEITLER, ВЫРАЩЕННОЙ НА СТОЧНЫХ ВОДАХ, В КАЧЕСТВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО БИОСТИМУЛЯТОРА

Использование водоросли спирулина в качестве растительного биостимулятора представляет интерес ещё с прошлого столетия. Спирулина является одним из наиболее важных источников биологически активных веществ растительного происхождения, которая широко используется в медицине, сельском хозяйстве и в других целях. Результаты некоторых исследований показывают, что водоросль спирулина играет важную роль в стимуляции роста культурных растений, таких как томаты, огурцы, лук, кабачки, кукуруза, подсолнечник и другие, способствуя росту их продуктивности на 10–50 %. Все эксперименты, выполненные разными специалистами, основаны на использовании водоросли, выращенной на минеральных, очень дорогих, питательных средах Заррука или Громова. В наших исследованиях мы доказали, что водоросль, выращенная на сточных водах, обладает теми же свойствами в отношении биологически активных веществ. Мы предложили использование биомассы спирулины, выращенной на основе сточных вод свиноводческих комплексов, в качестве биологического стимулятора роста огурцов (*Cucumis sativus*). Эксперимент выполнялся в лабораторных условиях. Для обработки семян мы использовали суспензию водоросли спирулина, разбавленную дистиллированной водой до концентрации 0,25 %, 0,50 %, 0,75 %, после чего раствор предварительно подвергался замораживанию и

размораживанию (5 раз). Семена эксперемнтального материала замачивали в течение 8 ч при температуре 23,33 ± 0,33 ^{0}С. Перед посевом семена высушивались и высеивались в почву. В качестве контрольного показателя использовали семена, замоченные в дистиллированной воде при тех же условиях. В результате на 5 день опыта в контрольной пробе проросло 77,20 ± 0,5 % из посаженных семян, а всходы в экспериментальных пробах составили 55,08 ± 0,49 %. Наибольшее количество всходов (77,20 ± 0,54 %) на 6 день отмечено в экспериментальной пробе при концентрации суспензии 0,25 %, а самое низкое – в контрольной пробе (55,28 ± 0,62 %). На 7-й день в экпериментальных пробах (0,25 % и 0,75 %) количество проросших ростков достигает 100 %, а в показательной пробе – 87,21 ± 1,06 %. На 8-й день опыта общее количество всходов в экспериментальных и контрольной пробах достигло 100 %. Измерение высоты стеблей на 8-й день показали, что самый высокий показатель роста был отмечен в экспериментальной пробе при концентрации 0,75 % и составлял 8,56 ± 0,50 см, а самый низкий в контрольной – 7,57 ± 0,87 см. Наименьшая длина корней на 10-й день опыта отмечалась в контрольной пробе (19,50 ± 5,17 см), а наибольшая (33,54 ± 3,65 см) – в экспериментальной пробе при концентрации 0,50 %. Индекс роста определяли по методу П.Н. Филимонова. Наиболее высокие показатели индекса роста (0,38 ± 0,05) выявлены при концентрации водоросли 0,75 %, тогда как индекс роста для контрольной пробы составлял 0,23 ± 0,04. В заключении можно констатировать, что биомасса спирулины, выращенная на сточных водах свиноводческих комплексов, обладает теми же свойствами биологического стимулятора, что и водоросль, выращеная на минеральных средах, стоимость которых во много раз выше.

Т.В. ДОГАДИНА[1], В.М. ЭПШТЕЙН[2], В.П. КОМАРИСТАЯ[1], О.С. ГОРБУЛИН[1]

[1]Харьковский национальный ун-т имени В.Н. Каразина,
пл. Свободы, 4, 61077 Харьков, Украина
e-mail: Tatjana.V.Dogadina@univer.kharkov.ua
[2]Ун-т им. Г.Гейне, Дюссельдорф

О РОЛИ КЛАДИСТИКИ В СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМАТИКЕ ВОДОРОСЛЕЙ

В настоящее время все более очевидно, что молекулярная филогенетика не может предложить непротиворечивую систему живых организмов, и, в частности, водорослей, которая могла бы быть использована для практических целей (построение ключей идентификации, сравнение таксономической структуры флор и сообществ, биоиндикации и т.д.). Для многих групп водорослей существует неконгруентность филогенетических деревьев, построенных по 2–3 последовательностям ДНК. Ряд хорошо морфологически очерченных таксонов (например, виды родов *Ulva*, *Entheromorpha*, *Laminaria* и др.) оказались не монофилетичными (Brodie, 2007). Формально это требует присвоения

новых названий «видам», которые невозможно идентифицировать в отсутствие молекулярных данных. По ряду таксонов нет молекулярных данных для выявления монофилетических групп. Фактический материал современной молекулярной филогенетики водорослей – расшифрованные последовательности нескольких участков генома у не более, чем 30 % известных науке видов. Для меньшего числа видов водорослей проведено секвенирование всего генома; но остаются неясными механизмы функционирования и эволюции генома как целого. Однако для построения системы таксона необходимо иметь адекватную информацию по всем классифицируемым видам.

В этой связи целесообразно обратить внимание на модифицированную теорию традиционной систематики (Эпштейн, «Философия систематики» 1–6, 1999–2011), в которой классификация независима от филогении, а понятие естественной классификации соответствует традиции, исходящей от Аристотеля и ведущей к нам благодаря Линнею и Дарвину. Очевидно, что она отличается от общепринятого кладистического взгляда на предмет и задачи систематики и филогенетики. В ней эволюционная систематика рассматривается как наука о разнообразии биологических видов и его эволюции. Она включает 3 раздела: мерономию (область описаний), таксономию (область классификаций) и филономию (область реконструкций филогенеза). Таксономия является центральным звеном этой цепи, поскольку она синтезирует описания отдельных видов в систему, фиксирующую мир в стационарном состоянии, и она же позволяет на этой основе строить реконструкции филогенеза. Классификации могут быть только искусственными и естественными. Искусственные классификации основаны на произвольном выборе и оценке таксономических признаков. В данном случае – соответственно критериям монофилии, парсимонии и т.д. (= априорно). Естественные классификации основаны на «взвешивании» альтернативных пар признаков – бит. Процесс построения классификации – чередование анализа и синтеза кластеров вплоть до их исчерпания (= апостериорно). Варианты филогенетических гипотез конструируются по таксономической информации. Поэтому необходимо строить для каждого таксона две разные дендрограммы – таксономическую (классификационное древо) и филогенетическую (= родословное древо). Оба подхода могут стать взаимно дополнительными, если традиционные систематики откажутся от примата монофилии (систематики-практики интуитивно поступают именно так), а кладисты – от претензий на классификацию. Ничего противоречивого нет в том, что в классификации царства растений таксон зеленые водоросли и высшие таксоны высших растений рассматриваются как отделы, а в реконструкции филогенеза зеленые водоросли – предковая либо сестринская группа по отношению к высшим растениям.

Н.Р. ДОНЦУ, В.В. ШАЛАРУ

Молдавский государственный ун-т,
ул. А. Матеевич, 60, 2009 Кишинэу, Молдова
e-mail: dontunatyr@yahoo.com

АЛЬГОФЛОРА БАСЕЙНОВ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ г. КИШИНЕВА (РЕСПУБЛИКА МОЛДОВА)

Станция очистных сооружениях г. Кишинева расположена в северо-восточной части города, на левом берегу р. Бык. Очистка сточных вод происходит за счет механических и биологических процессов. Огромное значение в этом процессе играет альгофлора, изучению которой посвящена наша работа. Исследования проводились на протяжении 2009–2011 г.

За этот период в альгофлоре очистных сооружений было выявлено 227 видов и внутривидовых таксонов водорослей, из которых Chlorophyta – 84 (37 %), Cyanophyta – 57 (25 %), Bacillariophyta – 53 (24 %), Euglenophyta – 28 (12 %), Xanthophyta – 5 (2 %). В 2009 г. были обнаружены 137 видов (Chlorophyta – 31 %, Cyanophyta – 27 %, Bacillariophyta – 25 %, Euglenophyta – 16 %, Xanthophyta – 1 %), а в 2010 г. в альгофлоре обнаружено 220 видов с тем же преобладанием представителей зелёных водорослей.

Структура альгофлоры меняется в зависимости от типа бассейна. Но во всех случаях в количественном отношении доминируют представители отдела Cyanophyta. В водах песколовки было выявлено 92 вида водорослей а в первичном отстойнике – 100. Альгофлора аэротэнка состоит их 85 видов, а в активном иле их было обнаружено 65. Во вторичных отстойниках выявлены 136 видов и внутривидовых таксонов в взвешенном состоянии, а в биодерме – 137. В реке Бык, ниже сброса «очищенных» вод, было определено самое большое число водорослей – 156 видов и разновидностей.

Преобладающими видами водорослей являются: *Phormidium tenue* (Menegh.) Gomont с коэффициентом встречаемости 82,05 %, *Chlamydomonas reinhardii* P.A. Dang – 76,92 %, *Synechocystis salina* Wisl. – 70,52 %, далее следуют *Chlorella vulgaris* Beij., *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb., *Navicula cryptocephala* Kütz., *Hantzschia amphioxis* (Ehrenb.) *Nitschzia tryblionella* Hantzsch. и др. Второстепенную роль в формировании сообществ водорослей в этих бассейнах играют виды отдела Euglenophyta и Xanthophyta. Евгленовые водоросли чаще встречались в начальных этапах очистки сточных вод, а в чистых водах встречаются очень редко, особенно в осенний и весенний периоды. Отдел Xanthophyta в 2009 г. был представлен одним видом (*Chloridella neglecta* Pasch.), найденным в июне и августе во вторичном отстойнике, а в 2010 г. было выявлено уже 5 видов желтозеленых водорослей.

М.Ф. ДОРОХОВА

Московский государственный ун-т им. М.В. Ломоносова, географический ф-т, Ленинские горы, 1, 119991 Москва, Россия
e-mail: dorochova@mail.ru

ВОДОРОСЛИ КАК ИНДИКАТОРЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ КОМПОНЕНТОМ РАКЕТНОГО ТОПЛИВА

Благодаря высокой чувствительности к изменению состояния почвы водоросли успешно используются для оценки направленности почвенных процессов и антропогенных изменений ее свойств (Штина, 1990; Штина и др., 1998). В настоящее время характер воздействия компонента ракетного топлива (несимметричного диметилгидразина – НДМГ) на микробное сообщество почвы и его фототрофный компонент совершенно не изучен, несмотря на актуальность индикационных исследований для районов падений отделяющихся частей ракет.

Изучение влияния НДМГ на сообщества водорослей дерново-подзолистых почв проведено в полевом эксперименте, в ходе которого было опробовано действие 5 уровней нагрузок НДМГ. Перед внесением НДМГ на всех площадках проведен посев тимофеевки луговой и люцерны. Пробы для изучения водорослей были отобраны через 3 месяца после загрязнения почвы. Для оценки состояния сообществ почвенных водорослей нами использовались традиционные показатели: общее видовое разнообразие, видовой состав, соотношение разных отделов, состав комплекса доминирующих видов.

В незагрязненной почве обнаружены сообщества водорослей, характерные для ненарушенных дерново-подзолистых почв под луговой растительностью.

Установлено, что загрязнение дерново-подзолистых почв компонентом ракетного топлива вызывает трансформацию их физико-химических свойств: происходит обогащение почв минеральными формами азота и происходит их подщелачивание. Загрязнение дерново-подзолистой почвы ракетным топливом вызывает постепенное изменение структуры водорослевого сообщества на уровне отделов, при этом общее видовое разнообразие остается на высоком уровне за исключением лишь самой высокой дозы загрязнителя. Реакция водорослей разных отделов на загрязнение различна.

Очень чувствительны к загрязнению почвы синезеленые водоросли: даже невысокие дозы загрязнителя вызывают уменьшение их доли в составе водорослевого сообщества. В большинстве загрязненных почв уменьшается число азотфиксирующих видов, при наибольшем уровне первичной нагрузки они полностью выпадают из состава сообщества. На зеленые и желтозеленые водоросли некоторые дозы загрязнителя оказывают стимулирующий эффект, что выражается в увеличении их доли в сообществе. Сильное ингибирование их развития наблюдается только в варианте с максимальной дозой поллютанта. Отмеченные нами изменения в составе водорослевых сообществ аналогичны изменениям, наблюдающимся

при внесении в дерново-подзолистую почву азотных минеральных удобрений. Реакция диатомовых водорослей на загрязнение почвы НДМГ сходна с реакцией синезеленых водорослей, но типы ответных реакций на разные уровни загрязнения у диатомовых более разнообразны: от слабой стимуляции развития некоторых видов при минимальной нагрузке, появления морфологических отклонений от нормы при «средних» нагрузках до резкого обеднения видового разнообразия – при высоких.

Таким образом, сообщества почвенных водорослей показали высокую чувствительность к действию разных уровней содержания НДМГ в почве и могут использоваться при мониторинге почв в районах падений отделяющихся частей ракет.

И.Е. ДУБОВИК, Н.А. КИРЕЕВА, И.П. КЛИМИНА

Башкирский государственный университет,
ул. Валиди, 32, 450074 Уфа, Россия
e-mail: Dubovikie@mail.ru

ЭПИФИТНЫЕ СООБЩЕСТВА ЦИАНОПРОКАРИОТ, ВОДОРОСЛЕЙ И МИКРОСКОПИЧЕСКИХ ГРИБОВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ г. УФЫ И ВОЗМОЖНОСТЬ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В БИОИНДИКАЦИИ

Нами изучалось влияние промышленного загрязнения на биоразнообразие цианопрокариот, водорослей и микромицетов г. Уфы, а также возможность их использования в биоиндикации. В связи с этим в течение трех лет исследовали видовой состав эпифитных цианопрокариот, водорослей и микромицетов на территории города в зонах слабого (контроль) и сильного (промышленного) загрязнения.

В качестве объектов для стационарного исследования были выбраны пять наиболее распространённых видов древесных растений: хвойных (ель сибирская – *Picea obovata* Ledeb.) и лиственных (береза повислая – *Betula verrucosa* Ehrh., тополь черный – *Populus nigra* L., липа сердцелистная – *Tilia cordata* Mill., рябина обыкновенная – *Sorbus aucuparia* L.). Во время проведения исследований проанализировано 316 образцов коры с видимыми разрастаниями эпифитных цианопрокариот и водорослей.

В результате проведённых исследований на коре древесных растений г. Уфы выявлено (во всех исследованных зонах) 105 видовых и внутривидовых таксонов цианопрокариот и водорослей, относящихся к 61 роду, 26 семействам, 12 порядкам и 5 классам из четырёх отделов: Cyanoprokaryota, Chlorophyta, Xanthophyta, Bacillariophyta. Ведущая роль в эпифитной альгофлоре принадлежит двум отделам: Chlorophyta и Cyanoprokaryota, на долю которых приходится 41 % и 40 % от общего числа выявленных видов. Меньшее число видов из отделов Xanthophyta и Bacillariophyta – 12 % и 7 % соответственно. По данным литературы такое

соотношение основных таксонов характерно для дендрофильных цианопрокариот и водорослей (Дубовик, 2003, 2007; Егорова, 2006).

Восемь семейств, наиболее крупных по числу видов, разновидностей и форм, включают 51 видовой и внутривидовой таксон (62,8 % от общего числа таксонов). Из зелёных водорослей богатством видов отличаются 3 семейства (Chlorococcaceae, Chlorellaceae, Trentepohliaceae), из цианопрокариот ведущая позиция наблюдалась у 5 семейств (Pseudanabaenaceae, Nostocaceae, Microcystaceae, Phormidiaceae, Ulotrichaceae).

Изученные древесные растения по степени уменьшения видового разнообразия цианопрокариот и водорослей можно расположить в следующем порядке: *Betula verrucosa* – 55 видовых и внутривидовых таксонов, → *Populus nigra* (46) → *Tilia cordata* (40) → *Picea obovata* (38) → *Sorbus aucuparia* (31).

На коре древесных растений городской территории выявлен 41 вид микроскопических грибов, относящихся к 8 родам *Alternaria, Aspergillus, Aureobasidium, Mucor, Penicillium, Phoma, Rhizopus, Trichoderma.* Доминирующее положение по числу видов среди грибов на коре деревьев занимают представители рода *Penicillium,* что составляет 61 % от всех выделенных видов.

В эпифитных цианобактериально-водорослевых ценозах промышленной зоны, при незначительном обеднении видового состава, не обнаружено существенных изменений в перестройке таксономической структуры, доминантном комплексе по сравнению с контрольной зоной. Также нами не зафиксированы морфометрические и цитологические различия между клетками цианопрокарит и водорослей исследованных зон.

Эпифитные цианопрокариоты и водоросли, в отличие от почвенных, не являются чёткими индикаторами аэротехногенного загрязнения. В то же время нами показано, что в зоне промышленного загрязнения, по сравнению с контрольной, наблюдается упрощение видовой структуры сообществ эпифитных микромицетов за счёт выпадения числа редких видов.

И.К. ЕВСТИГНЕЕВА, И.Н. ТАНКОВСКАЯ

Ин-т биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины,
пр. Нахимова, 2, 99001 Севастополь, Украина
e-mail: logrianin@nm.ru

ИЗМЕНЕНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ РЕКРЕАЦИОННОЙ ЗОНЫ БУХТЫ ПЕСОЧНАЯ ЗА ПОСЛЕДНИЕ ДЕСЯТИЛЕТИЯ (ЧЕРНОЕ МОРЕ, УКРАИНА)

Бухты и прибрежная зона Севастопольского региона относятся к акваториям активного хозяйственного пользования. Антропогенная нагрузка на морскую среду региона в последние десятилетия привела к ухудшению экологической обстановки. В связи с этим гидроэкологический

мониторинг прибрежных экосистем Севастопольского региона следует рассматривать как необходимое звено управления этой территорией.

Анализ литературы свидетельствует, что видовой состав и экологическая структура альгоценозов самых мелководных участков Черного моря исследованы мало. К ним относится и прибойная зона бухты Песочная, которая является частью Большой Севастопольской бухты. В немногочисленных работах (Евстигнеева, 1983, 2009) приводятся сведения о динамике цистозирового фитоценоза на единственной стационарной станции. В связи с этим целью данной работы стало исследование направленности структурно-функциональных изменений фитоценозов рекреационной зоны мелководья бухты Песочная в последние 20 лет.

Многолетние наблюдения на стационарной станции показали увеличение видового разнообразия цистозирового фитоценоза в три раза и в основном за счет Rhodophyta. Изначально равномерное распределение видов по отделам в дальнейшем сменяется единоличным господством Rhodophyta. Экологическая структура этого же ценоза в течение ряда лет отличалась абсолютным превосходством олигосапробионтов, морских и ведущих видов, которые являются базовыми в прибрежных фитоценозах всего моря. С годами возрастает роль мезосапробной, однолетней, сопутствующей, солоноватоводно-морской групп, несколько снижается видовое разнообразие полисапробионтов. Установлено, что структурно-функциональные изменения цистозирового фитоценоза, как правило, происходят в первую декаду лет, тогда как во вторую сообщество стабилизируется по ряду показателей.

За последние десять лет в масштабах всей исследованной части бухты произошло увеличение таксономического разнообразия флоры. Основной вклад в общую структуру привнесли красные водоросли, тогда как число видов зеленых водорослей сократилось. В ценозе уменьшилась доля постоянных видов и увеличилась – добавочных (Дажо, 1975). Возросла видовая обособленность фитоценозов на разных участках прибрежья. За прошедшее десятилетие изменения в экологической структуре, по сравнению с таксономической, были не столь значительными.

К концу последнего десятилетия увеличилась средняя для станций фитомасса и уменьшился размах ее пространственной изменчивости. Доля участия бурых водорослей в формировании фитомассы стала меньше, тогда как максимум этого показателя был характерен для красных водорослей, особенно в зоне пляжа. Сходство видов-доминантов в начале и конце десятилетия было невысоким, а возрастание среднего значения индекса видового разнообразия свидетельствовало об укреплении позиции содоминантов в качестве основных продуцентов.

В целом усиление антропогенной нагрузки не привело к коренным перестройкам в общей структуре цистозирового сообщества бухты, за исключением растительности пляжной зоны, уровень ряда показателей которой стал минимальным.

И.Н. ЕГОРОВА, М.С. КОНОВАЛОВ

Сибирский ин-т физиологии и биохимии растений СО РАН,
ул. Лермонтова, 132, 664033 Иркутск, Россия
e-mail: egorova@sifibr.irk.ru, mikkonovalov@yandex.ru

ВОДОРОСЛИ В АССОЦИАЦИЯХ С МОХООБРАЗНЫМИ НАЗЕМНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА (РОССИЯ)

В горно-таежных биогеоценозах умеренной зоны большую роль в формировании ландшафтов играет моховой покров. Оказывая значительное влияние на физико-химические условия среды обитания, мохообразные сами представляют собой своеобразную экологическую нишу для поселения различных групп организмов, в том числе водорослей. Современными исследованиями установлена большая роль водорослей, ассоциированных с мохообразными, в биогеоценозах (Solheim, Zielke, 2002 и др.).

Нами в 2007 г. начаты первые для Байкальского региона планомерные исследования водорослей в ассоциациях с мохообразными наземных экосистем. Цель исследований заключалась в установлении их видового разнообразия.

Водоросли изучали при прямом микроскопировании, также осуществляли постановку культур. Определение велось на основе морфологических признаков и выяснения особенностей жизненного цикла.

В настоящий период выявлено 155 видов и разновидностей водорослей, ассоциированных с 30 видами мохообразных. Последние, преимущественно представители класса листостебельных мхов (Bryopsida). Найдены водоросли из шести отделов: Cyanoprokaryota (Cyanobacteria / Cyanophyta) – 50 видовых и внутривидовых таксонов, или 32,3 % от их общего числа, Bacillariophyta – 4 вида, 2,6 %, Xanthophyta – 8, 5,2 %, Eustigmatophyta – 3, 1,9 %, Chlorophyta – 81, 52,2 % и Streptophyta – 9 видов, 5,8 %. Представленность отделов типична для альгофлор в наземных экосистемах, а также растительных субстратов в умеренной зоне.

Родовой спектр включает 74 таксона. Средний уровень видовой насыщенности в родах составляет 2,1. По числу представителей выделяются роды, принадлежащие к доминирующим по видовому разнообразию отделам. Из отдела Cyanoprokaryota: *Leptolyngbya* и *Nostoc* – с 8 представителями каждый, *Phormidium, Tolypothrix* – по 4, *Jaaginema* и *Stigonema* – по 3. К числу ведущих родов отдела Chlorophyta принадлежат следующие: *Chlorococcum* и *Scenedesmus* – по 6 представителей, *Tetracystis*, *Stichococcus* – по 4, *Myrmecia* и *Parietochloris* по 3. В целом, среди ведущих отмечены роды водорослей, широко распространенные в наземных условиях обитания.

Анализ представленности типов морфологической дифференциации водорослей выявил следующее. Преобладают водоросли коккоидного типа, на долю которых приходится 46,7 % от общего состава, на второй позиции представители нитчатого типа – 31,2 %. Значительно меньше долевое участие водорослей сарциноидного – 9,7 %, монадного –

5,9 %, разнонитчатого – 3,9 %, гемимонадного и псевдопаренхиматозного типов морфологической дифференциации – по 1,3 % соответственно.

В ходе исследований были выявлены виды, новые для альгофлоры наземных биогеоценозов региона. К их числу принадлежат *Kentrosphaera* sp., *Tetracystis pulchra* Brown et Bold, *Chlorosarcinopsis bastropiensis* Groover et Bold, *Fottea stichococcoides* Hindák и другие.

Исследования выполнены при поддержке проекта РФФИ № 09-04-00979-а.

В.А. ЕДРЕНКИН, Н.В. СУХАНОВА

ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный педагогический ун-т им. М. Акмуллы», ул. Октябрьской революции, 3а, 450000 Уфа, Россия
e-mail: edrenkin333@gmail.com

ФЛОРА ПОЧВЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ г. АША (ЧЕЛЯБИНСКАЯ ОБЛАСТЬ, РОССИЯ)

Город Аша – небольшой промышленный город в Челябинской области (горно-лесная зона), основным источником антропогенного загрязнения которого является Ашинский металлургический завод. Целью данной работы являлось изучение флоры почвенных водорослей и цианобактерий на территории города и завода. Для реализации цели были выполнены следующие задачи: составлен список почвенных водорослей и цианобактерий, изучены качественные и количественные характеристики группировок различных местообитаний, выявлены участки благоприятные и неблагоприятные для роста и развития водорослей и цианобактерий.

В пробах почвы, отобранных в различных местообитаниях города, всего обнаружено 29 видов и разновидностей водорослей и цианобактерий. Из них 6 видов цианопрокариот, что составляет 21 % от общего числа видов. Цианобактерии были представлены нитчатыми формами. Наиболее часто встречался вид *Nostoc punctiforme* (Kütz.) Hariot.

Выявлено 15 видов и разновидностей зеленных водорослей, составляющих 52 % от общего числа. Виды представлены 2 классами Chlorophyceae и Trebouxiophyceae. Чаще других встречались *Chlamydomonas terrestris* B. Petersen, *Chlorococcum infusionum* (Schrank) Meneghini, *Chlorococcum* sp., *Bracteacoccus minor* (Chodat) Petrová, *Leptosira terricola* (Bristol) Printz, *Myrmecia bisecta* Reisig и др.

Диатомовых обнаружено 5 видов (17 %) класса Pennatophyceae. С высоким постоянством в пробах встречалась *Hantzschia amphioxys* (Ehrenb.) Grunow.

Желтозеленые водоросли представлены одним видом *Botrydiopsis eriensis* Snow класса Xanthophyceae (3 %). Eustigmatophyta представлены 2 видами (7 %) класса Eustigmatophyceae: *Eustigmatos magnus* (B. Petersen) Hibberd и *Polyedriella helvetica* Vischer & Pascher.

Количество видов в пробах варьировало от 0 до 12 (в среднем 7). Сумма баллов обилия видов на «стеклах обрастания» в пробах колебалась от 0 до 68 баллов (в среднем 30).

Самое большое число видов обнаружено в почве парка культуры и отдыха, где доминировали такие виды как *Nostoc punctiforme*, *Eustigmatos magnus*, *Polyedriella helvetica*, *Navicula mutica* (Kütz.) var. *nivalis* (Ehrenb.) Hustedt и *Hantzschia amphioxys*. Высокое разнообразие видов также наблюдалось и в почве с территории Ашинской десткой библиотеки, где доминировали виды *Phormidium breve* (Kutzing ex Gomont) Anagn. et Komárek, *N. punctiforme*, *Myrmecia bisecta*.

На основании таких показателей как число видов водорослей и цианобактерий в пробе, сумма баллов обилия видов, нами было выделено 3 зоны на территории города Аши: 1) благоприятная, 2) средняя, 3) неблагоприятная; т.о. выявлены местообитания с различными условиями для роста и развития водорослей. В благоприятную зону попали участки в Ашинском парке культуры и отдыха (среднее число видов водорослей и цианобактерий в пробах – 12 / среднее значение суммы баллов обилия – 68), на территории Ашинской детской библиотеки (11/42, соответственно), а также на территории вечерней школы (7/ 42). В среднюю зону вошли пробные площадки на территории средней школы № 4 (8/21), а также на обочине автомобильной дороги (9/29). В неблагоприятную зону попали участки вдоль железнодорожной насыпи (5/8), а также на территории Ашинского металлургического завода, а именно площадки с доминированием сорных растений, где не было обнаружено водорослей и цианобактерий.

М.Д. ЖЕЖЕРА

Харьковский национальный ун-т им. В.Н.Каразина,
пл. Свободы, 4, 61077 Харьков, Украина
e-mail: m_shved@mail.ru

УЛОТРИКСОВЫЕ ВОДОРОСЛИ РАЗНОТИПНЫХ ВОДОЕМОВ ЛЕВОБЕРЕЖНОГО ПОЛЕСЬЯ (УКРАИНА)

При исследовании альгофлоры разнотипных водоемов Левобережного Полесья (реки, пойменные водоемы, болота и торфяные карьеры, эфемерные водоемы) выявлено около 1000 видов водорослей.

Улотриксовые (Ulothrichales) – одна из групп зеленых водорослей, насчитывающая в альгофлоре Украины 183 вида (214 внутривидовых таксонов) (Разнообразие ..., 2000) и широко представлена в регионе изучения.

Группа рассматривается в соответствии с системой, представленной в определителе пресноводных водорослей СССР (Мошкова, Голлербах, 1986). В результате сбора и обработки 580 проб, собранных в период 2001–2004, 2008, 2010 гг., было обнаружено 34 вида Ulothrichales, относящихся к 16 родам и 9 семействам. Это следующие виды: *Aphanochaete pascheri* Heering, *A. repens* A. Braun, *Binuclearia tectorum* (Kütz.) Beger, *Chaetophora elegans* (Roth)

C. Agardh, *Ch. tuberculosa* (Roth) C. Agardh, *Coleochaete orbicularis* Pringsh., *C. scutata* Bréb., *Cylindrocapsa geminella* Wolle, *Draparnaldia glomerata* (Vaucher) C. Agardh, *D. plumosa* (Vaucher) C. Agardh, *Enteromorpha intestinalis* (L.) Link, *Gongrosira debaryana* Rabenh., *Koliella longiseta* (Vischer) Hindák, *K. pyrenoidifera* (Korschikov) Hindák, *Microspora palustris* Wichm., *M. quadrata* Hazen, *M. tumidula* Hazen, *Microthamnion kuetzingianum* Nägeli, *M. strictissimum* Rabenh., *Radiofilum irregulare* (Wille) Brunnth., *Stigeoclonium attenuatum* (Hazen) F.S. Collins, *S. farctum* Berthold, *S. subspinosum* Kütz., *S. tenue* (C. Agardh) Kütz., *Trentepohlia hygrophila* Mosch., *T. umbrina* (Kütz.) Bornet, *Ulothrix moniliformis* Kütz., *U. oscillarina* Kütz., *U. tenerrima* Kütz., *U. variabilis* Kütz., *U. tenuissima* Kütz., *U. zonata* (F. Weber et D. Mohr) Kütz., *Uronema intermedium* Bourr., *U. confervicolum* Lagerh.

Анализ систематической структуры Ulothrichales показал, что наибольшим видовым разнообразием характеризовались семейства Ulothrichaceae – 12 видов, Chaetophoraceae – 9, Microsporaceae – 4 вида; Trentepohliaceae, Aphanochaetaceae, Microthamniaceae и Coleochaetaceae представлены двумя видами, Ulvaceae и Cylindrocapsaceae – одним видом. Среди родов наибольшим видовым разнообразием характеризовался *Ulothrix* (6 видов), по 4 вида имели *Microspora* и *Stigeoclonium*, остальные роды представлены 1–2 видами.

Коэффициент встречаемости улотриксовых колебался в пределах от 0,2 % до 5,5 %. Для подавляющего большинства видов он был менее 1,0 % (такие виды встречались от 1 до 5 раз); более высокими коэффициентами характеризовались *Ulothrix zonata* (1,0 %), *Microthamnion kuetzingianum* (1,4 %), *Chaetophora elegans*, *Uronema intermedium* (по 1,6 %), *U. confervicolum* (2,6 %), *Microthamnion strictissimum*, *Stigeoclonium farctum* (по 2,9 %), самым высоким коэффициентом – *Aphanochaete repens* (5,5 %).

Относительное обилие большинства улотриксовых водорослей составляет 1 балл, для 7 видов было отмечено 3 балла; только четыре вида развивались в массе (относительное обилие 4–5 баллов): *Aphanochaete repens* (старица р. Десны, 4 балла), *Binuclearia tectorum* (озеро Трубин, 4 балла), *Microspora palustris* (болото «Горелый мох», 4 балла) и *Stigeoclonium tenue* (пруд, 5 баллов).

А.А. ЖУКОВА, И.В. САВИЧ

Белорусский государственный университет,
пр. Независимости, 4, 220030 Минск, Беларусь
e-mail: anna_eco@tut.by

СТРУКТУРНЫЕ И ПРОДУКЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЕРИФИТОНА В ЛИТОРАЛИ ОЗЕРА МЯСТРО (БЕЛАРУСЬ): СЕЗОННЫЙ АСПЕКТ

Оз. Мястро (54°52’ N, 26°50’ E) – мезотрофный полимиктический водоем ледникового происхождения (площадь 13,1 км^2, средняя глубина 5,4 м, максимальная – 11,3 м). Достаточно высокая прозрачность воды (3–5 м

в летние месяцы) и большая площадь мелководий определяют благоприятные условия для развития перифитона в озере. Перифитон изучали в июне–августе 2009 и 2010 гг. на 5 станциях в литорали озера (глубина 0,4–0,8 м). Целью исследования был сравнительный анализ структурных и функциональных параметров обрастаний на каменистом субстрате и тростнике на протяжении летнего периода.

Анализ полученных данных показал, что количество обрастаний на камнях в целом было выше, чем на тростнике. Большее количество перифитона на каменистом субстрате связано, в основном, с его придонным положением – менее выражено вымывание слабоприкрепленного перифитона под действием гидродинамической активности водной массы и существеннее влияние седиментации. Это подтверждает и более высокое удельное содержание хлорофилла (и, соответственно, автотрофной компоненты) в перифитоне тростника.

Плотность перифитона на макрофитах возрастала к концу летнего сезона, составив в среднем (±Sd) в июне 0,30 ± 0,24 мг сухой массы/см^2 поверхности субстрата, в августе – 1,48 ± 1,26 мг/см^2. На камнях количество обрастаний в июне составило 1,85 ± 1,39 мг/см^2, возрастая в июле и сохраняясь на том же уровне в августе – соответственно 3,13 ± 2,48 и 3,32 ± 1,91 мг/см^2. Рассчитанная по содержанию хлорофилла доля водорослей в перифитоне тростника колебалась от 1,4 до 13,0 %, на камнях – от 3,5 до 41,6 %. Причем в перифитоне тростника к концу лета доля водорослей в сообществе возрастала от 8,1 ± 3,2 % в июне до 15,8 ± 9,9 % в августе, а в обрастаниях на камнях – существенно не различалась (4,9 ± 3,3 и 3,6 ± 1,2 %). Доля органической компоненты в сухой массе обрастаний отличалась гораздо большим размахом колебаний в июне – на тростнике 70,6 ± 24,0 %, на камнях 60,8 ± 19,5 % и снижалась в августе соответственно до 48,8 ± 5,1 и 26,8 ± 4,6 % (т.е. на камнях оказалась ниже).

Основу альгофлоры перифитона составили представители трех отделов: диатомовые, синезеленые и зеленые водоросли (95–100 % в общей численности). При этом в обрастаниях тростника явно доминировали диатомовые (среднелетние значения за два года исследований составили около 74 % при размахе 64-86 %), доля синезеленых и зеленых составила 16 и 8 %, а на камнях диатомовые делили лидерство с синезелеными – соответственно 55, 38 и 6 %.

Продукционные процессы протекали в сообществе перифитона с разной интенсивностью в зависимости от погодных условий (были выше в солнечную безветренную погоду). Отмечено также увеличение продукции перифитона от июня к августу: для тростника 0,06 ± 0,08 и 0,21 ± 0,12 мг O_2/(см^2·сут) соответственно, для камней – 0,16 ± 0,06 и 0,30 ± 0,06 мг O_2/(см^2·сут). В целом же, продукционно-деструкционные показатели перифитона в расчете на единицу площади поверхности (и единицу сухой массы обрастаний) были сопоставимы на тростнике и камнях, но на каменистом субстрате более интенсивно происходили процессы продукции, а в обрастаниях тростника зачастую преобладали деструкционные процессы. Отношение величин валовой первичной продукции к деструкции для

перифитона на камнях колебалось в пределах 1,1–5,6, для обрастаний тростника диапазон колебаний был гораздо шире – 0,3–11,3.

Величины удельной суточной активности хлорофилла (САЧ) в перифитоне нарастали к концу лета и на камнях оказались выше (в июне 25 ± 11, в августе 55 ± 29 мг O_2/мг хл.), чем на тростнике (соответственно 13 ± 9 и 18 ± 7 мг O_2/мг хл.). Значения Р/В-коэффициента также в целом были выше на камнях и увеличивались от июня к августу: на тростнике от 0,18 ± 0,13 до 0,33 ± 0,19 $сут^{-1}$, на камнях от 0,36 ± 0,14 до 0,79 ± 0,42 $сут^{-1}$.

Таким образом, в структурной и функциональной организации перифитона наблюдались значительные различия и в зависимости от типа субстрата, и в зависимости от месяца отбора проб.

З.А. ЗАБРОДИНА

Саратовский государственный технический ун-т им. Ю.А. Гагарина
ул. Политехническая, 77, 410054 Саратов, Россия
e-mail: zabrodinaza@rambler.ru

ИЗУЧЕНИЕ РЕАКЦИИ *CHLORELLA VULGARIS* BEIJ. НА ВОЗДЕЙСТВИЕ НИЗКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ФОРМАЛЬДЕГИДА В ВОДНОЙ СРЕДЕ

Для оценки биологической активности химических соединений, а также прогноза последствий их воздействия, и соответственно, для установления зависимости «доза-эффект», на первых этапах, в основном, используют биологические объекты. В качестве тест-объекта для определения уровня воздействия химических веществ на живые организмы используют одноклеточную зеленую водоросль *Chlorella vulgaris* Beij. (Жмур, 2001). С ее использованием предложены тест-реакции, основанные на изменении показателей выживаемости, численности, содержания хлорофилла в клетках, интенсивности и характера фотосинтетической активности.

В данной работе изучалось воздействие формальдегида (одного из наиболее распространенных в окружающей среде органических токсикантов) на ростовые и физиологические показатели водоросли *Ch. vulgaris*. Формальдегид хорошо изученное соединение, но, тем не менее, существует недостаток информации об эффектах его действия при концентрациях, характерных для окружающей среды, что усложняет оценку его опасности для компонентов биосферы.

Нами исследовалось влияние формальдегида в диапазоне концентраций $1{,}33\times10^{-6}$–$1{,}33\times10^{-16}$ моль/л на рост и фотосинтетическую активность водоросли хлореллы. Большая часть исследуемых концентраций ниже значения ПДК формальдегида в воде ($1{,}33 \times 10^{-7}$ моль/л).

Анализ полученных результатов позволил нам сделать вывод о том, что форма зависимости «концентрация–эффект» при действии исследуемых растворов формальдегида на рост *Ch. vulgaris* немонотонна и характеризуется тремя участками, различающимися уровнем повреждений. В первом диапазоне

($1{,}33\times10^{-6}$ до $1{,}33\times10^{-10}$ моль/л) скорость размножения клеток хлореллы не отличается от контроля. Во втором диапазоне ($1{,}33\times10^{-11}$–$1{,}33\times10^{-12}$ моль/л) наблюдается достоверное ингибирование роста водоросли, а в третьем ($1{,}33\times10^{-13}$–$1{,}33\times10^{-15}$ моль/л) – отмечается увеличение прироста биомассы хлореллы.

Однако изменение роста довольно сложным образом отражает действие химического соединения на культуру и не всегда можно дать однозначный ответ. Гораздо более наглядным показателем уровня химического воздействия является изменение физиологических параметров клетки, например, фотосинтетической активности.

Полученные данные показали, что формальдегид оказывает ингибирующее воздействие на способность водорослей к фотосинтезу. Наибольшее снижение интенсивности фотосинтеза отмечается при концентрациях от $1{,}33\times10^{-6}$ до $1{,}33\times10^{-10}$ моль/л. Кроме того, во всех концентрациях формальдегид также оказывает ингибирующее действие на дыхание. Как известно, для протекания процессов дыхания растениям необходим кислород. В темноте, когда преобладает процесс дыхания, в присутствии исследуемых концентраций формальдегида относительное содержание кислорода резко падало относительно контроля. Соответственно, водоросли находились в среде с пониженным содержанием кислорода и с повышенным количеством углекислого газа, который и приводил к ингибированию процесса дыхания (Полевой, 1989).

Таким образом, проведенное исследование свидетельствует о заметном воздействии низких концентраций формальдегида на ростовые и физиологические показатели водоросли *Ch. vulgaris*. Причем относительно высокие концентрации оказывают отрицательное влияние, низкие концентрации обладают стимулирующим эффектом.

А.Г. ЗАРИПОВА, Ф.Б. ШКУНДИНА

ФБОУ ВПО «Башкирский государственный университет»,
ул. Заки Валиди, 32, 450074 Уфа, Россия
e-mail: Alina-15-05@yandex.ru, Shkundinafb@mail.ru

ИЗМЕНЕНИЕ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ МИКРОФИТОБЕНТОСА САПРОПЕЛЯ НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕЧЕБНОЙ ГРЯЗИ (НА ПРИМЕРЕ ОЗЕРА КУЛЬТЮБАК, РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН, РОССИЯ)

Лечебные грязи – сложный природный биохимический комплекс, оказывающий разностороннее влияние на организм человека. В формировании лечебных грязей большую роль играет микрофитобентос, образованный водорослями и цианопрокариотами. При отмирании клеток происходит попадание в пелоид различных органических веществ. Так, в воду выделяется 70 % соединений фосфора, 20–30 % соединений азота. Переходят в ил белки, углеводы, липиды.

Лечебная грязь отбирается в озере Культюбак, расположенном в Мечетлинском районе Республики Башкортостан. Озеро находится в нижнем течении р. Ай, на границе со Свердловской областью. Культюбак имеет в основном старичное происхождение. Грязь темно-серого цвета, с плотностью 1,29–1,42 г/дм^3, влажностью 53–58 %, содержанием глинистых частиц 75–85 %, коллоидных – 10–15 %, органических веществ 3–7 %. Отбор проб и их обработка проходили по стандартной методике (Водоросли …, 1989).

В период с 2008 по 2010 гг. в рассмотренных пробах было выявлено 112 видов и внутривидовых таксонов из 52 родов, 36 семейств, 20 порядков, 8 классов и 6 отделов. Ведущими по числу видов являются отделы Bacillariophyta – 93, Cyanoprokaryota – 13 видов и внутривидовых таксонов (ввт). Менее существенный вклад во флору водорослей изучаемой лечебной грязи вносили Xanthophyta – 3, Chlorophyta – 2, Euglenophyta – 1 вид и ввт.

В процессе использования происходит изменение систематической структуры и видового состава микрофитобентоса лечебных грязей. Наибольшее видовое разнообразие наблюдается в сапропеле, взятом непосредственно из озера, где было выявлено 100 видов и ввт. Почти вдвое меньшим числом видов характеризовался автотрофный бентос грязи до регенерации (41). Бентосные сообщества водорослей и цианопрокариот грязи после регенерации и из лечебницы отличались дальнейшим уменьшением числа выявленных видов (27 и 29 соответственно).

В автотрофном бентосе грязи из озера выявлены водоросли из 4 отделов, 7 классов, 17 порядков, 31 семейства и 46 родов. Вклад в формирование видового разнообразия автотрофного бентоса составляет 89,3 % от общего числа обнаруженных видов водорослей и цианопрокариот. Видовое разнообразие формировали в основном отделы: Bacillariophyta (78), Cyanoprokaryota (12). Менее существенный вклад во флору водорослей изученных лечебных грязей вносили Xanthophyta (2) и Chlorophyta (1). В микрофитобентосе лечебной грязи до регенерации было выявлено 41 вид и ввт, 36,6 % от общего числа обнаруженных водорослей и цианопрокариот из 5 отделов, 6 классов, 12 порядков, 19 семейств, 26 родов. Отделы Bacillariophyta – 32, Cyanoprokaryota – 6, Euglenophyta – 1, Xanthophyta – 1, Chlorophyta – 1 вид и ввт. В автотрофном бентосе грязи после регенерации было выявлено 27 видов и ввт из 22 родов, 14 семейств, 10 порядков, 5 классов и 2 отделов. Были выявлены только представители отделов Bacillariophyta – 22 и Cyanoprokaryota – 5. В микрофитобентосе грязи из лечебницы было выявлено 29 видов и ввт из 18 родов, 16 семейств, 7 порядков, 2 классов и 2 отделов. Полностью доминировал отдел Bacillariophyta – 28, из Cyanoprokaryota присутствовал только 1 вид.

В целом, структура микрофитобентоса была типична для флоры водорослей и состава цианопрокариот большинства водоемов Республики Башкортостан, с доминированием диатомовых водорослей и цианопрокариот.

Б.К. ЗАЯДАН[1], Д.Н. МАТОРИН[2], А.А. УСЕРБАЕВА[1], А.К. САДВАКАСОВА[1]

[1]Казахский национальный ун-т им. аль-Фараби,
пр. аль-Фараби, 71, 50040 Алматы, Казахстан
e-mail: zbotakhan@mail.ru
[2]Московский государственный ун-т им. М.В. Ломоносова
Ленинские горы, 1, 119999 Москва, Россия
e-mail: matorin@biophys.msu.ru

ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА НА ПАРАМЕТРЫ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ ХЛОРОФИЛЛА ДИКИХ И МУТАНТНЫХ ШТАММОВ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ *CHLAMYDOMONAS REINHARDTII* P.A. DANG.

В настоящее время возрастающее внимание во всем мире уделяется перспективам развития нанотехнологий. Использование наноматериалов бесспорно является одним из самых перспективных направлений науки и техники в XXI веке. Учитывая, что в перспективе ожидается тесный контакт человека и других биологических объектов с наноматериалами, изучение вопросов потенциальных рисков их использования представляется первостепенной задачей.

Микроводоросли являются главными продуцентами органического вещества в водоемах и своеобразными экологическими мишенями для различных антропогенных загрязнений, часто поступающих в водные экосистемы. Кроме того водоросли рекомендованы как один из основных объектов биотестирования (Vavilin, Polynov, Matorin et al., 1995; Заядан, 2009, 2011).

В настоящее время для задач биомониторинга перспективным является применение методов измерения флуоресценции хлорофилла для выявления действия токсикантов на водоросли (Vavilin et al., 1995; Schreiber et al., 2002; Маторин и др., 2007). Основой флуоресцентных методов является то, что хлорофилл, находящийся в фотосинтетических мембранах, служит своего рода природным датчиком состояния клеток водорослей. Достижения в изучении механизмов первичных процессов фотосинтеза выявили связь показателей флуоресценции хлорофилла с характеристиками состояния фотосинтетического аппарата фотосинтезирующих организмов (Matorin et al., 2002; Antal et al., 2009).

Целью данной работы является выявление токсического эффекта наночастиц серебра на клетки микроводоросли *Chlamydomonas reinhardtii* P.A. Dang. Объектом исследования являлся дикий мутантный штамм *Ch. reinhardtii* из коллекции фототрофных микроорганизмов КазНУ им. аль-Фараби. В работе исследован препарат наносеребра [Ag] (средний радиус 40 нм). Измерения флуоресцентных показателей водорослей проводили на импульсном флуорометре WaterPAM (Walz, Германия).

В результате измерения обилия микроводорослей по F_0 и состояния его фотосинтетического аппарата по F_v/F_m клеток *Ch. reinhardtii* в контроле и после добавления наночастиц серебра, видно, что наночастицы серебра у клеток дикого штамма ингибируют как количество клеток, так и

фотосинтетическую активность F_v/F_m. Мутант CC–79 более чувствителен к действию наночастиц серебра. Подобные данные были получены и по действию повиалгола (медпрепарата, содержащего коллоидное серебро) на максимальный квантовый выход ФС 2 – F_v/F_m. Эти данные показывают, что мутанты микроводорослей *Ch. reinhardtii* могут иметь разную чувствительность к токсикологическому действию наноматериалов. Показано, что наночастицы серебра могут снижать скорость развития культуры микроводорослей *Ch. reinhardtii* и существенно изменять параметры флуоресценции хлорофилла, отражающие первичные процессы запасания световой энергии в фотосинтезе. Наблюдалось снижение квантового выхода фотохимического превращения световой энергии в фотосинтезе. У мутантов *Ch. reinhardtii* наблюдаются различия в чувствительности к наночастицам.

Делается вывод о перспективности использования высокочувствительных мутантов *Ch. reinhardtii* для оценки токсикологического воздействия современных наноматериалов.

Б.К. ЗАЯДАН, А. ОТАРОВ, Г.Б. БАЙМАХАНОВА, Н.Р. АКМУХАНОВА

Казахский национальный ун-т им. аль-Фараби,
пр. аль-Фараби, 71, 50040 Алматы, Казахстан
e-mail: zbotakhan@mail.ru

КУЛЬТУРЫ АЗОТФИКЦИРУЮЩИХ ЦИАНОБАКТЕРИЙ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ РИСОВЫХ ПОЛЕЙ КЫЗЫЛОРДИНСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Цианобактерии, фиксируя атмосферный азот, играют большую роль в повышении плодородия почвы. Перспективность применения азотофиксирующих цианобактерий в земледелии связана с их участием в круговороте азота, который существенно влияет на урожайность высших растений. Цианобактерии наряду с другими почвенными организмами участвуют в создании гумусовых веществ почвы. Кроме того, многие виды цианобактерий, используемые для альголизации почв, оказывают фунгистатическое и фунгицидное действие. Положительный эффект инокуляции объясняется не только азотфиксирующей активностью цианобактерий, но и продуцированием ими биологически активных веществ и стимулирующим влиянием на гетеротрофные микроорганизмы-азотфиксаторы. Так, альголизация ячменя при оптимальных условиях влажности почвы дала прибавку урожая в вегетационных условиях опытов на 25–30 %.

Альгофлора рисовых полей Шиелийского райнона Кызылординский области до настоящего времени не изучалась. Перед нами стояли следующие задачи: исследовать видовой состав микроводорослей, выделить альгологически чистые культуры микроводорослей и цианобактерий.

По результатам альгологического исследования на рисовых полях Шиелийского района было обнаружено 47 видов и разновидностей микроводоролей, из них: эвгленовых – 1, зеленых – 10, синезеленых – 15, диатомовых – 21 вид.

Успех массового культивирования микроводорослей для сельского хозяйства зависит от подбора высокопродуктивных и хозяйственно ценных штаммов и видов. Для проведения сравнительного изучения их в определенных условиях культивирования необходимо иметь в коллекции культур большой набор альгологически и бактериологически чистых штаммов и видов микроводорослей.

Нами исследованы и выделены 5 бактериологических чистых культур микроводорослей и цианобактерий, которые были идентифицированы как *Chlorella vulgaris* R-1*, Euglena viridis* R-1, *Anabaena* sp. R-1, *Spirulina majior* R-1 и *Oscillatoria tenuis* R-1. Изучены их морфолого-культуральные свойства, а также некоторые биохимические показатели на питательных средах с азотом и без его добавления. Экспериментальные данные свидетельствуют о высокой продуктивности культуры *Anabaena* sp. R-1 на питательной среде без азота, в то время как рост клеток *Spirulina majior* R-1 и *Oscillatoria tenuis* R-1 в данных условиях не наблюдался. Полученные результаты позволяют предполагать о том, что культуры *Anabaena* sp. R-1 получают данный элемент путем его связывания из атмосферы.

Использование в агробиотехнологии азотофиксирующих цианобактерий может решить проблемы структуризации плодородия почв и, соответственно, увеличить урожайность сельскохозяйственных растений. В следующем эксперименте мы определили влияние цианобактерии *Anabaena* sp. R-1 на рост пшеничных культур. Семена пшеничной культуры обрабатывали суспензией цианобактерий. Контролем служила питательная среда без биомассы *Anabaena* sp. R-1. Установлено, что при обработке семян пшеницы суспензией азотофиксирующей цианобактерии *Anabaena* sp. R-1 продуктивность пшеницы повысилась на 15 %, а высота стебля пшеницы была на 3,5 см выше по сравнению с контролем.

А.Б. ЗОТОВ

Одесский филиал Ин-та биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины
ул. Пушкинская, 37, 65011 Одесса, Украина
e-mail: zotovab@ukr.net

ПОКАЗАТЕЛИ ПОВЕРХНОСТИ ФИТОПЛАНКТОНА В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Показатели поверхности одноклеточных водорослей фитопланктона в течение прошлого десятилетия активно применялись в гидроэкологических исследованиях. Это позволило выявить их преимущества и наметить перспективы дальнейшего использования. При анализе природных систем применяется показатель удельной поверхности сообщества $(S/W)_c$,

отражающий экологическую активность фитопланктона на основе морфологической организации водорослей и индекс поверхности сообщества ($ИП_c$), характеризующий уровень продукционного процесса фитопланктона путем внесения морфологического коэффициента в величину биомассы (Миничева, Зотов, Косенко, 2004; Зотов, Руснак, 2005). Использование этих показателей позволяет расширить возможности гидроэкологических методов при анализе процессов, происходящих в водных растительных сообществах.

Преимущества $(S/W)_c$ как интегральной характеристики морфологической организации сообщества и $ИП_c$, отражающего уровень количественного развития сообщества в процессе формирования его первичной продукции, проявились при исследовании взаимосвязей между морфометрической структурой фитопланктона, уровнем его количественного развития и влиянием факторов среды. Связь, выявленная между изменчивостью показателя $(S/W)_c$ и соотношением азота к фосфору, подтвердила влияние данного фактора на таксономическую и морфологическую перестройку фитопланктона (Зотов, 2010). Изменчивость индекса поверхности сообществ отражает реакцию структурной организации сообществ фитопланктона на воздействие валовых концентраций биогенных веществ и тяжелых металлов (Зотов, Павлова, Секундяк, 2010). Это позволяет использовать показатель удельной поверхности в качестве эффективного инструмента при сопоставлении морфоструктурной организации фитопланктона различных акваторий на основе сравнительного анализа уровня количественного развития групп водорослей, характеризующихся различными значениями удельной поверхности (Зотов, 2008). Анализ особенностей распределения индекса поверхности фитопланктона в акваториях с различным уровнем трофности свидетельствует о возможности его использования в качестве интегрального биологического показателя трофического статуса водной среды (Зотов, 2007). Важной перспективой использования показателей поверхности является их внедрение в общеевропейские методы оценки качества водной среды, разрабатываемые на основе Водной Директивы ЕС (WFD).

Актуальным аспектом применения показателей поверхности фитопланктона стал поиск методов оценки реакций автотрофных сообществ на воздействие климатических факторов. Это потребовало использования показателей поверхности в качестве единых параметров, характеризующих процессы, происходящие в автотрофном звене бентоса и пелагиали водных экосистем. При сопоставлении «коэффициентов осцилляции» морфоструктурных параметров автотрофных сообществ северо-западной части Черного моря и климатических факторов проявилась обратная связь между устойчивостью погоды и пластичностью растительных сообществ водных экосистем. Анализ изменения структурно-функциональных показателей фитобентоса и фитопланктона северо-западной части Черного моря позволил сделать вывод о превосходстве скорости реакции автотрофных сообществ над интенсивностью изменчивости воздействующих на них климатических факторов (Minicheva, Bolshakov, Zotov 2010).

Е.К. ЗОЛОТАРЁВА, В.В. ПОДОРВАНОВ, А.В. ПОЛИЩУК

Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины,
ул. Терещенковская, 2, 01601 Киев, Украина
e-mail: membrana@ukr.net

МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИИ ОДНОКЛЕТОЧНЫХ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ К БЕСКИСЛОРОДНЫМ УСЛОВИЯМ СУЩЕСТВОВАНИЯ

В естественных условиях микроводоросли вынуждены адаптироваться к широкому диапазону концентраций O_2 и выживать даже при его отсутствии за счет глубокой перестройки метаболизма, затрагивающей преимущественно системы энергетического обмена. Приспособление одноклеточных микроводорослей к аноксии является генетически обусловленной стратегией этих организмов, а изучение их физиологического ответа на анаэробный стресс необходимо для понимания механизмов клеточной устойчивости растительных организмов к дефициту кислорода.

Одноклеточная зеленая водоросль *Chlamydomonas reinhardtii* P.A. Dang., которую иногда называют «фотосинтезирующими дрожжами», за сто лет изучения стала модельным объектом для исследования фундаментальных вопросов клеточной и молекулярной биологии. Она имеет простой жизненный цикл, гаплоидный геном в вегетативных клетках, благодаря чему эффекты мутаций проявляются без необходимости последующих скрещиваний. Клетки *Ch. reinhardtii* могут расти в темноте, используя в качестве источника углерода ацетат. Особенностью *Ch. reinhardtii* есть несвойственный для других эукариотических фотосинтезирующих организмов тип анаэробного метаболизма. При отсутствии кислорода в клетках *Ch. reinhardtii* индуцируется ферментативные процессы с участием пируват-формиат-лиазы (ПФЛ; ЕС 2.3.1.54), в результате которых продуцируются формиат и этанол, а также синтезируются две кислород-чувствительные [Fe-Fe] гидрогеназы (ЕС 1.12.7.2), функционирование которых зависит от работы фотосинтетической электрон-транспортной цепи. Таким образом, клетки *Ch. reinhardtii* экспрессируют многие ферменты, специфичные для анаэробных эукариот, у которых отсутствуют типичные митохондрии. Молекулярный кислород вызывает инактивацию этих ферментов в течение 2–3 мин.

Другим факультативным анаэробом является *Euglena gracilis* G.A. Klebs. Ее хлоропласты вырабатывают кислород, который обеспечивает дыхание в митохондриях с использованием немного измененного цикла лимонной кислоты (Green et al., 2000). *E. gracilis* легко адаптируется к широкому диапазону концентраций кислорода, выживая даже в безкислородной среде. В условиях аноксии процессы преобразования энергии в клетках факультативно анаэробной культуры *E. gracilis* имеют ряд фундаментальных отличий от реакций фотосинтетической энерготрансформации в цианобактериях и

одноклеточных зеленых водорослях. В первую очередь это связано с особенностями ее митохондрий, занимающих промежуточное положение между митохондриями аэробных и анаэробных организмов и гидрогеносомами, – органеллами анаэробных протист, продуцирующих H_2. В анаэробных условиях в митохондриях *E. gracilis* экспрессируется пируват: ферредоксин оксидоредуктаза (ПФО) – фермент, характерный для гидрогеносом и анаэробных митохондрий, а также пируват дегидрогеназа и убихинон, которые характерны для аэробных митохондрий. В анаэробных условиях продукты декарбоксилирования пирувата накапливаются в цитозоле в форме воска, который ассимилируется при переходе на кислородное дыхание.

Наличие и использование типичных компонентов анаэробного метаболизма у двух отдаленно связанных эукариот, *Chlamydomonas* (группа Archaeplastida) и *Euglena* (группа Excavate), способных не только потреблять, но и вырабатывают кислород при освещении, показывает, что не существует эволюционного разрыва между аэробными и анаэробными эукариотами. Это позволяет предполагать, что во многих аспектах адаптивные реакции растительных клеток на аноксигенный стресс подобны в организмах различного эволюционного положения.

А.А. ЗУБИШИНА, О.А. ГУСЕВА

Ярославский государственный ун-т им. П.Г. Демидова,
пр-д Матросова, 9, 150057 Ярославль, Россия
e-mail: alla@bio.uniyar.ac.ru

ВЛИЯНИЕ ХАРАКТЕРА ГРУНТОВ НА РАЗВИТИЕ МИКРОФИТОБЕНТОСА ОЗ. ПЛЕЩЕЕВО (РОССИЯ)

Для микрофитобентоса важным абиотическим фактором является эдафический. Исследования, посвященные изучению влияния механического состава грунтов на микрофитобентос немногочисленны как в озерах (Happey-Wood, 1984; Bennion, 1995), так и в реках (Cox, 1990). Для фитомикробентоса Киевского водохранилища отмечена разная интенсивность развития на различных по типу грунтах, в условиях одинаковых глубин (Владимирова, 1972).

Исследования проводились в оз. Плещеево – мезотрофном, димиктическом глубоководном (до 25 м), но с хорошо развитой литоралью водоеме. Отбор проб проводили по трем трансектам (Пляж, Симак, Векса), с точками отбора соответствующим 0,2Z; 0,5Z; 1Z; 2Z; 3Z (где Z – прозрачность) По данным гранулометрического анализа, преобладающей являлась фракция песка среднего (0,25–0,05 мм). С глубиной происходило увеличение количества алевритовой и пелитовой фракций, а также увеличивались влажность, количество органического вещества, объемная масса грунта и уменьшалась степень сортированности донных осадков. В целом, распределение осадков носит циркум-батиметрический характер.

Кластерный и факторный анализ по мехсоставу и свойствам грунтов, выявил разделение всех точек отбора на группы глубоководных 2–3Z и мелководных 0,2–0,5Z. Анализ данных разными методами показал, что точка отбора Пляж1Z по характеристикам субстрата тяготеет к более глубоким станциям, а Симак и Векса1Z ближе к мелководным.

Результаты анализа по биологическим показателям (численности и биомассе микрофитобентоса) и свойствам грунтов показали выделение группы точек отбора наиболее продуктивных по биомассе средних глубин и группы мелководных и глубоководных точек отбора с более низкими средними биомассами.

Мелководные станции характеризовались большей сортированностью грунта и содержанием крупных частиц песка, меньшим содержанием мелкодисперсной фракции, содержащей органическое вещество и биогены. Для глубин 0,2–0,5Z характерно большое количество мелкоклеточных видов диатомей из родов *Achnanthes, Navicula, Amphora, Nitzschia,* часто достигавших уровня доминантов по численности. Однако, из-за небольшого объема, эти виды редко поднимались до уровня доминантов по биомассе. Виды рода *Cymbella* также наиболее обильно развивались на мелководных станциях, но никогда не были доминантами. Максимальных значений развития (до уровня доминанта по N и B) на этих глубинах достигала небольшая *Navicula scutelloides* W. Sm., которая, используя рельеф песчаных частиц, может избегать негативных воздействий течения и ветровых волнений. Для более крупных эпипелических видов (родов *Navicula*, *Amphora*, *Gyrosigma*) максимальные значения обилия чаще регистрировались на глубине 1–2Z, где наблюдалось уменьшение сортированности и повышение относительного содержания мелкой алевритово-пелитовой фракции. Уменьшение обилия микрофитобентоса на глубинах 3Z, где доля мелкодисперсной фракции и органического вещества высока, связано с уменьшением освещенности.

Средние глубины наиболее благоприятны для развития микрофитобентоса в силу относительной стабильности субстрата и достаточной световой и биогенной доступности. На мелководных станциях (особенно 0,2Z), на песчаном хорошо сортированном, нестабильном субстрате развивалось сообщество мелкоклеточного эпипсаммона с невысокими биомассами. На глубоководных станциях микрофитобентос лимитировался светом.

Таким образом, субстрат имеет значительное влияние на распределение микрофитобентоса. Совместно с прозрачностью они определяли значительную часть варьирования структуры микрофитобентоса мезотрофного оз. Плещеево.

Г.И. ИДРИСОВА

Казанский (Приволжский) федеральный ун-т,
ул. Кремлевская, 18, 420008 Казань, Росия
e-mail: guzel_imamovna@mail.ru

СТРУКТУРА И ДИНАМИКА ФИТОПЛАНКТОНА Р. КАЗАНКА (РОССИЯ)

Река Казанка имеет статус памятника природы и является важным в социально-экономическом, экологическом и историческом плане природным объектом Республики Татарстан. По морфометрическим показателям она относится к малым рекам (Экология…, 2005). Для нее характерна повышенная минерализация и жесткая вода гидрокарбонатно-сульфатного типа класса кальция (Ресурсы…, 1971).

Обобщение и систематизация данных о видовом составе, количественном развитии фитопланктона реки Казанка в пределах г. Казани и Приказанья, а также оценка качества воды, определение трофического статуса реки и выявление особенностей развития сообществ в сложившихся условиях функционирования реки были проведены в 2000-х гг. (Мингазова и др., 2005). 89 видов водорослей было обнаружено при исследовании фитопланктона р. Казанка в черте города (Халиуллина, 2003).

Цель нашей работы – проследить динамику видового состава и структуры фитопланктона р. Казанка в пределах Арского и Высокогорского районов Республики Татарстан и дать оценку ее экологического состояния.

Материалом для изучения послужили сборы фитопланктона в мае–августе 2007–2009 гг. на станциях у населенных пунктов Четыре двора, Купербаш, Арск (Арский район), Чемерцы, Чепчуги, Куркачи, Бирюли, Усады, Бимери, Кульсеитово, Чернышевка (Высокогорский район) и в г. Казани (Гаврилова). Пробы водорослей были отобраны, сконцентрированы и обработаны по общепринятой методике (Водоросли …, 1989). При анализе данных использовались индексы разнообразия Шеннона (H), доминирования Симпсона (d), рассчитанные по биомассе.

Идентификация видового состава выявила 90 видов, относящихся к 5 отделам (Cyanophyta, Dynophyta, Bacillariophyta, Euglenophyta, Chlorophyta), 11 классам, 16 порядкам, 32 семействам. Из 90 видов наиболее широко был представлен род *Scenedesmus* Meyen (14 видов, 15,5 %). В период с 2007 по 2009 гг. синезеленые, динофитовые и эвгленовые были представлены небольшим количеством видов. Наибольшее видовое разнообразие диатомовых и зеленых водорослей отмечалось в 2008 г., наименьшее – в 2007 г.

Численность и биомасса фитопланктона варьировала на исследуемых станциях р. Казанка в значительных пределах (численность от 0,07 млн кл/л до 6,22 млн кл/л; биомасса от 0,002 г/мі до 9,8 г/мі). Максимальные значения численности и биомассы наблюдались в 2009 г., минимальные – в 2007 г. (разность достоверна на всех уровнях значимости).

По отношению к местообитанию преобладали планктонно-бентосные виды (52 %); по отношению к солености – олигалобы-индифференты (84,6 %); по отношению к pH воды – индифференты (77,8 %), по географической приуроченности – космополиты (90,4 %). Фитопланктон р. Казанка характеризуется наличием 9 групп индикаторных организмов. Среди них чаще всего встречается бетамезосапробионты (52,9 %), что говорит об относительной чистоте водоема.

Индекс Шеннона составлял в среднем в 2007–2008 гг. 0,80–0,88 бит, указывая на экстремальные экологические условия. В 2009 г. ситуация несколько улучшилась: индекс составил 1,52 бит, что соответствует эвтрофному водоему. Индекс Симпсона изменялся по годам от 0,40 до 0,67, что указывает на нарушенность структуры сообщества в ходе загрязнения водоема. Индекс сапробности изменялся за период наблюдений от 1,44 до 2,68, характеризуя р. Казанку как умеренно-загрязненный водоем.

Р.Р. КАБИРОВ

Башкирский государственный педагогический ун-т им. М. Акмуллы,
ул. Октябрьской революции, 3а, 450000 Уфа, Россия
e-mail: kkabirov@yandex.ru

ЦИАНОБАКТЕРИАЛЬНО-ВОДОРОСЛЕВЫЕ ЦЕНОЗЫ В СИСТЕМЕ РАСТИТЕЛЬНОГО КОНТИНУУМА

В современной фитоценологии доминирует концепция континуума, согласно которой большинство растительных сообществ непрерывно переходят одно в другое (Миркин, Наумова, 1998). В тоже время в рамках этой концепции используется прагматический редукционизм, то есть сведение континуальных явлений к системе дискретных единиц. Степень редукции, в первую очередь, определяется целями и задачами, которые ставит перед собой исследователь.

Любое сообщество, в том числе и цианобактериально-водорослевые ценозы (ЦВЦ), описывается набором определенных критериев. Чаще всего исследователи оперирует небольшим числом показателей, по которым сравнивают изучаемые альгоценозы. К таким показателям, прежде всего, относятся: видовой состав, состав доминантов и субдоминантов, таксономическая структура (число видов в родах, число родов в семействах и порядках, число порядков в отделах), ведущие семейства, состав жизненных форм, обилие особей выявленных видов и ряд других характеристик. Используя эти показатели в континууме цианобактериально-водорослевого покрова выделяются отдельные ЦВЦ.

Можно принять, что сравниваемые ЦВЦ являются разными при выполнении хотя бы одного из следующих условий: 1) видовой состав изменяется более чем на 50 %, 2) происходят изменения в комплексе доминантов на уровне отделов, 3) изменяется таксономическая структура ЦВЦ на уровне отделов (значимым следует считать появление или выпадение отделов, к которым относится 10 % и более обнаруженных в

ЦВЦ видов), 4) изменяется экологическая структура сообщества (значимым следует считать выпадение или появление жизненных форм, к которым относятся 10 % и более видового состава ЦВЦ) (Кабиров, 2008; Кабиров, Гайсина, Сафиуллина, 2010).

Используя данный подход мы изучали ЦВЦ в окрестностях металлургического комбината «Североникель» (Мончегорский р-н, Мурманская обл.). Отбор проб проводился в ельниках чернично-зеленомошных на 4 профилях. Они располагались на хорошо дренированных склонах с перепадом высот 120–300 м над уровнем моря вдоль трансекты длиной 65 км южного направления, соответствующего наибольшему поллютантному следу. На обследованной территории обнаружена мозаика ЦВЦ. Практически на каждой площадке развивалось свое особое сообщество.

Этот же подход можно использовать при исследовании влияния различных экологических факторов на ЦВЦ в лабораторных условиях. В качестве примера рассмотрим ранее полученные результаты по изучению влияния бензина А 72 на почвенные водоросли (Кабиров, 1982). Исследования провели в лабораторных условиях в чашечных культурах со стеклами обрастания. В чашки Петри помещали по 50 г тщательно перемешанной и просеянной через сито (диаметр отверстий 3 мм) воздушно сухой почвы (выщелоченный чернозем с лесной поляны). Испытывали следующие концентрации бензина, внесенного в чашки Петри однократно: 0,002; 0,005; 0,01; 0,02; 0,04; 0,1; 0,2 мл на 1 г воздушно-сухой почвы. В контроле почву увлажняли дистиллированной водой. В итоге установлено, что загрязнение почвы бензином в концентрации 0,002 мл/г вызывал разрушение существующего «контрольного» ЦВЦ и формирование нового (условно обозначим его как А) ЦВЦ, который развивался в интервале концентраций 0,002–0,005 мл/г. В интервале концентраций 0,01–0,02 мл/г ценоз А преобразовался в новый (Б ценоз), который в свою очередь перешел в ценоз Г. Для каждого ЦВЦ можно установить интервал устойчивости к изучаемому фактору.

Д.А. КАПУСТИН

Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины
ул. Терещенковская, 2, 01601, г. Киев, Украина
e-mail: brassica2@inbox.ru

ПЕРВЫЕ СВЕДЕНИЯ О СТОМАТОЦИСТАХ ЗОЛОТИСТЫХ ВОДОРОСЛЕЙ ПОЛЕССКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА (УКРАИНА)

Способность образовывать эндогенные кремниевые стоматоцисты (или просто цисты) является одной из характерных черт золотистых водорослей (Scherffel, 1911; Матвієнко, 1965). Стоматоцисты, как правило, имеют сферическую или обратнояйцевидную форму, размеры от 3 до 35 мкм, а также пору, окруженную, иногда, воротничком разнообразного

строения; стенки цист могут быть гладкими или разнообразно орнаментированными. Морфология цист является консервативной и видоспецифичной, однако простые неорнаментированные морфотипы стоматоцист могут продуцироваться несколькими видами (Sandgren, 1991). Лишь для 10–15 % морфотипов стоматоцист достоверно установлены виды, их продуцирующие (Zeeb, Smol, 2001).

Целью нашей работы было установление разнообразия морфотипов золотистых водорослей в водоемах Полесского природного заповедника. Материалами для работы послужили 8 альгологических проб, 7 из них изучались с помощью СЭМ.

В результате проведенной работы обнаружено 26 морфотипов стоматоцист, из которых 4 неидентифицированы и, вероятно, являются новыми для науки. Все морфотипы стоматоцист являются новыми для Украины, поскольку подобные работы ранее не проводились.

Обнаруженные стоматоцисты относятся к следующим группам (по классификации Duff, Zeeb, Smol, 1995): **неорнаментированные**: *без воротничка*: 9 Duff & Smol 1988 emend. Zeeb & Smol 1993; 15 Duff & Smol 1988 emend. Zeeb & Smol 1993; 189 Zeeb & Smol in Zeeb et al. 1996; *с простым коническим воротничком*: 188 Brown & Smol in Brown et al. 1994; cf. 269 Gilbert & Smol in Gilbert et al. 1997; *с простым цилиндрическим воротничком:* 161 Zeeb & Smol 1993; *с простым обратноконическим воротничком:* 391 Pla 2001; *со сложным воротничком:* 135 Duff & Smol in Duff et al. 1992; cf. 45 Hansen 2001; **орнаментированные**: *с гранулами:* 257 Zeeb & Smol in Zeeb et al. 1996; *с бородавками:* cf. 207 Duff & Smol 1994; 57 van de Vijver & Beyens 1997; *с шипами:* cf. 37 Facher & Schmidt 1996; 72 Duff & Smol 1991; 73 Duff & Smol 1991; 1 Pang & Wang 2012; *с короткими ребрами:* 57 Duff & Smol 1991; *с длинными ребрами:* 310 Pla 2001; 16 Cabała 2004; *с ретикулюмом*: 229 Duff & Smol 1994; 18 Cabała 2004; *с впадинами:* cf. 3 van de Vijver & Beyens 1997.

Большинство морфотипов стоматоцист обнаружено только в одной пробе, лишь стоматоцисты 9 Duff & Smol 1988 emend. Zeeb & Smol 1993, cf. 3 van de Vijver & Beyens 1997, 18 Cabała 2004 и 73 Duff & Smol 1991 отмечены в двух пробах. Наибольшей частотой встречаемости (4 пробы) отмечался широко распространенный и вариабельный (Piątek, Piątek, 2008) морфотип 135 Duff & Smol in Duff et al. 1992; подобные этому морфотипы стоматоцист продуцируются разными видами рода *Uroglena* (Starmach, 1985). Нами также установлено, что морфотип 15 Duff & Smol 1988 emend. Zeeb & Smol 1993 продуцировался *Synura leptorrhabda* (Asmund) Nicholls – новым для Украины видом хризофит.

Таким образом, учитывая небольшое количество исследованных проб, нами отмечено довольно высокое разнообразие морфотипов стоматоцист золотистых водорослей в водоемах Полесского заповедника, а обнаруженные новые для науки морфотипы только подтверждают перспективность дальнейших исследований в этой области. Кроме того, стоматоцисты отражают еще невыявленное разнообразие хризофит Полесского заповедника.

Работа выполнена в рамках польско-украинского проекта «Сравнительное изучение флоры водорослей Польского и Украинского Полесья». Выражаем признательность проф. К. Воловскому (K. Wołowski) за предоставленную возможность работы на сканирующем электронном микроскопе, д-ру Й. Пьйонтек (J. Piątek) за помощь в идентификации стоматоцист и А. Латкевич (A. Łatkiewicz) за техническую помощь при работе на СЭМ.

Д.А. КАПУСТИН

Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины,
ул. Терещенковская, 2, 01601 Киев, Украина
e-mail: brassica2@inbox.ru

РАЗНООБРАЗИЕ ВОДОРОСЛЕЙ ВОДОЕМОВ ПОЛЕССКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА (УКРАИНА)

Полесский природный заповедник создан в 1968 г. Он расположен на севере Житомирской области на территории Олевского и Овручского районов. Площадь – 20104 га, в растительности преобладают леса (73 %) и болота (22 %) (Балашев, 1983; Андриенко, Попович, Шеляг-Сосонко, 1986).

Изучением водорослей водоемов заповедника и его окрестностей в 70–80-х гг. прошлого века занимались З.И. Ветрова, Н.А. Мошкова, Н.С. Водопьян, П.М. Царенко. Наши исследования альгофлоры заповедника начаты в 2008 г.

Обобщение литературных и оригинальных данных показало, что в водоемах заповедника встречается 538 видов (582 внутривидовых таксона – ввт), что составляет 50,7 % от альгофлоры Житомирского Полесья. Они принадлежат к 184 родам, 82 семействам, 41 порядку, 15 классам и 12 отделам. Наибольшим видовым разнообразием характеризуются зеленые (142 вида (154 ввт), 26,39 %), диатомовые (121 вид (124 ввт), 22,49 %) и эвгленовые (105 видов (127 ввт), 19,52 %) водоросли. К ведущим семействам принадлежат: Euglenaceae, Desmidiaceae, Scenedesmaceae, Phacaceae, Pinnulariaceae и др. Распределение по типам водоемов (Одум, 1986) следующее: в лотических водоемах встречается 349 видов (372 ввт) водорослей, в лентических – 184 вида (204 ввт), в заболоченных участках – 106 видов (110 ввт). Нами обнаружено также 16 новых для Украины видов водорослей: *Botryococcus protuberans* W. et G.S. West (Chlorophyta), *Batrachospermum keratophytum* Bory emend. R.G. Sheath, M.L. Vis et K.M. Cole (Rhodophyta), *Coleochaete circularis* Szymanska, *Euastrum pectinatum* Ralfs, *Klebsormidium acidophilum* Novis (Streptophyta), *Cryptomonas tatrica* Czosn. (Cryptophyta), *Chrysopyxis ascendens* Wisłouch, *Ch. colligera* Scherff., *Ch. paludosa* Fott, *Ch. pitschmannii* H. Ettl, *Derepyxis ovata* (Wislouch) Bourr., *Lepochromulina bursa* Scherff., *Synura leptorrhabda* (Asmund) Nicholls (Chrysophyta), *Dinococcus oedogonii* (P. Richter) Fott

(Dinophyta), *Calycimonas physaloides* Christen (Euglenophyta), *Eunotia bactriana* Ehrenb. (Bacillariophyta).

Значительна и созологическая ценность альгофлоры Полесского природного заповедника. Так, в водоемах заповедника отмечено 7 видов водорослей, занесенных в Красную книгу Украины (2009), что составляет около 12 % от общего количества водорослей в этом издании и около 23 % от числа пресноводных видов. *Bulbochaete subquadrata* Mroz., *Pseudopediastrum kawraiskyi* (Schmidle) E. Hegew., *Roya anglica* G.S. West, *Nitella gracilis* (W. Sm.) C. Agardh относятся ко II категории опасности (уязвимые), а *Batrachospermum gelatinosum* (L.) DC, *Bambusina brebissonii* Kütz., *Chara delicatula* C. Agardh – к III категории (редкие).

Таким образом, альгофлора Полесского природного заповедника является достаточно богатой, а значительное число редких таксонов водорослей свидетельствует о ценности заповедника как ядра Полесского экологического коридора и его относительной региональной репрезентативности.

В.Ю. КИЗИЛОВА

НИИ биологии, Харьковский национальный ун-т им. В.Н. Каразина,
пл. Свободы, 4, 61022 Харьков, Украина
e-mail: Kizilova86@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ПОЛИЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ 6000 НА ПОДВИЖНОСТЬ И АГРЕГАЦИЮ КЛЕТОК *DUNALIELLA VIRIDIS* TEODOR.

Полиэтиленгликоль (ПЭГ) – это водорастворимый полимер, который используется в биофизических исследованиях макромолекул (ДНК, липидов, белков) благодаря своему свойству устанавливать осмотическое давление, которое приводит молекулы в тесный контакт между собой. Кроме того, ПЭГ широко применяется для осаждения водорастворимых белков, а также в методах соматической гибридизации для увеличения частоты слияния клеток. Ввиду нетоксичности ПЭГ может применяться как для слияния протопластов животных и растительных клеток, так и для слияния протопластов клеток микроводорослей.

На сегодняшний день все больше внимания привлекают методы получения гибридов между клетками микроводорослей, поскольку они являются источниками биологически активных веществ, биотоплива, широко используются для очистки сточных вод от тяжелых металлов, а также в медицине в качестве антиканцерогенных и антиоксидантных веществ. Поэтому получение межвидовых и внутривидовых гибридов представляет значительный интерес.

Однако слияние протопластов микроводорослей – это высокоспецифичный процесс и зависит от ряда факторов. Одним из таких

факторов является молекулярная масса ПЭГ и его концентрация в растворе, необходимая для слияния клеток.

В связи с этим в данной работе изучали действие ПЭГ с молекулярной массой 6000 разных концентраций на подвижность и агрегатообразование клеток *Dunaliella viridis* Teodor.

В культуру клеток *D. viridis*, находящихся в стационарной фазе роста (21 сутки), вносили ПЭГ 6000 в концентрации 2,5, 5, 6,5, 7,5, 8,5 и 10 % . Растворы ПЭГ готовили на среде Артари. Определяли количество неподвижных клеток и количество клеток в агрегатах.

Было показано, что количество неподвижных клеток увеличивалось в 1,5 и 2 раза по сравнению с контролем (клетки на среде Артари без внесения ПЭГ) на среде с 8,5 и 10 % ПЭГ соответственно. Концентрации до 8,5 % ПЭГ по сравнению с контролем увеличения неподвижности клеток не вызывали.

Количество клеток в агрегатах увеличивалось с возрастанием концентрации ПЭГ, при этом в концентрациях 2,5 и 5 % агрегатов не наблюдалось. Клетки начинают образовывать агрегаты в количестве 21, 56, 50 и 30 % от общего числа клеток при концентрациях ПЭГ 6,5, 7,5, 8,5 и 10 % соответственно. То есть наибольшее количество клеток в агрегатах наблюдалось при концентрациях 7,5 и 8,5 %. При этом способность клеток *D. viridis* к агрегатообразованию наблюдалось сразу же после внесения раствора ПЭГ и со временем количество клеток в агрегатах не изменялось. Кроме этого, клетки, находящиеся в агрегатах, в растворах ПЭГ до концентрации 10 % были подвижны. Однако при концентрации ПЭГ 10 % все клетки теряли подвижность.

Исходя из этого, были подобраны оптимальные концентрации ПЭГ с молекулярной массой 6000, необходимые для образования агрегатов клеток *D. viridis* – 7,5 и 8,5 %, которые могут быть использованы при соматической гибридизации.

Г.В. КИМ, А.В. КОТОВЩИКОВ

Ин-т водных и экологических проблем Сибирского отделения РАН,
ул. Молодежная, 1, 656038 Барнаул, Россия
e-mail: kimg@iwep.asu.ru, kotovschik@iwep.asu.ru

ФИТОЭПИЛИТОН ЛИТОРАЛИ ТЕЛЕЦКОГО ОЗЕРА (РОССИЯ) КАК ЭКОТОНАЛЬНОЕ СООБЩЕСТВО

Телецкое озеро расположено в северо-восточной части Горного Алтая на высоте 434 м над уровнем моря. Площадь акватории – 227,3 км^2, длина береговой линии – 192,8 км. Литораль представлена скальными, валунно-каменными, грубообломочными материалами в открытой части и песком, гравием, гранитными валунами в конусах выноса большинства притоков (Селегей, Селегей, 1978; Selegei et. al., 2001). Площадь литоральной зоны от уреза воды до изобаты 12 м составляет 19 км^2 (цит. по (Кириллов и др., 2010). Участки литорали, граничащие с урезом воды,

находятся под влиянием двух гидродинамических факторов – колебания уровня воды и волноприбойной деятельности. Уровень воды в течение 7–12 минут может измениться на 0,1 м, в течение года – до шести метров. Изменение уровня воды сопровождается мощным волноприбойным процессом в результате постоянного движения воздушных масс в долине озера. Высота волн достигает 2,5 м (Селегей, Селегей, 1978). Абиотические условия литоральной мелководной зоны Телецкого озера таковы, что на протяжении большей части береговой линии растительность представлена исключительно фитоэпилитоном – водорослями, развивающимися на каменистом субстрате. В основном это одноклеточные водоросли (2–300 мкм длиной), формирующие обильные, видимые глазу обрастания, и в меньшей степени нитчатые зеленые водоросли и цианопрокариоты,

Согласно топологическому критерию (Pieczynska, 1990), фитоэпилитон краевой литоральной зоны Телецкого озера, является лентическим экотоном. Его особенность состоит в том, что он образован в основном микроскопическими водорослями, развивающимися в нестабильных условиях. В результате, из всех проявлений краевого эффекта для фитоэпилитона отмечен только высокий продукционный потенциал: среднее суточное (2,0 г С/м^2 в июле–августе 2002 и 2004 гг.) и максимальное (5,6 г С/м^2 в сутки) значение валовой первичной продукции соответствует мезотрофным водоемам. Высокое содержание хлорофилла «а» (до 50,2 мг/м^2) и высокая ассимиляционная активность (до 20,0 мгO_2/мгхл «а» в час) также соответствуют мезотрофному уровню.

Биомасса фитоэпилитона (0,03–424,62 г/м^2) в период 1991–2007 гг. не достигала высоких значений из-за механического удаления клеток водорослей волнами. Высокое таксономическое разнообразие невозможно потому, что в нестабильных условиях успешно вегетируют только пионерные виды водорослей или водоросли, устойчивые к динамической нагрузке. Наибольшая частота встречаемости отмечена для *Achnanthes minutissima* Kütz. (88 %), *Cymbella ventricosa* (C. Agardh) Kütz. (86 %), *Synedra pulchella* (Ralfs) Kütz*., S. ulna* (Nitzsch.) Ehrenb. (по 72 %), *Cymbella cistula* (Hempr.) Grunow (68 %), *Gomphonema olivaceum* (Lyngb.) Kütz. (66 %); наибольшая частота доминирования – для *A. minutissima* (41 %), *S. pulchella* (33 %), *C. ventricosa* (25 %) (по численности) и *Ulothrix zonata* (Web. et Mohr) Kütz. (20 %), *C. cistula* (18 %) Patr., *Didymosphenia geminata* (Lyngb.) M. Schmidt (16 %) (по биомассе). Диатомовые водоросли и цианопрокариоты преобладают по таксономическому разнообразию. Вышеописанные характеристики фитоэпилитона как экотонального сообщества характерны для альгоценозов вдоль всей береговой линии в аспекте вертикального распределения.

На участках впадения притоков в озеро формируются экотоны «приток–озеро» (горизонтальный аспект). В этом случае на литорали озера после впадения притока наблюдаются такие черты краевого эффекта как увеличение видового разнообразия и биомассы водорослей.

Г.А. КИСЕЛЁВ[1], Н.Б. БАЛАШОВА[1], А.А. УЛАНОВА[1, 2]

[1]Санкт-Петербургский государственный ун-т,
Университетская наб., 7/9, 199034 Санкт-Петербург, Россия
e-mail: greenkiss@mail.ru
[2]Ун-т Уппсалы,
Виллаваген, 16, 7523 Уппсала, Швеция

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОРОСЛЕЙ ОЗЁР ОСТРОВА САМОЙЛОВСКИЙ (ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРИРОДНЫЙ ЗАПОВЕДНИК «УСТЬ-ЛЕНСКИЙ», РОССИЯ)

Значительную часть дельты реки Лена занимает Усть-Ленский заповедник – крупнейший по площади в России (1433000 га). На острове Самойловский находится база российско-германской экспедиции «Лена», действующая с 1998 г. в рамках Соглашения о сотрудничестве в полярных и морских исследованиях между Минобрнауки России и Федеральным министерством образования и науки Германии.

Дельта р. Лены изобилует озерами. Глубина большинства озер незначительна: от 0,2–1 до 10–15 м. Дно у большинства озер – гладкая ледяная поверхность, прикрытая торфянистым илом. Температура воды низкая; вода пресная, иногда с запахом гнили от разлагающихся растительных остатков.

Материалом для данной работы послужили сборы водорослей в августе 2005 г. в трех озерах южной части о. Самойловский. Работа проводилась в рамках российско-германской экспедиции. Отобраны пробы фитопланктона, собран ил со дна, произведены соскобы с погруженных в воду предметов и выжимки из высших водных растений.

В результате камеральной обработки 22 альгологических проб было выявлено 202 вида и внутривидовых таксона водорослей, из них диатомовых – 127, зеленых – 51, синезеленых – 17, желтозеленых – 4, золотистых – 1 и эвгленовых – 2.

Большинство видов по приуроченности к местообитанию относятся к бентосным (57 %), часто встречаются *Epithemia zebra* var. *saxonica* (Kütz.) Grunow, *Gloeotrichia natans* Born. et Flah., *Navicula viridula* (Kütz.) Ehrenb., *N. radiosa* Kütz., *Trachelomonas volvocina* Ehrenb. Планктонно-бентосные формы составляют 29 %, в пробах часто встречаются *Tabellaria flocculosa* (Roth) Kütz., *Gomphonema capitatum* Ehrenb., *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenb. Планктонные формы составляют 14 %. В планктоне в массе развиваются *Dinobryon divergens* Imh. и *Anabaena lemmermannii* P. Richt., часто встречаются *Eudorina elegans* Ehrenb., *Pandorina morum* (O. Müll.) Bory.

Выявлено всего 25 видов, у которых известна приуроченность к температурному режиму. Из них 80 % – индифферентные и 20 % – эвритермные.

Показатели реофильности водорослей (74 вида) говорят о стояче-текучем водном режиме в озёрах. Около 65 % видов являются индифферентами, остальные предпочитают стоячие (20 %), и текучие (15 %) воды.

Выявлены 114 видов-индикаторов галобности. Преобладают олигогалобо-индифферентые виды – 75 %. Значительно меньше доля олигогалобо-галофилов и олигогалобо-галофобов (по 12 %).

Виды-индикаторы pH воды в озёрах представлены в основном нейтрофилами (46 %) и алкалифилами (39 %). На основании этого можно предполагать, что реакция среды слабощелочная.

Обнаружено 124 таксона с известной географической приуроченностью. В озёрах преобладают космополиты (84 %).

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ проект №0904000.25А.

Е.М. КЛИМОВА[1], Е.В. ЛАВИНСКАЯ[2], А.И. БОЖКОВ[2]

[1]ГУ «Институт общей и неотложной хирургии НАМНУ»,
въезд Балакирева, 1, 61018 Харьков, Украина,
e-mail: igusurg@ukr.net
[2]НИИ биологии Харьковского национального ун-та им. В.Н. Каразина,
пл. Свободы, 4, 61022 Харьков, Украина

БИОИНДИКАЦИЯ ЦИТОТОКСИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЛЕТОЧНОЙ ТЕСТ-СИСТЕМЫ *DUNALIELLA VIRIDIS* TEODOR.

Для анализа потенциально цитотоксических факторов биологической и химической природы используют стандартные унифицированные методы лабораторной диагностики, которые, однако, не могут удовлетворять требованиям быстрого и комплексного анализа всего репертуара потенциально цитотоксических факторов среды. Актуальным является поиск чувствительных методов экспресс-диагностики отдельных цитотоксических факторов или их различных комбинаций. В связи с этим определенный интерес представляет разработка новых методов интегрального тестирования цитотоксических факторов в режиме on-line и разработка новых подходов к скрининговым методам исследования цитотоксических факторов в токсикологии, медицине и различных отраслях биотехнологии. Решением этой проблемы может быть использование клеточного биоиндикатора, который разработан в НИИ биологии Харьковского национального университета им. В.Н. Каразина и ГУ «Институт общей и неотложной хирургии НАМНУ». Инструментами данного метода являются микроводоросли рода *Dunaliella*, которые способны к прямому взаимодействию с тестируемыми мембранотропными лигандами.

Клеточная тест-система на стадии разработки была апробирована на нескольких моделях с использованием экспериментальных животных, которым вводили различные токсические факторы (соли тяжелых металлов, микотоксины, лекарственные препараты, патологические сыворотки пациентов с предзаболеваниями и распространенными

нозологическими формами). Были получены патенты (пат. UA № 19128, 2006 г.; пат. UA № 08958, 2010 г.). Клеточную тест-систему *Dunaliella viridis* использовали для непосредственного тестирования степени цитотоксичности сывороток крови больных с угрозоопасными и критическими состояниями различной степени тяжести (миастенический криз, цирроз печени, панкроенекроз) для прогноза течения заболевания и оценки эффективности проводимых лечебных мероприятий. Метод состоит в совместной инкубации исследуемой биологической жидкости и клеточного биоиндикатора. Затем проводят микроскопирование образцов и учитывают количество клеток *D. viridis* с морфологическими и функциональными изменениями, интенсивность образованиями микро- и макроагрегатов и выделение экзометаболитов. На основании результатов подсчета клеток с измененными морфологическими и функциональными свойствами рассчитывали интегральный индекс цитотоксичности ($I_Ц$). Исследовали также показатели неспецифической гуморальной резистентности с использованием стандартных иммунологических методов диагностики – определение концентрации циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК), пептидов средней молекулярной массы (ПСММ), степени лимфоцитотоксичности. Выявили наибольшую степень цитотоксичности по морфофункциональным нарушениям и выделению экзометаболита клетками *D. viridis* у больных с миастеническим кризом (индекс цитотоксичности составил $I_Ц = 2,3$) и циррозом печени ($I_Ц = 3,86$).

Индекс цитотоксичности у больных панкреонекрозом составил $I_Ц = 2,59$. У больных с циррозом печени выявили максимальное увеличение концентрации ЦИК до 210,5 ± 27,7 ед. Е, ПСММ – до 0,375 ± 0,02 ед. Е и степени лимфоцитотоксичности – до 46,4 ± 2,3 %.

Результаты исследований показали, что биоиндикация с помощью тест-системы *D. viridis*, коррелирует с выраженностью нарушений иммунологических показателей и со степенью тяжести болезни пациентов.

П.Д. КЛОЧЕНКО[1], Г.Г. ЛИЛИЦКАЯ[2], И.Ю. ИВАНОВА[1]

[1]Ин-т гидробиологии НАН Украины,
пр. Героев Сталинграда, 12, 04210 Киев, Украина
e-mail: klochenko@hydrobio.kiev.ua
[2]Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины,
ул. Терещенковская, 2, 01601 Киев, Украина

К ИЗУЧЕНИЮ ФИТОПЛАНКТОНА НЕКОТОРЫХ ПОЙМЕННЫХ ВОДОЕМОВ г. КИЕВА (УКРАИНА)

Одним из важных этапов гидроэкологических исследований является изучение таксономической структуры водорослей различных экологических групп. Особого внимания заслуживает фитопланктон – основное автотрофное звено водных экосистем, испытывающее в настоящее время значительную антропогенную нагрузку. Наиболее ощутимо влияние деятельности человека на водоемы в больших городах – мегаполисах, к которым, безусловно, можно

отнести и г. Киев. На его территории находится около 270 озер и прудов (Київ …, 2004). Целью нашей работы было изучение видового разнообразия водорослей, обитающих в пойменных водоемах, которые образовались на территории города после смещения русла р. Днепр. Исследованиями в 2006, 2010 и 2011 гг. были охвачены такие озера как Алмазное, Луговое, Радужное, Редькино и Тельбин.

В результате проведенных оригинальных исследованиий и обобщения литературных данных (Царенко и др., 2006) установлено, что в толще воды вышеуказанных водных объектов обитает 186 видов водорослей, представленных 191 внутривидовым таксоном (включая те, которые содержат номенклатурный тип вида). Идентифицированные водоросли относятся к 9 отделам, 13 классам, 28 порядкам, 42 семействам и 83 родам. Основу видового богатства фитопланктона составляли представители таких отделов как Chlorophyta (73 вида или 39,2 % общего числа видов), Bacillariophyta (38 видов или 20,5 %) и Cyanoprokaryota (33 вида или 17,7 %). Последующие места в этом ряду принадлежали Streptophyta (13 видов или 7,0 %), Euglenophyta (11 видов или 5,9 %) и Dinophyta (10 видов или 5,4 %). Такие отделы как Chrysophyta, Cryptophyta и Xanthophyta были представлены единичными видами (2–3 или 1,1–1,6 %). Наибольшим видовым богатством характеризовались классы Chlorophyceae, Bacillariophyceae и Hormogoniophyceae.

К числу ведущих семейств, которые включали 58 % общего количества видов водорослей, найденных в толще воды исследованных водных объектов, входили: Scenedesmaceae – 20 видов, Oocystaceae – 15, Oscillatoriaceae – 13, Desmidiaceae – 12, Euglenaceae – 11, Chlorellaceae – 8, Selenastraceae – 8, Anabaenaceae – 7, Cymbellaceae – 7 и Peridiniaceae – 7 видов.

Группа ведущих родов, к которой принадлежало 33,9 % найденных видов, состояла из *Oscillatoria* Vaucher ex Gomont – 11 видов, *Desmodesmus* (Chodat) An, Friedl et Hegew. – 8, *Anabaena* Bory ex Bornet – 7, *Trachelomonas* Ehrenb. – 7, *Cosmarium* Corda ex Ralfs – 7, *Monoraphidium* Komárk.-Legn. – 5, *Oocystis* A. Braun – 5, *Staurastrum* Meyen emend. Pal.-Mordv. – 5, *Dictyosphaerium* Nägeli – 4 и *Coelastrum* Nägeli – 4 вида.

Следует отметить, что, несмотря на различия в видовом богатстве водорослей в исследованных водоемах (Алмазное – 77, Луговое – 72, Радужное – 79, Редькино – 57, Тельбин – 42), флористические спектры фитопланктона были довольно сходными. Так, отделу Chlorophyta принадлежало первое место по числу видов в оз. Азмазном, Луговом и Радужном, а Bacillariophyta – в оз. Редькино и Тельбин. Второе место в 4-х из 5-ти исследованных озер занимал отдел Cyanoprokaryota, тогда как третье место разделяли между собой Streptophyta, Chlorophyta, Bacillariophyta и Cyanoprokaryota.

Характерной особенностью фитопланктона пойменных озер г. Киева является наличие в нем значительного количества одновидовых, двухвидовых и трехвидовых семейств и родов.

М.А. КЛОЧКОВА[1], Ю.Л. СЛАСТИНА[2], С.Ф. КОМУЛАЙНЕН[2]

[1]Петрозаводский государственный ун-т,
пр. Ленина, 33,185910 Петрозаводск, Россия
[2]Учреждение Российской академии наук Карельский НЦ РАН,
пр. А.Навского, 50, 185030 Петрозаводск, Россия

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ЭВГЛЕНОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ В ФИТОПЛАНКТОНЕ ОЗЕРА ЧЕТЫРЕХВЕРСТНОЕ (г. ПЕТРОЗАВОДСК, РЕСПУБЛИКА КАРЕЛИЯ, РОССИЯ)

Экосистемы пресных водоемов на антропогенно-измененных территориях подвергаются трансформации. Повышенная антропогенная нагрузка определяет состав водорослевых сообществ, структура которых является важнейшим критерием оценки экологического состояния водоема и их изучение позволяет диагностировать изменения в экосистемах уже на ранних этапах. Эвгленовые водоросли характерны для альгоценозов водоемов с повышенным содержанием органических веществ и широко используются при мониторинге водных экосистем.

Цель настоящей работы состояла в определении особенностей структуры и сезонной динамики эвгленовых водорослей фитопланктона озера Четырехверстного, расположенного в 14 км от центра города Петрозаводска. Озеро имеет длину 648 м, ширину 248 м и площадь около 0,16 км^2. Максимальная глубина – 5 м. Водоем мезогумозный, pH нейтрально-щелочная, несколько повышенная в сравнении с другими водоемами р. Карелия, минерализация гидрокарбонатного типа. Содержание биогенов позволяет отнести оз. Четырехверстное к α-мезотрофному типу.

Пробы фитопланктона отбирали ежемесячно в течение года зачерпыванием с поверхностного горизонта, обрабатывали согласно стандартным методикам, определяли видовой состав с использованием общепринятых определителей в камере Нажотта, производили подсчет численности и биомассы.

В фитопланктоне выявлено 130 таксонов рангом ниже рода, относящихся к шести отделам: Bacillariophyta – 50 таксонов, Chlorophyta – 46, Chrysophyta – 11, Euglenophyta – 13, Cyanophyta – 10, Charophyta – 1. Отмечено увеличение количества галофилов и алкалифилов в сравнении с другими водоемами Карелии. Доминирующие в планктоне озера виды типичны для мезотрофных водоемов. По сравнению с большинством ранее исследованных водоемов Карелии, в оз. Четырехверстном разнообразнее α-мезосапробы, уменьшается значение β-о- и о-сапробных видов. Сезонная динамика фитопланктона характеризуется максимумом в середине лета как по численности, так и по биомассе.

Эвгленовые водоросли занимают в фитопланктоне озера третье место по числу определенных видов.

Весной численность и биомасса эвгленовых водорослей минимальна – 3,0 и 0, 4 % от суммарной. В фитопланктоне доминируют *Trachelomonas hispida* Delf. и *Tr. volvocina* Ehrenb. Их относительная

численность 60 и 33 %, а биомасса 50 и 48 % соответственно от формируемой эвгленовыми водорослями. Первый вид убиквист, встречается при pH от 6,0 до 8,4. Второй – характерен для мезотрофных водоемов.

Летом массовые виды – *Trachelomonas volvocina* и *Tr. hispida*. Встречаются также *Tr. oblonga* var. *punctata* Lemmerm., *Tr. granulosa* Ehrenb., *Phacus longicauda* (Ehrenb.), не достигая высокого обилия.

Максимальные значения численности и биомассы эвгленовых оз. Четырехверстного наблюдаются в осенний период – 37 и 20 % соответственно от суммарной. Кроме отмеченных ранее в фитопланктоне видов были встречены *Trachelomonas dybowski* Drez., *Tr. intermedia* Dang. и *Tr. volvocina* var. *subglobosa* Lemmerm., характерных для альгофлоры малых водоемов. Отмечено появление *Phacus pleuronectes* (Ehrenb.) Duj. и *Ph. parvulus* Klebs – видов, типичных для альгофлоры водоемов с повышенным содержанием органических веществ.

Г.И. КОБАНОВА, Л.С. КРАЩУК

НИИ биологии ФГБОУ ВПО « Иркутский государственный ун-т»,
ул. Ленина, 3, 664003 Иркутск, Россия
e-mail: kobanov@iszf.irk.ru

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА БИОМАССЫ ФИТОПЛАНКТОНА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОЗЕРА БАЙКАЛ (РОССИЯ)

Возможность использования хода сезонной динамики биомассы водорослей планктонного сообщества в качестве дополнительного показателя экологической характеристики состояния водоемов и установления их трофического статуса впервые была показана исследователями Великих озер Америки, находящихся в условиях разного антропогенного воздействия. В нашей стране этот метод впервые применен для характеристики разнотипных озер Карельского перешейка.

Анализ сезонной динамики биомассы фитопланктона с целью оценки экологического состояния озера Байкал проведен по трем годам, относящимся к последнему двадцатилетнему периоду – 1991, 1994, 2009 гг. Пробы отбирали круглогодично со стандартных гидрологических горизонтов из наиболее продуктивного слоя воды – 0–50 м.

Анализ фитопланктона показал, что все три рассмотренных года не однозначны по составу доминантных видов, по их численности и биомассе, а также по ходу их сезонной сукцессии. Сезонные группировки доминантных видов имеют специфичные черты в каждый год и обусловливают соответствующий тип кривой. Характер сезонной изменчивости биомассы фитопланктона различается не только по годам, но и по глубинам внутри года. Так, 2009 г. характеризовался «вспышкой» развития крупной динофитовой водоросли – *Gymnodinium baicalense*

Antipova, сосредотачивающейся в основном у ледовой поверхности. В результате ранней весной наблюдался один абсолютный максимум. Такой ход сезонной динамики с одним ярко выраженным пиком в начале года И.С. Трифонова рассматривает как признак олиготрофного водоема. Но уже на пятиметровом горизонте отсутствуют резкие колебания биомассы, нет основного максимума с приуроченностью к определенному сроку, что является признаком водоема ультраолиготрофного типа.

Отчетливый двухвершинный тип кривой сезонной динамики проявляется в «неурожайный» по фитопланктону 1991 г. Пики хорошо выражены на поверхности и на глубине. Основной пик наблюдается еще подо льдом, ранней весной, когда состав доминантных видов и их биомасса довольно однородны по вертикали. То есть, распределение фитопланктона во время весеннего подледного пика характерно для перемешиваемых слоев, хотя в этот период ветровое воздействие исключено. Второй меньший пик приходится на вторую половину августа – начало сентября. В период летнее-осеннего пика состав доминантов различается по глубинам. В целом сезонный ход биомассы 1991 г. характеризует Байкал как водоем олиготрофного типа с чертами мезотрофии, несмотря на то, что максимальная биомасса фитопланктона меньше, чем в 2009 г.

В 1994 г. сезонная сукцессия биомассы имеет абсолютный растянутый во времени весенний пик. У поверхности он появляется благодаря «вспышке» *G. baicalense*, который вскоре замещается видами рода *Aulacoseira.* Уже на пятиметровой глубине пик обусловлен, в основном, названными диатомеями.

Сопоставляя ход сезонной динамики фитопланктона за разные годы можно сказать, что в 2009 г. экологическая обстановка в озере не ухудшилась по сравнению с началом девяностых годов и даже можно отметить некоторое улучшение. Возможно, это связано с Байкальским целлюлозно-бумажным комбинатом, работа которого была остановлена практически весь этот год.

Кроме того, однородное распределение фитопланктона в толще воды подо льдом дает основание предположить, что «неурожайные» по фитопланктону годы в озере Байкал связаны с наличием подледного перемешивания, с поднятием глубинных вод.

О.В. КОВАЛЕНКО

Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины,
ул. Терещенковская, 2, 01601 Киев, Украина
e-mail: o_koval@ukr.net

АЗОТФИКСИРУЮЩИЕ СИНЕЗЕЛЕНЫЕ ВОДОРОСЛИ (CYANOPROKARYOTA)

Круговорот азота в природе – важнейшее условие, без которого жизнь на нашей планете была бы невозможной. Для осуществления этого

круговорота необходимо наличие сложной взаимосвязи между всеми формами жизни. Наибольший интерес в связи с этим представляет фиксация атмосферного азота (N_2). Синезеленые водоросли относятся к тем уникальным организмам, которые наряду с осуществлением оксигенного фотосинтеза фиксируют молекулярный азот атмосферы. Азотфиксация осуществляется с помощью чувствительного к O_2 ферментного комплекса нитрогеназы, при этом происходит восстановление азота до аммиака и образование запасных азотистых веществ. Азотфиксация в первую очередь отмечена у видов, обладающих гетероцистами, в них именно и осуществляется процесс азотфиксации. Со временем было установлено, что и безгетероцистные формы способны к фиксации азота. Как у гетероцистных, так и у негетероцистных водорослей имеются различные способы защиты нитрогеназы от инактивирующего действия кислорода. Кроме того, есть негетероцистные синезеленые водоросли, которые фиксируют азот исключительно при анаэробных (микроаэрофильных восстановительных) условиях.

Способность фиксировать молекулярный азот в аэробных условиях экспериментально установлена более чем для 130 видов Cyanoprokaryota, обладающих гетероцистами (Панкратова, 1987; Venkataraman, 1981; Андреюк и др. 1990 и др.). Вообще потенциальными азотфиксаторами считаются все синезеленые водоросли, имеющие гетероцисты. И, видимо, доказательство этого тормозится трудностью получения бактериально чистых культур Cyanoprokaryota. Д.А. Давыдов (2010) подсчитал, что к потенциальным азотфиксаторам можно отнести 1110 видов синезеленых водорослей, в это число входят гетероцистные виды мировой флоры и ряд безгетероцистных видов (по литературным данным).

Нами, на основании анализа литературы, обнаружено 185 видов синезеленых водорослей, азотфиксирующая способность которых подтверждена в экспериментальных условиях, в том числе и на аксенических культурах. Отмеченные виды относятся к **пор. Chroococcales**, сем. Gloeobacteraceae (1 вид), Synechococcaceae (9), Microcystaceae (3), Dermocarpellaceae (1), Xenococcaceae (4), Hyellaceae (2); **пор. Oscillatoriales** сем. Pseudanabaenaceae (7), Schizotrichaceae (1), Phormidiaceae (6), Oscillatoriaceae (5); **пор. Nostocales** сем. Scytonemataceae (12), Microchaetaceae (14), Rivulariaceae (28), Nostocaceae (73); **пор. Stigonematales** сем. Stigonemataceae (5) Fischerellaceae (4), Borzinemataceae (1), Nostochopsaceae (2) и Mastigocladaceae (7). Кроме того, имеются сведения о многих азотфиксирующих штаммах, для которых отмечается азотфиксация в экспериментальных условиях или же при изучении их генотипов обнаруживаются Nif-гены, кодирующие те или иные стороны процесса азотфиксации.

О.А. КОВТУН

Одесский национальный ун-т им. И.И. Мечникова,
ул. Дворянская, 2, 65082 Одесса, Украина
e-mail: hydrobiostation@gmail.com

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАКРОФИТОБЕНТОСА ТИЛИГУЛЬСКОГО ЛИМАНА (УКРАИНА)

Распределение донной растительности в Тилигульском лимане обусловлено разнообразием изменяющихся условий внешней среды. За последние более чем 100 лет в лимане коренным образом менялась структура фитоценозов – от гипергалинной до пресноводно-солоноватоводной. Последние десятилетия в распределении различных систематических групп водорослей в различных районах лимана четко прослеживается уменьшение видового разнообразия по мере удаления от морского канала к верховьям, при одновременном возрастании общей доли зеленых водорослей и уменьшении красных. По данным исследования 1990–2005 гг. установлено, что в южном и центральном районах лимана преимущественное положение занимают морские и солоноватоводно-морские виды (100 и 82,8 % соответственно), а в северном – возрастает роль пресноводно-солоноватоводных.

В настоящее время пресноводные виды, в отличие от 40–60-х годов XX ст., практически полностью утратили свое значение и сохранились лишь в устье маловодной р. Тилигул. За последние 50 лет в лимане произошла перестройка фитоценозов в сторону увеличения как общего количества таксонов водорослей-макрофитов, так и числа морских и солоноватоводно-морских видов (Ткаченко, Ковтун, 2002, 2004). Главными причинами таких перестроек являются значительные изменения гидролого-гидрохимических условий водной среды, активизация нерегулярных попусков морской воды через искусственный канал в различные сезоны года и нестабильность объемов поверхностного стока из водосборной площади, приводящие к нерегулярному пополнению лимана пресной водой. Экологические группы макрофитобентоса по всему лиману распределились следующим образом: морские – 35 видов (45,6 %), солоноватоводные морские – 29 (37,7 %), солоноватоводные – 4 (5,2 %) и пресноводно-солоноватоводные – 9 (11,7 %). От низовья к верховьям количество морских и солоноватоводных видов уменьшается. По группам сапробности флористический состав макрофитобентоса распределился следующим образом: 42,9 % от всех известных для лимана видов составляют мезосапробы, 22,1 % – олигосапробы и 13,0 % – полисапробы. Сравнение с данными по Черному морю (полисапробы – 7,9 %, мезосапробы – 30,8 %, олигосапробы – 61,3 %) (Калугина-Гутник, 1975) показало, что в целом Тилигульский лиман отличается бóльшим уровнем загрязнения, так как роль полисапробных видов в нем почти в 2 раза больше, а олигосапробных – почти в три раза ниже, чем в Черном море. Последние годы нестабильные попуски морской воды через канал на фоне возобновившегося цикла относительно

многоводных лет с необычно высокими летними температурами (например, июль 2010 г.), приводящими к «цветению» воды и массовым заморам, внесли существенные изменения в распределение всех групп гидробионтов.

По фитогеографическому составу альгофлора Тилигульского лимана относится к бореальной зоне, с доминированием видов из широкобореальной (33,8 %), бореально-тропической (19,5 %) и нижнебореальной (16,9 %) подзон. Также велико количество (13,0 %) космополитных видов, что подчеркивает известную закономерность распространения в условиях изменяющихся экологических факторов. Широкобореальная группа содержит 26 таксонов. В группе ведущих на их долю приходится всего 2 таксона (12,5 %) – *Cladophora vagabunda* (L.) Van Hoek и 18 таксонов (50 %) являются сопутствующими и 6 (25 %) – редкими. Эндемики насчитывают 2 вида – *Enteromorpha maeotica* Pr.-Lavr. и *Cladophora siwaschensis* C. Meyer. Это редкие виды, один из которых, *C. siwaschensis,* встречается в соленом озере пересыпи Тилигульского лимана, образуя с гипергалинными микрофитами моноценоз на глубинах до 0,5 м. До сих пор в лимане сохранилась локальная популяция *Cystoseira barbata,* численность которой подвержена значительным колебаниям и зависит от изменений уровня воды в лимане. В целом для всего лимана характерна очень сильная мозаичность в распределении водорослей. Глубины лимана лишены водной растительности, а в прибрежных участках до глубины 2,0–3,0 м водоросли и высшая водная растительность иногда образуют заросли с биомассой до 15 кг/м^2. Действием комплекса биотических и гидродинамических факторов объясняется также существование во многих местах лимана на илисто-песчаных грунтах и многочисленных косах участков, почти полностью лишенных водорослей-макрофитов. В некоторые годы в низовьях лимана происходит массовое развитие водоросли *Chondria tenuissima* (Withering) C. Agardh, которая образует на глубинах 1,5–3,5 м моноценоз с биомассой до 1,1 кг/м^2.

О.А. КОКШАРОВА[1,2], А.Е. ВАСЕТЕНКОВ[3]

[1]Ин-т молекулярной генетики РАН,
пл. Академика Курчатова, 2, 123182 Москва, Россия
[2]НИИФХБ Московского государственного ун-та им. М.В. Ломоносова,
Ленинские горы, 1, кор. 40, 119991 Москва, Россия
e-mail: OA-Koksharova@rambler.ru
[3]Московский государственный ун-т им. М.В. Ломоносова, ф-т биоинженерии
и биоинформатики,
Ленинские горы, 1, 119991 Москва, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ДЕЛЕНИЯ ЦИАНОБАКТЕРИЙ МЕТОДАМИ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ГЕНЕТИКИ И СРАВНИТЕЛЬНОЙ ГЕНОМИКИ

Изучение генетического контроля клеточного деления цианобактерий служит моделью при исследовании молекулярных механизмов деления эукариотических водорослей и пластид высших растений. Знание механизмов

и регуляции клеточного деления цианобактерий важно для экологических и биотехнологических аспектов использования этих фотоавтротрофов. Генетический контроль и молекулярные механизмы деления клеток цианобактерий изучаются с применением методов молекулярной генетики, геномики и протеомики. Анализ мутантов, полученных в результате использования методов «прямой» и «обратной» генетики, лежит в основе эффективной стратегии изучения генетики клеточного деления этих фотоавтотрофных прокариот. Используя методы «прямой генетики», сначала проводят поиск интересующих мутантов и затем идентифицируют новые гены. При таком подходе выявляют гены, кодирующие не только структурные, но и регуляторные белки. Высокоэффективный транспозонный мутагенез позволил нам впервые идентифицировать новые гены, контролирующие этот процесс (Koksharova, Wolk, 2002). Другой подход, с использованием методов «обратной генетики», может быть осуществлен тогда, когда ген или кодируемый им белок выявлен по результатам сравнительного геномного или протеомного анализа. В этом случае, внося мутацию в ген, пытаются выяснить его функцию. Мутационный анализ и геномный подход позволили выявить ряд генов, контролирующих клеточное деление цианобактерий. Установлено, что цианобактерии обладают гомологами генов, обнаруженными ранее у *E. coli*: *ftsE*, *ftsI*, *ftsK*, *ftsQ*, *ftsW*, *ftsZ*, *minC*, *minD* и *minE*. Генетические исследования цианобактерий *Synechococcus* и *Synechocystis* подтвердили участие продуктов шести других генов, *ftn2*, *ftn6*, *cdv1*, *cdv2, cdv3* и *sulA*, в процессе клеточного деления (Miyagishima et al., 2005). С помощью методов сравнительной геномики выявлены новые общие цианобактериальные и пластидные гены, вовлеченные в контроль клеточного деления. Среди них гены, контролирующие деление хлоропластов, и кодирующие белки: Arc6, ARTEMIS, ptCpn60α, ptCpn60β, GC1 (Кокшарова, Бабыкин, 2011). Более глубокому пониманию генетического контроля и молекулярных механизмов клеточного деления цианобактерий будет способствовать комплексный подход, включающий в себя сочетание методов генетики, геномики, транскриптомики и протеомики.

Работа поддержана Российским Фондом Фундаментальных Исследований (грант 11-04-00774).

Н.Н. КОЛОТИЛОВА

Московский государственный ун-т им. М.В. Ломоносова, биологический ф-т, Ленинские горы, 1, 119991, Москва, Россия
e-mail: kolotilovan@mail.ru

Б.Л. ИСАЧЕНКО ОБ ИСТОРИИ ИЗУЧЕНИЯ ПИТАНИЯ ВОДОРОСЛЕЙ: У ИСТОКОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ АЛЬГОЛОГИИ (ПО МАТЕРИАЛАМ АРХИВА РАН)

140-летие со дня рождения выдающегося микробиолога и естествоиспытателя Б.Л. Исаченко (1871–1948) послужило поводом для

возрождения интереса к его трудам, более углубленного изучения его научного наследия. В Архиве РАН хранятся тексты двух лекций provenia legendi, которые Б.Л. Исаченко прочитал в 1900 г. в Санкт-Петербургском университете, после чего он получил право читать самостоятельный курс лекций по микробиологии [АРАН. Ф.583. Оп.1. Д.2.]. Одна из лекций, по его собственному выбору, была посвящена фиксации микроорганизмами молекулярного азота; тема второй – питание водорослей – была предложена Ученым советом университета. Эта неопубликованная лекция сама по себе является интереснейшим документом и памятником истории науки. Она представляет обзор по истории исследований питания водорослей – направления, тесно связанного с экспериментальной альгологией. У истоков этих исследований стоял основоположник физиологии растений в России А.С. Фаминцын. Пионерские работы А.С. Фаминцына показали, прежде всего, что клетки зеленых водорослей (*Spirogyra*) накапливают крахмал только при освещении, причем источник света может быть как естественным (солнце), так и искусственным (керосиновая лампа). А.С. Фаминцын одним из первых культивировал протококковые водоросли в «минеральном растворе» (искусственной среде) на основе среды Кнопа и обнаружил зависимость характера размножения водорослей (зооспорами или неподвижными клетками) от его концентрации, то есть в конечном итоге, взаимосвязь морфологии и питания водорослей. Он также одним из первых высказал предположение об использовании водорослями органических веществ.

Последующие исследования, проведенные Г. Молишем, а затем Г. Клебсом и В. Бенеке, должны были дать ответ на вопрос, какие элементы являются для водорослей абсолютно необходимыми, а какие нет. Для этого водоросли засевали в серии сред, где один из компонентов отсутствовал или был заменен на аналог (например, соли К на соли Na, Rb, Li и т.п.). В результате, была установлена потребность водорослей в соединениях Fe, Mg и S. Обнаружено, что Na^+ мог заменить K^+, но лишь до некоторой степени и не у всех водорослей; при его замене наблюдались изменения в морфологии клеток, в расположении в них хлорофилла, накоплении запасных веществ. Один из важнейших результатов дали исследования потребности в кальции; на ее основании водоросли были разделены на две группы: облигатно нуждающиеся в Са и нет. Наконец, в конце XIX века многими исследователями (П. Коссович, А. Франк, Т. Шлезинг, Э. Лоран) были широко развернуты поиски у водорослей способности к азотфиксации, ключевому процессу цикла азота.

Лекция Б.Л. Исаченко ограничивается концом XIX столетия. Она дает возможность лучше почувствовать преемственность в экспериментальных альгологических работах начала XX века. Так, исследования А.П. Артари (1903, 1907) были посвящены выяснению влияния источников питания (неорганических и органических) на морфологию выделенных в чистую культуру одноклеточных водорослей. Рост водорослей в гетеротрофных условиях был подробно описан П.-Г. Шарпентье (1903). Взаимосвязь состава питательной среды и

морфологии водорослей оказалась в центре внимания основателя кафедры микробиологии МГУ Е.Е. Успенского (1925, 1934) и В.И. Успенской (1930, 1936). Е.Е. Успенскому удалось также связать разное отношение водорослей к Са с различием физико-химических условий среды, rH_2 и pH. Н.М. Гайдуковым были выявлены изменения пигментного состава водорослей в ответ на изменение спектрального состава света. Эти работы составили важные этапы в развитии экспериментальной экологии и физиологии водорослей.

С.Ф. КОМУЛАЙНЕН

Учреждение Российской академии наук Ин-т биологии КарНЦ РАН,
ул. Пушкинская, 11, 185910 Петрозаводск, Россия

ВЛИЯНИЕ ЭКОТОННОГО ЭФФЕКТА НА ФОРМИРОВАНИЕ ФИТОПЕРИФИТОНА В МАЛЫХ РЕКАХ ВОСТОЧНОЙ ФЕННОСКАНДИИ

Структура альгоценозов в пограничных зонах отличается таксономическим разнообразием и богатством. Анализ альгофлоры экотонов дает наиболее полное представление о видовом богатстве водоемов. Однако доминирование аллогенной сукцессии в экотонах, определяющей их пульсирующую динамику, затрудняет использование полученных результатов при организации экологического мониторинга.

Озерно-речные системы Восточной Фенноскандии – удобный объект для изучения краевого эффекта. Здесь могут быть выделены вертикальные, поперечные и продольные экотоны, формирующиеся на границах: стрежень и берег, порог и плес, река и озеро, дно (субстрат) и вода, поверхностная пленка и атмосфера.

Простейшие пограничные биоценозы формируются на поверхности каждого отдельного субстрата. Фитоперифитон представляет собой структурированное сообщество, в котором в каждый ярус входят водоросли определенной морфологии. Базальный слой составляют бесстебельковые (*Cocconeis, Achnanthes*); средний – длинностебельковые (*Gomphonema*), а также живущие в слизистых трубочках (*Cymbella*), верхний – цепочковидные колонии (*Diatoma, Fragilaria*).

Усиление турбуленции над верхней поверхностью субстрата вызывает упрощение структуры альгоценозов. Группировки перифитона становятся однослойными, таксономически однородными. Однако в конце биологического лета благодаря доминированию синезеленых (*Stigonema* spp., *Nostoc* spp., *Tolypothrix* spp., *Calothrix* spp.), зеленых (*Zygnema* spp.) и красных (*Lemanea* spp., *Batrachospermum* spp.) водорослей именно здесь в «амфибиотической» зоне регистрируются самые высокие значения биомассы. С увеличением глубины и уменьшением турбуленции возрастает количество осаждающегося на поверхности субстрата детрита. Большинство водорослей встреченных на границе субстрат-дно – это подвижные формы типа представителей рода *Navicula*.

Изменение экологических условий обуславливает и дискретность горизонтальной структуры альгоценозов. Вдоль берегов доминируют формы, типичные для лентических систем – это виды *Spirogyra* spp., *Zygnema* spp. или *Mougeotia* spp.

Особый интерес, несомненно, представляют речные участки, расположенные ниже проточных озер, где в перифитоне увеличивается обилие аллохтонных форм. Состав аллохтонной альгофлоры определяется морфометрией и трофностью выше расположенных озер. Наиболее часто среди аллохтонных форм доминируют *Aulacoseira* spp., *Melosira* spp. и *Fragilaria* spp. Ниже небольших, неглубоких озер с высокой проточностью перемешивание обуславливает присутствие в планктоне крупных донных диатомей: *Pinnularia, Gyrosigma, Surirella, Cymatopleura*. Эти же виды, постоянно присутствуя в планктостоке, и составляют основу осажденной фракции в фитоперифитоне.

Наиболее существенное влияние на формирование перифитона оказывают планктонные водоросли, вызывающие «цветение». Это зеленые (*Palmodictyon viride* Kütz., *Hyalotheca mucosa* (Merth). Ehrenb.) и синезеленые (*Gloeotrichia echinulata* (J.S. Smith) P. Richt., *Microcystis aeruginosa* Kütz., *Aphanizomenon flos-aquae* (L). Ralfs, *Anabaena* spp., *Woronichinia naegeliana* (Ung). Elenkin, и *Oscillatoria agardhii* Gomont) водоросли.

Миграция большого количества водорослей из одного сообщества в другое усиливает природную мозаичность, типичную для альгоценозов в озерно-речных системах. Это маскирует изменения, происходящие под влиянием увеличения антропогенной нагрузки, и затрудняет корректную оценку её причин.

Л.В. КОНДАКОВА[1], Л.И. ДОМРАЧЕВА[2], А.И. ФОКИНА[1], В.А. ЕФРЕМОВА[1]

[1]Вятский государственный гуманитарный ун-т,
ул. Красноармейская, 26, 610002 Киров, Россия
e-mail: kaf_eco@vshu.kirov.ru
[2]Вятская государственная сельскохозяйственная академия,
ул. Октябрьский проспект, 133, 610017 Киров, Россия
e-mail: nm-flora@mail.ru

САМООРГАНИЗАЦИЯ БИОПЛЕНОК *NOSTOC COMMUNE* VAUCHER – ФАКТОР ВЫЖИВАНИЯ В УСЛОВИЯХ СТРЕССА

Цианобактерия (синезеленая водоросль) *Nostoc commune* Vaucher является космополитом, распространенным во всех регионах планеты. Данный организм способен к формированию биопленок, вегетирующих не только в природных экосистемах, но и на техногенно преобразованных территориях. Довольно часто подобные биопленки развиваются вблизи шоссейных и железных дорог. Изучение структурно-функциональных

особенностей данных колоний показало, что существование микроорганизмов в виде биопленок имеет большое экологическое значение. Адаптация биопленок к изменяющимся факторам внешней среды во многом обусловлена тем, что помимо главного доминанта *N. commune* в состав фототрофного комплекса входят другие виды гетероцистных и безгетероцистных цианобактерий: *N. punctiforme* (Kütz.) Hariot, *Calothrix elenkinii* Kossinsk. f. *elenkinii, Tolypothrix tenuis* Kütz., *Microchaete tenera* Thur., *Phormidium autumnale* (C. Agardh) Gomont, *Ph. boryanum* Kütz., *Leptolyngbya foveolarum* (Rabenh. ex Gomont) Anagn. et Komárek, *L. fragilis* (Gomont) Anagn. et Komárek, *Plectonema nostocorum* Born., а также представители различных отделов эукариотных водорослей *Chlorella vulgaris* Beij., *Chlorococcum* sp., *Chlamydomonas gloeogama* Korschikov f. *gloeogama, Stichococcus bacillaris* Nägeli s. str., *Klebsormidium flaccidum* (Kütz.) Silva et al., *Eustigmatos magnus* (Pet.) Hibberd, *Characiopsis minima* Pasch. Сапротрофный комплекс формируют бактерии (аммонификаторы, олигонитрофилы, азотфиксаторы) и микромицеты. В процессе формирования биопленок возникают коммуникативные связи, основанные на биохимических и физических контактах, в ходе которых возникает структурированное сообщество со сложной пространственно-временной ориентацией определенной сферо-сетевой архитектуры. Плотность популяций в биопленках достигает нескольких миллиардов на 1 г. Повышенной агрегативной способностью обладает не только слизь, продуцируемая водорослями и цианобактериями, но и мицелиальные и нитчатые формы микроорганизмов. Так, суммарная длина мицелия микромицетов может достигать до 2 км/г пленки, а длина нитчатых форм водорослей и цианобактерий свыше 8 км/г.

Синнергидные эффекты в многовидовой биопленке увеличивают её устойчивость к действию поллютантов различной химической природы (минеральных – ионы тяжелых металлов и органических – нефть и нефтепродукты, пестициды). Более того, биопленки выступают как природные сорбенты тяжелых металлов, накапливая в своей структуре повышенное содержание ионов никеля, цинка, марганца, меди, свинца, извлекаемых из почвы, на которой они развиваются.

Искусственное разрушение биопленок с последующей онкуляцией гомогената в почву приводит к сравнительно быстрой самосборке сообщества с восстановлением видовой и групповой его структуры.

Таким образом, природные биопленки *Nostoc commune* представляют интерес не только как пример природных микробных сообществ с уникальной биоморфологической структурой, но и как перспективный объект природного биосорбента.

М.А. КОНИЩУК

Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины,
ул. Терещенковская, 2, 01601 Киев, Украина
e-mail: maryana_struk@ukr.net

РАЗНООБРАЗИЕ ВОДОРОСЛЕЙ НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА «ПРИПЯТЬ-СТОХОД» (ВОЛЫНСКАЯ ОБЛАСТЬ, УКРАИНА)

Национальный природный парк «Припять-Стоход» (Любешовский район, Волынская область), организован в 2007 г. и находится в границах природной зоны Смешанных лесов, Полесской провинции, области Волынского Полесья на площади 39 315,5 га. Объединяет природные комплексы рек Припять и Стоход с заплавными озерами и большими площадями болот, заболоченных лугов и лесных массивов.

Согласно литературным (Юнгер, 1985; Клєстов та ін., 2001; Щербак та ін., 2011) и оригинальным данным (исследования проведены в период 2008–2011 гг.) альгофлора НПП «Припять-Стоход» насчитывает 547 видов, представленных 588 внутривидовыми таксонами (вн.т.), которые относятся к 10 отделам: Cyanoprokaryota, Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Bacillariophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Rhodophyta, Chlorophyta и Streptophyta, 16 классам, 52 порядкам, 82 семействам и 187 родам. Ведущими являются четыре отдела: отдел Chlorophyta − 171 вид (179 вн.т.), что составляет 30,4 % от общего разнообразия водорослей парка; Bacillariophyta − 136 видов, 153 внутривидовых таксона (26 %). Отделы Cyanoprokaryota и Streptophyta представлены близким числом видов: 75 (77 вн.т.) и 60 (65 вн.т.) 13,1 % и 11,1 % соответственно.

Основу альгофлоры парка составляет видовое разнообразие водорослей озер, рек и болот. Наиболее богатый видовой состав водорослей характерен для озер − 350 видов (372 вн.т.), которые относятся к 9 отделам, 15 классам, 40 порядкам, 66 семействам и 140 родам. Менее разнообразна альгофлора рек парка − 306 видов (321 вн.т.), принадлежат к 10 отделам, 15 классам, 37 порядкам, 63 семействам и 126 родам. В болотах и заболоченных участках парка встречается 140 видов (148 вн.т.) из 8 отделов, 13 классов, 35 порядков, 49 семейств и 83 родов водорослей.

В водоемах парка обнаружен ряд видов, новых для Волынского Полесья: Xantophyta – *Characiopsis sphagnicola* Pascher, *Ch. sublinearis* Pascher, *Vaucheria sessilis* f. *clavata* (Klebs) Heering, *Pseudostaurastrum enorme* (Ralfs) Chodat та *P. limneticum* (Borge) Chodat ex Wojc.; Chrysophyta – *Lagynion scherffelii* Pascher; Cyanoprokaryota − *Cyanodictyon reticulatum* (Lemmerm.) Geitler.; Euglenophyta − *Strombomonas urceolata* f. *hyalina* (Svir.) Vetrova. В окрестностях с. Любязь, в мелиоративном канале, выявлен редкий вид, который включен в Красную книгу Украины (2009) − *Nitella gracilis* (Sm.) C. Agardth (отдел Streptophyta, класс Charophyceae, порядок Charales, семейство Characeae) (Струк, Борисова, Гриньов, 2008). Обнаружено два вида, новых для территории Украины: *Cyanosarcina*

burmensis (Skuja) Kováčik (отдел Cyanoprokaryota, класс Cyanophyceae, порядок Chroococcales, семейство Chroococcaceae) – в озерах Любязь (Конищук, 2009) и Белое, болоте Шершневе; *Monosiga varians* Skuja. (отдел Chrysophyta, класс Chrysophyceae, порядок Monosigales, семейство Monosigaceae) – в окрестностях села Лахвичи (урочище Калинка, заболоченный участок).

Водоемы национального парка характеризуются достаточно высоким уровнем видового разнообразия водорослей, которое составляет около 30 % от альгофлоры Волынского Полесья в целом. Таксономическая структура видового состава с преобладанием диатомовых, зеленных и синезеленных водорослей является типичной для природной зоны Полесья. Богатство стрептофитовых водорослей может объясняться высоким уровнем заболоченности территории. На территории парка выявлены местонахождения ряда редких и регионально редких видов, а также два вида водорослей, новых для территории Украины. Таким образом, водоемы национального парка «Припять-Стоход» являются ценными альгосозологическими резерватами.

Л.Г. КОРНЕВА

Ин-т биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,
152742 Борок, Россия
e-mail: korneva@ibiw.yaroslavl.ru

ДИНАМИКА РАЗНООБРАЗИЯ ФИТОПЛАНКТОНА ВОДОХРАНИЛИЩ БАССЕЙНА ВОЛГИ И ФАКТОРЫ, ЕЕ ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ

До строительства водохранилищ в первой половине XX века в фитопланктоне отдельных участков Волги и Шексны насчитывалось 153–264 таксона рангом ниже рода, а в Волге в целом – 302. Их число в Нижней Волге было приблизительно в 1,5 раза выше, чем в Верхней. После зарегулирования стока рек в 1960–1970-е гг. в планктоне Волги насчитывалось 1501 вид, разновидность и форма водорослей, число которых снижалось в направлении от Верхней к Нижней Волге.

Флористический анализ планктона девяти водохранилищ бассейна Волги (Шекснинское, Иваньковское, Угличское, Рыбинское, Горьковское, Чебоксарское, Куйбышевское, Саратовское и Волгоградское), проведенный с учетом литературных и собственных данных и их систематической унификации, показал, что за 1953–2004 гг. в них обнаружено 2475 видов, разновидностей и форм (1972 вида) водорослей, которые по отделам распределились следующим образом: Cyanophyta – 280, Chrysophyta – 198, Bacillariophyta – 698, Xanthophyta – 86, Cryptophyta – 37, Dinophyta – 49, Raphidophyta – 2, Euglenophyta – 250, Chlorophyta – 875.

Выявлена положительная достоверная связь флористического богатства планктона водохранилищ с их морфометрическими

характеристиками. Расположение водохранилищ в дендрограммах кластерного анализа, выполненного как по встречаемости, так и по обилию состава полной флоры планктонных водорослей, повторяло их топографическую последовательность. Флористическое сходство планктона водохранилищ и конвергенция водоемов увеличивались (бета-разнообразие, соответственно, снижалось) в направлении от Верхней к Нижней Волге. Географическая зональность в распределении фитопланктона от Верхней к Нижней Волге проявлялась в постепенном снижении относительного богатства зеленых водорослей и обилия фитофлагеллат, числа видов, свойственных слабоминерализованным водам, их ценотического и удельного разнообразия. Одновременно с этим увеличивалось относительное богатство диатомовых, а также число видов, предпочитающих высокоминерализованные воды. При сравнении изменения богатства фитопланктона водохранилищ волжского бассейна с таковым Днепра и зарегулированных сибирских рек (Оби, Енисея и Ангары) установлено, что флористическое разнообразие водорослей в крупных европейских реках, текущих с севера на юг, снижалось от истока к устью, а в сибирских реках, текущих с юга на север, наоборот, увеличивалось в зависимости от степени развитости речной сети бассейна. При этом, в Волге и Днепре пропорция диатомовых водорослей увеличивалась от верхнего к нижнему течению, а в Оби, Енисее и Ангаре – наоборот, она снижалась.

Появление и натурализация основных видов-вселенцев *Skeletonema subsalsum* (A. Cleve) Bethge и *Actinocyclus normanii* (Greg.) Hust. в водохранилищах бассейна Волги совпало по времени с завершением основного гидростроительства в 1960-е годы и очередной трансгрессией Каспия в 1980-е годы. Непрерывное увеличение температуры воды, уровня трофии и минерализации водохранилищ способствовало продолжению инвазийного процесса и в 2000-е годы.

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ, проект № 12-04-00257-а.

Д.Д. КОРОЛЕСОВА

Черноморский биосферный заповедник НАН Украины,
ул. Лермонтова, 1, 75600 г. Голая Пристань, Херсонская обл., Украина
e-mail: chernyakova.darya@gmail.com

ХАРОВЫЕ ВОДОРОСЛИ ЗАЛИВОВ И ЛИМАНОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЁРНОГО МОРЯ (УКРАИНА)

Харовые водоросли представляют собой небольшую группу преимущественно пресноводных макрофитов, ряд видов являются эвригалинными. На сегодняшний день известно около 300 видов порядка Charales. Для Азово-Черноморского бассейна указаны 13 видов из 5 родов харовых (Красавина, 1979; Ткаченко, Маслов, 2003), лишь три вида

широко представлены в заливах и лиманах северо-западной части Чёрного моря (СЗЧМ).

Впервые в Чёрном море хара была обнаружена А.Г. Генкелем в 1902 г. (Генкель, 1902), указавшем на значительные заросли в восточной части Каркинитского залива, где высота растений достигала 1,5 м. Позднее С.А. Зернов (1908) также упоминает о харовых СЗЧМ, а уже в 1922 г. были опубликованы результаты экспедиции в Ягорлыцкий залив, который В.Л. Паули (1927) называет «царством харовых водорослей». Десятилетие спустя, в конце 20-х – начале 30-х гг. харовые водоросли исследованы в составе макрофитобентоса Каркинитского залива по материалам трёх экспедиций Севастопольской биологической станции с подробным описанием их условий произрастания (Морозова-Водяницкая, 1959). Систематический мониторинг фитобентоса заливов и лиманов СЗЧМ был организован И.И. Погребняком уже в начале 60-х годов прошлого столетия (Погребняк, 1965).

Большинство видов харовых, обитающих в морских акваториях Чёрного моря, относится к солоноватоводным. Они приурочены к мягким грунтам и произрастают преимущественно в мелководных заливах, лагунах, эстуариях и бухтах. Известны также находки харовых на глубине 22–24 м в приглубой части Каркинитского залива (Морозова-Водяницкая, 1936), есть упоминания о харовых, произрастающих на каменистых грунтах (Красавина, 1979). В заливах и лиманах представители харовых водорослей образуют сомкнутые, часто монодоминантные заросли с большой плотностью, по мнению Н.В. Морозовой-Водяницкой (1936) «где поселились харовые, там обычно уже нет места другой растительности». Поскольку харовые предпочитают защищенные от волновой активности местообитания, они практически не встречаются у открытых берегов.

Функциональная роль видов порядка Charales высока, они являются мощным средообразующим фактором, участвуют в образовании илов и седиментационных процессах, формируют огромную массу растительного детрита, способны изменять концентрацию ряда ионов в воде (Kuster, 1997; Siong, Asaeda, 2006). В мелководных заливах и лиманах СЗЧМ представители харовых формируют биоценоз (Голлербах, Красавина, 1983), характеристики которого практически не изучены. К настоящему времени известно 29 видов беспозвоночных, входящих в состав эпифитона харовых в заливах Чёрного моря, а биомасса зооперифитона может достигать 80 г.кг$^{-1}$ (Маккавеева, 1979). Заросли харофитов формируют специфические условия для обитания и размножения некоторых видов рыб, а генеративные талломы являются важным компонентом растительного рациона водно-болотных птиц (Пупков, 1980).

В Красную книгу Украины (2009) включены 9 видов харовых водорослей, из них 4 обитают в условиях заливов и лиманов Чёрного моря. Однако до сих пор нет данных о состоянии и распространении харовых в акваториях СЗЧМ, численности массовых видов, составе и структуре

биоценоза. В связи с этим актуальной гидробиологической и природоохранной задачей является изучение современного состояния фитоценоза харовых водорослей СЗЧМ.

В.И. КОРХОВОЙ[1], П.М. ЦАРЕНКО[2], Я.В. ПИРКО[1], Н.Н. ПИРКО[1], Е.В. БОРИСОВА[2], Я.Б. БЛЮМ[1]

[1]Гос. предприятие «Ин-т пищевой биотехнологии и геномики НАН Украины», ул. Осиповського 2а, 04123 Киев, Украина
e-mail: korkhovy_v@ukr.net
[2]Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины, ул. Терещенковская, 2, 01601 Киев, Украина
e-mail: ptsar@ukr.net

ISSR АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ КОЛЛЕКЦИИ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ IBASU-A – ПЕРСПЕКТИВНЫХ ПРОДУЦЕНТОВ БИОДИЗЕЛЯ

В последнее время наблюдается возрастание интереса к микроводорослям как альтернативному источнику продуцентов липидов – сырья для производства биодизеля. Микроводоросли являются одними из эффективных растений–продуцентов жиров. Они во много раз превышают традиционно возделываемые в сельскохозяйственной практике растения по скорости прироста биомассы и накоплению липидов. Для выращивания микроводорослей не требуются плодородные, орошаемые угодья, они не конкурируют с растениями, традиционно выращиваемыми для получения жиров, употребляемых для питания человека. На сегодня актуальны поиск новых видов микроводорослей, селекция, изучение морфо-физиологических особенностей уже описанных видов, генно-инженерные манипуляции с целью конструирования штаммов более продуктивных и технологичных в плане синтеза липидов.

Молекулярные маркеры часто используются для исследования сомаклональной изменчивости, генетической паспортизации сельскохозяйственных сортов, редких и нуждающихся в охране видов растений. Использование межмикросателлитного (ISSR) анализа возможно за счет того, что большинство генов окружено микросателлитными последовательностями, используемыми в качестве маркеров. Метод характеризуется высокой точностью и повторяемостью результатов.

В ходе работы был выполнен ISSR анализ наиболее перспективных для получения биодизеля штаммов микроводорослей, отобранных ранее из коллекции IBASU-A Института ботаники НАН Украины. В исследованиях использованы 6 ISSR праймеров: $(AC)_8TG$, $(AC)_8CA$, $(AG)_8CA$, $(AG)_8CT$, $(AG)_8CC$, $(ACTG)_4$. Получены видоспецифические патерны проанализированных видов. Показано, что исследованные штаммы объединяются в кластеры определенных таксономических групп.

М.Н. КОСЕНКО

Одесский филиал Ин-та биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины,
ул. Пушкинская, 37, 65011 Одесса, Украина
e-mail: marina_alga@bigmir.net

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СООБЩЕСТВ МАКРОФИТОБЕНТОСА СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ (УКРАИНА)

Экологическая активность альгосообществ, развивающихся на твердых субстратах прибрежных экосистем, отражает уровень продукционного процесса, который протекает в водной среде. Обменные процессы у водорослей осуществляются через внешнюю поверхность. Видовая структура, биомасса, показатели проективного покрытия, морфо-функциональные параметры водных растений изменяются в зависимости от качества водной среды и могут быть использованы для оценки экологического статуса водоема. Наряду со структурными показателями (видовой состав, биомасса, процент проективного покрытия), морфо-функциональные показатели макрофитов могут использоваться для биологической индикации, при этом для них характерна максимальная чувствительность к уровню эвтрофирования водной экосистемы.

У водорослей-макрофитов, как и у гидробионтов, использующих адсотрофный способ питания, существует зависимость между морфологическими параметрами таллома и интенсивностью функциональных процессов. Эту зависимость выражают через коэффициент удельной поверхности S/W. Ряды экологической активности (РЭА) макрофитов представляют собой виды определенного сообщества, расположенные в порядке возрастания их величин удельной поверхности. Интенсивность автотрофного процесса определяется величинами S/W видов, входящих в РЭА конкретного района исследования. РЭА характеризуются рядом параметров, которые можно использовать для оценки экологического статуса водоема. Параметр РЭА S/Wmin определяют виды с минимальной удельной продукцией, которые являются самыми уязвимыми в сообществе при возрастании эвтрофирования. Виды, у которых величина удельной поверхности ближе к значению параметра S/Wx, имеют преимущество для нахождения в сообществе. Виды с высоким значением удельной поверхности (S/Wmax) не имеют ограничения для присутствия в структуре сообщества. Параметр S/W∑ – это абстрактный интегральный показатель, который представляет собой сумму значений S/W всех видов альгосообщества.

В работе исследован макрофитобентос различных районов северо-западной части Черного моря, которая представляет собой наиболее обширную мелководную область шельфа к западу от линии, соединяющей полуостров Тарханкут с м. Калиакра. Период исследования 2008–2010 гг.

РЭА макрофитов исследуемых районов отличались значениями параметров удельной поверхности. S/W_{min} РЭА Каркинитского залива в 2 раза ниже, чем S/W_{min} макрофитов Одесского побережья и в 4 раза ниже,

чем в дельте Дуная. По величинам параметров S/W_x также наблюдались различия для РЭА исследуемых регионов: в Каркинитском заливе величина данного показателя составила 104 $м^2*кг^{-1}$, на Одесском побережье – 120 $м^2*кг^{-1}$, в авандельте Дуная – 220 $м^2*кг^{-1}$. Надежным показателем экологической активности исследуемых районов является параметр РЭА S/W_{Σ}, значение которого увеличивается от 439 $м^2*кг^{-1}$ в Каркинитском заливе, к 1238 $м^2*кг^{-1}$ в Одесском регионе и к 3779 $м^2*кг^{-1}$в дельте Дуная. Виды с величиной S/W_{max} 1000–1200 $м^2*кг^{-1}$ характерны для всех исследуемых районов и обнаруживаются в небольших количествах.

Полученные данные позволяют проранжировать исследуемые регионы в порядке возрастания интенсивности автотрофного процесса. Самые низкие показатели экологической активности имеют макрофиты Каркинитского залива, экологическая активность фитобентоса Одесского побережья занимает промежуточное значение, а сообщества макрофитов авандельты Дуная характеризуется максимальными показателями экологической активности.

К.В. КОСТЮК, В.В. ГРУБИНКО

Тернопольский национальный педагогический ун-т имени Владимира Гнатюка,
ул. М. Кривоноса, 2, 46013 Тернополь, Украина
e-mail: kostyuk.katya@gmail.com

ИОНЫ Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+} КАК РЕГУЛЯТОРНЫЕ ФАКТОРЫ МУЛЬТИПЛИКАЦИИ КЛЕТОЧНЫХ МЕМБРАН У ВОДОРОСЛЕЙ И ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ

Известно, что изменение ионного состава клетки влияет на проницаемость клеточных мембран, агрегатное состояние и движение протоплазмы, функциональное состояние органелл, конфигурацию и взаимодействие биомакромолекул, активность и специфичность ферментов (Roos, 2000). Ионы Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+} активно участвуют в адаптивных перестройках мембранных систем клеток водных растений при действии стрессоров, включая участие в регуляции такого уникального клеточного процесса как формирование мультимембранных комплексов (Tanaka, Fujigaki, Watanabe, 1982). Нами установлено, что под действием ионов Zn^{2+}, Pb^{2+} и дизельного топлива происходит образование вторичных концентрических мембран (ВКМ) (Костюк, Грубінко, 2011). Целью исследования было изучение роли ионов Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+} в этом процессе.

Опыты проводили на *Chlorella vulgaris* Beij., *Elodea canadensis* Michx. и *Lemna minor* L. В экспериментальных условиях к культурам растений добавляли водные растворы $ZnSO_4$ и $Pb(NO_3)_2$ в расчете на количество ионов Zn^{2+} – 1 мг/л, 2 и 5 мг/л и Pb^{2+} – 0,1 мг/л, 0,2 и 0,5 мг/л, что соответствует 1, 2 и 5 $ПДК_{рыбохоз.}$ и дизтопливо в количестве 0,01 мл; 0,05; 0,1; 0,2; 0,3 мл, что составляет 1 ПДК, 5, 10, 20, 30 ПДК. Отбор образцов биомассы растений осуществляли на 1, 3, 7, и 14-е сутки

эксперимента при исследовании действия ионов металлов и на 14-е сутки в опытах с дизельным топливом. Содержание ионов в клетках водных растений определяли атомно-адсорбционным методом на спектрофотометре Selmi C-115 M и выражали в мкг/кг сырой массы (Хавезов, Цалев, 1983).

При токсических воздействиях на протяжении 3–7 суток (5 ПДК) в клетках всех изученных растений в 1,2–3,0 раза увеличивается содержание ионов натрия, сопровождаемое накоплением в клетке воды и образованием вакуолей. Ионы натрия, как известно, активируют биосинтез липидов, содержание которых в мембранах в указанных концентрационно-временных границах увеличивается (Костюк, 2011), что свидетельствует о причастности этих ионов к формированию ВКМ. Количество ионов K^+ уменьшается, что коррелирует с уменьшением содержания белков, биосинтез которых активируется ионами калия. Содержание ионов магния в клетках всех водных растений под действием токсикантов увеличивается в 1,3–2,2 раза (3–7 сутки, 5 ПДК), что может быть связано с модификацией мембран, для которых ионы магния являются стабилизаторами, уменьшая их текучесть и проницаемость. Количество Ca^{2+} в клетках исследованных растений под действием токсикантов изменяется волнообразно. Это согласуется со сведениями о том, что одним из механизмов кальциевой сигнализации является летальность клеток при длительном сохранении высокой концентрации ионов Ca^{2+} в цитоплазме: клетки избегают гибели либо используя низкоамлитудные колебания концентрации кальция, либо генерируруют кратковременные повторяющиеся кальциевые сигналы, известные как кальциевые волны (Trewavas, Malho, 1998). Следует также отметить роль Ca^{2+} в передаче сигналов при синтезе вторичных мембран, в частности, регуляции фосфолипаз, активация которых кальцием вызывает липолитические разрушение фосфолипидов. Внутриклеточный гомеостаз кальция предотвращает их гидролиз, за счет чего поддерживается структурная целостность мембран и их устойчивость к воздействию токсикантов.

В целом, накопление в клетках Na^+, Mg^{2+} и потеря части K^+ и Ca^{2+} сопровождают структурные перестройки мембран, прежде всего, формирование мультимембранной системы.

А.В. КРАВЦОВА

Ин-т биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины,
пр. Нахимова, 2, 99011 Севастополь, Украина
e-mail: alexkravtsova@yandex.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАКРОВОДОРОСЛЕЙ ДЛЯ БИОМОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПРИБРЕЖНЫХ АКВАТОРИЙ ЧЕРНОГО МОРЯ

Биологический метод оценки загрязнения прибрежных акваторий тяжелыми металлами (ТМ) – одними из наиболее опасных для биоты и

здоровья человека поллютантов – имеет ряд преимуществ по сравнению с анализом абиотической компоненты. Способность макроводорослей накапливать металлы из водной среды в концентрациях, существенно превышающих их уровень в воде, является основой их использования в качестве организмов-мониторов (Бурдин, 1985).

Исследования черноморских водорослей с целью их использования в качестве мониторов ТМ в прибрежных акваториях проводятся более трех десятилетий (Саенко и др., 1979; Камнев, 1989; Христофорова, 1974-1979; Güven et al., 1992, 1998; Strezov et al., 1999; Topcuoğlu et al., 2003). Для 15 массовых видов черноморских водорослей, произрастающих у берегов Крыма, определено содержание поливалентных металлов, выявлена видоспецифичность в их концентрировании. В некоторых видах бурых, красных и зеленых водорослей определены диапазоны концентраций металлов (Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb и Zn) в прибрежных водах побережья Турции, испытывающих разную по степени воздействия антропогенную нагрузку (Guven, 1992; Topcuoğlu et al., 2010). У этих видов выявлено снижение концентраций большинства металлов в последнее десятилетие, за исключением акватории Синопа, являющейся одной из наиболее загрязненных в Черном море (Topcuoğlu, 2010). В последние годы биомониторинговые исследования проведены у болгарского прибрежья с использованием 6 массовых видов зелёных макроводорослей (Strezov et al., 1999, 2005). При этом сведения о концентрации в них ТМ (Fe, Mn, Cu, Pb и Cd) свидетельствуют о незначительном загрязнении прибрежных вод Болгарии, за исключением находящихся под влиянием стока рек и локальных источников загрязнения (Strezov et al., 2005). В последнее десятилетие в акваториях российского побережья проведены исследования по изучению роли красных водорослей в биомониторинге сублиторали Черного моря, выявлена зависимость накопления ТМ некоторыми видами водорослей от возраста, частей таллома и сезона (Теюбова, 2011; Крупина, 2003; Беленикина, 2005).

Мониторинговые исследования ТМ в акваториях украинского побережья Черного моря до сих имеют локальный характер, с использованием преимущественно бурых водорослей. Так, получены данные о влиянии хозяйственно-бытового загрязнения на виды цистозиры в районе Севастополя и Одесского залива, показано, что концентрация некоторых ТМ в *Cystoseira crinita* (Desf.) Bory вблизи сброса сточных вод в 10–20 раз выше, чем на удалении от него (Крупина и др., 1982; Парчевский и др., 1983; Лазоренко и др., 1983; Молчанов и др., 1988). Для условно чистых акваторий Карадагского заповедника определены фоновые концентрации металлов (Cu, Mn, Pb и Zn) в талломах цистозиры (Михаленок, 1988).

Т.Р. КРАВЦОВА[1], И.В. ЛАЗЕБНАЯ[2], Е.В. ПАЦКО[3], О.А. КОКШАРОВА[4]

[1]Московский государственный ун-т им. М.В. Ломоносова, биологический ф-т,
Ленинские горы, 1, кор. 12, 119991 Москва, Россия
e-mail: tartuf-92@mail.ru
[2]Ин-т общей генетики имени Н.И.Вавилова РАН,
ул. Губкина, 3, 119333 Москва, Россия
e-mail: lazebnaya@mail.ru
[3]Киевский национальный ун-т имени Тараса Шевченко,
e-mail: patsko_lena@ukr.net
[4]НИИФХБ Московского государственного ун-та им. М.В. Ломоносова,
Ленинские горы, 1, кор. 40, 119991 Москва, Россия
e-mail: OA-Koksharova@rambler.ru

СИМБИОТИЧЕСКАЯ ЦИАНОБАКТЕРИЯ, ПОВЫШАЮЩАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ АЗОТФИКСАЦИИ В АССОЦИАЦИЯХ С СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ РАСТЕНИЯМИ

Для повышения продуктивности сельскохозяйственных растений перспективно применение на практике композиций, состоящих из симбиотических и несимбиотических азотфиксирующих организмов. Среди широкого спектра диазотрофных микроорганизмов наиболее перспективными представляются цианобактерии (Cyanophyta), поскольку они фиксируют атмосферный молекулярный азот, и, в отличие от гетеротрофных азотфиксаторов, не требуют наличия в почве уже готового органического вещества.

Целью работы было молекулярное типирование цианобактериального изолята PTV, эффективного при проведении альгализации почв живыми культурами фотосинтезирующих и азотфиксирующих микроорганизмов. В составе альго-ризобиальных композиций этот изолят стимулировал энергию прорастания, всхожесть семян, способствовал увеличению длины и количества сформированных проростков люцерны и сои.

Для молекулярного генотипирования цианобактериального изолята PTV в ходе полимеразной цепной реакции были амплифицированы соответствующие фрагменты хромосомной ДНК, содержащие рибосомальный генный кластер (ген 16S рРНК, внутренний транскрибируемый спейсер 16S-23S рРНК и часть гена 23S рРНК), а также часть *nifH* гена, кодирующего редуктазу нитрогеназы. Синтезированные 1765 п.н. фрагмент, несущий гены рибосомального кластера, и 343 п.н. фрагмент nifH гена были клонированы в бактериальном векторе и подвергнуты секвенированию. Анализ нуклеотидных последовательностей осуществляли с помощью программы BioEdit (http://www.mbio.ncsu.edu/BioEdit/bioedit.html) и программы Blast (http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/viewer). Филогенетический анализ нуклеотидных последовательностей проводили с помощью программы MEGA (http://www.megasoftware.net/). Сравнение полученных нуклеотидных последовательностей с общей коллекцией таковых в генных

банках (GenBank+EMBL+DDBJ+PDP) показало, что изолят PTV не имеет полного сходства ни с одним из ранее исследованных организмов. При сравнении нуклеотидных последовательностей 16S РНК цианобактерия кластеризуется с высоким уровнем бутстреп поддержки с *Anabaena* AKM8 и с *Nostoc muscorum* AKM6. При использовании в качестве молекулярного маркера гена *nifH,* изучаемый изолят PTV попадает в один кластер с *Nostoc muscorum*. Изучаемый изолят PTV назван нами в память безвременно ушедшей Паршиковой Татьяны Викторовны, инициировавшей эти исследования, как *Nostoc* PTV.

А.Ф. КРАХМАЛЬНЫЙ

Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины,
ул. Терещенковская, 2, 01601 Киев, Украина
e-mail: krakhmalnyy_a@mail.ru

РАЗНООБРАЗИЕ DINOPHYTA КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ВОДОЕМОВ УКРАИНЫ

За более чем столетнюю историю изучения динофитовых водорослей континентальных водоемов Украины накоплен значительный материал, который позволяет достаточно полно оценить как общее видовое разнообразие представителей этого отдела водорослей, так и их распространение. На сегоднешний день общее количество работ, в которых упоминаются динофитовые континентальных водоемов Украины, более двухсот. Большинство из публикаций посвящено альгофлоре рек, всего же в реках Украины зарегистрировано 57 видовых и внутривидовых таксонов (в.в.т.) Dinophyta, здесь и далее, включая номенклатурный тип вида; причем, наибольшее видовое разнообразие у представителей родов *Peridiniopsis* Lemmerm. (10) и *Peridinium* Ehrenb. (9). Сравнительно много исследователей занимались изучением прудов (39 в.в.т.). Достаточно активно велись исследования пойменных водоемов (39 в.в.т.) и озер. Для озер упоминается от 2 до 7 видов (всего более 30). В пресных озерах лучше предсталены *Peridinium* (5) и *Peridiniopsis* (4). В соленых преобладает *Prorocentrum* Ehrenb. (2). На сегодняшний день неплохо изучены водохранилища, в видовом отношении доминируют представители рода *Peridinium* (6), всего в водохранилищах найдено 18 в.в.т. Dinophyta. Сравнительно полно изучены Dinophyta лиманов. Чаще для этого типа водоемов упоминаются *Prorocentrum cordatum* (Ostenf.) J. Dodge, *P. micans* Ehrenb. Общее число видов, выявленных в лиманах, колеблется от нескольких до 22–24 (Молочный лиман и Сиваш). Всего же в лиманах обнаружено 62 в.в.т. Dinophyta, то есть, по разнообразию они лидируют среди других континентальных водоемов, что связано с развитием в лиманах морских видов. Наименее изучены динофитовые болот и эфемерных водоемов. По Dinophyta болот имеются работы только по Харьковской и Киевской областям. Общий видовой состав в этом типе водоемов небольшой (25 в.в.т. динофитовых водорослей), в основном,

представители *Peridinium* (7). Исследований, посвященных динофитовым эфемерных водоемов Украины, очень мало, отмечена крайняя видовая бедность и доминирование родов *Ceratium* (2), *Katodinium* Fott (2), *Gonyaulax* (1), *Peridiniopsis* (3). В последние десятилетия активно изучались динофитовые заповедных территорий Правобережной Украины. Здесь в водоемах различного типа было найдено 45 видов. Эти виды составляют почти половину от известных для всех пресных водоемов Украины, а *Peridiniopsis borgei* Lemmerm., *P. kevei* Grigorszky et al. и *Tetradinium intermedium* Geitler оказались новыми для Украины.

Всего в континентальных водоемах Украины выявлено 122 вида (134 в.в.т.) Dinophyta, относящихся к 41 роду, 20 семействам и 7 порядкам, это, примерно, 60 % от общего числа известных науке пресноводных видов Dinophyta. В континентальных водоемах Украины наиболее богато в видовом отношении представленны порядки Peridiniales (55 вида, 61 в.в.т.), Gymnodiniales (31, 31) и Gonyaulacale*s* (13, 17), меньше – Gonyaulacales (13, 17), Phytodiniales (8, 8), Prorocentrales (7, 8), Dinophysiales (2, 2) и Dinococcales (1, 1). Более разнообразны Dinophyta в водоемах Степной зоны Украины (78, 82), в основном, за счет соленых озер и лиманов, Лесостепи (57, 67), зоне Украинского Полесья (38, 40), Карпат (21, 22). В Украинской степи наибольшее количество видов имеет род *Peridiniopsis* (14, 15), в Лесостепи и Украинском Полесье – *Peridinium* (14, 20).

О.О. КРЕНЦ, О.П. БАЖЕНОВА

ФГБОУ ВПО «Омский государственный университет им. П.А. Столыпина»,
Институтская пл., 2, 644008 Омск, Россия
e-mail: krenc-olesya@mail.ru

CYANOPROKARYOTA ОЗЕРНОЙ СИСТЕМЫ САЛТАИМ–ТЕНИС ОМСКОЙ ОБЛАСТИ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ, РОССИЯ)

Озерная система Салтаим–Тенис расположена в северной лесостепной зоне, представляет собой два обширных, соединенных широким проливом водоёма и является самым крупным рыбопромысловым участком Омской области. Высокий потенциал рыбопромыслового использования озер требует исследования продуктивности и состояния их экосистемы. Особое значение в проведении таких работ занимает изучение фитопланктона – основного продуцента органического вещества в водоемах, выполняющего важную роль в процессах самоочищения воды.

Средняя глубина озер от 1,9 (Тенис) до 2,3 м (Салтаим), площадь Салтаима – 146 км^2, Тениса – 118 км^2. При малой глубине и обширной площади в них часто наблюдается интенсивная ветровая циркуляция, в которую вовлекается вся толща воды, следствием чего является отсутствие температурной стратификации и равномерное распределение фитопланктона по глубине.

Фитопланктон озерной системы изучался и ранее (Скабичевский, 1956), его первые систематические исследования были проведены в 1965–1968 гг. (Зенюк, 1968, 1972, 1974, 1975, 1980). Эти материалы служат в настоящее время фоновыми данными при изучении современного состояния и направления изменений экосистемы Салтаим–Тенис. Сообщение основано на материалах обработки проб фитопланктона, отобранных в августе 2010 г.

Основу обилия фитопланктона озерной системы Салтаим–Тенис создают цианопрокариоты. В оз. Тенис, при численности фитопланктона 1,24 ± 0,21 млрд. кл./л и биомассе 23,68 ± 5,42 г/м^3, цианопрокариоты формировали 98,97 % общей численности и 71,43 % общей биомассы. В оз. Салтаим обилие фитопланктона составляло 1,20 ± 0,22 млрд. кл./л и 24,15 ± 4,59 г/м^3, при этом доля цианопрокариот составляла соответственно 98,81 и 62,64 %. Более низкая доля цианопрокариот в создании общей биомассы фитопланктона обусловлена мелкоклеточностью большинства их представителей.

В составе цианопрокариот идентифицировано 21 видовой и внутривидовой таксон, в том числе из класса Cyanophyceae (пор. Chroococcales) – 13, из класса Hormogoniophyceae (пор. Oscillatoriales и Nostocales) – 8. Доминирующим видом, достигающим уровня «цветения», является *Leptolyngbya thermobia* Anagn., ранее идентифицированная как *Lyngbya saltaimica* Skabitsch. (Скабичевский, 1956). Кроме *Leptolyngbya thermobia* высокую численность создавали и другие мелкоклеточные цианопрокариоты – *Phormidium* sp., *Chroococcus minimus* (Keissl.) Lemmerm. Из токсичных видов в фитопланктоне озер обнаружены *Microcystis aeruginosa* (Kütz.) Kütz., *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs, *Coelosphaerium kuetzingianum* Nägeli Уровень их развития невысокий и не представляет опасности для жизнедеятельности других гидробионтов.

Фитопланктон озерной системы Салтаим–Тенис как по структуре, так и по таксономическому составу имеет ярко выраженный цианопрокариотный характер, что отражает высокий уровень эвтрофирования озер, связанный в основном с природными процессами, а не с антропогенным воздействием, поскольку плотность населения в этом районе низкая, а уровень развития сельского хозяйства невысокий. Интересно отметить, что в Омской области имеется немало озер, где интенсивно вегетируют цианопрокариоты. Ряд таких озер расположен в лесостепной зоне на юге области, а некоторые – на севере, в таежной зоне. В большинстве случаев развитие цианопрокариот в этих озерах связано с антропогенным воздействием, но имеются и противоположные примеры, когда в удаленных от населенных мест озерах южно-таежной зоны интенсивно «цветут» цианопрокариоты.

Е.С. КРИВИНА

Волжский ун-т им. Татищева,
ул. Комзина, 10, 445003 Тольятти, Россия

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИТОПЛАНКТОНА САРАТОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (РОССИЯ) 2006 г.

Саратовское водохранилище – крупное водохранилище на р. Волге, образованное плотиной Саратовской ГЭС на территории Саратовской, Самарской и Ульяновской областей. Его наполнение происходило в 70-х годах XX века. Согласно В.И. Сиденко (1973) по геоморфологическим и гидрологическим особенностям в данном водохранилище можно выделить, в зависимости от режимов, 3 участка: верхний, средний и нижний.

Исследование фитопланктона на Нижней Волге около г. Саратова начались в 1901 г. группой ученых, работавших на базе Волжской биостанции (В.П. Зыков, Е.Н. Болохонцев, В.Ф. Раушенбах, А.Л. Бенинг). Далее изучение альгофлоры Саратовского водохранилища в режимных наблюдениях проводили в основном сотрудники Саратовского отделения ГосНИИОРХ: А.К. Климова, И.Н. Далечина, Г.В. Сильникова и Н.А. Герасимова, обобщившая материалы многолетних исследований с 1968 до середины 80-х годов в виде монографии. Также активное участие в исследовании фитопланктона принимали альгологи Куйбышевской биостанции ИБВВ АН СССР (с 1983 г. – Институт экологии Волжского бассейна РАН). Данные наблюдений (1970–1974 и 1982–1984) систематизированы в книге И.И. Попченко (2001). Исследования 1991 г. были частью работ с целью изучения закономерностей сезонной сукцессии фитопланктона в каскаде водохранилищ р. Волга. В 1994 г. были проведены наблюдения на русловой станции вблизи о. Кольцовского. После чего наблюдения за состоянием фитопланктона водоема не проводились.

Отбор проб был произведен согласно установленной методике в июне–августе 2006 г. в 35 точках. Кроме изучения фитопланктона пелагиали были рассмотрены водоросли, развивающиеся в сообществах высших водных растений (кубышка, рдест, роголистник).

В результате проделанной работы в составе фитопланктона было зарегистрировано 194 таксона водорослей рангом ниже рода. Они относятся к 73 родам, 40 семействам, 17 порядкам, 13 классам, 7 отделам. Наибольшим видовым разнообразием отличался отдел диатомовых водорослей, в составе которого было встречено 44 % от общего числа видовых и внутривидовых таксонов. Затем следовали зеленые – 34 %, синезеленые – 12 %, желтозеленые – 3 %, криптофитовые – 3 %, эвгленовые – 2 % и динофитовые водоросли – 2 %.

Увеличение видового богатства фитопланктона на различных участках водохранилища происходит за счет водорослей, развивающихся в сообществах высших водных растений. Так, в сообществах, формируемых рдестом, число видовых и внутривидовых таксонов диатомовых водорослей значительно выше, чем за его пределами. Фитопланктон, формирующийся в сообществе кубышки, отличается по составу от сообщества водорослей пелагической части большим числом видов, разновидностей и форм из отделов зеленых и синезеленых, и меньшим – диатомовых водорослей.

Подавляющее большинство водорослей, обнаруженных в ходе исследования, широко распространены в пресноводных континентальных водоемах (виды-космополиты). В зависимости от традиционных мест обитания преобладают планктонные формы (49,74 %), достаточно высока также доля бентосных (20,11 %) и литоральных (17,99 %) организмов.

По отношению к солености воды преобладают индифференты – 73,66 %, в значительном количестве присутствуют олигогалобы – 11,83 % и галофилы – 9,14 %. По отношению к pH среды преобладают алкалифильные – 51,85 % и индифферентные формы – 39,81 %. Виды-индикаторы сапробности составляют 75,77 % от всего состава водорослей. На долю видов-показателей слабой степени сапробности приходится 38,78 %, средней степени– 36,05 %, высокой – 25,17 %.

М.В. КРУПИНА

Московский государственный ун-т им. М.В. Ломоносова, биологический ф-т, Ленинские горы, 1, кор. 12, 119992 Москва, Россия
e-mail: markrupina@yandex.ru

МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОННЫХ МАКРОФИТОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДОЕМАХ ЛЮБОГО ТИПА

Антропогенное загрязнение природной среды приводит к повышению концентраций некоторых элементов в среде и к последующему повышению их содержания в живых организмах. Одна из наиболее опасных групп загрязнителей – тяжелые металлы (ТМ), эпизодически или непрерывно поступающие в водную среду. С 70-х годов XX века предлагаются различные программы контроля уровня загрязнения водной среды. Однако существование различных типов водоемов – пресноводных (проточных и стоячих, полупроточных – водохранилищ), прибрежно-морских акваторий, лиманов и т.д., а также разнообразие гидробионтов, представляющих хозяйственный интерес, не дает возможность применять унифицированную методику определения степени загрязнения водоема и принимать меры по охране среды обитания всей совокупности биологических объектов в водоеме. Многолетние работы по теме биологического мониторинга загрязнения водной среды ТМ позволили создать алгоритм, применимый к любому типу естественных и искусственных водоемов, кроме удаленных от берега морских и океанических акваторий. При мониторинге использовали макрофиты – водоросли и водные высшие растения. Макрофиты соответствуют критериям, предъявляемым организмам-мониторам: *массовость, широкая распространенность, легкодоступность для сбора и оседлый образ жизни*. Установлена зависимость содержания ТМ в макрофитах от концентрации металлов в воде. Выявлено наличие двух одновременно протекающих процессов – поступление металлов в водоросль и выведение металлов. В

естественных условиях содержание металлов в водорослях – это баланс на данный момент времени. При снижении концентрации металлов в воде происходит выведение металлов из организма макрофитов. Разработка программы мониторинга водной среды любого водоема состоит всего из трех этапов. Первым этапом является выбор макрофита-монитора исследуемого водоема. Из всех видов водных растений, обитающих в водоеме, следует отобрать наиболее широко распространенные по всей акватории, часто встречающиеся, доступные для сбора виды. Нужно учитывать сезонность и цикл развития растений. Желательно отобрать 5–15 видов растений с одного местообитания одновременно и сформировать пробы для определения элементов. Вторым этапом становится анализ полученных результатов измерения концентраций всех исследуемых ТМ в отобранных макрофитах. По нашим данным, содержание элементов в макрофитах с одного местообитания может колебаться в 7–100 раз и зависит от видоспецифичности накопления. Виды макрофитов пропорционально накапливающие все металлы, могут быть использованы в качестве организмов-мониторов для данного водоема. Можно использовать один вид, но, учитывая влияние экологических факторов на накопление металлов разными видами, лучше выбрать два монитора и использовать средние значение концентраций. Третий этап включает изучение биологии выбранных мониторов, что будет определять время (сезон) отбора проб, состав пробы – количество целых растения одного возраста или определенные части растений. Выполнив три этапа работы, мы подбираем наиболее подходящие мониторы для конкретного водоема. Дальнейшая работа по контролю загрязнения заключается в отборе проб выбранных макрофитов в зависимости от поставленных задач: контроль локального загрязнения, определение места поступления загрязнителей, сезонные и многолетние наблюдения.

П.А. КУРБОНОВА, Х.Х. ХИСОРИЕВ

Ин-т ботаники, физиологии и генетики растаний АН РТ,
ул. Карамова, 27, 734017 Душанбе, Таджикистан
e-mail: hhikmat@mail.ru

БИОРАЗНООБРАЗИЕ ВОДОРОСЛЕЙ БАССЕЙНА р. ГУНТ (ВОСТОЧНЫЙ ПАМИР, ТАДЖИКИСТАН)

В разнотипных водоёмах бассейна р. Гунт выявлено 290 видов водорослей, представленных 305 видовыми и внутривидовыми таксонами, относящихся к 8 отделам: Cyanophyta – 80 видов (81 внутривидовой таксон), Euglenophyta – 17 (17), Dinophyta – 2 (2), Chrysophyta – 2 (2), Bacillariophyta – 107 (116), Xantophyta 3 (3), Rhodophyta – 3 (3) и Chlorophyta – 76 видов (81 внутривидовой таксон). Новыми флористическими находками для территории Памира являются 114 видов (119 видовых и внутривидовых таксонов), из которых 11 (12) обнаружены впервые на территории Таджикистана, а три вида и одна разновидность

(*Penium spirostriolatum* J. Barker, *P. didymocarpum* P. Lundell, *Cosmarium inclusum* Borge, *C. botrytis* Menegh. ex Ralfs var. *depressum* West et G.S. West) стали новыми флористическими находками для Центральной Азии.

Систематическая структура водорослей водоёмов бассейна р. Гунт характеризуется господством следующих семейств: Naviculaceae – 60 видов (64), Oscillatoriaceae – 37 (38), Desmidiaceae 21 (24), Fragilariaceae – 13 (15), Euglenaceae – 14 (14), Closteriaceae – 13 (14), Achnanthaceae – 10 (11), Nitzschiaceae – 10 (10), Nostocaceae – 9 (9), Scenedesmaceae – 8 (9). Крупнейшими родами по видовому и внутривидовому разнообразию явились: *Navicula* – 18 (19), *Oscillatoria* – 18 (19), *Cosmarium* – 16 (19), *Phormidium* – 15 (15), *Cymbella* – 14 (15), *Closterium* – 13 (14), *Pinnularia* – 13 (13), *Gomphonema* - 8 (10), *Nitzschia* – 9 (9), *Achnanthes* – 8 (9), *Scenedesmus* – 8 (9), *Synedra* – 7 (9), *Merismopedia*, *Nostoc*, *Ulothrix* (по 7 видов в каждом).

Неоднородность экологических условий обусловливала разную степень развития отдельных видов водорослей в разнотипных водоёмах бассейна р. Гунт, в связи с чем выделялись доминанты, субдоминанты и сопутствующие виды. Ядро доминирующего комплекса в различных водоёмах бассейна р. Гунт составляют: *Ceratoneis arcus* (Ehrenb.) Kütz., *Cymbella affinis* Kütz., *Didymosphenia geminata* (Lyngb.) M. Schmidt, *Gomphonema ventricosum* Greg., *Calothrix parietina* (Nägeli) Thur., *Chamaesiphon incrustans* Grunow, *Oscillatoria limnetica* Lemmerm., *Prasiola fluviatilis* (Sommerf.) Aresch., *Ulothrix zonata* (Web. et Mohr.) Kütz. и др.

Среди экологических групп водорослей преимущественное большинство видов (214 видов (224) или 73,44 % всей альгофлоры) относится к фитобентосу и перифитону, образующих разнообразные как по качественному, так и по количественному составу альгоценозы обрастаний на дне водоёмов, и на различных, погруженных в воду предметах, и на гигро- и гидрофитах. Это в основном бентосные реофильные виды водорослей, приуроченные к чистым, наиболее насыщенным кислородом быстротекущим высокогорным водоёмам: *Prasiola fluviatilis, Ulothrix zonata, Calothrix parietina, Achnanthes lanceolata* (Bréb.) Grunow, *Didymosphenia geminata* и др.

Сравнительный анализ видового и внутривидового состава водорослей показал, что степень сходства (по коэффициенту Жаккара) водорослей в разнотипных водоёмах бассейна р. Гунт (р. Гунт, р. Шохдара, Тангское водохранилище и водоемы искусственных сооружений) колебалась довольно широко и варьировала в пределах $K_j = 0{,}225–0{,}658$. Наибольшее видовое и внутривидовое сходство водорослевого населения характерно для наиболее близких по типу местообитания, а также гидрологическим и экологическим параметрам водоёмов. Так, при попарном сравнении видового и внутривидового состава водорослей р. Гунт с р. Шохдара, коэффициент Жаккара равен 0,658, а между реками Шохдара и Гунт с водоёмами искусственных сооружений, данный коэффициент равнялся 0,225 и 0,317 (соответственно).

А.В. КУРЕЙШЕВИЧ, В.А. МЕДВЕДЬ

Ин-т гидробиологии НАН Украины,
пр. Героев Сталинграда, 12, 04210 Киев, Украина
e-mail: Alischuk@rambler.ru, vika_med@i.ua, g_marlay@kots.kiev.ua

К ВОПРОСУ О ПРОГНОЗИРОВАНИИ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕСТРОЙКИ АЛЬГОСООБЩЕСТВ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Антропогенное воздействие на водные экосистемы приводит к увеличению минерализации воды, изменению её ионного состава и величины отношения N/P, сдвигу pH в сторону ацидификации или алкализации, возрастанию содержания в воде и донных отложениях органических веществ, нефтепродуктов, ПАВ, тяжёлых металлов (ТМ) и других токсических соединений. Эти процессы сопровождаются нарастанием в водных экосистемах «хаоса», приводящего к постепенной их деградации. В ответ на экологическое неблагополучие в альгосообществах происходят изменения и перестройки, в результате чего в водоемах, подверженных интенсивному евтрофированию и загрязнению, вегетируют виды, способные существовать в антропогенно измененных условиях.

Экспериментальные данные, анализ литературных материалов, а также результаты многолетнего экологического мониторинга интенсивности развития фитопланктона в водохранилищах Днепра свидетельствуют о том, что при возрастании антропогенного воздействия наблюдается смена доминирующего комплекса планктонных водорослей и изменение их физиологических характеристик, в частности соотношения основных фотосинтезирующих пигментов и активности ферментов, усиление роли гетеротрофного типа питания.

При прогнозировании структурно-функциональной перестройки альгосообществ в условиях антропогенного пресса следует учитывать не только данные многолетнего мониторинга интенсивности развития фитопланктона, но и результаты модельных экспериментов. Они позволяют выяснить чувствительность отдельных видов водорослей к влиянию как отдельных загрязняющих веществ (нефтепродукты, ТМ, ПАВ, фенолы, гуминовые соединения), так и их комплексному воздействию. Важно учитывать также величины концентраций загрязняющих веществ – малые их количества могут приводить к стимуляции тех или иных видов водорослей, в то время как большие – к угнетению и резкой смене доминант. Подобную картину авторы наблюдали при исследовании влияния на пресноводные водоросли увеличения минерализации воды, содержания в ней нефтепродуктов, ТМ, алкалоидов, фенолкарбоновых и гуминовых кислот.

При прогнозировании структурно-функциональной перестройки альгосообществ важно учитывать также аллелопатические взаимоотношения между высшими водными растениями и водорослями. Наши исследования свидетельствуют о различном влиянии

экзометаболитов макрофитов фенольной и алкалоидной природы на функционирование различных видов микроводорослей (фотосинтетическая и ферментативная активность), а также состав альгосообществ.

Л.К. КУХАЛЕИШВИЛИ

Государственный ун-т Ильи, Ин-т Ботаники,
ул. Ботаническая, 1, 0104 Тбилиси, Грузия
e-mail: lalikuk@yahoo.com

АЛЬГОФЛОРА ГАРЕДЖИИСКОГО УЧАСТКА ГАРЕ-КАХЕТСКОГО ПЛОСКОГОРЬЯ (ГРУЗИЯ)

Гареджи находится в Восточной Грузии, на юге Гаре Кахетского плоскогорья, в бассейне р. Иори. Административно он входит в Сагареджойский район. Регион характеризуется разнообразными климатическими и особенно рельефными условиями, что обусловливает здесь образование разнообразных типов ландшафта, среди них хорошо выражен низменно–равнинный полупустынный ландшафт с солонцовыми и солончаковыми почвами. А на лугах с алювиальными почвами – ландшафт прибрежного леса, который узкой полосой следует по р. Иори. Здесь в условиях сухого аридного климата в период сильных дождей р. Иори разливается, и прибрежный лес местами заливается. В лесу и по берегам реки остается большое количество ила. В этом ландшафте встречаются болота (Сабашвили, 1948, 1965; Уклеба, 1968, 1969).

Флора водорослей данного района не была изучена. На исследуемой территории встречается небольшое количество разнотипных водоемов – соленые и пресные озера, природные и искусственные пруды, заболоченные места, эфемерные водоемы, по небольшой части территории протекает р. Иори.

Материалом для наших исследований послужили пробы, собранные эпизодически в весенне-осенние периоды с 2008 по 2010 г. Обнаружено 170 таксонов водорослей, которые относятся к 5 отделам, 10 классам, 21 порядку, 36 семействам и 56 родам.

Наибольшим видовым разнообразием представлен отдел Bacillariophyta (105). Значительно меньшим разнообразием отмечены отделы Euglenophyta (29), Chlorophyta (19) и Cyanoprokaryota (13); а к отделу Xanthophyta принадлежит только 4 вида. Впервые для альгофлоры Грузии приведено 10 таксонов водорослей. По количеству видов в альгофлоре изучаемого района ведущими семействами являются Euglenaceae – 28, Bacillariaceae – 26, Naviculaceae – 14, Surirellaceae, Gomphonemataceae – по 10 видов. Из родов по богатству видов отличаются *Nitzschia* (17), *Naviula* (12), *Trachelomonas* (9), *Surirella*, *Gomphonema* (по 8), *Euglena*, *Phacus* (по 7).

Среди обнаруженных здесь водорослей лишь немногие достигали большого развития и широкого распространения, такие как *Hantzschia amphioxys* (Ehrenb.) Grunow in Cleve et Grunow, *Nitzschia palea* (Kütz.) W. Sm, (но он в большей степени развивался слабо), *Navicula cryptocephala* Kütz., *Surirella minuta* Bréb in Kütz., *S. ovalis* Bréb, *S. angustata* Kütz.

Преобладающая же их часть характеризуется слабым развитием и малой частотой встречаемости – имеют один, редко два, реже 3–4 местонахождения, хотя среди них некоторые развиваются обильно или массово напр. *Cyclotella kuetzingiana* Thw., *C. meneghiniana* Kütz., *Desmodesmus subspicatus* (Chodat) E. Hegew. et A.W.F. Schmidt, *Coelastrum microporum* Nägeli in A. Braun, *Vaucheria sessilis (*Vaucher) DC., *V. geminata* (Vaucher) DC., *Tribonema elegans* Pascher, *Nostoc commune* Vaucher, *Oscillatoria bonnemaisonii* (Crouan) Gomont, *Ulothrix implexa* Kütz., *Trachelomonas granulosa* Playfair, *T. intermedia* P.A. Dang., *T. volvocina* Ehrenb. var. *volvocina* et var. *punctata* Playfair*, T. planctonica* Swirenko f. *oblonga (*Drezep.) Popova*, T. oblonga* Lemmerm*. Phacus longicauda* (Ehrenb.) Duj., *Euglena proxima* Dang*., E. acus* Ehrenb., *Eutreptia globulifera* V. Goor.

Наиболее разнообразен состав водорослей заболоченных мест около села Казлари (73 представителя) и эфемерных водоемов (53). Значительное количество видов было найдено в соленых озерах (39) и в пресном оз. Коблатадзе, в селе Удабно (36).

М.В. ЛЕОНОВА

Псковское отделение ФГБНУ «Государственный научно-исследовательский ин-т озерного и речного рыбного хозяйства»,
ул. Горького, 13, 180007 Псков, Россия
e-mail: marleon.psk@gmail.com

ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЭПИФИТОНА ПСКОВСКО-ЧУДСКОГО ОЗЕРА (РОССИЯ)

Альгофлора Псковско-Чудского озера достаточно хорошо изучена (Laugaste et al., 2001; Ястремский, 2006), однако сообщества водорослей обрастаний остаются еще слабо изученными. Таксономическое разнообразие эпифитных водорослей Псковско-Чудского озера изучали в июле 2010 г. на 5 видах макрофитов: тростнике (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.), камыше (*Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla), аире (*Acorus calamus* L.), кубышке (*Nuphar lutea* L.) и телорезе (*Stratiotes aloides* L.). Основной целью исследования было определение видового состава эпифитных водорослей, выявление особенностей обрастания различных видов высшей водной растительности.

Всего в составе эпифитона выявлено 187 таксонов водорослей рангом ниже рода, относящихся к пяти отделам: Chlorophyta – 84 (45,0 %), Bacillariophyta – 67 (35,8 %), Cyanoprokaryota – 29 (15,5 %), Euglenophyta – 4 (2,1 %), Xanthophyta – 3 (1,6 %).

Отдел Chlorophyta представлен 2 классами, 6 порядками, 17 семействами и 34 родами. По числу видов и разновидностей преобладают роды: *Scenedesmus* (18), *Pediastrum* (6), *Oocystis* (5). *Pediastrum* и *Scenedesmus* входят в состав руководящего комплекса фитопланктона Псковско-Чудского водоема (Ястремский, 1985). Из числа типичных

обрастателей отмечены виды рода *Oedogonium.* Максимальное количество таксонов зеленых водорослей отмечено на телорезе, минимальное – на аире.

Больше всего типичных обрастателей выявлено среди Bacillariophyta (2 класса, 5 порядков, 15 семейств и 28 родов). Богатством видов выделяются роды *Nitzschia* (7), *Gomphonema* (4), *Synedra* (4), *Epithemia* (4). Наибольшее количество диатомовых водорослей отмечено на камыше, меньше всего их на аире.

Отдел Cyanoprokaryota представлен 3 порядками, 9 семействами и 19 родами. Преобладают планктонные формы – виды родов *Chroococcus* (3), *Phormidium* (3) и *Anabaena* (2). Из обрастателей отмечены виды рода *Heteroleibleinia* (2) и *Gloeotrichia pisum* (C. Agardh) Thur. Синезеленые водоросли наиболее разнообразны на телорезе и камыше, менее всего на аире.

Число таксонов по субстратам колеблется в широких пределах от 18 (на аире) до 99 (на телорезе). Для выявления сходства или различия таксономического состава эпифитона на разных субстратах составлены лепестковые диаграммы, которые позволили объединить сообщества эпифитных водорослей в 3 группы: одна с преобладанием только диатомовых (аир); вторая – с преобладанием только зеленых (телорез); третья – с преобладанием диатомовых и зеленых водорослей (кубышка, тростник и камыш).

Роды, встречающиеся на всех макрофитах: *Synedra, Navicula, Cocconeis, Gomphonema, Nitzschia* из Bacillariophyta и *Scenedesmus, Oedogonium* из Chlorophyta.

Интересно отметить, что наиболее богатым видами рода *Scenedesmus* оказался телорез, видами рода *Cosmarium* – тростник. Высокая встречаемость отмечена для таких типичных обрастателей, как *Cocconeis placentula* Ehrenb., *Ulnaria ulna* (Nitzsch.) Ehrenb., *Melosira varians* C. Agardh, *Gomphonema parvulum* (Kütz.) Kütz. Из обрастателей только на камыше были встречены *Heteroleibleinia kuetzingii* (Schmidle) Compere, *Ahnanthidium minutissima* Kütz., *Coleochaete orbicularis* Pringsh; на тростнике *Tabularia tabulata* (C. Agardh) Snoeijs; на телорезе *Cocconeis pediculus* Ehrenb., на кубышке *Epithemia adnata* (Kütz.) Bréb.

Водоросли из отдела Xanthophyta были встречены только на камыше (3), из Euglenophyta (4) – только на аире (2) и кубышке (2).

Сходство таксономического состава по коэффициенту Съеренсена-Чекановского несколько выше среднего (0,59) для тростника–камыша и ниже среднего (0,47) для пар камыш–телорез, тростник–кубышка, тростник–телорез, аир–кубышка. Коэффициент Жаккара показал отсутствие сходства в составе эпифитона на разных макрофитах.

Таким образом, проведенные исследования показали, что таксономический состав эпифитона Псковско-Чудского озера достаточно разнообразен. Рассчитанные коэффициенты видового сходства свидетельствуют о наличие таксономической специфичности в обрастании различных видов высшей водной растительности.

Р.И. ЛИ, Л.И. РЯБУШКО

Ин-т биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины,
пр. Нахимова, 2, 99011 Севастополь, Украина
e-mail: raisa-lee@yandex.ru, larisa.ryabushko@yandex.ru

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ ЭПИЛИТОНА КАРАНТИННОЙ БУХТЫ ЧЕРНОГО МОРЯ (УКРАИНА) ЗА ДВУГОДИЧНЫЙ ПЕРИОД ИЗУЧЕНИЯ

Несмотря на многолетнее изучение видового состава, численности и биомассы диатомовых водорослей (ДВ) эпилитона Черного моря, отсутствуют сравнительные данные и анализ их межгодовых различий.

Цель работы – сравнить данные годовой динамики качественного состава и количественных характеристик сообществ ДВ эпилитона Карантинной бухты Черного моря за периоды 2006–2007 и 2007–2008 гг.

Материалом для исследования ДВ микрофитобентоса твердых грунтов послужили количественные пробы, собранные ежемесячно с сентября 2006 по октябрь 2008 гг. на постоянных станциях в Карантинной бухте на глубине 0,5 м. Температура воды в бухте изменялась от 7,5 до 28 ^{o}C (2006–2007 гг.) и от 6,0 до 26 ^{o}C (2007–2008 гг.). Всего собрано и обработано 120 проб. Микроскопирование проб проводили в световых микроскопах «БИОЛАМ Л-212» и «Axioskop 40» с программой AxioVision Rel. 4.6 при общих увеличениях 400–1000 раз. Подсчет клеток осуществляли в камере Горяева в 3-х повторностях. Для анализа межгодовых различий флор двух лет использовали коэффициент флористического сходства Чекановского-Сёренсена (*Ks*).

За период с сентября 2006 по октябрь 2007 гг. зарегистрирован 91 вид и внутривидовой таксон (ввт) ДВ с преобладанием видов, внесших основной вклад в численность (*N*) и биомассу (*B*) сообщества: *Amphora hyalina* Kütz., *Berkeleya micans* (Lyngb.) Grunow, *B. rutilans* (Trentep.) Grunow, *Grammatophora marina* (Lyngb.) Kütz., *Halamphora hybrida* (Grunow) Levkov, *Navicula ramosissima* (Agardh) Cleve, *N. pennata* var. *pontica* Mereschk., *Cylindrotheca closterium* (Ehrenb.) Reim. et Lewin, *Nitzschia hybrida* f. *hyalina* Proschk.-Lavr., *N. tenuirostris* Mereschk., *Licmophora abbreviata* Agardh, *L. flabellata* Agardh. Средние значения N (10^3) изменялись от 5,0 до 140 кл·см$^{-2}$, B = 0,0036–0,063 мг·см$^{-2}$. Максимальные их величины зарегистрированы в апреле при температуре воды в море 10 ^{o}C, минимальные – по численности отмечены в декабрь (8,5 ^{o}C), а по биомассе – в январе (9,0 ^{o}C).

В течение годового цикла сентябрь 2007 – октябрь 2008 гг. обнаружено 80 видов и ввт ДВ, из них преобладали *Amphora angusta* Greg, *A. hyalina, A. ostrearia* Bréb, *B. micans*, *B. rutilans*, *C. closterium, L. abbreviata*, *L. flabellata, L. gracilis* (Ehrenb.) Grunow, *Navicula ramosissima, Neosynedra provincialis* (Grunow) Will. et Round, *Nitzschia hybrida* f. *hyalina, N. tenuirostris*, *Parlibellus delognei* (V.H.) Cox, *Striatella unipunctata* (Lyngb.) Agardh, *Tabularia fasciculata* (Agardh) Will. et Round, *Undatella quadrata* (Bréb. ex Kütz.) Paddock et Sims. Количественные

значения варьировали по численности N (10^3) = 7,0–92,0 кл·см$^{-2}$ и биомассе B = 0,008–0,189 мг·см$^{-2}$, при этом наибольшие величины биомассы отмечены в апреле при t = 12 °C за счет крупноклеточных видов, а численности – в июне при 19 °C за счет бентопланктонного вида *Nitzschia tenuirostris*, составляющего 62 % всего сообщества ДВ. Минимальные значения N и B отмечены в ноябре при t = 12 °C после сильного шторма.

Всего за двухгодичный период исследования обнаружено 96 видов и ввт, коэффициент флористического сходства Чекановского-Сёренсена составил 0,87. Доминируют морские виды, космополиты и аркто-бореально-тропические формы. Несмотря на близкое сходство видового состава, отмечены различия в варьировании численности, биомассы и видов-доминант, что связано с сезонной динамикой температуры воды в море.

Г.Г. ЛИЛИЦКАЯ

Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины,
ул. Терещенковская, 2, 01601 Киев, Украина

ЗЕЛЕНЫЕ ЖГУТИКОВЫЕ ВОДОРОСЛИ ВОДОЕМОВ ПРАВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

Водоросли водоемов Правобережной Лесостепи Украины, в том числе и зеленые жгутиковые водоросли (ЗЖВ), исследованы слабо. В литературе имеются данные о находках ЗЖВ в водоемах г. Винницы, лесостепной части г. Киева и Каневского природного заповедника. С целью пополнения сведений о ЗЖВ был проведен отбор материала в разнотипных водоемах (реки, пруды, озера, лужи, болота), для разных биотопов в различных физико-географических областях Правобережной Лесостепи (Днепровско-Днестровская лесостепная провинция). В результате проведенных исследований было обнаружено 63 вида (66 внутривидовых таксонов) ЗЖВ из трех классов, 4 порядков, 20 родов.

Наиболее распространенными, является *Phacotus lenticularis* (Ehrenb.) F. Stein, *Carteria radiosa* Korschikov, *Chlamydomonas reinhardtii* P.A. Dang., *Pandorina morum* (O. Müll.) Bory. Среди ЗЖВ Правобережной Лесостепи встречались редкие для флоры Украины (*Myochloris stigmosus* Massjuk et Lilitska, *Carteria lohammari* Skuja, *Chlamydomonas heterogama* Gerloff, *Ch. komma* Skuja, *Chloromonas tapeta* (Skuja) Gerloff et H. Ettl var. *vernalis* (Skuja) Gerloff et H. Ettl, *Lobomonas ampla* Pascher var. *ampla*, *L. ampla* var. *mammilata* (Svirenko) Korschikov, *Polytoma loricatum* Demchenko, *Vitreochlamys velata* (Korschikov) Massjuk, *Coccomonas orbicularis* Stein, *Pteromonas aculeata* Lemmerm. var. *irregularis* Korschikov, *Pteromonas armata* Korschikov, *Gonium formosum* Pascher). *Chlamydomonas bicocca* Pascher и *Ch. augustae* Skuja var. *planctonica* H. Ettl et O. Ettl впервые найдены в Украине.

На территории Правобережной Лесостепи ЗЖВ встречаются неравномерно: в водоемах Лесостепной области Киевского плато обнаружено 37 видов, Северо-Западной лесостепной области Приднепровской возвышенности – 28 видов, Лесостепной области Среднебужской возвышенности – 21 вид, в водоемах Центральной области Приднепровской возвышенности ЗЖВ обнаружены не были. В остальных физико-географических областях обнаружено по 11–15 видов зеленых жгутиконосцев.

По обобщенным литературным и собственным данным в водоемах Правобережной Лесостепи 80 видов ЗЖВ, относящихся к четырем классам (Mamiellophiceae Marin et Melkonian, Chlorodendrophyceae Massjuk, Prasinophyceae T.A. Chr. ex P.C. Silva, Chlorophyceae T.A. Chr.), 8 порядкам, 14 семействам и 29 родам. В родовом спектре ЗЖВ ведущее место занимает род *Chlamydomonas* Ehrenb. (21 вид). Род *Carteria* Dies представлен 8 видами, род *Chloromonas* Gobi – 7, *Pteromonas* Seligo содержит 4 вида, роды *Eudorina* Ehrenb. и *Volvox* (L.) Ehrenb. – по три вида. Остальные 23 рода содержат один–два вида.

Наибольшим видовым разнообразием (59 видов) характеризуется лесостепная часть г. Киева, что, видимо, связано как с действительным богатством, так и с лучшей изученностью этой территории.

О.А. ЛИСОВСКАЯ, В.Н. НИКИТИНА

Санкт-Петербургский государственный ун-т,
Университетская наб., 7/9, 199034 Санкт-Петербург, Россия
e-mail: o_lisovskaya@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРА ГИДРОДИНАМИКИ НА МЕЛКОВОДНЫЕ СООБЩЕСТВА МАКРОФИТОБЕНТОСА В ЧЕРНОМ МОРЕ

На Российском побережье Черного моря в верхней зоне сублиторали на глубине до 1 м на твердых грунтах выделяется экологический ряд сообществ водорослей-макрофитов, сменяющихся в пространстве в соответствии с изменением степени прибойности. На участках побережья, защищенных вблизи уреза воды высокими грядами бенча и имеющих, таким образом, ослабленную гидродинамику, распространены сообщества ассоциации *Cystoseira barbata* + *C. crinita* — *Padina pavonia*. На открытых участках побережья с выровненным дном и средней степенью прибойности встречены сообщества ассоциации *Dilophus fasciola* + *Padina pavonia.* В районе мысов с повышенной гидродинамикой встречены сообщества ассоциации *Gelidium crinale* + *Cladophoropsis membranacea* + *Corallina officinalis.*

Фактор гидродинамики проявляется двояко: с одной стороны воздействует механически, то есть способствует распространению водорослей с короткими жесткими талломами в районах с высокой

степенью прибойности и позволяет развиваться цистозировой ассоциации в районе с ослабленной гидродинамикой. С другой стороны, активная гидродинамика способствует лучшему питанию слоевищ, в результате развивающаяся именно в районе мысов ассоциация *Gelidium crinale* + *Cladophoropsis membranacea* + *Corallina officinalis* имеет наибольшее проективное покрытие.

Гидродинамика является одним из основных факторов, определяющих и состав сообществ обрастаний. На Российском побережье Черного моря они представлены в основном однолетними и сезонными ассоциациями. Нами описана лишь одна многолетняя ассоциация в обрастаниях – с доминированием *Gelidium crinale* (Turn.) Lamour. Развитие ее и сохранение в период зимних штормов объясняется, вероятно, небольшими средними размерами слоевищ водорослей рода *Gelidium* (около 5 см). Ю.Е. Петров, классифицируя макроводоросли по размерам слоевищ (1974б), особо выделяет мелкие (1–6 см), которые выходят за пределы пограничного слоя субстрата, но благодаря неровностям дна течение вокруг них ослаблено — к этой группе относится и *Gelidium crinale*. Водоросли таких размеров преобладают в сублиторали на глубине до 0,3–1 м и в обрастаниях гидротехнических сооружений. Кроме того, *Gelidium* имеет узкие, плоские и плотные слоевища, что повышает его устойчивость к механическому воздействию. Размеры более 10 см в сообществах обрастаний имеют лишь водоросли родов *Enteromorpha, Cladophora* в первой половине лета, а также водоросли родов *Scytosiphon* и *Nemalion* в весенний период.

Отмечено, что в сообществах обрастаний велика доля видов, в фитоценозах сублиторали встреченных в составе эпифитной синузии (*Ceramium, Cladophora* и др.). Эти водоросли в эпифитной синузии не защищены верхними ярусами, поэтому достаточно сильно подвержены гидродинамическому воздействию и хорошо освещены, то есть условия их существования отчасти сходны с условиями, складывающимися в местообитаниях водорослей обрастаний. Однако слоевища таких водорослей, обнаруженные в сублиторали и в обрастаниях, имеют разную форму. В качестве эпифитов в сообществах сублиторали они имеют слоевища чаще беспорядочно разветвленные, бесформенные или рыхло шаровидные, крупные, обтекаемые, главная ось визуально не выделяется (они легко отрываются от субстрата, после шторма в большом количестве плавают в прибрежье). В сообществах обрастаний они чаще имеют более плотные, короткие и разветвленные слоевища. Таким образом, к этой группе относятся виды с широкой нормой реакции, приспосабливающиеся к механическим воздействиям различной силы морфологическими изменениями талломов.

Е.С. ЛОБАКОВА[1], О.И. БАУЛИНА[1], Т.А. ФЕДОРЕНКО[1], Т.Р. КРАВЦОВА[1], О.А. КОКШАРОВА[2], О.А. ГОРЕЛОВА[1]

[1]Московский государственный ун-т им. М.В. Ломоносова, биологический ф-т, Ленинские горы, 1, кор. 12, 119991 Москва, Россия
e-mail: elena.lobakova@rambler.ru
[2]НИИФХБ Московского государственного ун-та им. М.В. Ломоносова, Ленинские горы, 1, кор. 40, 119991 Москва, Россия
e-mail: OA-Koksharova@rambler.ru

МИКРОВОДОРОСЛИ, АССОЦИИРОВАННЫЕ С БЕСПОЗВОНОЧНЫМИ БЕЛОГО МОРЯ (РОССИЯ): ВЫДЕЛЕНИЕ И УЛЬТРАСТРУКТУРА

Исследовали микроводоросли (МВ), изолированные из беспозвоночных животных (БЖ): губок, трохофорных личинок полихеты, гидроидных полипов, обитающих в районе Беломорской биологической станции МГУ (66° 34′ N, 33° 08′ E) в Кандалакшском заливе Белого моря. Для выделения МВ использовали БЖ, имеющих внутри тканей или покровов зеленые зоны с телами, способными к красной аутолюминесценции. После обработки перекисью водорода и этанолом с последующим 3-х кратным отмыванием в стерильной воде из образцов БЖ выделены смешанные культуры, содержащие микроорганизмы с зелеными пигментами. При последующем разделении микроорганизмов путем отбора колоний на твердых питательных средах, помимо цианобактерий, изолированных из гидроидных полипов, получены 19 культур эукариотных одноклеточных водорослей, не имеющих жестких панцирей. Изучена морфология и ультраструктура МВ: 1Es66E из *Eumastia sitiens* (Schmidt, 1870); 1Hp86E, 1Hp86E-1 и 1Hp86E-2 из *Halichondria panicea* (Pallas, 1766); 1Pm66B из *Phyllodoce maculata* (L., 1767), 3Dp86E-1 из *Dynamena pumila* (L., 1758) и 2Cl66E из *Coryne lovenii* (M. Sars, 1846). Проанализированы данные о форме и размерах клеток, способе размножения, строении клеточных стенок со спорополениновым слоем, наличии и типах эпиструктур, организации оболочки и тилакоидной системы хлоропластов с пиреноидами, характере и локализации резервных включений. По совокупности этих признаков с учетом пигментной характеристики (см.: Лобакова, Соловченко и др. в этом же сборнике) эти МВ отнесены к филе *Chlorophyta* пор. *Sphaeropleales* сем. *Scenedesmaceae*. Выявленные у них эпиструктуры сходны с описанными у МВ р. *Desmodesmus*, который в настоящее время относится к подсем. *Desmodesmoideae* сем. *Scenedesmaceae* (Guiry, 2011). Сравнительный анализ нуклеотидной последовательности 18S рРНК изолята 1Hp86E-2, обладающего типичной для этой группы МВ ультраструктурой, указывает на его близкое родство с представителями сем. *Scenedesmaceae,* в частности рода *Desmodesmus*. Изоляты 1Es66E и 1Hp86E также обладают комплексом ультраструктурных признаков, характерных для представителей зеленых водорослей пор. *Sphaeropleales*, но, в отличие от перечисленных выше пяти МВ, они не имеют эпиструктур, их хлоропласты не содержат пиреноидов. Ранее среди зеленых водорослей в составе биоты биостанции были описаны многоклеточные эпибионты мидий, ракообразных и

мшанок (в последнем случае и эндобионты) (Чесунов и др., 2008). Представители рода *Scenedesmus* обнаружены как свободноживущие организмы и только в солоноватых супралиторальных ваннах, но не в водах Белого моря. Представители рода *Desmodesmus* вообще не выявлены. Однако морские виды этого рода известны, например, среди обитателей Балтийского моря (Matusiak-Mikulin et al., 2006).

Всем исследованным МВ свойственно обилие запасных продуктов, представленных включениями: липидными глобулами, крахмальными зернами, гранулами, подобными полифосфатным или фенольным, и др. Накопление резервных соединений у выделенных МВ указывает на их потенциальную значимость как биотехнологически ценных продуцентов.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 09-04-00675) и Министерством образования и науки Российской Федерации (госконтракт № 16.512.11.2182).

Е.С. ЛОБАКОВА[1], А.Е. СОЛОВЧЕНКО[1,2], О.Б. ЧИВКУНОВА[1], Е.А. КАРПОВА[1]

[1]Московский государственный ун-т им. М.В. Ломоносова, биологический ф-т, Ленинские горы, 1, кор. 12, 119991 Москва, Россия
e-mail: wundy@mail.ru
[2]Учреждение Российской академии наук Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН,
Ботаническая ул., 35, 119991 Москва, Россия

МИКРОВОДОРОСЛИ, АССОЦИИРОВАННЫЕ С БЕСПОЗВОНОЧНЫМИ БЕЛОГО МОРЯ (РОССИЯ): ЖИРНЫЕ КИСЛОТЫ И ПИГМЕНТЫ

Впервые исследованы состав жирных кислот (ЖК) и пигментов (каротиноидов, Кари хлорофиллов, Хл) одноклеточных фотоавтотрофных эукариотических водорослями (микроводорослями), выделенных из ассоциаций с беспозвоночными животными Белого моря О.А. Гореловой с соавт. (Горелова и др., 2009) и предположительно отнесенных к филе *Chlorophyta* (см.: Лобакова, Баулина и др. в этом же сборнике). В результате хроматографического и масс-спектрометрического анализа ЖК исследованных микроводорослей установлено, что доминирующими компонентами их жирнокислотного состава являются ненасыщенные (пальмитиновая, C16:0) и мононенасыщенные (олеиновая, C18:1 и 9,12-октадекадиеновая, C18:2). Менее 10 % от суммы общих ЖК составляют моно-, ди- и полиненасыщенные ЖК C16:1, C16:2, C16:3, C18:3. Следует особенно отметить присутствие γ-линоленовой кислоты (2–4 % суммы ЖК), относящейся к ценным полиненасыщенным ЖК. Интересным фактом является обнаружение ЖК с четырьмя двойными связями (4,7,10,13-гексадекатетраеновой кислоты, C16:4).

Качественный состав ЖК исследованных микроводорослей не изменялся при длительном (> 14 сут.) культивировании при стандартных для данной работы условиях (температура 27 °С, освещенность 11 Вт.м$^{-2}$ ФАР, барботаж атмосферным воздухом 1 л.мин$^{-1}$). Действие сильного (48–50 Вт. м$^{-2}$) света и отсутствие азота в среде культивирования также не приводило к появлению новых или исчезновению имевшихся в контроле молекулярных видов ЖК. Пигментный состав выделенных изолятов может считаться типичным для зеленых водорослей. Хлорофиллы были представлены Хл *a* и *b*, характерными для зеленых водорослей и высших растений. Среди Кар доминируют β-каротин и лютеин, в незначительных количествах пристуствуют зеаксантин и неоксантин с их изомерами, а также (предположительно) лороксантин. Интересной особенностью пигментного состава исследованных микроводорослей явилось высокое содержания ксантофиллов, принимающих участив в функционировании фотозащитного виолаксантинового цикла (виолаксантина и продукта его однократного деэпоксидирования — антераксантина). При этом предварительное исследование уровня нефотохимического тушения с помощью измерения переменой флуоресценции Хл не выявило повышенного уровня нефотохимического тушения. Соответственно, высокие количества виолаксантина, обнаруженные у выделенных изолятов в действительности, скорее всего, не участвуют в работе виолаксантинового цикла у этих микроводорослей. Более вероятным представляется предположении о том, что указанные Кар являются вторичными (т.е. не связанными с работой фотосинтетического аппарата). На основании полученных результатов можно заключить, что биомасса исследованных водорослей пригодна в качестве сырья для производства биодизеля, а также для извлечения ценных Кар, обладающих свойствами витаминов и антиоксидантов.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (проекты №№ 09-04-00419-а, 12-04-00743-а) и Министерства науки и образования РФ (контракт № 16.512.11.2182).

Е.С. ЛОБАКОВА, И.О. СЕЛЯХ, Л.Р. СЕМЕНОВА, О.В. БУРАКОВА, П.Н. ЩЕРБАКОВ

Московский государственный ун-т им. М.В. Ломоносова, биологический ф-т, Ленинские горы, 1, кор. 12, 119991 Москва, Россия
e-mail: cyano@mail.ru

МИКРОВОДОРОСЛИ, АССОЦИИРОВАННЫЕ С БЕСПОЗВОНОЧНЫМИ БЕЛОГО МОРЯ (РОССИЯ): РОСТ И НАКОПЛЕНИЕ БИОМАССЫ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ

Симбиозы фототрофных микроорганизмов с беспозвоночными животными вызывают интерес не только как уникальные объекты, объединяющие организмы с различным типом питания в одной

биологической системе, но и как источники уникальных, обладающих широким спектром свойств, природных продуктов.

Объектами исследования служили зеленые микроводоросли сем. *Scenedesmaceae*, изолированные из ассоциаций с морскими донными беспозвоночными животными (Лобакова, Баулина и др. в данном сборнике). Задача настоящей работы состояла в проведении скрининга способности и темпов накопления биомассы трех выделенных изолятов (1PM66B, 2Cl66E, 3DP86E-1), а также оценке состояния культур при выращивании в различных условиях (стационарных с периодическим перемешиванием и стационарных с продуванием стерильным воздухом) на широко используемых в научных исследованиях и биотехнологии жидких минеральных питательных средах.

В дополнение к росту на средах стандартного состава (BG-11, среда Прата, среда Гольдберга), мы испытывали способность выделенных изолятов расти в искусственно созданных стрессовых условиях и в обедненных питательными элементами средах. Были исследованы следующие варианты выращивания, применяемые для фототрофных микроорганизмов: 1) BG-11 без связанного азота, BG-11 с добавлением морской соли; 2) на среде Прата, разбавленной в 2 раза дистиллированной водой; 3) на среде Гольдберга без связанного азота; 4) на искусственной морской воде. Выращивание проводили в течение 4-х недель в люминостате при температуре 25 ºС и освещении 1,67 Вт.м$^{-2}$ ФАР, оценивали визуальные показатели роста микроводорослей, изменение кислотности среды, прирост биомассы и спектральные характеристики. Лучшие показатели отмечены для всех изолятов, выращенных на различных модификациях сред BG-11 с содержанием азота. Хороший рост отмечен на среде Прата, а изолят 3DP86E-1 имел также хорошие показатели на среде Гольдберга со связанным азотом. Следует отметить, что интенсивный рост изолятов сопровождался значительным (pH≥10,0) защелачиванием среды. Наибольший прирост биомассы регистрировали на средах BG-11 (полной и с добавлением морской воды), а также на стандартной среде Прата. Добавление морской воды не изменяет параметров роста на средах со связанным азотом, но поддерживает рост на безазотных средах, не вызывая агрегации клеток. Возможно также выращивание изолятов на чистой морской воде. Максимальный прирост биомассы изолятов в стационарных условиях достигает 600 %, продувание воздухом позволяет увеличить этот показатель в 2–3 раза.

Спектры поглощения экстрактов пигментов микроводорослей в испытанных условиях культивирования типичны для зеленых водорослей. На всех спектрах присутствовали три максимума: средней величины в области 663 нм, соответствующий хлорофиллу *a*, незначительный в области 640–645 нм, соответствующий хлорофиллу *b* и значительной величины пик в области 350–500 нм, соответствующий в основном каротиноидам. Среди каротиноидов полученных изолятов обнаружены значительные количества таких биологически активных веществ как лютеин и ß-каротин, отмечено высокое содержание виолаксантина – ксантофилла, обладающего

свойствами антиоксиданта. Состав сред не влияет на качественный состав пигментов, но изменяет их количественное соотношение.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (госконтракт №16.512.11.2182).

Д.С. ЛОХОВА, Л.И. РЯБУШКО

Ин-т биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины,
пр. Нахимова, 2, 99011 Севастополь, Украина
e-mail: dashik8@gmail.com, larisa.ryabushko@yandex.ru

ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРОСЛИ ПЕРИФИТОНА СТЕКЛЯННЫХ ПЛАСТИН ПРИ РАЗНЫХ СРОКАХ ИХ ЭКСПОЗИЦИИ В КАРАНТИННОЙ БУХТЕ ЧЕРНОГО МОРЯ (УКРАИНА) В ЗИМНЕ-ВЕСЕННИЙ СЕЗОН

Перифитон стеклянных пластин исследован довольно широко, при этом в основном изучены бактерии и диатомовые водоросли (ДВ), образующие первичную пленку обрастания. Однако до сих пор недостаточно сведений о сезонных изменениях количественного развития ДВ и сравнительных данных при разных сроках экспозиции экспериментальных пластин в море.

Цель работы – изучить видовой состав и количественные характеристики ДВ перифитона стеклянных пластин при разных сроках их экспозиции в Карантинной бухте Черного моря в зимне-весенний период.

Материалом для исследования ДВ послужили пробы двух экспериментов по экспозиции стеклянных пластин в закрытой части Карантинной бухты (44°36'37" N, 33°30'0" O), отделенной от моря заграждением из бетонных бун, на глубине 2 м от дна. Пробы отбирали с пластин с нарастающим сроком экспозиции (от 1 до 4 месяцев) с января по май 2007 г. и для сравнения с декабря 2010 по май 2011 гг. (1 раз в месяц) ежемесячно в обоих случаях. Микроскопирование проб проводили в световых микроскопах «БИОЛАМ Л-212» и «Axioskop 40» с программой AxioVision Rel. 4.6 при общих увеличениях от 400 до 1000 и более раз. Подсчет клеток диатомовых в фиксированных количественных пробах осуществляли в камере Горяева в 3-х повторностях. Коэффициент флористического сходства по экспериментам разных лет определяли по индексу Чекановского-Сёренсена (*Ks*).

В зимне-весенний период 2007 г. температура воды изменялась от 8,5 (февраль) до 18 °C (май), обнаружено 70 видов и внутривидовых таксонов (ввт) Bacillariophyta, из них 39 – зимой, 60 – весной при индексе флористического сходства равном 0,6 с преобладанием *Cylindrotheca closterium* (Ehrenb.) Reim. et Lewin, *Nitzschia hybrida* f. *hyalina* Proschk.-Lavr., *Licmophora flabellata* Agardh, *L. abbreviata* Agardh, *Berkeleya rutilans* (Trentep.) Grunow и *N. tenuirostris* Mereschk. Средние значения численности (*N*) изменялись от $560 \cdot 10^3$ (февраль, 8,5 °C) до $2181 \cdot 10^3$ (март, 9 °C) кл.·см$^{-2}$, а биомассы (*B*) – от 0,131 (май) до 0,543 мг·см$^{-2}$ (март).

За период с января по май 2011 г. при изменении температуры воды от 8 (январь) до 16,5 °С (май) на пластинах обнаружено 29 видов и ввт Bacillariophyta, из них 24 – зимой, 27 – весной, что по индексу сходства составляет 0,8. По численности доминировали виды, характерные для указанного периода: *C. closterium, N. hybrida* f. *hyalina*, *Navicula ramosissima* (Agardh) Cleve, *L. abbreviata*. Численность ДВ варьировала от $142 \cdot 10^3$ кл.·см$^{-2}$ (май) до $1229 \cdot 10^3$ кл.·см$^{-2}$ (январь), а биомасса от 0,021 мг·см$^{-2}$ (май) до 0,353 мг·см$^{-2}$ (февраль, 7,5 °С).

При сравнении видового состава ДВ разных лет индекс *Ks* = 0,2. Установлено, что на пластинах при нарастающих сроках экспозиции (от 1 до 4 мес.) отмечено большее число видов, чем при ежемесячной экспозиции. Максимальная численность сообщества ДВ отмечена при близких величинах температуры воды в море в марте 2007 г. (9 °С) и феврале 2011 г. (8 °С). Однако майские значения численности и биомассы ДВ на пластинах при сроке экспозиции 4 мес. выше ($N = 875{,}7 \cdot 10^3$ кл.·см$^{-2}$), чем в апреле 2007 и мае 2011 гг. за счет вида-доминанта крупноклеточной водоросли *L. flabellata* ($N = 350{,}7 \cdot 10^3$ кл.·см$^{-2}$ при $B = 0{,}09$).

Таким образом, видовое обилие и максимальные значения количественных характеристик ДВ перифитона стеклянных пластин в зимне-весенний период зависят от сроков экспозиции субстрата и температуры воды в море.

А.Ф. ЛУКНИЦКАЯ

Ботанический ин-т им. В.Л. Комарова РАН,
ул. проф. Попова, 2, 197376 Санкт-Петербург, Россия
e-mail: aliyalukn@mail.ru

К ФЛОРЕ ПРЕСНОВОДНЫХ ВОДОРОСЛЕЙ (STREPTOPHYTA, ZYGNEMATOPHYCEAE) СЕВЕРА И СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ

Конъюгаты (Streptophyta, Zygnematophyceae), а среди них в первую очередь десмидиевые водоросли, широко распространены по всему земному шару, но особенно обильно они представлены в регионах Севера, где являются неотъемлемым компонентом пресноводных экосистем и играют существенную роль в трофических цепях водоемов.

Проведено оригинальное изучение (1980–2007 гг.) конъюгат континентальных водоемов севера и северо-запада России: Карелия, Хибины, Большеземельская тундра, Полярный Урал, п-ов Ямал, п-ов Таймыр, Чукотский п-ов, Ленинградская обл. – Карельский перешеек, Нижнесвирскй заповедник, пос. Стрельна, заказник «Березовые острова», Псковская обл. – Национальный парк «Себежский», а в последнее время начаты работы в Новгородской обл. – Национальный парк «Валдайский».

Флора конъюгат севера России включает 35 родов и насчитывает 541 таксон (409 видов, 95 разновидностей, 37 форм), из которых 300 таксонов (238 видов, 44 разновидности, 18 форм) выявлены автором.

По видовому разнообразию ведущими являются семейства Desmidiaceae и Closteriaceae, и роды *Cosmarium, Staurastrum, Euastrum, Closterium.* Сем. Closteriaceae (1 род *Closterium*) – свыше 60 видов, сем. Desmidiaceae (22 рода – *Actinotaenium, Bambusina, Cosmarium, Cosmoastrum, Cosmocladium, Cylindriastrum, Desmidium, Docidium, Euastrum, Hyalotheca, Micrasterias, Pachyphorium, Pleurotaenium, Raphidiastrum, Sphaerozosma, Spondylosium, Staurastrum, Staurodesmus, Teilingia, Tetmemorus, Triploceras, Xanthidium*), основу которого составляют *Cosmarium* (113 видов), *Staurastrum* (51) и *Euastrum* (35). Остальные 4 семейства (*Mesotaeniaceae, Zygnemataceae, Gonatozygaceae, Peniaceae)* менее разнообразны на севере России и насчитывают вместе более 50 видов.

На изученных северных территориях отмечены *Genicularia spirotaenia* (De Bary) De Bary, *Gonatozygon brebissonii* De Bary, *Cosmarium isthmium* West, *Staurodesmus tumidus* (Bréb. ex Ralfs) Teiling, *Spirotaenia turfosa* West et G.S. West, *Cosmarium praegrandae* P. Lundell, *Triploceras gracile* Bailey и *Xanthidium fasciculatum* Ehrenb. ex Ralfs, которые занесены в «Красную книгу природы Ленинградской области» (2000), а также целый ряд редких и интересных видов: один новый вид из водоемов южной части п-ова Ямал – *Closterium kossinskayae* Lukn. (Лукницкая, 2006); а также *Cosmarium schröderi* Grönblad – впервые обнаруженный в России; *Cosmarium nasutum* Nordst. – редкий и характерный аркто-альпийский вид; *C. blyttii* Wille – один из самых мелких и характерных гранулированных видов; редкие и интересные виды *Closterium elenkinii* Kossinsk., *C. navicula* (Bréb.) Lütkem., *Cosmarium annulatum* (Nägeli) de Bary, *C. contractum* Kirchn., *C. costatum* Nordst. (альпийский и арктический вид, часто вместе с *C. hexalobum* Nordst.), *C. portianum* W. Archer, *Cylindriastrum acarides* (Nordst.) Pal.-Mordv., *Euastrum spetsbergense* (Nordst.) Willi Krieg., *Mesotaenium chlamydosporum* De Bary, *Micrasterias americana* Ehrenb. ex Ralfs, *M. sol* Ehrenb. ex Kütz., *Pachyphorium pseudotaxichondrum* (Nordst.) Pal.-Mordv., *Staurastrum spongiosum* Bréb. ex Ralfs, *S. leptacanthum* Nordst., *S. cerastes* P. Lundell, *S. clevei* (Wittrock) J. Roy et Bisset, *Xanthidium armatum* Bréb. ex Ralfs и др.

На севере Азии России (п-ова Таймыр, Ямал и Чукотский п-ов) обнаружено 169 видов и внутривидовых таксонов из 24 родов конъюгат (согласно оригинальным данным): *Actinotaenium, Bambusina, Closterium, Cosmarium, Cosmoastrum, Cylindriastrum, Cylindrocystis, Euastrum, Hyalotheca, Micrasterias, Mougeotia, Netrium, Pachyphorium, Penium, Pleurotaenium, Raphidiastrum, Spirogyra, Spirotaenia, Spondylosium, Staurastrum, Staurodesmus, Tetmemorus, Xanthidium, Zygnema.* Ведущими среди этих родов являются *Cosmarium, Closterium*, *Euastrum.* На обследованных северных территориях Азии встречены *Cosmarium isthmium* и *Micrasterias magabuleshwarensis* Hobs., которые занесены в «Красную книгу природы Ленинградской области» (2000), а также представители аркто-альпийских видов: *Euastrum dissimile* (Nordst.) Schmidle, *Cosmarium*

caelatum Ralfs, *C. costatum*, *C. hexalobum*, *C. nasutum, C. speciosum* P. Lundell, *Euastrum spetsbergense*, *Staurastrum petsamoense* (Boldt) Järnfelt, *Euastrum verrucosum* Gontcharov et M. Watan., *Cosmarium cyclicum* P. Lundell, *Staurastrum arctiscon* (Ehrenb. ex Ralfs) P. Lundell и *Staurastrum leptacantum* Nordst. – известный из тропической зоны и до недавнего времени обнаруженный только на севере Америки.

На территории северо-запада России выявлено 194 вида и внутривидовых разновидностей конъюгат, относящихся к 26 родам (*Actinotenium, Bambusina, Closterium, Cosmarium, Cosmoastrum, Cosmocladium, Cylindrocystis, Desmidium, Docidium, Euastrum ,Genicularia, Gonatozygon, Hyalotheca, Micrasterias, Mougeotia, Netrium, Penium, Pleurotaenium, Raphydiastrum, Spondiloium, Spirogyra, Staurastrum, Staurodesmus, Tetmemorus, Xanthidium, Zygnema*).

По итогам трехлетней работы (2005–2007 гг.) в Национальном парке «Себежский» (Псковская обл.) выявлено 120 видов и внутривидовых таксонов конъюгат, относящихся к 21 роду (*Actinotaenium, Closterium, Cosmarium, Cosmoastrum, Cylindrocystis, Bambusina, Euastrum, Gonatozygon, Micrasterias, Netrium, Penium, Pleurotaenium, Raphidiastrum, Spondylosium, Staurastrum, Staurodesmus, Teilingia, Tetmemorus, Mougeotia, Spirogyra, Zygnema*). Встречены два представителя редких десмидиевых водорослей – *Staurastrum gracile* var. *cyathiforme* W. West et G.S. West u *S. leptocladium* var. *cornutum* Wille, которые в следует занести в Красную Книгу природы Псковской области. Наибольшей видовой насыщенностью отличались роды *Cosmarium* (34), *Staurastrum* (19) и *Closterium* (14).

Видовой состав и количественное распределение пресноводных мезотениевых и десмидиевых водорослей могут служить одним из наиболее чутких показателей состояния водных экосистем. Изучение альгофлоры и взаимодействия водорослей с другими компонентами биогеоценозов является необходимой частью комплексного изучения, что составляет научную основу рационального освоения и охраны природных ресурсов.

А.И. ЛУЦИВ

Тернопольский национальный педагогический ун-т им. Владимира Гнатюка,
ул. М. Кривоноса, 2, 46027 Тернополь, Украина
e-mail: hiazunt@mail.ru

ИЗМЕНЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ БИОСИНТЕЗА ЛИПИДОВ У *CHLORELLA VULGARIS* BEIJ. ПРИ ДЕЙСТВИИ ТОКСИКАНТОВ

Известно, что биосинтез липидов у растений, в том числе у водорослей, локализован преимущественно в хлоропластах (Schmid, 2002), а цитозоль клеток в синтезе жирных кислот участия не принимает, однако в нем функционирует система удлинения ацильной цепи (Dörmann, 2007). Однако, в отдельных случаях, прежде всего при стрессе, с целью поддержания защитного

функционального статуса клеток, биосинтез липидов из ацетил-КоА в клетках водных растений возможен и в цитоплазме (Rozentsvet et al., 2004).

Нами исследована интенсивность биосинтеза липидов в хлоропластах и цитоплазме по включению [1-^{14}C]-ацетата натрия в течение 90 мин у *Chlorella vulgaris* Beij. при действии Zn^{2+} (5,0 мг/л; 5 ПДК$_{рыб.-хоз}$), Pb^{2+} (0,5 мг/л; 5 ПДК$_{рыб.-хоз}$), а также дизельного топлива (ДТ) (0,1 мл; 10 ПДК$_{рыб.-хоз.}$) в биореакторе (2500 лк, (20±1) °С, питательная среда Фитцджеральда в модификации Цендера и Горхема) в течение 7 сут. действия веществ. Разделение липидов на фракции осуществляли методом восходящей одномерной тонкослойной хроматографии в селикагеле L 5/40 на стеклянных пластинках (Копытов, 1983) с использованием в качестве подвижной фазы смеси гексана, диэтилового эфира и ледяной уксусной кислоты в соотношении 70:30:1. Радиоактивность образцов измеряли на сцинтилляционном счетчике LS-100C «Beckman» (США) и выражали в имп/мин*мг сырой массы клеток.

В хлоропластах Zn^{2+} увеличивает включение ^{14}C-ацетата в триацилглицеролы (ТАГ) – на 5,7 %, в диацилглицеролы (ДАГ) – на 3,5 %, в неэтерифицированные жирные кислоты (НЭЖК) – на 12 %, в фосфолипиды (ФЛ) – снижает на 11 %. Pb^{2+} снижает включение ^{14}C-ацетата в хлоропластах в ТАГ, ДАГ, ФЛ и НЭЖК на 2,5, 6,5, 21 и 2 %. ДТ увеличивает включение ^{14}C-ацетата в ТАГ и ДАГ на 2,5 %, ФЛ – снижает на 19 %, в НЭЖК не изменяет. В хлоропластах Zn^{2+} увеличивает долю ТАГ и НЭЖК на 29 и 8 %, ДАГ и ФЛ – уменьшает на 12 и 26 %. Pb^{2+} снижает долю ТАГ – на 25 %, ФЛ – на 11 %, НЭЖК – на 12,5 %, дизельное топливо – ТАГ – на 4 %, ФЛ – на 11 %, НЭЖК – на 4 %. Количество ДАГ при действии Pb^{2+} и ДТ возрастает на 33 и 12 % соответственно.

В цитоплазме Zn^{2+} снижает включение ^{14}C-ацетата в ТАГ на 16 %, в ДАГ – увеличивает на 27 %, в НЭЖК – не изменяет. Pb^{2+} в цитоплазме увеличивает включение ^{14}C-ацетата в ТАГ, ДАГ и ФЛ на 3, 5 и 30 %, в НЭЖК – уменьшает на 12,5 %. ДТ снижает включение ^{14}C-ацетата в ТАГ и НЭЖК на 5 %, в ФЛ – увеличивает на 16 %, в ДАГ – не изменяет. Относительное содержание ТАГ в цитоплазме Zn^{2+} снижает на 33 %, ФЛ – на 12 %. Pb^{2+} и ДТ снижают долю ТАГ на 33 и 5 %, ФЛ – на 52 и 56 %, ДАГ увеличивают на 4 и 24 % относительно контроля. Все вещества увеличивают долю НЭЖК в 3,00; 4,25 и 2,25 раза.

Таким образом, выявлено усиление биосинтеза ТАГ в хлоропластах при действии Zn^{2+}, что согласуется с изменением клеточных мембран на действие ионов металла (Грубінко, Костюк, 2011). Снижение биосинтеза липидов в хлоропластах при действии Pb^{2+} и ДТ, а в цитоплазме − при действии Zn^{2+}, Pb^{2+} и ДТ, сопряжено, прежде всего, с изменением вязкости и текучести мембран (Костюк, 2011). Содержание ФЛ при влиянии ионов металлов снижается, что может быть следствием связывания ФЛ с ними, и приводит к их извлечению из метаболического пула (Wang, 2004).

В целом, отмечено усиление биосинтеза ДАГ и НЭЖК, как в хлоропластах, так и синхронную активацию их образования в цитоплазме, что свидетельствует об усилении участия цитоплазмы в формировании метаболической защиты клеток водоросли от действия исследованных веществ.

Н.М. ЛЯЛЮК

Донецкий национальный ун-т,
ул. Щорса, 46, 83050 Донецк, Украина
e-mail: lyalyuknm@mail.ru

ФЛУОРОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В АЛЬГОИНДИКАЦИИ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ВОДОЕМОВ ДОНБАССА (УКРАИНА)

В условиях комплексного хронического загрязнения единственным способом оценки качества среды является биоиндикация, в систему которой при диагностике состояния водных экосистем входит альгоиндикация. Первичное автотрофное звено экосистем чутко реагирует на изменения в среде многочисленными проявлениями, среди которых наиболее перспективными являются функциональные сдвиги в равновесии живой системы. Для решения задач экологического мониторинга необходима информация, которая на ранних стадиях диагностирует изменения клеточного метаболизма под действием внешних факторов до их проявлений на уровне популяций и биоценозов. То есть такая информация, которая сигнализирует о негативных явлениях до того, как они скажутся на морфологических параметрах клеток или проявятся в виде уменьшения численности, биомассы, первичной продукции и, тем более, изменении состава сообщества водорослей.

К наиболее разработанным методам диагностики состояния клеток водорослей относят спектральные методы, среди которых флуориметрия. Для водоемов Донбасса определение замедленной флуоресценции хлорофилла водорослей рекомендуется для экспресс-анализа, как наиболее эффективный метод, который зарекомендовал себя в мировой практике. Метод применим для природных вод, в том числе источников водоснабжения, сточных вод и т.д. В Донбассе большое внимание уделяется разработке автоматизированных систем контроля, в которые также рекомендуется включить флуориметрию для биоиндикации изменений в альгоценозах естественных и искусственных водоемов и водотоков.

А.М. ЛЯХ, Ю.В. БРЯНЦЕВА

Ин-т биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины,
пр. Нахимова, 2, 99011 Севастополь, Украина
e-mail: antonlyakh@yahoo.com, brekall5@gmail.com

КОМПЬЮТЕРНЫЙ АТЛАС-СПРАВОЧНИК СВЕТЯЩИХСЯ ДИНОФИТОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ (DYNOPHYCEAE) ЧЕРНОГО МОРЯ

В Черном море зарегистрировано 38 видов динофлагеллят способных к свечению (Битюков и др., 1993), из них в акватории у Севастополя в ходе проведения регулярного экологического мониторинга (с ноября 2008 г. по настоящее время) обнаружен 21 вид, относящийся к родам: *Gonyaulax* Diesing

(4 вида), *Neoceratium* Gomez, Moreira et Lopez-Garcia (3 вида), *Protoperidinium* Bergh (10 видов), а также виды: *Lingulodinium polyedrum* (Stein) Dodge, *Scrippsiaella trochoidea* (Stein) Balech ex A.R. Loebl., *Pyrocystis noctiluca* Murray ex Haeckel, *Noctiluca scintillans* (Macartney) Kof. et Swezy. Эти виды включены в компьютерный атлас-справочник, который содержит общую информацию о таксономии, синонимике, библиографических источниках, морфологии и распространении каждого вида, оригинальные фотографии видов (световая и электронная микроскопия), данные о морфометрии – размерах, объемах и площадях поверхностей и их сезонной изменчивости. Морфометрические данные дополнены информацией из литературных источников, что позволяет оценивать их вариабельность в различных районах Мирового океана.

Для определения объемно-поверхностных характеристик микроводорослей используют метод подобных фигур, когда форму клеток аппроксимируют геометрическими телами. Поскольку форма клеток динофлагеллят одна из самых сложных среди микроводорослей, то для каждого вида была разработана геометрическая модель, включенная в атлас, позволяющая по известным размерам рассчитать значения его объема и площади поверхности. Модели учитывают толщину панцирей динофитовых водорослей, а, кроме того, модели представителей родов *Neoceratium* и *Protoperidinium* содержат элементы, созданные методом трехмерного геометрического моделирования (Лях, Брянцева, 2011), что позволяет более точно воспроизвести форму исследуемых клеток и определить их морфохарактеристики.

Атлас-справочник содержит модуль для идентификации видов динофитовых водорослей по форме и размерам (ширине и высоте) панцирей. Выбор исследователем из перечня геометрических форм той формы, которая соответствует наблюдаемой клетке, выделяет из списка видов ту их часть, панцирь которых близок к заданной форме. Последующее указание исследователем размеров наблюдаемой клетки сужает список видов, удовлетворяющих заданному критерию – геометрической форме и значениям размеров. Окончательная идентификация вида осуществляется по фотографиям и описанию.

Н.В. МАЙСТРОВА

Ин-т гидробиологии НАН Украины,
пр. Героев Сталинграда, 12, 04210 Киев, Украина
e-mail: n_maystrova@ukr.net

ФИТОПЛАНКТОН НЕКОТОРЫХ ВОДОЕМОВ ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС (УКРАИНА)

В течение 2008 г. изучали особенности развития планктонных водорослей водоемов зоны отчуждения ЧАЭС из левобережной поймы р. Припять (Красненская старица, оз. Глубокое (площадь водного зеркала 0,17 км^2, максимальная глубина 7 м), оз. Далекое (0,01 км^2; 6,6 м)) и правобережного пойменного оз. Азбучин (0,27 км^2; 5,6 м).

В планктоне водоемов обнаружено 237 видов водорослей (251 таксон рангом ниже рода, включая номенклатурный тип вида) из 8 отделов, 13 классов, 30 порядков, 109 родов. Основу фитоценотической структуры создавали зеленые и диатомовые водоросли (25–38 %) со значительным вкладом эвгленовых, синезеленых и золотистых (10–11 %), что является типичным для водоемов бассейна р. Припять. Среди всех зарегистрированных таксонов во все сезоны истинно планктонные и литоральные формы составляли более 85 %, что характерно для водоемов с небольшими глубинами; в географическом отношении – это в основном широко распространенные виды. Исследованные водоемы относятся к *α*-олигосапробному и *β*-мезосапробному типу (индекс сапробности – от 1,26 до 2,05; в среднем 1,85 ± 0,25). Отмечена закономерность летнего понижения уровня сапробности и увеличения доли *o*- и *β*-сапробионтов (до 90 %) по сравнению с весной и осенью. pH воды водоемов соответствовал слабокислому, изменяясь от 6,6 до 7,5. Общая численность и биомасса фитопланктона, а также относительные показатели видового богатства отделов водорослей сильно варьировали как по сезонам, так и по водоемам.

В оз. Азбучин найдено 93 внутривидовых таксона водорослей; из них две трети – в равных долях – представители диатомовых и зеленых. Весной средняя численность фитопланктона в озере составляла в среднем 27,68 млн кл./м^3; а биомасса (3,18 г/м^3) формировалась диатомово-динофитовыми (по 30 %), зелеными и золотистыми водорослями (17–15 %). Летом эти показатели (18,62 млн кл./м^3 и 10,66 г/м^3) обусловливались развитием зеленых (до 54 %), а осенью (1,95 млн кл./м^3 и 3,00 г/м^3) – диатомово-зелено-динофитовым комплексом видов.

В оз. Глубокое найдено 125 видов преимущественно зеленых (38 %), диатомовых (25 %) и золотистых (14 %) водорослей. Весенний фитопланктон с численностью до 3,03 млн кл./м^3 и биомассой 2,53 г/м^3 создавался за счет золотистых (до 70 %) и эвгленовых (13 %). Летом эти показатели составляли 35,34 млн кл./м^3 и 9,10 г/м^3 соответственно, а в биомассу наибольший вклад вносили динофитовые (30 %), зеленые (24 %), диатомовые (14 %) и эвгленовые (10 %). Осенью по численности (до 70 %) и биомассе (до 40 %) превалировали синезеленые.

В планктоне оз. Далекое обнаружено 92 таксона ниже рода; доминировали диатомовые (35 %) и зеленые (25 %) водоросли. Весной численность (0,60 млн кл./м^3) и биомассу (1,0 г/м^3) формировали динофитовые (до 40 %) и приблизительно в равных частях – эвгленовые, диатомовые и зеленые (около 10 %). Летом в озере с показателями 7,00 млн кл./м^3 и 4,70 г/м^3 преобладали динофитовые (30 %), синезеленые (25 %), а также зеленые, золотистые и эвгленовые водоросли (около 10 %).

В Красненской старице из 120 обнаруженных видов водорослей диатомовые составляли 38 %, зеленые – 27, а эвгленовые – 15 %. Весенний зелено-эвгленовый фитопланктон достигал по численности 2,3 млн кл./м^3, биомассе – до 5,6 г/м^3. Летом наблюдалось монодоминирование, переходящее в «цветение» динофитовых с биомассой до 130 г/м^3, в основном за счет

Ceratium hirundinella (O. Müll.) Bergh. В осеннем фитопланктоне при биомассе 3,5 г/м^3 доминировали диатомовые (56 %) и эвгленовые водоросли (10 %).

В целом, развитие фитопланктона в исследованных водоемах определяется морфологическими и гидрохимическими особенностями озерных экосистем.

Т.А. МАКАРЕВИЧ

Белорусский государственный ун-т,
пр. Независимости, 4, 220030 Минск, Беларусь
e-mail: makarta@tut.by

АЛЬГОФЛОРА БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «НАРОЧАНСКИЙ» (БЕЛАРУСЬ)

В Беларуси болота занимают 2,38 млн га (17,1 % территории). Альгофлора болот до настоящего времени остается практически неизученной. Имеются лишь единичные публикации (Митропольская и др., 2008; Макаревич, Лесько, 2009), содержащие первые сведения о видовом составе водорослей некоторых болот северо-запада республики.

В настоящем сообщении обобщены результаты исследований, выполненных в период 2006–2011 гг. на территории национального парка «Нарочанский» (северо-запад Беларуси). Пробы отобраны в различных биотопах верхового болота Белоголовье, болота Черемшица (болото верхового, низинного и смешанного типов), а также в заболоченных участках побережья Малого плеса оз. Нарочь.

В исследованных болотных экосистемах выявлено 228 видов (235 видов и внутривидовых таксонов) водорослей из восьми отделов. Это составляет 12 % числа видов, установленных в альгофлоре Беларуси за всю историю ее изучения (Михеева, 1999). Более 20 обнаруженных видов, согласно систематизации альгофлоры Беларуси Т.М. Михеевой, в других местообитаниях на территории республики не отмечены.

Основная роль в формировании видового богатства водорослей исследованных болотных экосистем, также как и в целом в альгофлоре Беларуси, принадлежит отделам Bacillariophyta (44 % выявленных видов) и Chlorophyta (38 %). Cyanophyta (цианобактерии) составляют 11 % общего числа видов, другие отделы представлены незначительно. Среди диатомовых водорослей по частоте встречаемости и насыщенности видами выделяются семейства Naviculaceae (26 видов), Gomphonemataceae (11), Cymbellaceae (10), Nitzschiaceae (10), Fragilariaceae (9) и Achnanthacea*e* (7). Среди зеленых водорослей преобладают представители порядков Desmidiales (51 вид) и Chlorococcales (27 видов). Ведущие роды десмидиевых водорослей *Cosmarium* Corda ex Ralfs (25), *Closterium* Nitzsch. ex Ralfs (9) и *Staurastrum* Meyen emend Pal.-Mordv. (7), хлорококковых – *Scenedesmus* Meyen (10) и *Pediastrum* Meyen (5).

По биотопической приуроченности преобладают планктонно-бентосные виды (26 % общего числа видов). Значительно представлены (24 %) бентосные в широком смысле, к которым в соответствии с классификацией С.С. Бариновой с соавторами (2006), относят как бентосные, так и перифитонные виды. Планктонные виды составляют 17 %, а почвенные – лишь 4 %. Для 29 % выявленных видов сведения о биотопической приуроченности отсутствуют. По отношению к солености преобладают олигогалобы (81,1 % числа видов с известной галобностью), по географическому распространению – космополиты (95,1 % числа видов с известной географической характеристикой). По отношению к pH преобладают индифференты (88,6 %), алкалифилы составляют незначительную долю (11,4 %).

Видовой состав водорослей обследованных болотных экосистем заметно различается. В верховом болоте Белоголовье доминируют десмидиевые водоросли, а в заболоченных участках побережья оз. Нарочь и болотном массиве Черемшица – диатомовые.

Кластеризация сообществ водорослей по видовому составу позволила выделить три самостоятельные группы, объединяющие сообщества, обитающие в сходных условиях в пределах как одной и той же экосистемы, так и разных болотных экосистем.

Видовое разнообразие водорослей болотных экосистем определяется, прежде всего, биотопическим разнообразием экосистем.

С.С. МАЛАВЕНДА

Мурманский государственный технический ун-т, каф. биологии,
ул. Спортивная, 13, 183010 Мурманск, Россия
e-mail: msergmstu@yandex.ru

АНАЛИЗ ПОПУЛЯЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ПОСЕЛЕНИЙ ЛИТОРАЛЬНЫХ БУРЫХ ВОДОРОСЛЕЙ КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА БАРЕНЦЕВА МОРЯ (РОССИЯ)

На литорали Баренцева моря Кольского залива доминирующими видами являются фукусовые водоросли. Наиболее широко распространенными являются *Fucus vesiculosus* L. (фукус пузырчатый), *F. distichus* L. (фукус двусторонний).

Ранее в Кольском заливе изучалась структура популяции этих видов. Выявлены значительные перестройки размерной и возрастной структуры популяции в направлении к кутовой, наиболее загрязненной, части залива: отмечалось увеличение доли самых молодых талломов при одновременном сокращении присутствия старших возрастов, что приводило к значительному омоложению популяции (Завалко, Шошина 2008, данные за 1999 год). Однако в более ранних исследованиях для изучения отбор проб проводили только в летний период, что не позволяет полной мере оценить влияние антропогенного загрязнения на фукоиды.

Материалом для данной работы послужили водоросли, отобранные с 4-х участков Кольского залива в направлении от кута к устью в различные гидрологические сезоны в период с 2007 по 2009 гг. На каждой из пробных участков пробы водорослей отбирали по традиционной методике рамкой 50×50 см (Блинова, 1965) в шести повторностях. После камеральной обработке проб исследовались такие параметры как биомасса, плотность зарослей, возрастная структура, а также масса и длина талломов водорослей.

Анализ полученных данных выявил обратно пропорциональные сезонные изменения биомассы и численности водорослей во всех исследуемых поселениях. При этом в первом годовом цикле во всех районах исследования наблюдались высокие значение биомассы при низкой численности, во втором годовом цикле выявлен обратный характер значений. Более высокая биомасса обусловлена большим вкладом фертильных растений средневозрастных групп, которые являются наиболее адаптированными к постоянному воздействию неблагоприятных факторов среды (Бигон и др., 1989).

Однако затем наблюдается резкая смена стратегии выживания с преобладанием молодых растений, упрощением размерно-возрастной структуры при низкой биомассе поселений. Подобные закономерности могут являться ответной реакцией на эвтрофирование (Хайлов Парчевский, 1983; Ковардаков и др., 1985; Миничева, 1989).

Таким образом, поселения двух видов литоральных макроводорослей *F. vesiculosus* и *F. distichus* в Кольском заливе представляют собой динамические системы, имеющие не только сезонные, но и годичные циклы.

С.В. МАЛАВЕНДА

Мурманский морской биологический ин-т КНЦ РАН,
ул. Владимирская, 17, 183010 Мурманск, Россия
e-mail: malavenda@yandex.ru

ЗАВИСИМОСТЬ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ ВОДОРОСЛЕЙ-МАКРОФИТОВ ОТ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В РЯДЕ ГУБ МУРМАНСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ БАРЕНЦЕВА МОРЯ (РОССИЯ)

Прогрессирующее освоение Арктического шельфа, в том числе разработка нефтегазоносных месторождений в восточной части Баренцева моря, требует тщательного изучения биоты морей, в частности макрофитобентоса литорали. Для определения устойчивости растительных сообществ важно понимание закономерностей формирования видового разнообразия и взаимодействия водорослей-макрофитов. Цель данной работы – определить видовое разнообразие в различных биотопах Восточного Мурмана и оценить влияние ведущих экологических факторов.

Исследование проведено в губах Ярнышная, Зеленецкая, Шельпинская и бухте Плохие Чевры. Было выполнено 29 сублиторальных и 29 литоральных станций. Район исследования достаточно небольшой и не охватывает все многообразие биотопов Мурмана, но позволяет рассматривать влияние глубины, солености, прибойности и грунта, так как большинство донных ассоциаций были рассмотрены. Для каждой станции рассчитаны мера доминирования и индекс Симпсона. Выполнены корреляционный и многофакторный дисперсионный анализы данных.

Результаты показали, что в сублиторали в пределах произрастания макрофитов глубина не является ведущим фактором в образовании видового разнообразия, более заметное влияние оказывают прибойность и размерный состав грунта. Видовое разнообразие снижается с уменьшением доли валунов и увеличением заиления (линейная зависимость) и с уменьшением прибойности (нелинейная зависимость).

На литорали основным фактором, определяющим видовое разнообразие является высота над уровнем моря, а точнее определяемая ею длительность безводного периода. Влияние прибойности и грунта на литорали аналогично таковому в сублиторали. Наибольшее видовое разнообразие обнаружено на защищенных и слабозащищенных участках литорали на валунных грунтах. Условия интенсивного движения воды в сочетании с защитой от прибоя наиболее благоприятны для произрастания морских водорослей. А валуны разного диаметра, нагроможденные на литорали, существенно увеличивают пространство для произрастания водорослей. Нами выявлено резкое снижение видового богатства при распреснении поверхностных вод до 15 ‰ в летний период. Но смена растительных сообществ привела к максимальному значению индекса Симпсона.

Как показало данное исследование, видовое разнообразие морских водорослей связано с прибойность и соленость не напрямую. Абиотические факторы определяют видовой состав и выживаемость особей разных видов. Данные показатели вместе с последствиями конкурентных и мутуалистических взаимоотношений растений определяют равномерность распределения ресурсов в сообществе, которую мы видим как выравненность видов по обилию. А поскольку индексы видового разнообразия основаны на числе видов и выравненности их биомасс, а структурные характеристики сообщества и выживаемость отдельных его элементов не учитываются, то именно поэтому не выявлено корреляции видового разнообразия и абиотических факторов. Зависимость не линейная, а приближенная к Гаусовой кривой.

В результате сделан вывод, что на глубинах от 0 до 18 м наибольшее влияние на видовое разнообразие макрофитов оказывает тип грунта и прибойность, на литорали – длительность периода осушения, кроме случаев максимальной и минимальной прибойности и распреснения ниже 15 ‰.

Н.А. МАЛАХОВА

Новосибирский государственный аграрный ун-т,
ул. Добролюбова, 160, 630039 Новосибирск, Россия
e-mail: shymen@inbox.ru

АЛЬГОМОНИТОРИНГ ВЕРХОВЫХ БОЛОТ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (РОССИЯ)

Большая протяжённость Западной Сибири в меридиональном направлении определяет широкий спектр природных климатических условий и, как следствие, разнообразие болотных экосистем. Олиготрофные сфагновые болота лесостепной зоны, не образуя значительных по площади массивов, находятся на границе своего ареала.

Проведение альгологического мониторинга является приоритетным направлением в исследовании болот с точки зрения их рационального использования и охраны. В биоиндикационных целях ценотического уровня организации используют показатели качественного состава альгогруппировок (Кабиров, 1993).

Работа проводилась в Убинском районе Новосибирской области, в 4 км южнее Николаевка-2. В центральной части верхового болота растительный покров представлен сосново-берёзово-кустарничково-сфагновым сообществом. По периферии болото окаймляют тростниковые и осоко-тростниковые сообщества. Между центральной частью и периферией выделятся переходная зона с характерным промежуточным набором видов.

При сборе материала выделяли слои в пределах деятельного горизонта торфяной залежи. Видовой состав водорослей выявлялся методом чашечных и водных культур (Голлербах, Штина, 1969; Хазиев, Кабиров, 1986).

Всего было зарегистрировано 48 видов и внутривидовых таксонов водорослей, принадлежащих к 4 отделам, 14 порядкам, 20 семействам и 23 родам. Из них Chlorophyta – 31, Bacillariophyta – 7, Xanthophyta – 6, Cyanophyta – 4 вида. Превалировали виды отдела Chlorophyta, составляя более половины всей флоры, что характерно для болотных экосистем в целом (Зауер, 1956; Голлербах, Штина, 1969; Гецен, 1973). В практически равном соотношении в таксономической структуре находились Bacillariophyta и Xanthophyta. Представители синезелёных водорослей немногочисленны.

В общей структуре на основании расчета коэффициента эколого-ценотической значимости выявлена олигодоминантная группировка водорослей, которая представлена *Chlamydomonas atactogama* Korschikov, *Frustulia rhomboides* var. *rhomboides* Rabenh. и *F. rhomboides* var. *saxonica* (Rabenh.) De Toni.

Разнообразие жизненных форм почвенных водорослей может быть связано с адаптационными процессами при недостаточном атмосферном увлажнении и минеральном питании. В полночленном ранжированном ряду биологического спектра альгогруппировок доминировала X-форма (43,8 %), которая представлена видами *Chlorella lobophora* V. Andr., *Characiopsis acuta* (A. Braun) Borzi, *Cosmarium crenatum* Ralfs и другими

видами, характерными для болотных экосистем. В равном долевом соотношении находились Н- и В-формы (по 15 % каждая), представленные *Chlorhormidium flaccidum* var. *flaccidum* (Kütz.) Fott, *Tribonema minus* Hazen.

В альгофлоре сфагнового болота преобладали мезофилы (50 %): *Chl. lobophora, Bumilleria sicula* Borzi*, Hantzschia amphioxys* (Ehrenb.) Grunow, что обусловлено содержанием влаги в торфяной почве. На долю амфибиальной и гидрофильной групп приходится в сумме 42 %. Среди прочих видов можно отметить одноклеточные зеленые гидрофильной природы: *Closterium dianae* Ehrenb., *Netrium digitus* (Ehrenb.) Itzigs. et Rothe, *Cosmarium decedens* var. *sinuosum* (Lund.) Racib. как типичные представители водной флоры болот.

Таким образом, выявленное большое видовое разнообразие зелёных, значительное долевое участие видов амфибиальной и гидрофильной групп водорослей, олигодоминантные альгогруппировки указывают на болотный процесс почвообразования.

Е.И. МАЛЬЦЕВ

Мелитопольский государственный педагогический ун-т им. Б. Хмельницкого,
ул. Ленина, 20, 72312 Мелитополь, Украина
e-mail: mz_5@ukr.net

К ВОПРОСУ ОБ ИЗУЧЕНИИ ВОДОРОСЛЕЙ ПОДСТИЛОК ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ

В лесных биогеоценозах, в сравнении с другими сообществами, значительно возрастает роль лиственного опада в формировании видового состава и регуляции численности водорослей. Опад и лесная подстилка покрывают почти всю поверхность почвы и являются местом активной жизнедеятельности водорослей. Э.А. Штина и М.В. Ройзин (1966) отмечали, что растительный опад – это не только основной резерв питательных веществ, но и место размножения многих водорослей, откуда они вымываются в нижерасположенные горизонты почвы. Значительное влияние на развитие водорослей в подстилке, кроме освещенности и влажности,имеет ее химический состав, структура и др.

Вместе с некоторым сходством видового разнообразия водорослей, найденных в подстилке и в почве под ней (Зауер, 1958; Штина, 1959; Штина, Ройзин, 1966; Носкова, 1968; Новичкова-Иванова, 1969; Алексахина, 1971, 1974; Алексахина, Штина, 1984), отмечены и специфические черты альгогруппировок подстилок. Например, при исследовании подстилок, сформированных опадом сосны, березы и осины, и супесчаных неструктурированных почв на аллювиальных песках, установлено, что 56 % видов водорослей встречаются исключительно в подстилке либо стремятся к подстилке или верхнему горизонту почвы (Винникова, 2004). В лиственных лесах подстилка является основным местом развития синезеленых и диатомовых водорослей (Алексахина, Штина, 1984). Видовой состав водорослей в подстилке может быть обеднен на хламидомонады и желтозеленые водоросли (Алексахина, 1971;

Чаплигина, 1977; Алексахина, Штина, 1983), или характеризоваться преобладанием Chlorophyta, особенно видов порядков Chlorococcales, Chlamydomonadales (Перминорва, 1983). При переходе от темно-хвойных к светло-хвойным и тополиным лесам может увеличиваться роль желтозеленых и, особенно, синезеленых водорослей в формировании сообществ почвенных водорослей подстилки. Наряду с отсутствием четкой зависимости видового богатства водорослей от древесной породы, образующей лесную подстилку, наблюдается тенденция увеличения в хвойных лесах разнообразия Chlorophyta, а в лиственных – представителей Bacillariophyta (Винникова, 2004). Неоднозначность результатов исследований видового состава водорослей в лесных подстилках различных типов леса требует продолжения их изучения.

Специфичность видового состава водорослей подстилки дубового и соснового насаждения отмечена нами в Старо-Бердянском лесном массиве (Украина, Запорожская область). Используя культуры со стеклами обрастания и агаровые с питательной средой Болда в подстилках дубового и соснового насаждений найдены представители разных отделов: Cyanophyta, Chlorophyta, Xanthophyta, Bacillariophyta, Eustigmatophyta. В подстилке дубового насаждения активно развивались: *Phormidium amphibium (*Agardh ex Gomont) Anagn. et Komárek, *Cylindrospermum stagnale* (Kütz.) Bornet et Flahault, *Heterococcus viridis* Chodat, *Navicula pelliculosa* (Bréb.) Hilse, *Chlorococcum hypnosporum* Starr, *Stichococcus minor* Nägeli. Подстилка насаждения сосны населена следующими видами: *Choricystis minor* (Skuja) Fott, *Klebsormidium flaccidum* (Kütz.) Silva et al., *Hantzschia amphioxys* (Ehrenb.) Grunow in Cleve et Grunow, *Vischeria stellata* (Chodat ex Poulton) Pascher, *Navicula pelliculosa*, *Spongiochloris* sp., *Ulothrix variabilis* Kütz., *Ellipsoidion perminimum* Pascher, *Trebouxia aggregata* (Archibald) Gärtner, *Stichococcus chodati* (Bialosuknia) Heering.

А.Р. МАНСУРОВА, Л.А. ГАЙСИНА, Г.Р. БАКИЕВА, Л.Р. МУХАМЕТЬЯНОВА

Башкирский государственный педагогический ун-т им. М. Акмуллы,
ул. Октябрьской революции, 3а, 450000 Уфа, Россия
e-mail: lira.gaisina@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИАНОБАКТЕРИЙ И ЭУКАРИОТИЧЕСКИХ ВОДОРОСЛЕЙ МИКРОБИОТИЧЕСКИХ КОРОЧЕК В СТЕПНОЙ ЗОНЕ БАШКИРИИ (РОССИЯ)

Микробиотические корочки (красты) представляют собой сообщества организмов, обитающих на поверхности почв, основными компонентами которых являются цианобактерии, зеленые водоросли, микроскопические грибы, мхи и лишайники. Они занимают значительные территории в пустынных и полупустынных регионах по всему миру

(Johansen, 1983). К сожалению, изучение альгофлоры микробиотических крастов на территории России практически не проводилось. В этой связи можно назвать работу Л.Н. Новичковой-Ивановой «Почвенные водоросли фитоценозов Сахаро-Гобийской области», однако эти данные касаются территории Северной Сахары и Азии.

Целью исследования было изучение микробиотических корочек в юго-западной степной части Башкирии в окрестностях г. Сибая. В ходе экспедиции в июне 2010 г. было отобрано 16 проб микробиотических корочек. Образцы культивировали на жидкой среде Болда с утроенным содержанием азота (Andersen, 2005) в течение 7 дней, затем суспензию разливали тонким слоем в чашки Петри с агаризованной питательной средой и выращивали под люминостатом в течение 2 месяцев. Колонии цианобактерий и водорослей изолировали в одновидовые культуры. Определение видов проводили с использованием микроскопа Axio Imager A2 с камерой Axio Cam MRC при увеличении ×100.

Было обнаружено 19 видов цианобактерий и эукариотических водорослей: Cyanobacteria (9 видов) – *Leptolyngbya voronichiniana* Anagn. et Komárek, *Leptolyngbya foveolarum* (Rabenh. ex Gomont) Anagn. et Komárek, *Microcoleus vaginatus* (Vaucher) Gomont ex Gomont, *Nostoc* sp., *Phormidium autumnale* (Agardh) Trevisan ex Gomont, *Phormidium breve* (Kütz. ex Gomont) Anagn. et Komárek, *Pseudophormidium hollerbachianum* (Elenkin) Anagn., *Scytonema ocellatum* Lyngbye ex Bornet et Flahault, *Trichocoleus* cf. *hospitus* (Hansgirg ex Gomont) Anagn.; Chlorophyta (10 видов) – *Chlorella* cf. *reisiglii* (Reisigl) Watanabe, *Ch. mirabilis* V.M. Andreeva, *Coelastrella aeroterrestrica* A. Tschaikner, G. Gärtner et W. Kofler, *Dictyococcus* sp., *Interfilum terricola* (J.B. Petersen) Mikhailyuk, Sluiman, Massalski, Mudimu, Demchenko, Friedl et Kondratyuk, *Mychonastes homosphaera* (Skuja) T. Kalina et M. Punčochářová, *Palmellopsis gelatinosa* Korschikov, *Parietochloris* cf. *alveolaris* (Bold) S. Watanabe et Floyd, *Scotiellopsis levicostata* (Hollerbach) Punčochářová et Kalina, *Scotiellopsis rubescens* Vinatzer.

В видовом составе микробиотических корочек на территории Башкирии в основном были обнаружены роды и виды, типичные для крастов. Так, например, нами были выделены виды рода *Nostoc* и *Pseudophormidium,* а также *M. vaginatus* которые относятся к числу наиболее распространенных на территории юго-запада США (Johansen, 1983). *Ch. mirabilis*, *S. levicostata, P. gelatinosa* и представители рода *Dictyococcus* встречались на территории Сахаро-Гобийской области (Новичкова-Иванова, 1980). К числу наиболее распространенных относились *P. holerbachianum, Nostoc* sp., *L. foveolarum* и *S. rubescens.* Такие виды, как *T.* cf. *hospitus* и *I. terricola,* возможно, были найдены на территории России впервые.

И.И. МАСЛОВ

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр НААН Украины,
пгт. Ботаническое, 98648 Ялта, Украина
e-mail: maslov_ivan@mail.ru

ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ МОРСКИХ ВОДОРОСЛЕЙ-МАКРОФИТОВ В УКРАИНЕ

В Украине целый ряд природных заповедных объектов различных категорий включают в свой состав морскую акваторию. Это, в первую очередь, семь заповедников – Черноморский, Крымский, Карадагский, Опукский, Казантипский, «Мыс Мартьян», Дунайский – и Национальный природный парк «Чарівна гавань». Имеется также семь заказников и 20 памятников природы – прибрежных аквальных комплексов. Степень альгологической изученности заповедных объектов различна. Заповедники ведут Летописи природы (согласно государственной программе), проводят инвентаризацию и мониторинг биоты, заполняют карточки первичного учета (кадастровые) в которых отражается не только списочный состав видов (включая краснокнижные), но и учитываются его изменения, включая юридические аспекты. У заповедных объектов других категорий такие работы носят эпизодический характер. Различен и режим охраны. У заповедников это специализированные службы: лесничество, егерская, госохрана. Заповедные объекты других категорий находятся под Охранным обязательством землепользователей.

В настоящее время в деле охраны природы в целом и морских водорослей, в частности, главную роль играет не природный, а социальный аспект. Одним из направлений в охране природы является периодическое издание Красной Книги Украины. Она создается не только для того, чтобы выявить и учесть редкие и исчезающие виды, но и, в первую очередь, как правовой документ для тех государственных структур и организаций, которые занимаются охраной этих видов согласно действующему законодательству. В Крыму это Республиканский комитет АР Крым по охране окружающей природной среды, Отдел экологической инспекции Южно-Крымского региона, Управление экологии г. Севастополя, Государственная Азово-Черноморская экологическая инспекция, Прокуратура и Природоохранная прокуратура. Региональные же Красные Книги носят скорее рекомендательный и информативный, а не правовой характер.

Сотрудники государственной службы, в силу специфики своей работы, не являются специалистами по идентификации объектов Красной Книги. Поэтому нередко возникают разночтения при определении объекта охраны. Следует подчеркнуть, что в поле зрения госслужб попадают только семенные растения (в основном деревья) и крупные животные. Что же касается водорослей, а также других споровых растений и грибов, то они, как правило, не являются объектом внимания госслужб. Число специалистов, которые в состоянии провести работу по определению этих объектов охраны, очень ограничено. По разным причинам их далеко не всегда привлекают к такой работе. Выходом из этой ситуации (в какой-то степени) могла бы стать

организация Министерством экологии и природных ресурсов Украины курсов повышения квалификации для сотрудников госслужб с привлечением соответствующих специалистов из НИИ и ВУЗов.

Но есть и третий путь. Давно известно, что охрана споровых растений, в частности водорослей, должна проводиться путем охраны их местообитаний. Поэтому, при создании новой Красной Книги Украины, предлагается рассмотреть возможность указания не только вида водоросли (и споровых вообще), но и его местообитания с указанием границ биотопа. Такие биотопы находятся не только в границах существующих объектов природно-заповедного фонда Украины, но и за их пределами. Указание границ биотопа даст возможность госслужбам эффективно осуществлять охрану редких и исчезающих краснокнижных видов, поскольку у них будет перечень конкретных территорий и акваторий, включающих объекты охраны.

Н.Г. МЕНЗЯНОВА[1], В.Т. ГРИЦИНА[2], Т. КАЛАБЕГИШВИЛИ[3], А.А. МОСКВИТИН[2], А.И. БОЖКОВ[1]

[1]НИИ биологии Харьковского национального ун-та им. В.Н. Каразина,
пл. Свободы, 4, 61077 Харьков, Украина
e-mail:menage@inbox.ru
[2]Государственный ун-т им. И.Чавчавадзе,
Тбилиси, Грузия
[3]Харьковский национальный ун-т им. В.Н. Каразина,
пл. Свободы, 4, 61077 Харьков, Украина

БИОГЕННЫЙ СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ ЗОЛОТА И СЕРЕБРА В КУЛЬТУРЕ *SPIRULINA PLATENSIS* (GOMONT) GEITLER

Наночастицы металлов обладают уникальными свойствами, которые определяют их широкое применение в биологии и медицине в качестве маркеров, сенсоров, адресных наноконтейнеров. Уникальные свойства наночастиц металлов критически зависят от их размеров, формы и состава. Показано, что наночастицы, полученные биогенным синтезом, отличаются высоким качеством: однородны по размерам и форме, не содержат примесей. В связи с этим, биогенный синтез наночастиц металлов как альтернатива химическому синтезу, является одним из наиболее востребованных направлений в современной нанотехнологии.

В настоящее время для биогенного синтеза наночастиц металлов широко используются прокариотические синезеленые микроводоросли. В представленной работе изучали динамику формирования биогенных наночастиц золота и серебра в культуре *Spirulina platensis* (Gomont) Geitler в процессе восстановления ионов из водных растворов солей золота ($HAuCl_4$) и серебра ($AgNO_3$).

Микроскопический анализ показал, что наночастицы металлов формируются на наружной поверхности клеточной стенки трихомов *Sp. platensis*. Причем, размеры наночастиц золота и серебра, характер их распределения на клеточной стенке существенно различались.

Наночастицы выделяли из биомассы *Sp. platensis* методом щелочного гидролиза биомассы и последующего осаждения наночастиц центрифугированием. Полученные осадки наночастиц суспендировали в 25 мМ Трис-HCl (pH=7,5) и анализировали спектры ослабления полученных суспензий на однолучевом спектрофотометре СФ-46 (Россия) в диапазоне длин волн 340 нм – 980 нм. В полученных спектрах была выявлена четкая полоса ослабления, связанная с резонансным рассеянием на наночастицах – поверхностным плазмонным резонансом. Для наночастиц, выделенных из биомассы *Sp. platensis*, в которую предварительно вносили растворы солей золота и серебра, в спектрах наблюдались полосы ослабления, соответственно, вблизи 520 нм и 420 нм. Характеристики резонансного рассеяния (положение максимума полосы ослабления в спектре, полуширина и интенсивность этой полосы) были использованы для оценки размеров, формы и состава полученных наночастиц.

Спектры ослабления полученных суспензий наночастиц были стабильны в течение длительного времени. Это свидетельствует о стабильности полученных наночастиц в буферном растворе (не происходило ни агрегации, ни растворения наночастиц).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что цианобактерии *Sp. platensis* могут использоваться как эффективный биореактор для синтеза наночастиц золота и серебра.

Н.В. МИРОНОВА, Н.А. МИЛЬЧАКОВА

Ин-т биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины,
пр. Нахимова, 2, 99011 Севастополь, Украина
e-mail: milchakova@gmail.com

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ЗАПАСОВ МАКРОФИТОВ БУХТЫ ЛАСПИ (ЧЁРНОЕ МОРЕ, УКРАИНА)

Изучение макрофитобентоса бухты Ласпи, крупнейшей на южном берегу Крыма, и прилегающих акваторий имеет более чем 40-летнюю историю. Однако до сих пор сведения о современных запасах макрофитов этого участка шельфа и их многолетней динамики отсутствовали. Согласно проведенным исследованиям, современные запасы макрофитов б. Ласпи (от м. Айя до м. Сарыч) оцениваются в 3500 т, из которых 1600 т (44,8 %) приходится на виды цистозиры (*Cystoseira barbata* C. Agardh и *C. crinita* (Desf.) Bory), около 1000 т (28,1 %) – *Phyllophora crispa* (Hudson) P.S. Dixon и менее 1 т – *Zostera marina* L. и *Z. noltii* Hornem. В среднем, на 1 га исследуемого прибрежья сосредоточено 15,8 т макрофитов, в том числе 10,2 т цистозиры и 1,3 т филлофоры. Максимальная величина общих запасов макрофитов и запасов цистозиры зарегистрирована на участке от

восточного входного мыса до м. Сарыч (1635 и 762,5 т), а минимальная – от оздоровительного центра (ОЦ) «Ласпи» до восточного входного мыса (33,5 и 21,8 т соответственно). Тем не менее, согласно расчетным данным, наиболее значительный запас фитомассы макрофитов и цистозиры (24,2 и 15,4 $т \cdot га^{-1}$) сосредоточен на участке м. Айя – урочище Батилиман. Самые разреженные скопления макрофитов выявлены на участке от вершины бухты до ОЦ «Ласпи» (10,9 $т \cdot га^{-1}$), а цистозиры – от ОЦ «Ласпи» до восточного входного мыса (7,7 $т \cdot га^{-1}$), что, вероятно, связано с высоким уровнем эвтрофирования и низкой прозрачностью воды в этой части акватории. Наибольшие запасы филлофоры и запас её фитомассы (513,7 т и 3 $т \cdot га^{-1}$) обнаружены на участке восточный входной мыс – м. Сарыч, а наименьшие значения этих показателей (1,6 т и 0,1 $т \cdot га^{-1}$) – от вершины бухты до восточного входного мыса. Фитомасса зостеры невелика и варьирует от 0,003 до 0,05 $т \cdot га^{-1}$, её скопления сосредоточены в основном на участке от вершины бухты до урочища Батилиман.

За период с 1983 по 2008 гг. выявлена существенная трансформация макрофитобентоса б. Ласпи. Восстановительная сукцессия цистозировых фитоценозов, наблюдаемая в верхней и средней сублиторальной зонах (гл. 0,5–5 м) с 1983 по 1998 гг., сменилась их деградацией, которая регистрируется с 1998 по 2008 гг. Особенно негативные изменения зафиксированы в нижней сублиторальной зоне (гл. 10–15 м), где общие запасы макрофитов уменьшились в 5–200 раз, зостеры – от 64 до 500 раз, цистозиры и филлофоры в 3,5–400 и 12–110 раз соответственно. Наиболее выраженная деградация макрофитобентоса обнаружена на участке от вершины бухты до восточного входного мыса, что, вероятно, связано с чрезмерной рекреационной нагрузкой, интенсивным освоением береговой зоны, её застройкой, что привело к разрушению биотопов и увеличению эвтрофирования.

В целом, общие запасы макрофитов и запасы цистозиры за последние четверть века сократились в 2 и 3 раза соответственно, существенно возросла доля эпифитирующих водорослей в структуре запасов макрофитов (с 6–21 до 19–31 %).

Существующий заповедный статус акваторий б. Ласпи (государственный заказник «Мыс Айя» и памятник природы местного значения прибрежно-аквальный комплекс (ПАК) между б. Ласпи и м. Сарыч) является низким, не способствует сохранению и восстановлению особо ценных природных комплексов, таких как биоценозы филлофоры, цистозиры и зостеры, имеющие высокий охранный статус в Европе (Habitats Directive (92/43/EEC, Annex 1), Natura 2000). Возможно, что создание национального природного парка «Айя-Байдарский» будет способствовать восстановлению прибрежной экосистемы б. Ласпи и её основного фототрофного звена.

А.Н. МИРОНЮК

Одесский национальный ун-т им. И.И. Мечникова, кафедра ботаники,
ул. Дворянская, 2, 65082 Одесса, Украина
e – mail: adgj123tu@rambler.ru

АЛЬГОФЛОРА РЕКИ САРАТА (ОДЕССКАЯ ОБЛАСТЬ, УКРАИНА)

В водных ресурсах Украины большое значение имеет речной сток. Его качество формируется как на водосборной территории, так и при непосредственном воздействии человека на водные артерии. Реки разделяются по длине на три типа: большие, средние и малые (до 100 км длина). В нашем сообщении внимание уделено малой р. Сарата. Река протекает в западной части Причерноморской низменности и впадает в лиман Сасык. Длина реки 119 км, а площадь бассейна 1250 км^2. Воды реки используются, в основном, для орошения.

Как известно, (Миничева, 1993) экологическое благополучие водных объектов зависит от состояния их автотрофных компонентов. До наших исследований сведений о растительности р. Сарата отсутствовали. Целью этой работы было выяснение флористического состава водорослей р. Сарата. Материал для исследований был собран в 2010–2011 гг. Водоросли идентифицировали, как в живом состоянии (на временных препаратах), так и фиксированном (на постоянных препаратах). В результате проведенных исследований было выявлено 54 вида водорослей: 5 макроскопических и 49 микроскопических. По систематическому положению они относились к 6 отделам (Cyanophyta, Euglenophyta, Chrysophyta, Bacillariophyta, Chlorophyta и Streptophyta), 10 классам, 17 порядкам, 24 семействам и 36 родам. Доминирующее положение в альгофлоре р. Сарата занимают классы Bacillariophyceae (25 видов), Euglenophyceae (7), Hormogoniophyceae (7) и Pedinophyceae (5). В исследуемом водоеме наибольшая видовая насыщенность характерна для родов *Oscillatoria* Vauch., *Phacus* Duj и *Scenedesmus* Meyen (по 4 вида), *Euglena* Ehrenb. и *Gyrosigma* Hassall (3).

По уровню организации выявленные виды водорослей разделяют на одноклеточные – 35 видов, многоклеточные – 13 и колониальные – 6. Среди них к планктонным относится 25 %, бентосным – 61,5 % и группу обрастателей составляют 13,5 %. В бентосе доминировали: *Navicula salinarum* Grunow, *Haslea spicula* (Hickie) Bukht., *Nitzschia obtusa* W. Sm., кроме того здесь были выявлены планктонные формы: *Scenedesmus obtusus* Meyen, *Phacus orbicularis* Hübner. Среди эпифитов на *Cladophora fracta* (Nees) Kütz., *Enteromorpha compressa* (Linnaeus) Nees, *E. flexuosa* (Wulfen) J. Agardh и *Spirogyra decimina* (O. Müll.) Kütz. наиболее часто встречались *Oscillatoria minima* Gikelh, *Tabularia tabulata* (C. Agardh.) Snoeijs, *Gomphonema truncatum* Ehrenb., *Achnantes brevipes* C. Agardh, *Cymbela helvetica* Kütz.

В сезонном аспекте весной преобладали диатомовые водоросли: (*Bacillaria paradoxa* J.F. Gmel., *Caloneis amphisbaena* (Bory) Cleve, *Fragilaria virescens* Ralfs, *Navicula salinarum*, *Tabularia tabulata*) и некоторые

эвгленовые, например *Euglena ehrenbergii* Klebs. Летом доминировали евгленовые (*Euglena hemichoramata* (Ehrenb.) Kütz.), синезеленые (*Oscillatoria tenuis* f. *levis)* и зеленые (*Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Bréb.), в тоже время продолжалось интенсивное развитие некоторых диатомовых, (*Cymbella neocistula* Krammer, *Entomoneis alata* (Ehrenb.) Ehrenb., *N. salinarum).* В осенний период усилилось развитие зеленых водорослей, некоторые из них даже вызвали «цветение» воды (*Chlorococcum* sp.). Интенсивно развивались в этот период, синезеленые (*Lyngbya aestuarii* Liebman ex Gomont), золотистые (*Mallomonas caudata* Iwan) и диатомовые (*A. brevipes*, *N. obtusa*) водоросли.

Среди флористического комплекса водорослей р. Сарата 35 видов являются индикаторами сапробности. Преобладала группа β-мезосапробов (20 видов), α-мезосапробы и олигосапробы представлены 5 видами каждая, β-α-мезосапробы – 3, полисапробы – 2. Таким образом, судя по составу индикаторных видов водорослей можно заключить, что воды р. Сараты мало-средне загрязненные, т. е. отвечают β-мезосапробным условиям.

Н.Ф. МИХАЙЛЕНКО

Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины,
ул. Терещенковская, 2, 01601 Киев, Украина
e-mail: nf_mykhaylenko@mail.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИПИДОВ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ В ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ И ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Возрастающий интерес вызывает применение липидов микроводорослей и входящих в их состав жирных кислот в качестве фармакологических препаратов и пищевых добавок. По сравнению с высшими растениями, преимуществами водорослей как продуцентов липидов являются намного более разнообразный жирнокислотный состав, а также возможность широкомасштабного культивирования в контролируемых условиях. Путём подбора видов микроводорослей и/или условий их выращивания, селекции либо применения методов генной инженерии возможно создать системы, обеспечивающие высокий выход липидов требуемой структуры и состава.

Микроводоросли с успехом используют для получения ценных жирных кислот – γ-линоленовой (*Spirulina platensis* (Nordst.) Geitl.), арахидоновой (*Porphyridium* sp.), эйкозапентаеновой (*Nannochloropsis* sp., *Isochrysis galbana* Parke, *Phaeodactylum tricornutum* Bohl., *Porphyridium purpureum* (Bory) Drew et Ross, *Nitzschia laevis* Hustedt, *Navicula* sp.) и докозагексаеновой (*Crypthecodinium cohnii* Seligo). Именно микроводоросли являются основным первичным продуцентом необходимых для поддержания жизнедеятельности человека и животных длинноцепочечных ω3-полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), в особенности докозагексаеновой (ДГК). Виды микроводорослей, богатые ДГК, относятся

преимущественно к динофитовым. В меньших количествах ДГК встречается у некоторых примнезиевых, празинофитовых и криптофитовых водорослей.

Известно, что употребление ω3-жирных кислот – ДГК и эйкозапентаеновой (ЭПК) – предотвращает возникновение и прогрессирование болезней сердечно-сосудистой системы. ДГК является необходимой для нормального развития и функционирования мозга и глаз. ДГК и ЭПК применяются при лечении воспалительных заболеваний, рассеянного склероза, болезни Альцгеймера, нарушений внимания, синдрома гиперактивности у детей, некоторых видов рака, инсулинонезависимого сахарного диабета и др. Употребление в пищу содержащихся в микроводорослях ПНЖК способствует поддержанию оптимального соотношения между ω6 и ω3 жирными кислотами в рационе. Применение препаратов ПНЖК, полученных из микроводорослей, приобретает неоценимое значение в тех случаях, когда использование традиционных источников ДГК и ЭПК – морской рыбы и рыбьего жира – может быть рискованным из-за возможного накопления в них тяжёлых металлов и гидрофобных токсичных веществ.

Многочисленные фармакологически значимые эффекты проявляют не только входящие в состав липидов жирные кислоты, но и сами липиды микроводорослей, преимущественно гликолипиды. Среди подобных эффектов можно выделить 4 основные группы: 1) противоопухолевое действие как превентивное, так и терапевтическое; 2) мощное противовоспалительное действие и уменьшение отёков; 3) противовирусная активность в отношении вируса иммунодефицита человека; 4) действие на систему свёртывания крови, выражающееся, в зависимости от вида липида как в подавлении, так и в индукции агрегации тромбоцитов. В большинстве проводимых исследований объектом являются цианобактерии (синезелёные водоросли), часть работ также была проведена с использованием *Chlorella vulgaris* Beij. (Chlorophyta) и *Porphyridium cruentum* (Gray) Nägeli (Rhodophyta). В настоящее время разработки в данной области находятся на стадии экспериментов на животных. Дальнейшие исследования представляются весьма перспективными, не в последнюю очередь ввиду того, что данные липиды являются неотъемлемой составляющей любой зелёной биомассы и, следовательно, нетоксичны для человека.

Т.А. МИХАЙЛОВА

Ботанический ин-т им. В.Л. Комарова РАН
ул. проф. Попова, 2, 197376 Санкт-Петербург, Россия
e-mail: mikhaylovat@mail.ru

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СТАТУС *LAMINARIA HYPERBOREA* (GUNNERUS) FOSLIE НА МУРМАНСКОМ ПОБЕРЕЖЬЕ БАРЕНЦЕВА МОРЯ (РОССИЯ)

Промысловый европейский вид *Laminaria hyperborea* (Gunnerus) Foslie во флоре России не отмечался до 1960-х гг. XX столетия. Сведения

о нем отсутствуют в самой полной сводке – определителе бурых водорослей северных морей СССР (Зинова, 1953). Первые немногочисленные образцы были найдены в 1961 г. недалеко от границы с Норвегией на Айновских о-вах Баренцева моря (Блинова, 1965). В силу широкой морфологической изменчивости ламинарий с рассеченной пластиной и сходства между видами *Laminaria digitata* (Huds.) Lamour. и *L. hyperborea*, последний не сразу был отмечен, даже когда появился на Мурмане в больших количествах. В 1960–70-х годах считалось, что в Баренцевом море вид *L. hyperborea* доходит только до северо-западной границы нашей страны (Блинова, 1965; Kain, 1971a; Петров, 1975), на остальных участках Кольского п-ва встречается спорадически (Петров, 1973). Лишь спустя 20–30 лет, в 1990-е гг. появляются публикации с описаниями на Мурмане обширных ассоциаций с доминированием этого вида (Schoschina, 1997; Промысловые…, 1998, Кузнецов, Шошина, 2003). Однако до сих пор некоторые альгологи-прикладники отвергают факт широкого распространения сообществ *L. hyperborea* вдоль побережья Кольского п-ва и считают, что запасы ламинариевых на Мурманском побережье Баренцева моря сложены почти исключительно видами *L. digitata* и *Saccharina latissima* (Linnaeus) C.E. Lane, C. Mayes, Druehl et G.W. Saunders (= *Laminaria saccharina* (L.) Lamour.).

В настоящей работе исследовались собранные в 2005–2009 гг. и хранящиеся в отечественных Гербариях образцы *L. hyperborea* и *L. digitata* (Huds.) Lamour. с побережья северо-восточной части Кольского п-ва. Исследование отечественных альгологических коллекций показало, что в России, а именно в Гербарии водорослей БИН РАН, с Мурманского побережья хранился 1 образец *L. hyperborea* и 6 образцов вида под другими названиями. Изучение гербарного и современного природного материала позволило оценить границы изменчивости и диагностическую значимость морфологических, анатомических и биохимических признаков, применяемых для идентификации представителей сходных видов – *L. hyperborea* и *L. digitata*. Наиболее надежные признаки – форма стволика и наличие в нем слизистых каналов. Исследование морфометрических характеристик 188 растений *L. hyperborea* демонстрирует связь большинства показателей (длины и массы растения, ширины пластины, диаметра стволика) с возрастом растений. Измерения стволиков в разных частях однозначно демонстрируют его коническую форму, что является видовым диагностическим признаком. Причем коническая форма стволика свойственна *L. hyperborea* с самых ранних стадий: даже у однолетних растений (при длительности жизни вида на Мурмане 15–20 лет) диаметр стволиков в нижней части в 1,5 раза больше диаметра в верхней части. Признаки жесткости и поверхностной структуры стволика не всегда достаточно выражены, они значительно варьируют в пределах обоих видов. Хемотесты показали нечеткие результаты и не рекомендуются для идентификации. Предлагаются вспомогательные диагностические признаки – возраст растений, окрашивание и изменение вязкости воды при размачивании сухих образцов, цвет и поверхностная структура корового слоя на поперечном срезе стволика. Экспедиционные исследования

современных бентосных экосистем Мурманского побережья позволили пополнить имеющуюся немногочисленную коллекцию *L. hyperborea* еще 20 образцами из различных экотопов. По результатам 5-летних исследований подтверждается присутствие *L. hyperborea* в регионе, факт расширения его ареала и распространения на восток ассоциаций вида. Подробное описание систематических признаков позволило выработать практические рекомендации для облегчения идентификации ценных биоресурсных видов *Laminaria* и обеспечить ими все заинтересованные академические и отраслевые организации.

Т.М. МИХЕЕВА, Е.В. ЛУКЬЯНОВА

Белорусский государственный ун-т,
пр. Независимости, 4, 220030 Минск, Беларусь
e-mail: mikheyeva@tut.by

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ФИТОПЛАНКТОНА НАРОЧАНСКИХ ОЗЕР (БЕЛАРУСЬ) В ПЕРИОД ИХ БЕНТИФИКАЦИИ

За последние 60 лет Нарочанские озера прошли разные периоды эволюции своего трофического статуса: период с незначительной антропогенной нагрузкой (до 1976 г.), период антропогенного эвтрофирования (1976–1991 гг.) и период деэвтрофирования, или олиготрофизации (с 1992 г. по настоящее время), который, как показали наши исследования (Остапеня и др., 2011), следует считать периодом бентификации. Прослеженные изменения в эволюции структурной и функциональной организации озерных экосистем в целом и фитопланктонных сообществ в частности опубликованы во многих наших работах (Михеева, 1992; Михеева и др., 2006; Лукьянова, Михеева, 2008, 2009; Михеева, Лукьянова, 2006, 2008, 2011 и др.). В настоящем сообщении акцент сделан на некоторых особенностях развития фитопланктона озер Нарочь, Мястро, Баторино в последний период.

В составе фитопланктона озер до 1980 г. включительно первое место по числу таксонов приходилось на долю зеленых водорослей (свыше 40 %), около 30 % составляли диатомовые и около 17 % – синезеленые. В сумме эти отделы водорослей насчитывали 85–90 % от общего числа видовых и внутривидовых таксонов. В оз. Нарочь таксономическое богатство диатомовых и золотистых водорослей было выше, чем в двух других озерах, и по абсолютным величинам, и по их долевому участию. Наоборот, богатство зеленых (прежде всего, хлорококковых и десмидиевых) и цианопрокариот возрастало с увеличением трофического статуса озер. Представленность других отделов была, примерно, одинаковой и не выходила за пределы 1,1–3,6 % от общего числа таксонов. В период бентификации происходило снижение доли зеленых водорослей во всех трех озерах. Доля диатомовых в озерах Нарочь и Баторино снизилась незначительно, а в оз. Мястро увеличилась.

Результаты анализа изменений таксономической структуры фитопланктонных сообществ Нарочанских озер в период бентификации показали, что, в сравнении с периодом эвтрофирования, во всех трех озерах произошло существенное уменьшение видового богатства фитопланктона в целом и всех его таксономических единиц разного ранга и упрощение его таксономической структуры. Исключением являются золотистые, число видов которых увеличилось, по сравнению с периодом до 1980 г., особенно заметно в озерах Баторино – с 12 до 28 и Мястро – с 15 до 25. Для всех отделов водорослей, за исключением Bacillariophyta (класс Centrophyceae), наблюдается уменьшение насыщенности родов и семейств видами и внутривидовыми таксонами.

Произошло сближение трофического статуса озер, в особенности озер Нарочь и Мястро, и различие между озерами по видовому богатству фитопланктона стало менее выраженным. Уменьшилось число общих видов в фитопланктонных сообществах озер. Отмечена инвазия новых и исчезновение некоторых аборигенных видов.

В период бентификации во всех озерах происходило снижение абсолютных величин, как общей биомассы, так и составляющих ее отделов водорослей, при этом наиболее значительным снижение, по сравнению с периодом эвтрофирования, было в оз. Мястро, в котором биомасса цианопрокариот уменьшилась в 7,7, диатомовых – в 3,5, криптофитовых и золотистых – в 2,6 раза.

Во всех озерах произошли существенные изменения в его фитоценотической структуре, выражающиеся в смещении степени доминирования от многоклеточных колониальных (преимущественно, цианопрокариот) и крупноклеточных диатомовых в сторону одноклеточных золотистых, криптофитовых и мелкоклеточных диатомовых водорослей, что сказалось на размерном составе и средней массе единицы фитопланктонного сообщества.

И.А. МОИСЕЕНКО[1], И.Б. ЦОЙ[2]

[1]Дальневосточный федеральный ун-т,
ул. Суханова, 8, 690950 Владивосток, Россия
e-mail: moiseenkoira@mail.ru
[2]Тихоокеанский океанологический ин-т им. В.И. Ильичева ДВО РАН,
ул. Балтийская, 43, 690041 Владивосток, Россия
e-mail: tsoy@poi.dvo.ru

ФЛОРА ДИАТОМЕЙ И СИЛИКОФЛАГЕЛЛАТ ПОВЕРХНОСТНЫХ ОСАДКОВ ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО ЯПОНСКОГО МОРЯ (РОССИЯ)

Залив Петра Великого – самый обширный залив Японского моря, характеризующийся равнинным шельфом, крутым континентальным склоном, изрезанной береговой линией и многочисленными островами и бухтами. Разнообразие природных обстановок делает его привлекательным

для изучения влияния абиотических факторов на формирование комплексов диатомей и силикофлагеллат, что важно для палеореконструкций. Кремнистые микроводоросли – диатомеи и силикофлагеллаты, являются важным компонентом экосистемы залива и отражают современные гидрологические и климатические условия, а также влияние антропогенного фактора (Бегун и др., 2003; Орлова и др., 2004а, б). Диатомеи чувствительны к изменению таких параметров среды как соленость, температура воды, глубина, количество нутриентов. Силикофлагеллаты, исключительно морские планктонные микроводоросли, особенно чувствительны к температуре вод и многочисленны в зонах апвеллинга. Комплексное изучение этих групп кремнистых микроводорослей в поверхностных осадках позволит получить более полную информацию о состоянии залива Петра Великого за последние годы.

Диатомовая флора отличается видовым богатством и обилием. Определено 205 видов и внутривидовых таксонов, принадлежащих 69 родам. Наибольшее число видов характерно для родов *Navicula* (18), *Thalassiosira* (12), *Cocconeis* (9), *Coscinodiscus* (9), *Chaetoceros* (7), *Nitzschia* (8), *Amphora* (7), *Diploneis* (6), *Actinocyclus* (6), *Diploneis* (6). Основная часть флоры представлена морскими видами (75,8 %), солоноватоводные составляют 8,8 %, пресноводные – 15,4 %. Морские диатомеи характеризуются приблизительно равным количеством планктонных (49,7 %) и бентосных (50,3 %) видов. Среди планктонных видов преобладают неритические (64,4 %), океанические составляют 35,6 %. Кроме современных видов, в изученных осадках отмечены единичные переотложенные неогеновые морские и пресноводные виды диатомей.

В комплексах диатомей из осадков внутреннего Амурского залива с глубинами до 30 м доминируют неритические (36,8–51,5 %), субдоминируют бентосные (29,4–45 %) виды, океанические составляют 16,4–18,5 %. Пресноводные виды встречены постоянно, но единичными экземплярами. В осадках шельфовой равнины залива Петра Великого доминируют неритические (49,8–77 %), субдоминируют океанические (8,8–44 %) виды, бентосные немногочисленны (1,7–12,8 %), пресноводные встречены спорадически. В осадках верхней части континентального склона экологическая структура диатомовых комплексов неоднородна, что связано, вероятно, с активным гидродинамическим режимом. Силикофлагеллаты представлены 12 видами (e.g. *Dictyocha calida* Poelchau, *D. epiodon* Ehrenberg, *D. fibula* Ehrenberg s.l., *D. messanensis* f. *spinosa* Lemmerm., *Distephanus speculum* (Ehrenb.) Haeckel, *D. boliviensis* (Frenguelli) Bukry et Foster, *Octactis octonaria* (Ehrenb.) Hovasse et al.). Разнообразие и численность силикофлагеллат высока в только осадках внутреннего Амурского залива, в основном, за счет тепловодных видов, что объясняется хорошей прогреваемостью и эвтрофностью вод. В осадках залива Петра Великого силикофлагеллаты единичны и представлены преимущественно холодноводными видами. Следует отметить находки аберрантных форм силикофлагеллат в осадках с высоким содержанием

метана (Карнаух и др., в печати), но существует ли между этими явлениями взаимосвязь пока не установлено.

В.М. МОКРОСНОП, Е.К. ЗОЛОТАРЁВА

Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины,
ул. Терещенковская, 2, 01001 Киев, Украина
e-mail: membrana@ukr.net

ВЛИЯНИЕ ФУНГИЦИДОВ НА РОСТ КУЛЬТУРЫ МИКРОВОДОРОСЛИ *EUGLENA GRACILIS* KLEBS

Euglena gracilis Klebs – одноклеточная эукариотическая микроводоросль, относящаяся к типу Euglenozoa, способна существовать как за счет фотосинтеза, так и гетеротрофно за счет экзогенных органических источников углерода. Клетки *E. gracilis* содержат значительные количества белка, β-каротина, α-токоферола, витамина С, а также полиненасыщенных жирных кислот, в связи с чем её культивирование имеет несомненную биотехнологическую перспективу. Эта микроводоросль неприхотлива относительно условий культивирования, хорошо растет в широком диапазоне pH и температур, способна выживать в анаэробных условиях.

Для работы с *E. gracilis*, как и любым другим микробиологическим объектом, необходима стерильность. В то же время высокий выход биомассы за минимальный период времени достигается при культивировании *E. gracilis* за счет стимулирования гетеротрофной или фотогетеротрофной стратегии питания. При таком способе культивирования существенно возрастает вероятность загрязнения культуры другими организмами, в том числе, и грибами, что представляет собой крайне негативное явление, которое делает невозможной дальнейшую экспериментальную работу с объектом и может привести к потере зараженных суспензий. Накопление биомассы при фотогетеротрофном культивировании *E. gracilis* значительно возрастает при внесении в питательную среду в качестве источника углерода глютаминовой кислоты, ацетата, лактата, этанола и т.п.

Для решения проблемы загрязнения культуры микроводоросли *E. gracilis* спорами и мицелием грибов при фотогетеротрофном способе существования, исследовалась возможность использования фунгицидов. Целью работы был выбор препарата из большого числа предлагаемых рынком фунгицидов, который бы эффективно ингибировал прорастание спор грибов, при этом, не подавляя роста микроводоросли *E. gracilis*. Анализировались препараты фунгицидов, используемых в растениеводстве, включающие такие действующие вещества как пропинеб, манкоцеб, 1:1 фамоксадон и цимоксанил, беномил. Последние два препарата обладают лечебными и защитными свойствами, а пропинеб и манкоцеб являют собой контактные фунгициды и рекомендуются для профилактической обработки растений.

Указанные фунгициды тестировались на токсичность относительно клеток культуры *E. gracilis* и возможность их использования с целью очищения данной культуры от грибов. В эксперименте по вышеуказанным показателям проверялись концентрации 47 мкг/мл пропинеба, 150 мкг/мл манкоцеба, 7 мкг/мл 1:1 фамоксадона и цимоксанила, беномила, которые добавлялись в жидкие и агаризованные минеральные питательные среды BBM (Andersen et al. 2005), pH 4, с добавлением 12 мкг/мл глютаминовой кислоты. В каждую из четырех типов жидких питательных сред вносились, а на твердые среды в ч. Петри высевались клетки *E. gracilis* и споры грибов.

Результаты исследований показали, что контактные фунгициды пропинеб и манкоцеб в концентрациях, не подавляющих рост грибов, убивают клетки микроводоросли. В используемых концентрациях беномил, а также препарат, содержащий фамоксадон и цимоксанил (1:1), подавляли рост грибов и в то же время не ингибировали рост клеток микроводоросли *E. gracilis.* Эксперименты по выявлению жизнеспособности спор в суспензиях показали, что только беномил в концентрациях, не влияющих на рост микроводоросли, существенно снижает количество живых спор грибов. Таким образом, в результате проведенного исследования установлено, что беномил в концентрации 20 мкг/мл эффективно освобождает культуру *E. gracilis* от микотического загрязнения.

Т.В. МОРОЗОВА, Т.Ю. ОРЛОВА

Ин-т биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН,
ул. Пальчевского, 17, 690059 Владивосток, Россия
e-mail: tatiana_morozova@mail.ru

ЦИСТЫ ДИНОФИТОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ В СОВРЕМЕННЫХ МОРСКИХ ОСАДКАХ ИЗ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЕЙ РОССИИ

Одной из особенностей жизненного цикла некоторых динофитовых водорослей является формирование цист в ответ на изменение условий окружающей среды. Покоящиеся цисты обеспечивают три важнейшие биологические функции динофитовых водорослей: воспроизводство, защиту и расселение. Именно благодаря наличию стадии покоя в жизненном цикле динофитовых водорослей обеспечивается чрезвычайно эффективная интродукция жизнеспособных цист, в том числе токсичных видов, путем переноса их с балластными водами судов в новые географические зоны. Устойчивость стенок цист перед физическим, химическим и биологическим разрушением позволяет цистам фоссилизироваться и сохраняться в толще грунта в течение длительного времени. Цисты динофитовых водорослей могут быть индикаторами наличия и развития эвтрофикации акватории. Сведения о распределении цист отражают комплексные данные о популяции планктона в

независимости от времени и обеспечивают нас более полной биогеографической информацией.

Для настоящих исследований морские поверхностные осадки были собраны на 66 станциях в прибрежье Японского, Охотского и Берингова морей в 1999–2010 гг. Для анализа использовали верхний 0–2 см слой осадка, содержащий живые клетки. В Амурском заливе (зал. Петра Великого, Японское море) в 2010 г. были собраны колонки осадков высотой до 30 см, соответствующих последним семи десятилетиям осадконакопления.

В результате исследования были обнаружены 55 типов цист динофитовых водорослей, относящихся к 22 родам. Наиболее распространенными были цисты *Alexandrium tamarense* (M. Lebour) Balech, *Diplopsalis lenticula* Bergh, *Fragilidium mexicanum* Balech, *Gonyaulax spinifera* complex, *Polykrikos kofoidii* Chatton, *P. schwartzii* Kof., *Protoceratium reticulatum* (Clap. et Lachmann) Butschli, *Protoperidinium americanum* (Gran & Braarud) Balech, *P. avellanum* (Meunier) Balech, *P. conicoides* (Paulsen) Balech, *P. conicum* (Gran) Balech и *Scrippsiella trochoidea* (F. Stein) Balech ex L.A. Loebl. Общая концентрация цист варьировала от 0 до 25860 цист/см^3, максимум отмечен в бухте Павла (Берингово море).

При исследовании вертикального распределения цист динофитовых водорослей в Амурском заливе (Японское море) отмечено, что цисты гетеротрофных видов преобладали в толще осадка 14–30 см, что соответствует периоду максимальной урбанизации и индустриализации региона (1960–1980 гг.). Цисты автотрофных видов преобладали в толще осадков (0–14 см), что соответствует 1990–2000 гг., когда в регионе был отмечен экономический спад. Предположено, что уменьшение общей концентрации цист в морских осадках и увеличение относительного обилия цист гетеротрофных динофитовых водорослей может служить сигналом эвтрофикации вод в Амурском заливе.

В поверхностных осадках из района исследования обнаружены цисты семи потенциально токсичных видов и видов, способных вызывать вредоносное «цветение» воды: *Alexandrium tamarense* (M. Lebour) Balech, *Alexandrium* cf. *minutum*, *Alexandrium* cf. *ostenfeldii, Alexandrium* sp., *Cochlodinium* cf. *polykrikoides*, *Gymnodinium catenatum* Graham и *Protoceratium reticulatum* (Clap. et Lachmann) Butschli.

Из 55 обнаруженных видов 12 характеризуются тем, что их вегетативные клетки не зарегистрированы в планктоне морских вод РФ. Большое количество в наших пробах новых для российских морей микроводорослей, представленных только покоящимися стадиями, может быть следствием особенностей жизненного цикла динофитовых водорослей, в частности, кратковременностью вегетативной стадии и ограниченными сроками её пребывания в планктоне. Однако не исключена возможность того, что цисты обнаруженных нами видов могут быть вселенцами, занесенными теплыми поверхностными водами и/или балластными водами судов.

И.В. МОТЫЛЬКОВА, Н.В. КОНОВАЛОВА

Сахалинский научно-исследовательский ин-т рыбного хозяйства и океанографии,
ул. Комсомольская, 196, 693023 Южно-Сахалинск, Россия
e-mail: irinam@sakhniro.ru

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О ФИТОПЛАНКТОНЕ ГОРНЫХ ОЗЕР ПЛАТО СПАМБЕРГ (О-В САХАЛИН, РОССИЯ)

Небольшие горные озера, существующие в рамках сложных физических условий, являются уникальными внутренними водными экосистемами (Лабай, 2011). Однако, несмотря на давнюю историю альгологических исследований внутренних вод Сахалинской области (Казарновский, 1957; Коптяева, 1964; Никулина, 2005; 2009; Мотылькова, Коновалова, 2003; 2008; 2011; Nikulina, Kociolek, 2011; Медведева, Миски, 2011 и др.) фитопланктон горных озер о-ва Сахалин абсолютно не изучен.

Пробы фитопланктона отбирались в четырех небольших горных озерах, расположенных в районе г. Спамберг в июле 2008 г. (в наиболее крупных водоемах, с глубиной до 18 м – оз. Моховое, оз. Осочное, и мелководных, с глубиной, не превышающей 1,2 м – оз. Угловое, безымянное озеро). В оз. Моховое и оз. Осочное пробы отбирались батометром с горизонтов 0, 10, 15 м, в оз. Угловое и безымянном – с поверхности воды.

Фитопланктон был представлен 104 видами микроводорослей из пяти отделов: Bacillariophyta (83 вида), Chlorophyta (14), Cyanophyta (4), Cryptophyta (2), Dinophyta (1). Значительную долю в формировании видового состава вносили диатомовые водоросли. Наибольшее количество видов было обнаружено в оз. Моховое (64 вида) и в оз. Осочное (63). Для этих озер был отмечен высокий коэффициент флористического сходства – 74 %. Особняком выделялось безымянное озеро. Рассчитанные коэффициенты Чекановского-Серенсена для этого озера и других вышеперечисленных водоемов были наименьшими (не более 29 %).

Во всех озерах были встречены *Cocconeis euglypta* Ehrenb., *Aulacoseira valida* (Grunow) Krammer, *Staurosirella pinnata* (Ehrenb.) Will. et Round, *Staurastrum gracile* Ralfs. Высокой встречаемостью отличались также *Asterionella formosa* Hass., *Discostella stelligera* (A. Cleve et Grunow) Houk et Klee, *Encyonema silesiacum* (Bleisch) D.G. Mann, *Pseudostaurosira brevistriata* (Grunow in V. H.) Will. et Round, *Gomphonema acuminatum* var. *coronata* (Ehrenb.) W. Sm., *Fragilaria vaucheriae* (Kütz.) Boey-Pet., *Eunotia revoluta* A. Cleve.

Предельные значения численности фитопланктона в озерах составляли 3,826–1127,459 тыс. кл/л, биомассы – 3,164–1422,892 мг/м^3. Средняя численность микроводорослей в озерах составляла 283,654 тыс. кл/л, средняя биомасса – 285,36 мг/м^3. Максимальные значения количественных показателей зарегистрированы в оз. Моховое (средняя численность – 459,773 тыс. кл/л, биомасса – 486,41 мг/м^3), минимальные – в безымянном озере (средняя численность – 24,71 тыс. кл/л, средняя биомасса – 8,55 мг/м^3).

Среди отделов основной вклад в формирование численности в оз. Моховое вносили синезеленые и диатомовые, в оз. Осочное – диатомовые, в оз. Угловое и оз. Безымянное – зеленые и диатомовые водоросли. В формировании биомассы первостепенную роль во всех озерах играли диатомовые. В оз. Угловое и оз. Безымянное и зеленые.

Состав доминирующих видов в водоемах был неоднороден: по численности в озерах Моховое и Осочное доминировали *Microcystis aeruginosa* Kütz., *Aphanothece clathrata* W. et G.S. West. и *St. pinnata,* в оз. Угловое – *Pediastrum duplex* Meyen, в оз. Безымянное – *Crucigenia quadrata* Morr.; по биомассе в оз. Моховое и оз. Осочное – *Ceratium hirundinella* (O. Müll.) Bergh., *Surirella linearis* W. Sm., *A. valida,* в оз. Угловое – *Surirella robusta* Ehrenb.

Согласно комплексной экологической классификации качества поверхностных вод суши, исследованные озера относятся к категории олиготрофных, олиго-мезотрофных озер, 2-го класса чистоты. Оз. Моховое рассматривается как переходный водоем от олиготрофного к мезотрофному, 2–3 классы чистоты (Оксиюк и др., 1993).

Л.И. МУСАТЕНКО[1], Л.В. ВОЙТЕНКО[1], Н.В. ПОСПЕЛОВА[2], А.А. ФИЛЬЧЕНКОВ[3], М.П. ЗАВЕЛЕВИЧ[3], М.В. НЕХОРОШЕВ[2]

[1]Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины,
ул. Терещенковская, 2, Киев 01601, Украина
e-mail: Lesya_voytenko@ukr.net
[2]Ин-т биологии южных морей им. О.О. Ковалевского НАН Украины,
пр. Нахимова, 2, Севастополь 99011, Украина
e-mail: maricultura@mail.ru
[3]Ин-т экспериментальной патологии, онкологии и радиобиологии Р.Е. Кавецкого НАН Украины
ул. Васильковская, 45, Киев 03022, Украина
e-mail: nauka@onconet.kiev.ua

ФУКОКСАНТИН И ФУКОКСАНТИНОЛ – ПЕРСПЕКТИВНЫЕ КАРОТИНОИДЫ БУРЫХ ВОДОРОСЛЕЙ

Наиболее распространенным каротиноидом с противоопухолевыми свойствами является фукоксантин (Фк). Современными исследованиями установлены такие свойства Фк, как снижение чрезмерной массы, уменьшение уровня глюкозы в крови, угнетение ангиогенеза. Особо следует отметить его противоопухолевое действие на клетки лейкоза человека, рака простаты и молочной железы при низкой токсичности самого препарата. Предыдущие исследования ИнБЮМ НАН Украины и Института экспериментальной патологии, онкологии и радиобиологии НАН Украины показали, что Фк является цитотоксичным по отношению к разнообразным линиям злокачественных лимфоидных клеток человека, в том числе и резистентных клеток (Фильченков, 2008, 2011). При этом наибольшая противоопухолевая активность отмечена для кристаллического Фк по сравнению с порошковым. Еще более высокую, чем Фк, биологическую активность проявляет его главный метаболит – фукоксантинол (Фл), который образуется во всех живых организмах из Фк. Несмотря на это он до сего времени не является коммерческим продуктом и его нет ни в одном каталоге мира.

Важнейшей проблемой проведенных исследований является разработка эффективного способа получения этих каротиноидов. На

сегодня описано несколько способов получения Фк из макрофитов, которые основаны на экстракции его из разных видов бурых водорослей, в частности, цистозиры. Её сырьевая база на побережье Крыма достигает 4–6 млн. тонн в год, что позволяет использовать ресурсные возможности бурых водорослей этого региона для получения из них Фк. Современный сравнительный анализ многолетних изменений макрофитобентоса в прибрежной зоне Крыма позволил выявить, что в верхней сублиторальной зоне обнаружено повышение в среднем вдвое запасов цистозиры для мало загрязненных районов и уменьшение запасов на участках с антропогенным прессингом (Промысловые биоресурсы Черного и Азовского морей, 2011).

Нами был разработан способ получения высоко концентрированных экстрактов бурых водорослей с содержанием активного вещества Фк больше, чем 0,2 %, а также его кристаллических препаратов. Из 100 г порошка цистозиры можно получить 36 мг кристаллического Фк или 0,036 % на массу сухого вещества водорослей. При этом использовали способ сбора цистозиры без ущерба для природной популяции (Нехорошев, 2000). Кристаллический Фк стойкий на воздухе и не окисляется при обычном освещении. Нами также разработан метод количественного получения Фл из Фк с выходом 7–7,5 %. Метод гидролиза, который был использован для достижения этой цели, позволяет за короткий период времени получать необходимые для изучения количества Фл. Структура кристаллических образцов Фк и Фл была подтверждена методами NMR, HPLC и масспектрометрии.

М. НАВРОТЕСКУ[1], В. ШАЛАРЬ[2]

[1]Ясский ун-т им. А.И. Куза, Румыния
e-mail: mnavrotescu@yahoo.com
[2]Молдавский государственный ун-т
ул. А. Матеевич, 60, 2009 Кишинэу, Молдова
e-mail: salaruvictor@yahoo.com

АЛЬГОФЛОРА РЕКИ ПРУТ (МОЛДОВА) И ЕЁ ИЗМЕНЕНИЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ АНТРОПОГЕННОГО ПРЕССА

Река Прут является полугорной рекой с неустойчивым гидрологическим и гидрохимическим режимом. В верхней части, протяжённостью в 251 км от истоков, р. Прут протекает по территории Украины, после чего её участок в 21 км становится границей между Румынией и Украиной. Средний и нижний участки реки длиной в 695 км отделяют Румынию от Республики Молдова. Общая длина реки составляет 966 км.

Отрывочные данные по альгофлоре р. Прут на территории Молдовы находим в работах Обуха (1963 а, 1963 б) и Грималъсого (1962, 1970). С 1960 по 1970 гг. мы изучали фитопланктон р. Прут и его левобережных притоков на территории Молдовы (Шаларь 1967, 1972, 1984). Спустя почти 30 лет, с 1990 г. по 1998 г. нами изучалась альгофлора реки, её правобережных притоков и водоёмов поймы на территории Румынии (Navrotescu, 1999).

Проведенные исследования показали высокое таксономическое разнообразие альгофлоры р. Прут как в самом русле, так и в прилегающих

к нему водоёмах. Всего в русловой части реки до 1990 г. обнаружено 314 видов и внутривидовых таксона с явным преобладанием диатомовых и хлорококковых. Спустя 30 лет в русле реки выявлено уже 695, а во всех водоёмах бассейна Прута– 798 видов и внутривидовых таксонов с тем же преобладанием диатомовых и хлорококковых.

Столь высокое разнообразие альгофлоры Прута объясняется поступлением несвойственных этой реке значительного количества видов в результате катастрофических паводков, имевших место в последние два–три десятилетия. Многие из появившихся видов являются космополитами и убиквистами, многие из них поступают из окружающих почв. Если климатические условия уравновесятся, то со временем многие из этих видов исчезнут и в составе альгофлоры установится приблизительно тот же состав, что наблюдался до начала 90-х годов прошлого столетия. Прежде всего, это произойдёт в составе альгофлоры русловой части реки. В настоящее время фитопланктон русловой части реки, после этих экологических потрясений, напоминает первые стадии наполнения водохранилищ на крупных реках (Шаларь 1971), где в равной мере встречаются представители самых различных экологических групп. В водохранилище Костешть-Стынка, созданном на среднем участке реки, обнаружено 335 видов, с преобладанием хлорококковых, диатомовых и эвгленовых (Унгуряну, 1985).

В первые годы становления водохранилища происходило массовое развитие синезелёных и диатомовых водорослей. Особенно следует подчеркнуть массовое развитие в подлёдных условиях диатомеи *Asterionella formosa* Hassall, численность которой местами превышала 48 млн кл/л с биомассой около 53 г/м^3. Такое интенсивное развитие этого вида диатомовых нигде более в водоёмах Молдовы и Румынии мы не наблюдали.

Д.А. НЕСТЕРОВА, Л.М. ТЕРЕНЬКО

Одесский филиал Ин-та биологии южных морей НАН Украины,
ул. Пушкинская, 37, 65011 Одесса, Украина
e-mail: dina_nesterova@ukr.net

ВИДОВОЙ СОСТАВ ПЛАНКТОННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ ГЛУБОКОВОДНЫХ ОСАДКОВ ЧЕРНОГО И АДРИАТИЧЕСКОГО МОРЕЙ

Обобщены результаты исследований планктонных водорослей, выращенных из глубоководных осадков Черного моря, и впервые приведены результаты их изучения в Адриатическом море. Известно, что верхний слой донных осадков моря служит своеобразным депо планктонных клеток и их покоящихся стадий, осаждающихся на грунт в процессе седиментации, что особенно проявляется во время окончания «цветения» воды. Дальнейшая судьба клеток, цист и спор, покоящихся в поверхностном слое донных осадков, а также их роль в формировании видового разнообразия фитопланктона мало изучена (Зайцев и др., 2007, 2008). В 2005–2007 гг. в сероводородной зоне Черного моря были собраны колонки глубоководных осадков, в 2007 г. – в Адриатическом море. Из

отобранных колонок в Черном море были получены образцы ила из слоев 0–1,5 см (верхний) и 1,5–5,0 см (нижний). В Адриатическом море колонка грунта высотой 0–30 см была разделена на 30 образцов. Экспериментальные исследования отобранных образцов проводили согласно описанной методики (Теренько, Нестерова, в печати). Всего было обработано 129 образцов и посевов грунта.

В составе водорослей, проросших из цист и спор донных осадков сероводородной зоны Черного моря обнаружены 17 видов, относящихся к 6 отделам, а именно Bacillariophyta, Dinophyta, Prymnesiophyta, Cyanophyta, Chlorophyta и Chrysophyta. Все найденные виды указаны для фитопланктона Черного моря. Наибольшее разнообразие водорослей отмечено среди синезеленых (6) и диатомовых (4) водорослей. Максимальное число видов (15) найдено в верхнем слое осадков и несколько меньшее (9) – в нижнем. Общими для двух слоев видами были *Chaetoceros tenuissimum* Meunier*, Anabaena spiroides* Kleb., *Gleocapsa* sp. и *Emiliania huxleyi* (Lohm.) Hay et Mohler. Динофитовые и зеленые водоросли найдены только в верхнем слое. Здесь же возрастало видовое разнообразие диатомовых. Синезеленые водоросли встречались в обоих слоях, а синезеленые *Aphanocapsa salina* Woron. и *Aphanothece* sp. отмечены только в нижнем. Во время проводившихся экспериментов споры и цисты микроводорослей прорастали постепенно, а их видовой состав часто менялся. Прорастание клеток в нижнем слое грунта происходило позже, чем в верхнем.

В составе водорослей, проросших из донных осадков Адриатического моря, найдено большее, чем в Черном, число видов (30), также относящихся к шести отделам. Разнообразно были представлены Bacillariophyta – 18 видов, далее следовали Dinophyta (3), Prymnesiophyta (3), Cyanophyta (3), Chrysophyta (2) и Chlorophyta (1). Активный рост водорослей и наибольшее их разнообразие отмечено в верхних слоях (0–1, 1–2 см) осадка. Здесь найдены цисты Dinophyta, подвижные клетки диатомовой *Bacillaria paradoxa* J.F. Gmel. in Linne, делящиеся клетки *Skeletonema costatum* (Grev) A. Cleve, а также *Cyclotella küetzingiana* Thwaites*, Leptocylindrus danicus* A. Cleve. В нижележащих слоях грунта видовое разнообразие и интенсивность прорастания клеток постепенно уменьшалась. Так, в слое 10–11 см встречались единичные клетки *Thalassiosira* sp. и *E. huxleyi.* В остальных слоях (12–30 см) активный рост клеток не наблюдался. Полученные данные позволили сделать вывод о том, что микроводоросли в глубоководных осадках могут сохраняться как в виде покоящихся спор и цист, так и в виде вегетативных донных стадий (*S. costatum,* бентосные пеннатные диатомовые *Diploneis* spp., *Navicula* spp.) Глубоководные осадки можно рассматривать как «залежи» планктонных водорослей, их цист и спор, сохраняющие жизнеспособность в условиях сероводородной зоны. Из таких осадков могут прорастать водоросли, редко встречающиеся и развивающиеся в планктоне в незначительных количествах.

В.Н. НИКИТИНА, Е.В. НИКОЛАЕВА

Санкт-Петербургский государственный ун-т,
Университетская наб.,7/9, 199034 Санкт-Петербург, Россия
e-mail:botsadspbgu@yandex.ru

АЛЬГОФЛОРА БОТАНИЧЕСКОГО САДА САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА (РОССИЯ)

Среди оксигенных фототрофных организмов водоросли занимают особое положение по отношению к факторам окружающей среды, поскольку они способны развиваться в биотопах широкого экологического спектра. Местообитания, в которых обнаружены представители различных таксономических групп водорослей, могут иметь как естественное, так и антропогенное происхождение. К числу последних относятся оранжереи ботанических садов, главной особенностью которых является относительное постоянство температурного режима, что и определяет особенности их экологического состава. Исследование альгофлоры ботанического сада СПбГУ имеет цель возможно более полно выявить видовой и экологический состав водорослей, развивающихся в различных биотопах. В качестве сравнительного материала приведены данные по альгофлоре водоема открытого грунта.

В водных и вневодных биотопах оранжерей обнаружено 95 видов и внутривидовых таксонов, относящихся к трем отделам Cyanophyta (Cyanoprokaryota), Chlorophyta, Xanthophyta. Ядром флоры являются синезеленые водоросли Cyanophyta (Cyanoprokaryota). Доминантами среди них являлись: *Synechocystis aquatilis* Sauv., *Synechococcus elongatus* Nägeli, *Phormidium breve* (Kütz. ex Gomont) et Komárek, *Chroococcus turgidus* (Kütz.) Nägeli, *Calothrix elenkinii* Kossinsk. и другие. При сравнении результатов предыдущего обследования (1985 г.) именно эта группа видов сохранилась в экспозициях на протяжении четверти века, что позволяет рассматривать оранжереи ботанических садов как резерваты для некоторых видов водорослей, особенно редких и исчезающих. В экологическом отношении альгофлора представляет собой пеструю группу. По отношению к субстрату преобладают бентосные и частично планктонные виды. По показателям солености отмечено отсутствие видов–галофилов и наличие видов–индифферентов. Исходя из характера большинства биотопов оранжерей, преобладающей экологической группировкой является аэрофитон. 45 видов и внутривидовых таксонов (около 50 % от общего количества обнаруженных видов) считаются умененными термофилами и могут быть отнесены к экологическим группировкам термоаэрофитон и термогидрофитон. Представители двух других отделов (Chlorophyta и Xanthophyta) относятся к группе мезофильных и фригидофильных видов. Рассмотренная для сравнения альгофлора открытого водоема (пруда) характеризуется бедностью видового состава (16 видов), из них всего четыре вида, относящихся к числу эврибионтов, являются общими для биотопов открытого и закрытого

грунта. Таким образом, основу альгоценозов оранжерей составляют термотолерантные виды, а видовое богатство оранжерей зависит от температурного режима: наиболее богаты видами альгоценозы тропических оранжерей.

С.Е. НИКОНОВА

Ин-т биологии южных морей им. А.А. Ковалевского НАН Украины,
ул. Пушкинская, 37, 65011 Одесса, Украина
e-mail: niconova_s@mail.ru

МИКРОФИТОБЕНТОС СУПРАЛИТОРАЛИ ПЕСЧАНЫХ ПЛЯЖЕЙ ОДЕССКОГО ЗАЛИВА (УКРАИНА)

Морское побережье представляет собой контактную зону «берег–море». Процессы, происходящие в этой зоне, настолько специфичны, что ее следует рассматривать как особую пограничную область, качественно отличную от разделяемых ею массивов суши и моря. Основное внимание исследователей направлено на изучение организмов пелагиали, бентали и суши, а биота прибрежной зоны, как ни парадоксально, изучена очень мало.

Цель работы – исследование видового состава микрофито- и микрозообентосных организмов интерстициали песчаных пляжей Одесского залива (за исключением *Ciliophora*, Курилов, 2010). Материалом послужили 40 проб грунта из зоны заплеска и шурфов, выкопанных на расстоянии 3 м, 10 м и 15 м от уреза воды в сторону берега перпендикулярно к береговой линии. Пробы песка брали на двух станциях в период с октября 2007 по июль 2008 гг. на уровне залегания поровых вод на глубине 39–112 см от поверхности, всего выполнено 6 съемок. Исследование организмов проводили методом микроскопирования нефиксированных проб и культивирования.

Индентифицировано 46 видов организмов, относящихся к пяти из шести надтипов эукариот (Adl et al., 2005). К надтипу (таксоны этого ранга в тексте подчеркнуты) Chromalveolata относятся 28 видов: из отдела Bacillariophyta – 17, Dinophyta – 6 видов, Chrysophyta, Cryptophyta и др. – 5 видов, к Excavata – 14 видов – представителей Euglenozoa, к Archaeplastida – 2 вида из отдела Chlorophyta, к Rhizaria и Opisthokonta – по одному виду.

Впервые для северо-западного региона Черного моря обнаружены 19 видов организмов: Excavata Euglenozoa: *Anisonema* cf. *acinus* Dujardin, *Anisonema emarginatum* Stokes, *Anisonema* sp., *Bodo caudatus* (Dujardin) Stein, *Clautriavia cavus* Lee et Patterson, *Dinema litorale* Skuja, *Jenningsia* sp., *Heteronema ovale* Kahl., *Notosolenus sinuatus* Stokes, *Notosolenus lashue* Lee et Patterson, *Notosolenus pyriforme* Lee et Patterson, *Petalomonas minor* Larsen et Patterson, *Ploeotia vitrea* Dujardin, *Rhynchopus amitus* Skuja; Chromalveolata Stramenopiles: *Cafeteria roenbergensis* Fenchel et Patterson, *Chrysococcus rufescens* Klebs, *Discocelis punctata* Larsen et Patterson; Alveolata: *Heterocapsa* cf. *psammophila* Tamura, Iwataki et Horiguchi,

Opistoconta Choanomonada: *Bicosta* sp.; Rhizaria Cercozoa: *Cyphoderia ampulla* Leidy.

Наиболее часто встречались водоросли: *Teleaulax amphioxeia* (Conrad) Hill, *Pseudonitzschia delicatissima* (A. Cleve) Heiden, *Skeletonema costatum* (Grev.) A. Cleve, *Monoraphidium arcuatum* (Korschikov) Hind., *Achnantes longipes* C. Agardh, *Atteya longicornis,* и жгутиконосцы: *B. caudatus*, *Heteronema* sp., *An. acinus* и *N. lashue*.

В районе заплеска и на расстоянии 3 м от уреза воды число видов водорослей и жгутиконосцев в среднем составляло 9 ± 2 и 8 ± 3 таксонов соответственно. На станциях, расположенных на удалении 10 м и 15 м от уреза, число видов резко снижалось – 2 ± 2 и 0,5 ± 0,7. В видовом составе организмов не было выявлено сезонных особенностей.

Только исследование всей многовидовой совокупности бентосных одноклеточных организмов дает наиболее детальное представление о структуре микросообществ. Значительный вклад микроводорослей в первичную продукцию прибрежной зоны, их роль в поддержании высоких значений численности, продукции и видового разнообразия микробентоса и далее – организмов других трофических уровней определяет актуальность их изучения.

В.Н. НИКУЛИНА

Зоологический ин-т Российской Академии Наук
Университетская наб.,1, 199034 Санкт-Петербург, Россия
e-mail: veranik@zin.ru

ВИДОВОЙ СОСТАВ И ОБИЛИЕ ВОДОРОСЛЕЙ ПЛАНКТОНА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭСТУАРИЯ РЕКИ НЕВЫ (РОССИЯ)

Эстуарий р. Невы делится на Невскую губу, внутреннюю (курортную) и внешнюю части. Антропогенному воздействию, за счет жизнедеятельности города Санкт-Петербурга, более всего подвержены Невская губа и внутренний эстуарий. Многолетние наблюдения за фитопланктоном (с 1982 г. по настоящее время) совпали с крупномасштабными преобразованиями, проводимыми на акватории эстуария. Наблюдения в режиме мониторинга, позволили судить по водорослям планктона об изменяющихся условиях на исследованной акватории.

Так, по количественному распределению доминанта весенних диатомовых водорослей *Aulacoseira islandica* O. Müll. в Невской губе Ладожского озера возможно было судить об изменении стокового течения р. Невы при строительстве комплекса защитных сооружений. По характерному видовому составу водорослей в южной части губы при очень низкой биомассе из-за высокой мутности, было оправданно спрогнозировано, что при возрастании прозрачности, этот участок будет наиболее продуктивным.

Для оценки экологического состояния курортной зоны наиболее показателен видовой состав и обилие летне-осеннего фитопланктонного комплекса – это синезеленые и представитель диатомовых водорослей *Skeletonema subsalsum* (A. Cleve) Bethge. Кроме видов, обычно вызывающих «цветение» воды в Финском заливе, в 90-х годах в фитопланктоне стали резко преобладать виды осцилляториевого комплекса, характерные для эвтрофных и загрязняемых водоемов – *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagn. et. Komárek, *Planktolyngbya limnetica* (W. West) Anagn. et Komárek, *Limnothrix planctonica* (Wołosz.) Meff., значительно сократилась роль *Anabaena* и *Aphanizomenon*, практически исчез из планктона *Microcystis aeruginosa* Kütz. В высокой (до 11–15 мг/л) летней биомассе фитопланктона около 90 % приходилось на *Pl. agardhii*. В этот же период в планктоне практически не встречалась диатомовая водоросль *S. subsalsum*, доля которой в общей биомассе ранее летом доходила до 50 %.

Начиная с 2001–2003 гг. наблюдаются некоторые изменения в структуре доминирующего состава летне-осеннего фитопланктона. В комплексе синезеленых изменения произошли и в количественном развитии отдельных видов. Снизилась доля *P. agardhii*, вида, развитие которого по литературным данным свидетельствует о загрязнении вод растворенными органическими веществами. Доля синезеленых водорослей остается высокой, по-прежнему преобладают осцилляториевые водоросли, но в комплексе синезеленых до 50 % возросла роль «цветообразующих» видов (*Anabaena, Aphanizomenon*). В курортной зоне в летний период снова стали развиваться диатомовые водоросли *S. subsalsum.* Происходящие изменения связываются со строительства очистных сооружений и снижением сброса неочищенных сточных вод, которые не привели к сокращению количественных показателей фитопланктона, но отчетливо отразились на структурном составе водорослей.

Т.П. НИЯТБЕКОВ

Ин-т ботаники, физиологии и генетики растений АН Республики Таджикистан,
ул. Карамова, 27, 734017 Душанбе, Таджикистан
e-mail: tohir-73@ mail.ru

ОТНОШЕНИЕ ВОДОРОСЛЕЙ ОЗЕР ВОСТОЧНОГО ПАМИРА (ТАДЖИКИСТАН) К СТЕПЕНИ СОЛЕНОСТИ ВОДЫ

Группы водорослей исследуемых озер по отношению к солености воды, согласно системе Р.В. Кольбе с изменениями и дополнениями (Прошкина-Лавренко, 1953; Hustedt, 1953; Foged, 1964 и др.), относятся к олигогалобам (обитают в водах с очень низкой соленостью 0,5 ‰) и мезогалобам (0,5–30 ‰). В состав олигогалобов входят галофобы, вегетирующие в водах с соленостью до 0,1 ‰, индифференты, обитающие в водах со средней минерализацией 0,2–0,3 ‰, и галофилы, встречающиеся в водах с содержанием солей 0,4–0,5 ‰.

Среди олигогалобов 140 видов, разновидностей и форм (или 32,4 % от общего числа водорослей исследуемых озер) принадлежат к индифферентам: *Cyclotella kuetzingiana* Thw., *C. comta* (Ehrenb.) Kütz., *Stephanodiscus astraea* (Ehrenb.) Grunow, *Melosira granulata* (Ehrenb.) Ralfs, *Diatoma vulgare* Bory, *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenb., *Fragilaria intermedia* Grunow, *F. pinnata* Ehrenb., *Cymbella aequalis* W. Sm., *C. aspera* (Ehrenb.) A. Cleve, *Gomphonema acuminatum* Ehrenb., *G. olivaceum* (Lyngb.) Kütz., *Achnanthes minutissima* Kütz., *Cocconeis placentula* Ehrenb., *Caloneis silicula* (Ehrenb.) A. Cleve, *Pinnularia acrosphaeria* Bréb., *Gyrosigma acuminatum* (Kütz.) Rabenh., *Navicula dicephala* (Ehrenb.) W. Sm., *N. exigua* (Greg.) O. Müll., *Stauroneis anceps* Ehrenb., *S. phoenicenteron* Ehrenb., *Amphora ovalis* Kütz., *Hantzschia amphioxys* (Ehrenb.) Grunow, *Nitzschia angustata* (W. Sm.) Grunow и др. из диатомовых; *Merismopedia glauca* (Ehrenb.) Nägeli, *Aphanothece microscopica* Nägeli, *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenkin, *Gloeocapsa limnetica* (Lemmerm.) Hollerb. и др. из синезеленых; *Scenedesmus acuminatus* (Lagerh.) Chodat, *Pediastrum boryanum* (Turp.) Menegh., *Oocystis solitaria* Wittr. и др. из зеленых.

Галофилы составляют 3,6 % от выявленного состава водорослей. Это широко распространенные виды: *Diatoma elongatum* (Lyngb.) C. Agardh, *Fragilaria crotonensis* Kitt., *Anomoeonies sphaerophora* (Kütz.) Pfitz., *Cymbella pusilla* Grunow, *Achnanthes dispar* A. Cleve, *Navicula rhynchocephala* Kütz., *Amphora veneta* Kütz., *Epithemia sorex* Kütz. и другие.

Значительным числом видовых и внутривидовых таксонов представлены галофобы – 14 видов, разновидностей и форм: *Fragilaria capucina* Desm., *Meridion circulare* C. Agardh, *Tabellaria flocculosa* (Roth) Kütz., *Eunotia exigua* (Bréb.) Rabenh., *Eucocconeis flexella* Kütz., *Amphora normanii* Rabenh., *Epithemia argus* Kütz. и др.

Из мезогалобов нами обнаружено 11 видов (15 видов, разновидностей и форм): *Synedra pulchella* var. *lacerate* Hust., *Mastogloia baltica* Grunow, *M. braunii* Grunow, *Anomoeonies sphaerophora* var. *polygramma* (Ehrenb.) O. Müll., *Gyrosigma spenseri* (W. Sm.) A. Cleve, *Navicula integra* (W. Sm.) Ralfs, *Amphiprora paludosa* W. Sm., *Amphora commutate* Grunow, *Nitzschia hungarica* Grunow и *Rhopalodia gibberula* (Ehrenb.) O. Müll. и другие.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что водоросли исследуемых озер Памира развиваются при разной степени солености воды, проявляют альгоиндикаторность и характеризуются неоднотипным распределением в них. Самый высокий процент галофилов (4,3 %), и мезогалобов (4,6 %) обнаружен нами в оз. Каракуль, характеризирующемся наибольшей соленостью воды.

И.В. НОВАКОВСКАЯ

Ин-т биологии Коми НЦ УрО РАН,
ул. Коммунистическая, 28, 167982 Сыктывкар, Россия
e-mail: novakovskaya@ib.komisc.ru

ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗЕЛЕНЫХ ВОДОРОСЛЕЙ В ГОРНО-ТУНДРОВЫХ ПОЧВАХ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА (РОССИЯ)

Chlorophyta – самый многочисленный и распространенный отдел среди почвенных водорослей. Они обладают высокой устойчивостью к экстремальным условиям среды, способностью к быстрому размножению и заселению свободных пространств. В горных экосистемах Приполярного Урала представители этого отдела являются основными пионерными организмами, которые участвуют в формировании почвенной биоты. Распределение водорослей в горно-тундровых почвах имеет определенную приуроченность к высотным поясам. Учитывая особую роль зеленых водорослей в структурно-функциональной организации высокогорной биоты, изучение этой группы организмов является также актуальным.

Цель работы – выявить разнообразие зеленых водорослей по градиенту высотных поясов высокогорных экосистем Приполярного Урала.

Исследования проведены в начале августа 2009 г. и в конце июля 2010 г. Всего обработано 23 смешанные пробы из разных горно-тундровых сообществ. Пробы отбирали общепринятыми в почвенной альгологии методами. Для выявления видового разнообразия использовали накопительные культуры, с последующим выделением из них монокультур. Выращивание водорослей проводили на жидкой и агаризованной среде 1N-BBM.

Выявлено 63 вида водорослей из отдела Chlorophyta, четырех классов, 11 порядков, 21 семейства, 29 родов. Ведущие семейства: Chlamydomonadaceae (10 видов), Chlorococcaceae (9), Myrmeciaceae (5), Bracteacoccaceae (4), Oocystaceae (4), Radiococcaceae (4). Преобладали виды из родов *Chlamydomonas* (9), *Chlorococcum* (7), *Scotiellopsis* (4), *Bracteacoccus* (3), *Parietochloris* (3), *Elliptochloris* (3), *Pseudococcomyxa* (3). Большинство обнаруженных видов имеют коккоидную организацию таллома. Эта форма обеспечивает максимальную устойчивость водорослей к неблагоприятным условиям среды за счет небольших размеров, утолщения клеточных оболочек, особенностей строения протопласта, способности многих представителей образовывать слизистые колонии. Наибольшую частоту встречаемости в исследованных пробах имели: *Elliptochloris reniformis* (Watanabe) Ettl et Gärtner, *Chlorella vulgaris* Beij. var. *vulgaris* и виды рода *Pseudococcomyxa.* Видовое разнообразие водорослей уменьшается при переходе от одного горного пояса к другому с увеличением высоты. В горно-тундровом поясе (600–900 м над ур. м.) было обнаружено от 4 до 18 видов водорослей на исследованных площадках, в гольцовом (900 и выше м над ур. м.) – от 3 до 6. Максимальное число видов (18) обнаружено в пробе из пятнисто-каменисто-лишайникового (высота около 700 м над ур. м.) сообщества,

наименьшее (по 3 вида) в пробах, отобранных на высоте 1100 и 1300 м над ур. м. В гольцовом поясе преобладают в основном одноклеточные зеленые из родов *Chlamydomonas, Elliptochloris* и *Pseudococcomyxa.* Здесь выявлены криофильные виды, встречающиеся в почвах холодных регионов (Антарктика и субантарктические острова) *Chlamydocapsa lobata* Broady и cf. *Coenochloris signiensis* (Broady) Hindák. В горно-тундровых почвах состав доминантов более разнообразен, появляются крупноклеточные виды из семейств Chlorococcaceae, Oocystaceae и нитчатые из Klebsormidiaceae.

Исследования проведены при поддержке гранта УрО РАН для молодых ученых 2011 г, РФФИ 10-04-01446-а и целевой программы поддержки междисциплинарных проектов «Разработка концепции создания Атласа природного наследия Урала» (№ 09-М-45-2002).

Т.М. НОВИКОВА, А.С. ЛЕЛЕКОВ

Ин-т биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины,
пр. Нахимова, 2, 99011 Севастополь, Украина
e-mail: nowTanj@yandex.ru, a.lelekov@yandex.ru

МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ ПИГМЕНТОВ В КЛЕТКАХ КУЛЬТУРЫ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ НА ЛИНЕЙНОЙ ФАЗЕ РОСТА

Содержание светозависимых пигментов (хлорофилл, фикобилипротеины и т. д.) в клетке или биомассе (β) является не постоянной величиной и может изменяться в процессе роста культуры. К настоящему времени существуют модельные представления о зависимости содержания пигментов от факторов внешней среды (световых условий, минерального обеспечения и т. д.) для стационарных условий непрерывной культуры. При использовании таких моделей для описания динамики изменения содержания пигментов при накопительном культивировании микроводорослей возникают сложности. В предлагаемой работе сделана попытка создать динамическую модель, описывающую изменение содержания пигментов в биомассе микроводорослей, находящихся в стадии линейного роста. Модель является продолжением предыдущей работы (Тренкеншу, 2011), в которой рассматривается экспоненциальный рост культуры микроводорослей. Однако экспоненциальный рост справедлив только для ограниченного промежутка времени, поэтому предыдущая модель не всегда описывала реальные экспериментальные данные.

Предлагаемая в данной работе модель основывается на положении о полном или частичном разрушении пигментов за счёт фотодеструкции, а также восстановления части фотоокисленных пигментов. Также мы рассматриваем линейный рост культуры микроводорослей, который практически всегда можно выделить на накопительной кривой. Как правило, здесь продуктивность (P_m) определяется величиной потока углерода в газовой форме. Исходя из предположения, что не происходит

фотодеструкции пигментов, показано, что содержание пигментов в биомассе остаётся постоянным и максимальным:

$$\beta = \beta_m. \quad (1)$$

Таким образом, если бы не было явления фотодеструктивного окисления пигментов, с течением времени содержание пигментов в клетках не изменялось бы, и всегда было бы равным β_m. Однако это противоречит всем известным экспериментальным данным. Поэтому в модель добавлено снижение концентрации пигментов в клетках за счёт их фотодеструктивного окисления (пропорционального поглощённой световой энергии) без последующего восстановления. В этом случае, наблюдаемая концентрация пигментов в клетках будет определяться разностью концентраций синтезированного и необратимо разрушенного пигмента, а величина β будет зависеть от времени (t) по следующему закону:

$$\beta = \frac{\beta_m P_m}{\mu_i (B_0 + P_m t)} + \frac{\pi_0 e^{-\mu_i t}}{B_0 + P_m t} - \frac{\beta_m P_m e^{-\mu_i t}}{\mu_i (B_0 + P_m t)}. \quad (2)$$

Если предположить, что часть фотоокисленных пигментов возвращаются в основное состояние, передавая избыток энергии каротиноидам, либо ионизируя молекулу кислорода до атомарного состояния, то динамика содержания пигментов в биомассе имеет вид:

$$\beta = \frac{C_1 \cdot \cos(\sqrt{\mu_\pi \mu_i} \cdot t) + C_2 \cdot \sin(-\sqrt{\mu_\pi \mu_i} \cdot t)}{B_0 + P_m t}, \quad (3)$$

где – $\mu_\pi, \mu_i, \tilde{N}_1$ – константы; B_0, π_0 – начальные значения биомассы и концентрации пигмента.

Предлагаемая модель в форме уравнений (2) и (3) может быть использована для прогнозирования динамики содержания светозависимых пигментов при культивировании микроводорослей с заданной внешней освещённостью в фазе линейного роста. Соответсвие или не соответсвие экспериментальным данным позволит сделать вывод о возможных механизмах фотодеструкции пигментов.

С.Б. НУРАШОВ, Э.С. САМЕТОВА

РГП «Ин-т ботаники и фитоинтродукции» КН МОН Республики Казахстан,
ул. Тимирязева, 36д, 050040 Алматы, Казахстан
e-mail: nurashs@mail.ru

АНАЛИЗ ВИДОВОГО СОСТАВА ДИАТОМОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ КАЗАХСТАНА

В Казахстане находится огромное количество больших и малых континентальных водоемов и водотоков. Имеются они в лесостепной и степной, полупустынной и пустынной зоне, немало и горных водоемов. Значительную площадь занимают искусственные водоемы. Есть пресные, соленые и солоноватоводные водоемы. Они издавна привлекали внимание исследователей. Более или менее подробно обследована альгофлора

Аральского моря, озера Балхаш, Капчагайского и Бухтарминского водохранилищ, водоемов и водотоков Заилийского Алатау. В 2006–2008 гг. нами исследованы водоемы Восточно-Казахстанской области (оз. Арасан, Бухтарминское вдхр., оз. Маркаколь и реки Уба, Бухтарма, Берель). Было обнаружено 335 видов и разновидностей диатомовых водорослей.

В настоящее время сотрудниками лаборатории выполняются работы по направлению систематики, флористики, географии и экологии диатомовых водорослей водоемов Казахстана. Собраны пробы водорослей, в водоемах недостаточно изученных ботанико-географических районов, проводится полная критическая инвентаризация видового состава с использованием комплекса методов и соответствующих определителей. Уточнены доминанты, редко встречающие виды водорослей и экологические группировки (фитопланктон, бентос и перифитон).

Таксономический список диатомовых водорослей Казахстана по результатам собственных исследований и литературным данным насчитывает 604 видов, 343 разновидности и формы, относящихся к 3 классам, 21 порядку, 41 семейству и 69 родам.

Класс Coscinodiscophyceae, объединяющий центрические диатомеи, включает 75 видов и внутривидовых таксонов (около 8 % от общего числа диатомовых водорослей, обнаруженных в Казахстане), относящихся к 15 родам, 11 семействам, 7 порядкам, 4 подклассам. Самими многочисленными по видовому разнообразию являются роды *Cyclotella* (Kütz.) Bréb., *Stephanodiscus* Ehrenb., *Aulacoseira* Thw. и *Chaetoceros* Ehrenb. Роды *Cyclostephanos* Round ex Theriot et al., *Hyalodiscus* Ehrenb., *Podosira* Ehrenb., *Ellerbeckia* R.M. Crawford, *Actinocyclus* Ehrenb., *Rhizosolenia* Brightw. и *Acanthoceras* Honigm. содержат по одному виду.

Представители диатомовых водорослей из класса Fragilariophyceae насчитывают 105 видов и разновидностей (11,09 %), относящихся к 11 родам, 4 семействам и 4 порядкам. Из них видовым богатством отличаются роды: *Synedra* Ehrenb. – 15 видов и 21 разновидность, *Fragilaria* Lyngb. – 16 (17) и *Diatoma* Bory – 5 (13).

Результаты анализа таксономического состава диатомовых водорослей в водоемах Казахстана показывают, что особенно богат и разнообразен класс Bacillariophyceae, в котором сосредоточено 767 видов и разновидностей, т.е. 80,99 % от общего количества обнаруженных диатомовых водорослей, принадлежащих к 43 родам, 26 семействам, 10 порядкам. В классе Bacillariophyceae видовым богатством отличаются роды: *Navicula* Bory – 100 видов и 66 разновидностей, *Nitzschia* Hass. – 81 (28), *Cymbella* C. Agardh – 48 (12), *Pinnularia* Ehrenb. – 29 (17), *Achnanthes* Bory. – 25 (14), *Gomphonema* C. Agardh – 21 (16), *Surirella* Turp. – 19 (12), *Amphora* Ehrenb. – 20 (10), *Caloneis* A. Cleve – 14 (15), *Eunotia* Ehrenb. – 19 (4).

Инвентаризация видового состава диатомовых водорослей в водоемам Казахстана продолжается.

С.Б. НУРАШОВ, Э.С. САМЕТОВА

РГП «Ин-т ботаники и фитоинтродукции» КН МОН Республики Казахстан,
ул. Тимирязева, 36д, 050040 Алматы, Казахстан
e-mail: nurashs@mail.ru

АНАЛИЗ ВИДОВОГО СОСТАВА ХАРОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ КАЗАХСТАНА

Наиболее полные сведения о систематике и экологии харовых водорослей озера Балхаш, реки Или и зоны затопления Капчагайского водохранилища имеются в работах В.А. Костина (1972–1974). Для Или-Балхашского бассейна автором установлены 26 видов и 2 внутривидовые формы харовых водорослей. Из них 2 вида относятся к роду *Nitella*, 22 вида и 2 внутривидовые формы к роду *Chara* и по одному виду к родам *Nitellopsis* и *Lamprothamnium.*

Изучены харовые водоросли некоторых водоемов степной зоны Северных и Центральных областей Казахстана. В результате иследования в реках Убаган, Тургай, Ишим, озерах Татыр, Большой и Малый Аксуат, Кемель обнаружено девять видов харофитов: *Nitella hyaline* (D.C.) C. Agardh, *Chara braunii* Gmel., *Ch. canescens* Desv.et.Lois., *Ch. contraria* A. Braun, *Ch. schaffneri* (A. Braun) T.F. Allen., *Ch. neglecta* Hollerb., *Ch. vulgaris* L. emend. Wallr., *Ch. fischeri* Mig., *Ch. fragilis* Desv.

Таксономическое разнообразие, ценотическую роль харовых водорослей Северного Казахстана подробно охарактеризовал Б.Ф. Свириденко (1988, 2000). Им было установлено и изучено 26 видов. Из них 4 вида относятся к роду *Nitella*, 19 видов к роду *Chara* и по одному виду к родам *Tolypella, Nitellopsis* и *Lamprothamnium.* Автор указывает для Средней Азии впервые вид *Ch. baueri* A. Braun и впервые для Казахстана 5 видов: *N. flexilis* (L.) C. Agardh, *N. gracilis* (Smith.) C. Agardh, *T. prolifera* (A. Braun) Leonh., *Ch. filiformis* Hertzsch., *Ch. tenuispina* A. Braun.

Во время экспедиции по Восточно-Казахстанской области нами был собран материал из рек Шар и Кокпекты. Обнаружено 5 видов: *Ch. aculeolata* Kütz., *Ch. contraria* A. Braun, *Ch. neglecta* Hollerb., *Ch. tomentosa* L., *Ch. vulgaris* L. emend. Wallr. В оз. Караколь: *Ch. aculeolata* Kütz.., *Ch. vulgaris* L. emend. Wallr. На северо-западном берегу оз. Зайсан выявлены виды: *Ch. braunii* Gmel., *Ch. schaffneri* (A. Braun) T.F. Allen. В оз. Арасан найден вид *Nitella tenuissima* (Desv.) Kütz. Вода в этом озере довольно холодная, но из-за теплого радонового источника, вода становится благоприятней для развития этого вида. На правом берегу р. Иртыш, у с. Акку и с. Кызылкогам Лебяжинского района Павлодарской области были обнаружены *Ch. fragilis* Desv., *Ch. vulgaris* L. emend. Wallr.

В 2002 г. был собран материал возле озера–накопителя сточных вод Сорбулак, между дамбой и трассой было выявлено 5 видов харовых водорослей: *Ch. canescens* Desv. et Lois., *Ch. aspera* Deth. ex Willd., *Ch. fragilis* Desv., *Ch. vulgaris* L. emend Wallr., *Ch. gymnophylla* A. Braun Последний вид нами приводится впервые для Казахстана.

В результате исследовательских работ при инвентаризации гербарных материалов из фонда лаборатории микологии и альгологии, оригинальных сборов последних лет и по литературным данным на территории Казахстана обнаружено 40 видов и 2 внутривидовые формы харовых водорослей. Из них 5 видов относятся к роду *Nitella*, состав рода *Chara* оказался наиболее многочисленным и представлен 32 видами и 2 внутривидовыми формами, и по одному виду относится к родам *Nitellopsis, Tolypella* и *Lamprothamnium.* Из харофитов, зарегистрированных до настоящего времени в водоемах Казахстана, 16 видов являются бореальными, 16 видов – космополитами. Большинство из них распространены в теплых водоемах Южного Казахстана: по водоемам бассейна рек Сырдарьи, Чу, Или, где их количество достигает 78,5 % харовых водорослей, обнаруженных в Казахстане.

М.А. НУРИЕВА

Ин-т ботаники НАН Азербайджана,
Патамдарское шоссе, 40, AZ1073 Баку, Азербайджан
e-mail: fnuriyev@yahoo.com

CHROOCOCALES KOMÁREK ET ANAGN. (CYANOPROKARYOTA) В КАСПИЙСКОМ МОРЕ В ПРЕДЕЛАХ АЗЕРБАЙДЖАНА

Каспийское море, являясь наиболее крупным озером в мире, по совокупности гидрологических условий и рельефу дна делится на три части: северную, среднию и южную. Хотя границы этих частей и являются условными, они отделяют три больших самостоятельных района: Северный, Средний и Южный Каспий. Побережье Азербайджана омывается водами Среднего и Южного Каспия, гранича на севере с Дагестаном (Россия), а на юге с Ираном. Средняя соленость воды в данной акватории моря колеблется в пределах 12-13,4 ‰, за исключением предустьевого пространства р. Куры, где воды Южного Каспия периодически подвергаются опреснению.

К настоящему времени по обобщенным оригинальным (Нуриева 1983, 1992, 2007) и литературным данным (Прошкина-Лавренко, Макарова, 1968; Левшакова, 1972 и др.) в Каспийском море зарегистрировано 47 видов синезеленых водорослей порядка Chroococcales Komárek et Anagn., относящихся к 14 родам, 4 подсемействам и 4 семействам. Пор. Chroococcales приводится в соответствии с системой (Anagnostidis, Komárek, 1985; Komárek, Anagnostidis 1986; 1998). Ведущее положение по видовому богатству в Каспийском море занимают сем. Merismopediaceae Elenkin (24 вида) и Chroococcaceae Nageli (10). Наибольшая роль принадлежит родам: *Chroococcus* Nageli (8 видов), *Merismopedia* Meyen (7), *Aphanocapsa* Nageli (6). Наибольшего количественного развития, особенно в Северном Каспии достигают виды: *Merismopedia punctata* Meyen (345755 тыс. экз.м$^{-3}$), *Merismopedia tenuissima*

Lemmerm. (133678 тыс. экз.м$^{-3}$), *Microcystis aeruginosa* (Kütz.) Kütz. (9082 тыс. экз/м^3 и др.) (Левшакова 1972).

Что касается азербайджанской части Каспийского моря, здесь пор. Chroococcales представлен меньшим числом видов, составляя 53,2 % от числа всех найденных видов этого порядка в целом по всему Каспийскому морю. В Каспийском море в пределах Азербайджана пор. Chroococcales включает 4 сем. (Synechococcaceae Komárek et Anagn., Merismopediaceae, Microcystaceae Elenkin, Chroococcaceae), три подсем. (Aphanothecoideae Komárek et Anagn., Merismopedioideae Komárek et Anagn., Gomphosphaerioideae (Elenkin) Komárek et Hindák), 8 родов (*Aphanothece* Nägeli, *Aphanocapsa*, *Merismopedia*, *Woronichinia* Elenkin, *Gomphosphaeria* Kütz., *Microcystis* Kütz. ex Lemmerm., *Gloeocapsopsis* Geitler ex Komárek, *Chroococcus*) и 25 видов. На уровне семейств наиболее разнообразно представлено сем. Merismopediaceae – 13 видов. Второе место занимает сем. Chroococcaceae – 8 видов. Основу видового разнообразия составляют роды: *Chroococcus* – 7 видов, *Merismopedia* – 5. Большинство каспийских представителей этого порядка представлены в основном колониальными видами, широко распространенными в континентальных пресных водоемах умеренных широт северного полушария: в реках и их устьях, в водохранилищах и в эвтрофных озерах. К видам наиболее часто встречающихся в данной акватории моря относятся: *Merismopedia tenuissima, M. punctata, M. glauca* (Ehrenb.) Kütz., *Gomphosphaeria aponina* Kütz., *Chroococcus limneticus* Lemmerm. и др. Из видов, вызывающих «цветение» воды в опресненных участках моря у Азербайджана, можно отметить *Microcystis aeruginosa* и *Aphanocapsa grevillei* (Hassal) Rabenh., последний из которых встречается не только в толще воды, но и в прибрежье на камнях и на мелководье на дне моря. Из редких видов можно отметить *Gomphosphaeria miltiplex* (Nyagaard) Komárek, *G. cordiformis* (Wille) Hansg.

О.С. ОГИЕНКО

Киевский национальный ун-т имени Тараса Шевченко,
ул. Васильковская, 90, 03022 Киев, Украина
e mail: ogienko@univ.kiev.ua

ХАРАКТЕР РАСПРОСТРАНЕНИЯ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ В МОРСКИХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ РАЙОНА АРГЕНТИНСКИХ ОСТРОВОВ ЗАПАДНОЙ АНТАРКТИКИ

Исследование ископаемых диатомовых водорослей из поверхностных донных отложений района Аргентинских островов Тихоокеанского сектора Западной Антарктики, показало закономерную связь комплексов с гидрофизическими и климатическими условиями формирования комплексов. Была выявлена четкая зависимость состава

диатомовых комплексов от глубины моря, расстояния от побережья и места разгрузки ледников.

Во всех обнаруженных комплексах в значительном количестве (более 5 % от общего количества створок) присутствуют обрастатели льда, наиболее типичный представитель которых – *Actinocyclus actinochilus* (Ehrenb.) Simonsen. Это является показателем распространения на шельфе дрейфующих льдов.

Основу комплекса поверхностного слоя донных осадков с глубины моря 100–150 м составляют тихопелагический вид *Paralia antarctica* V.Heurck и морской бентосный вид *Cocconeis fasciolata* (Ehrenb.) N.E. Brown. Такое сочетание может указывать на некоторое распреснение верхнего водного слоя, связанное с поступлением пресной воды от таяния льдов, покрывающих Антарктический полуостров и прилегающие острова.

В комплексе поверхностного слоя донных осадков с глубины моря 200–400 м близ побережья архипелага резко доминируют морские планктонные диатомовые. Больше половины от общего количества створок составляют представители рода *Thalassiosira,* в основном *Thalassiosira antarctica* Comber. В меньшем количестве присутствуют покоящиеся споры рода *Chaetoceros* Ehrenb. Встречаются малочисленные представители морского бентоса – *Cocconeis fasciolata.*

Для комплекса поверхностного слоя донных осадков с глубины 600–700 м характерены открытые водные условия, что указывает на определенное удалении от побережья Антарктического полуострова. Его составляют планктонные морские диатомовые *Thalassiosira antarctica, Rhizosolenia styliformis* Brightwell, *Fragilariopsis kerguelensis* (O'Meara) Hustedt.

Во всех исследованных пробах встречены переотложенные толстостенные вымершие диатомовые родов *Arachnoidiscus, Stictodiscus, Denticulopsis*. встреченный вид *Denticulopsis dimorpha* (Schrader) Simonsen характерен для отложений верхнего миоцена (10,1 млн лет).

Изучение комплексов ископаемых диатомовых водорослей из поверхностных отложений района Аргентинских островов показало, что диатомовая флора служит надежным индикатором палеогеографических обстановок при палеоклиматических и палеогеографических реконструкциях.

А.П. ОЛЬШТЫНСКАЯ

Ин-т геологических наук НАН Украины,
ул. Олеся Гончара, 55б, 01601 Киев, Украина
e-mail : ol-lesia@mail.ru

РАЗНООБРАЗИЕ «ТРИАНГУЛЯТНЫХ» ДИАТОМЕЙ В ПАЛЕОГЕНОВЫХ БАССЕЙНАХ УКРАИНЫ

Среди ископаемых диатомей в палеогеновых и неогеновых отложениях Украины встречается значительное количество видов с треугольными и полигональными створками, принадлежащих, согласно системе E. Round, R.M. Crawford и D.G. Mann (1990) семействам Triceratiaceae (Schutt) Lemmerm. (роды *Triceratium* Ehrenb., *Sheshukovia* Gleser, *Amphitetras*

Ehrenb.*),* Biddulphiaceae Kütz. (роды *Trigonium* Cleve*, Pseudotriceratium* Grunow) и *Hemiaulaceae* Heiberg (род *Trinacria* Heiberg). Среди них есть виды и роды, таксономический статус которых давно определен и остается стабильным. Но есть и такие, положение которых в системе неоднократно уточнялось и не всеми исследователями воспринимается однозначно.

З.И. Глезер (1975), критически оценивая морфологические признаки и особенности геологического и географического распространения видов рода *Triceratium* Ehrenb. sensu Hustedt, разделила их на четыре группы, выделив одну из групп в новый род *Sheshukovia,* который включает более 200 морских видов, распространенных от позднего мела до настоящего времени.

В 1978 г. А.П. Жузе описала морской палеогеновый род *Lisitzinia* Jouse, к которому кроме нового вида, ею были отнесены три вида из рода *Triceratium.*

В 1998 г. P.A. Sims описала новый род *Medlinia* Sims, включив в него 12 видов из родов *Triceratium* и *Sheshukovia,* имеющих стратиграфический диапазон от позднего мела до олигоцена. P.A. Sims уделила большое внимание и роду *Trinacria,* изучив ультраструктуру створок ряда его ископаемых видов.

В палеогеновых отложениях Украины встречаются 24 вида рода *Sheshukovia,* 7 представителей рода *Trinacria*, по 2 вида из родов *Lisitzinia* и *Pseudotriceratium,* в неогеновых и четвертичных отложениях присутствуют единичные виды *Amphitetras, Triceratium* и *Trigonium.* Палеогеновые роды не только таксономически разнообразны, но их створки многочисленны в осадках бассейнов. В то же время в конце палеогена четко прослеживается тенденция существенного сокращения разнообразия диатомей с треугольными створками и полное исчезновение некоторых родов. Сформировавшись в раннем мелу, они заканчивают свое существование в конце эоцена и олигоцене, а в неоген переходят единичные представители родов *Pseudotriceratium, Amphitetras, Trigonium*. Таким образом, в более молодых диатомовых ассоциациях заметно изменется форма их панирей и очертание створок, среди центрических эволюционируют роды с округлыми, эллиптическими, цилиндрическими створками и развивается все разнообразие пеннатных форм.

Древние роды длительного существования и большого таксономического разнообразия, встречающиеся на различных геологических уровнях, особенно существовавшие в одном бассейне в разное геологическое время, являются неоценимым материалом для изучения эволюции всего отдела Bacillariophyta. Они позволяют выявить как изменения морфологии панцирей, так и формирование новых элементов ультраструктуры. Многие из видов рассматриваемых родов являются важными стратиграфическими маркерами и используются в качестве зональных в биостратиграфических шкалах. Они позволяют не только с большой степенью детальности определять геологический возраст пород, но и коррелировать отложения древних бассейнов различных регионов. В то же время не полная информация об этих важных и

интересных родах требует дополнительного изучения их морфологии, систематики и филогении.

М.Ю. ОМЕЛЬЯНЕНКО

Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины,
ул. Терещенковская, 2, 01601 Киев, Украина
e-mail: mari_om@land.ru

РАЗНООБРАЗИЕ ВОДОРОСЛЕЙ ВОДОЕМОВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА «СВЯТЫЕ ГОРЫ» (УКРАИНА)

Национальний природний парк (НПП) «Святые Горы», созданный в 1997 г., находится на территории Донецкого кряжа. Парк организован с целью сохранения, возобновления и рационального использования ландшафтов Донецкого кряжа с типичными и уникальными природными комплексами, которые имеют важное природоохранное, научное, рекреационное и эстетическое значение. Это первый НПП в восточном регионе страны. Он расположен в степной зоне, в долине р. Северского Донца на территории Славянского и Краснолиманского районов Донецкой области. Долина реки в пределах парка ассиметрична, с крутым правым берегом, расчлененными ярами и балками и обводненной поймой, что переходит в надпойменные террасы на левом берегу.

По литературным источникам исследование альгологических особенностей водоемов НПП «Святые Горы» проводили В.Ф. Хмелевский (1889), альгологи харьковской школы (в период 1924–1990 гг.), О.А. Петлеваний (2007).

Флористические исследования по изучению разнообразия и распространения водорослей территории НПП «Святые Горы» остаются актуальными и в наше время. Определение видового состава водорослей и проведение флористического анализа альгофлоры исследованной территории являются в настоящее время целесообразными.

Материалом для данной работы послужили альгологические пробы собственных сборов в 2008–2011 гг. в среднем течении р. Северский Донец и пойменных водоемов. Собранные пробы воды исследовали по общепринятым методикам. Идентификация и современная трактовка видовой принадлежности проведены с использованием определителей водорослей отечественной серии (Визначник ... вип. I–XII, 1938–1993) и современных изданий («Algae of Ukraine ...», 2006, 2009, 2011).

По результатам исследований определено 149 видов (152 внутривидовых таксона) водорослей из четырех отделов: Cyanoprokaryota (17 видов), Euglenophyta (3 вида), Bacillariophyta (80 видов), Chlorophyta (49 видов). Ядро альгофлоры составляли представители отделов Bacillariophyta и Chlorophyta (86 % от общего количества видов).

Семействам Oscillatoriceae (Kirchn.) Elenkin, Fragilariaceae Grev., Naviculaceae Kütz., а также Scenedesmaceae Oltm., Hydrodictyaceae (S.W. Gray) Dumort. свойственно наибольшее видовое разнообразие.

Ведущий комплекс видов исследованных водоемов НПП «Святые Горы» формировали *Merismopedia punctata* Meyen in Wiegmann, *Fragilaria tenera* (W. Sm.) Lange-Bert., *Synedra acus* Kütz., *Cymbella lanceolata* (C. Agardh) Ehrenb., *Navicula semen* Ehrenb., а также виды *Palmodictyon viride* Kütz., *Desmodesmus communis* (E. Hegew.) E. Hegew., *D. granulatus* (W.West et G.S. West) P. Tsarenko, *Acutodesmus obliquus* (Turpin) P. Tsarenko. Спорадически в пробах фитопланктона встречали S*pirulina major* Kütz. et Gomont, *Synedra famelica* Kütz., *Cocconeis placentula* Ehrenb., *Stauridium tetras* (Ehrenb.) E. Hegew. in Buchheim et al., *Crucigenia lauterborneii* (Schmidle) Schmidle.

Большинство определенных нами видов относятся к широкораспространенным, но также отмечены регионально редкие – *Cymbella affinis* Kütz., *Cymbella tumida* (Bréb.) Van Heurck, *Gomphonema acumitatum* Ehrenb., *G. truncatum* Ehrenb., *Gomphoneis olivaceum* (Horn.) Daw. et Ross et Sims, *Cocconeis pediculus* Ehrenb., *Hippodonta capitata* (Ehrenb.) Lange-Bert., *Gyrosigma stigilis* (W. Sm.) Cleve, *Surirela ovalis* Bréb., *Aulacoseira alpigena* (Grunow in Van Heurck) Krammer, *Ulothrix zonata* (Weber et Mohr) Aresch., *Desmodesmus caudato-aculeolatus* var. *spinosus* (Dedus.) P. Tsarenko, *Coelastrum inducum* Turn.

Т.В. ОРЕШКИНА

Геологический ин-т РАН,
Пыжевский пер., 7, 119017 Москва, Россия
e-mail:oreshkina@ginras.ru

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ДИАТОМОВЫМ ВОДОРОСЛЯМ И СИЛИКОФЛАГЕЛЛЯТАМ ПОЗДНЕГО МЕЛА ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

На территории Восточно-Европейской платформы (ВЕП) появление терригенно-кремнистых фаций в краевых частях морского бассейна с остатками кремневых микрофоссилий – радиолярий, спикул, диатомовых водорослей, относится к сантону-кампану (Олферьев и др., 2000; Алексеев, Копаевич и др., 2005; Vishnevskaya, Kopaevich, 2009; Ахлестина, Иванов, 2009). В литературе известно несколько местонахождений с диатомовыми и силикофлагеллятами этого возраста. Это район г. Инты в Приполярном Приуралье, ряд местонахождений в Пензенской, Саратовской и Ульяновской областях (Диатомеи СССР, 1974; Стрельникова, 1974).

Новое местонахождение диатомей в Татищевском районе Саратовской области в районе с. Кологривовка, обнаруженное и опробованное сотрудником Геологического факультета МГУ им. Ломоносова Е.А. Лыгиной является уникальным для ВЕП с точки зрения сохранности и представительности кремнистых микрофоссилий.

Диатомеи и силикофлагеллаты выделены из 5-метровой толщи зеленовато-серых песков и рыжих глин. Изученные в 5 образцах ассоциации различаются в основном лишь количественными вариациями отдельных таксонов. Наиболее характерными компонентами комплекса являются *Cortinocornus rossicus* (Pantocsek) Gleser, *Paralia ornata* (Grunow) Grunow ex Van Hearck, *P. crenulata* (Grunow) Gleser, *Pseudopodosira reticulata* Strelnikova, *P. wittii* (Schulz) Vekshina, *P. simplex* (Jouse) Strelnikova, *Costopyxis antiqua* (Jouse) Gleser, вариететы *C. schulzii* (Steinecke et Schulz) Gleser, *Eunotogramma productum* Grunow, *E. variabile* Grunow, *Bilingua* sp. 1 sensu Tapia et Harwood (2002), *Thalassiosiropsis wittiana* (Pantocsek) Hasle, *Stellarima steinii* (Hanna) Sims, *Aulacodiscus sepsus* A.S., *Lepidodiscus elegans* Witt, *Pomphodiscus morenoensis* (Long et al.) Barker and Meakin, *Triceratium schulzii* Jouse, *Medlinia deciusii* (Hanna) Nikolaev et Kociolek, *Sheshukovia excavata* (Heiberg) Nikolaev et Harwood, *Trinacria aries* Witt, вариететы *Gladiopsis speciosus* (Schulz) Gersonde et Harwood, *Hemiaulus echinulatus* Jouse, *H. antiquus* Jouse, *Stephanopyxis dissona* Strelnikova, *P. weyprechtii* Grunow, *Proboscia unicornis* Jordan et Ito. Встречены два новых вида, один из которых относится к группе *Paralia*, а второй предположительно к роду *Mycetacanthus*. Из силикофлагеллят отмечены *Lyramula furcula* Hanna, *L. minor* (Deflandre) Deflandre, *Valacerta tumidula* Gleser, *Variramus visei* McCathney, Witkovskii et Harwood, *Cornua trifurcata* Schulz.

Сравнение изученного нами комплекса с наиболее полными зональными последовательностями диатомей кампана-маастрихта, известными на восточном склоне Северного Урала (Стрельникова, 1974) и на островах Канадской Арктики (Tapia, Harwood, 2002; Witkovski et al., 2011), дает возможность соотнести его с диатомовой зоной Costopyxis antiqua нижнего кампана на основании присутствия таких реперных видов как *Costopyxis antiqua*, *Triceratium schulzii*, *Hemiaulus echinulatus*. Близкое таксономическое сходство ассоциаций силикофоссилий южной части ВЕП и упомянутых регионов предполагает существование во внетропических широтах северного полушария в раннекампанское время единой палеофлористической провинции со сходными климатическими условиями.

Ю.С. ОРЛОВА

ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный ун-т им. Н.П. Огарева»,
ул. Ульянова 26а, 430032 Саранск, Россия
e-mail: Kora-et-Tar@yandex.ru

ФИТОПЛАНКТОН РЕКИ ИНСАР (РЕСПУБЛИКА МОРДОВИЯ, РОССИЯ)

Река Инсар является правым притоком первого порядка р. Алатырь, который в свою очередь является притоком р. Сура. Среди рек, полностью протекающих по территории республики, р. Инсар занимает второе место по протяженности и площади бассейна. В долине Инсара, вдоль железной дороги и автомобильной трассы располагаются населенные пункты Рузаевка,

Саранск, Ромоданово, Кемля, Ичалки, между которыми представлены и сельские населенные пункты. Среди рек Республики Мордовия р. Инсар наиболее подвержена антропогенному влиянию.

В фитопланктоне р. Инсар обнаружено 100 видов, разновидностей и форм пресноводных водорослей, из которых 5 определены только до рода. Они входят в 53 рода, 33 семейства, 22 порядка, 11 классов и 7 отделов (Chlorophyta, Bacillariophyta, Cyanophyta, Euglenophyta, Dinophyta, Chrysophyta и Xantophyta). Доминирующее положение по видовому богатству занимают водоросли из отдела Chlorophyta – более 60 % от общего числа видов. На втором месте находится отдел Bacillariophyta – 23 % от общего числа видов. Среди классов водорослей реки Инсар наибольшим видовым богатством обладал класс Chlorophyceae, в составе которого обнаружено 53 таксона рангом ниже рода. Среди порядков по числу видов доминировал порядок Chlorococcales, включавший 53 таксона водорослей рангом ниже рода. Среди них наибольшим видовым богатством обладало семейство Scenedesmaceae, включавшее 20 таксонов водорослей рангом ниже рода. Среди родов водорослей фитопланктона р. Инсар лишь один род включал более 5 таксонов – род *Scenedesmus* (13 таксонов рангом ниже рода). Более 50 % всех родов являлись моновидовыми.

Удельное число видов водорослей, встречающихся в пробах, колебалось от 2 до 47. Наименьшее удельное число видов обнаружено в мае в истоке р. Инсар у д. Александровка, а наибольшее – в июне в нижнем течении реки. Зеленые водоросли, занимая первую позицию по числу видов в общем списке, доминировали и в отдельных пробах, составляя от 50 до 77 % всех обнаруженных видов.

Численность фитопланктона в р. Инсар колебалась от 0,056 млн кл./л. до 2,748 млн кл./л. Максимальная численность фитопланктона была зарегистрирована в августе на участке реки у пос. Оброчное Ичалковского района. В мае основу численности водорослей составляли диатомовые водоросли. Во всех пробах этого периода доминировала по численности *Aulacoseira granulata* (Ehrenb.) Sim. В июне и июле основу численности составляли зеленые водоросли, а именно – *Coelastrum microporum* Nägeli, *Dictyosphaerium pulchellum* Wood., *Coenococcus planctonica* Korschikov и *Scenedesmus quadricauda* (Trup.) Bréb. Биомасса фитопланктона р. Инсар колебалась в пределах 0,075–3,45 г/м^3. Максимальная биомасса фитопланктона наблюдалась в мае на участке реки у г. Рузаевка. Основу биомассы в большинстве случаев составляли диатомовые водоросли, в частности *Aulacoseira granulata* и *Cyclotella radiosa* (Grunow) Lemmerm. Изредка доминантами по биомассе являлись зеленые водоросли (*Pediastrum duplex* Meyen) и эвгленовые (*Euglena acus* (O. Müll.) Ehrenb.).

По эколого-географической характеристике водоросли р. Инсар являются планктонно-бентосными космополитами, индифферентными по отношению к течению, солености, кислотности и температуре воды. Из всех видов водорослей, обнаруженных в р. Инсар, 68 таксонов рангом ниже рода являлись показателями органического загрязнения воды. Среди них преобладали показатели β-мезосапробной зоны – 31 таксон рангом ниже рода.

Я.Р. ОРШАНСКАЯ

Санкт-Петербургский государственный ун-т, биолого-почвенный ф-т,
Ораниенбаумское шоссе, 2, Ст. Петергоф, 198504 Санкт-Петербург, Россия
e-mail: Deina89@mail.ru

ОЦЕНКА ЦИТОТОКСИЧНОСТИ И ВТОРИЧНЫХ МЕТАБОЛИТОВ *NOSTOC* VAUCHER EX BORNET ET FLAHAULT (CYANOBACTERIA, NOSTOCALES) ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ЗОН

Многие цианобактерии способны синтезировать биологически активные соединения, которые относятся к вторичным метаболитам, т.е. не являются необходимыми для основного метаболизма и роста организма (Watson, 2003). Вторичные метаболиты могут обладать антифунгальными, антибактериальными, антивиральными свойствами и ингибирующей активностью против различных ферментов. Уже сейчас вторичные метаболиты некоторых микроорганизмов используются в косметической, пищевой и фармацевтической промышленности. Но этот процесс еще на начальной стадии, из 30 тыс. видов цианобактерий промышленностью используются только 50 видов. Поиск новых перспективных объектов представляется актуальной задачей современной биотехнологии. Кроме того, цианобактерии способны продуцировать и токсины, представляющие опасность для человек и животных.

Целью данной работы было определение состава токсинов и других биологически активных веществ в исследуемых штаммах, а так же оценка биологической активности штаммов цианобактерий по отношению к клеточным культурам (Hep G2, HeLa, Sp2, Yac-1).

В ходе данной работы было исследовано 4 штамма цианобактерий *Nostoc* Vaucher ex Bornet et Flahault из различных географических зон. Использовались методы культивирования в лабораторных условиях, получали лиофилизированную биомассу цианобактерий, получали экстракты, проводили анализ токсинов на высокоэффективном жидкостном хроматографе (HPLC анализ) и оценку цитологической активности (MTT тест) на 4-х линиях клеток (Hep G2, HeLa, Sp2, Yac-1).

HPLC анализ лиофилизированной биомассы исследованных штаммов позволил идентифицировать три биологически активных вещества из штаммов USA, TH-2, № 4 соответственно: Nostofungicidine (MW = 1080), Micropeptin 90 (MW = 961), Spumigin B1/B2 (MW = 626). Тесты экстракта с концентрацией биомассы 10 мг/мл штамма USA выявили высокую цитотоксическую активность на линиях клеток Yac-1 (85 %) и Sp2 (81 %). Тесты экстракта с концентрацией биомассы 10 мг/мл штамма № 4 выявили высокую цитотоксическую активность на линиях клеток Yac-1 (86 %) и Sp2 (92 %) и цитотоксическую активность среднего уровня на линии раковых клеток человека HeLa (58 %). Экстракты штамма № 4 с более низкой концентрацией (5 мг/мл) тоже показали высокую цитотоксическую активность на линиях клеток Yac-1 (82 %) и Sp2 (82 %). Полученные результаты по оценке цитотоксической активности штаммов *Nostoc* обсуждаются по отношению к различным клеточным линиям.

А.Г. ОХАПКИН

Нижегородский государственный ун-т им. Н.И. Лобачевского,
пр. Гагарина, 23, 603600 Нижний Новгород, Россия
e-mail: okhapkin@bio.unn.ru

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ФИТОПЛАНКТОНА ВОДОЕМОВ РАЗНОГО ТИПА БАССЕЙНА СРЕДНЕЙ ВОЛГИ (РОССИЯ)

Исследования видового состава, динамики структурных показателей фитопланктона в бассейне водохранилищ Средней Волги (Горьковского и Чебоксарского) проводятся нами с конца 1960-х годов по настоящее время. Кроме водохранилищ, изучены наиболее крупные водотоки системы их боковой приточности, а также ряд водных объектов замедленного водообмена, включая водоемы озерного типа, расположенные в основном на территории низинного левобережного Заволжья и малые городские водоемы в пределах г. Нижнего Новгорода (всего более 50 водоемов).

Состав фитопланктона изученных водных объектов разнообразен и по предварительным оценкам насчитывает 1838 видов, разновидностей и форм водорослей из 10 отделов: Cyanophyta (Cyanoprokaryota) – 144, Chrysophyta – 108, Bacillariophyta – 467, Xanthophyta – 53, Cryptophyta – 26, Dinophyta – 49, Raphidophyta – 3, Euglenophyta – 227, Chlorophyta – 759 и Rhodophyta – 2. Богатство состава альгоценозов в речных экосистемах региона определяется оптимальным соотношением внешних нарушений, влияющих на структуру потамопланктона (естественный гидродинамический режим), и ресурсной обеспеченности водорослей (отсутствие биогенного лимитирования) на фоне природной и антропогенной неоднородности речного стока. Зарегулирование Средней Волги привело к обеднению состава сообществ, упрощению видовой структуры, росту относительного значения цианопрокариот и дисперсии основных структурных характеристик, увеличению сапробности воды. Система боковой приточности Средней Волги позволяет поддерживать высокое видовое богатство и разнообразие в нижнем течении рек и в зоне влияния подпора водохранилищ. Уточнены данные по экологии массовых видов фитопланктона, среди которых появились компоненты, свойственные солоновато-водным водоемам (*Actinocyclus normanii* (Greg.) Hust., *Thalassiosira incerta* Makar. и др.). Показано, что олиготрофно-эвтрофная сукцессия в реках Европы и Америки на протяжении XX века заключалась в смене сообществ *Asterionella* – *Fragilaria* – *Tabellaria* – *Aulacoseira* (олиготрофно-мезотрофная стадия) к сообществам *Stephanodiscus hantzschii* – *Cyclotella* – *Sceletonema* – *Cyclostephanos* – *Thalassiosira* (эвтрофная, гипертрофная стадии).

Изучены закономерности формирования видового разнообразия планктонных альгоценозов в реках, не затронутых гидростроительством, а также в водохранилищах разного возраста, установлены связи с основными абиотическими факторами среды. Анализ альгофлоры и структуры альгоценозов малых водоемов и водотоков урбанизированных территорий

и залесенно-заболоченных ландшафтов показал, что в условиях урбанизации особенности развития фитопланктона определяют эвтрофирование, различные формы загрязнения, антропогенная трансформация как водосборной площади, так и формы озерной котловины. Урбанизация, как элемент антропогенного воздействия, может быть фактором, усиливающим естественную неоднородность формирования стока и условий обитания водорослей в водоемах, что достаточно часто приводит к формированию высокого видового богатства и разнообразия планктонных фитоценозов. Упрощение структуры фитопланктона заметнее проявилось в молодых, искусственно созданных водных экосистемах. Среди ведущих факторов формирования структуры альгоценозов водоемов, расположенных в условиях низинного левобережья Волги, отмечена различная степень гумификации и закисления вод вследствие высокой степени залесенности и заболачивания их водосборов.

Работа частично поддержана грантом РФФИ (проект № 12-04-00878).

О.А. ПАВЛОВА

Учреждение Российской академии наук Ин-т озероведения РАН,
ул. Севастьянова, 9, 196105 Санкт-Петербург, Россия
e-mail: ksana.pavlova@gmail.com

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ПЛАНКТОННЫХ СИНЕЗЕЛЕНЫХ ВОДОРОСЛЕЙ В СУЗДАЛЬСКИХ ОЗЕРАХ (САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, РОССИЯ)

Состав и сезонная динамика фитопланктона Суздальских озер изучаются с 1995 г. в рамках комплексных исследований ИНОЗ РАН на водоемах Санкт-Петербурга. До начала 2000-х гг. из отдела Cyanophyta к массовым относились 6 таксонов водорослей – *Microcystis wesenbergii* Komárek, *Aphanocapsa delicatissima* W. et G.S. West, *Planktolyngbya limnetica* (W. West) Anagn. et Komárek, *Aphanizomenon gracile* (Lemmerm.) Lemmerm., *Snowella lacustris* (Chodat) Komárek et Hindák, *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagn. et Komárek, из которых только два последних являлись доминантами по биомассе (Павлова, 2004). Роль синезеленых в мезотрофных Верхнем и Среднем озерах не превышала 4 % среднего за сезон количества, наиболее часто встречались хроококковые формы. В мелководном эвтрофном Нижнем озере в 1995–1997 гг. Cyanophyta составляли не более 3 % средней биомассы, основное значение имели *A. delicatissima, M. wesenbergii, A. gracile*. В период увеличения биогенной нагрузки, связанный с активным освоением водосбора в 1990-е гг., численность группы во всех озерах заметно возросла. Самые существенные изменения сообщества фитопланктона наблюдались в Нижнем озере. В 1998–2004 гг. количество водорослей возросло вдвое,

синезеленые составляли 44–80 % средней за сезон биомассы, численность основного доминанта *P. agardhii* достигала 890 млн кл./л. К середине 2000-х гг. уровень биогенов в водоеме стабилизировался, и с 2005 г. наблюдается снижение количества *Planktothrix* и фитопланктона в целом – средняя за сезон биомасса сократилась с 20–25 (2003–2004 гг.) до 10–11 мг/л (2009–2010 гг.). Минимальная численность вида отмечалась в 2008 г. – 3,5 млн кл./л., в дальнейшем, на фоне увеличения поступления фосфора в северную часть озера с основным притоком р. Старожиловкой наблюдается рост количества *P. agardhii* до 180–270 млн кл./л. Также изменился состав доминантов Cyanophyta – в летнем планктоне наряду с *Planktothrix* в массе развиваются *Anabaena planctonica* Brunnth., нитчатые *Aphanizomenon gracile* и *P. limnetica*; в 2005 г. основным доминантом являлась *Limnothrix planctonica* (Wołosz.) Meffert. Кроме того, возросли роль и разнообразие мелкоклеточных хроококковых (*Woronichinia compacta* (Lemmerm.) Komárek et Komárk.-Legn., *W. naegeliana*, *Aphanocapsa holsatica* Lemmerm., *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenkin, *M. wesenbergei* и др.), которые при массовом развитии (до 10 млн кл./л) оказывают меньшее влияние на общую биомассу водорослей. Для Верхнего и Среднего озер изменение качественного и количественного состава Cyanophyta отмечалось в меньшей степени. В 2009–2010 гг. в первом водоеме численность *Anabaena lemmermanii* P. Richt. достигала 3,2 млн кл./л, *S. lacustris* – 4,5 млн кл./л; среднее значение Cyanophyta в биомассе возросло до 11–15 %. Наименьшую относительную роль синезеленые играют в планктоне Среднего озера (до 3 % средней биомассы). В начале 1920-х гг. в число доминантов входили *A. lemmermanii, M. wesenbergei* и *M. aeruginosa* (Еленкин, 1924). В настоящее время наиболее массовыми являются *A. planctonica* (до 0,2 млн кл./л) и *S. lacustris*, весной нередко отмечаются бентосные *Oscillatoria limosa* C. Agardh и *O. princeps* Vaucher.

М.Н. ПАВЛОВСКАЯ, И.Ю. КОСТИКОВ

Киевский национальный ун-т имени Тараса Шевченко, НЦЦ «Институт биологии»,
пр. Академика Глушкова, 2, 03022 Киев, Украина
e-mail: annopol@rambler.ru

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ВОДОРОСЛЕЙ КЛАДЫ CHLOROMONADINIA (CHLOROPHYCEAE)

Молекулярная клада Chloromonadinia была предложена по результатам молекулярно-генетических реконструкций филогении вольвокальных водорослей на основании анализа нуклеотидных последовательностей ядерного гена, который кодирует малую субъединицу рибосомальной РНК (SSU). Эта клада представляет одну из 11-и клад, формирующих базальную часть Chlorophyceae (Nakada et al., 2008). На основании сходства последовательности SSU в данную кладу была включена значительная часть видов рода *Chloromonas* Gobi (в т.ч. номенклатурный тип данного рода – *Chloromonas reticulata* Goroschankin), а также некоторые

представители родов *Gloeomonas* Klebs и *Chlamydomonas* Ehrenb. (Nozaki at al., 2010). Однако, фенотипические признаки, которые были бы конгруэнтны данным о моллекулярно-филогенетической обособленности этой клады, остались не выясненными.

При исследовании 14-и штаммов 12 видов клады Chloromonadinia (*Chloromonas rubrifilum* Korschikov (ACKU 982-11), *Ch. augustae* Skuja (ACKU 991-11, 992-11, 999-11), *Ch. reticulata* Goroschankin (ACKU 981-11), *Ch. paraserbinowii* (Skuja) Gerloff et Ettl (ACKU 994-11), *Ch. palmelloides* Broady (ACKU 675-06), *Ch. rosae* Ettl (ACKU 996-11), *Chlamydomonas yellowstonensis* Kol (ACKU 993-11), *Chl. concinna* Gerloff (ACKU 995-11),*Chl. macrostellata* Lund (ACKU 980-11), *Chl. pyrenoidosa* Deason et Bold (ACKU 762-06), *Chl. chlorococcoides* Ettl et Schwarz (ACKU 989-11, 990-11), *Chl. actinochloris* Deason et Bold (ACKU 706-06)) (Костиков, Демченко, Новохацкая, 2009) на основе сравнительного анализа с представителями Volvocales из других клад (более 70 видов) нами был выделен комплекс морфологических признаков, отличающих водоросли клады Chloromonadinia от других клад монадных водорослей. Эти признаки наблюдаются преимущественно при выращивании культур на агаризированных питательных средах и связаны, в первую очередь, с морфологией водорослей в неподвижном состоянии. К ним относятся: тип и происхождение колониальной слизи, характер ее коллапса при окраске метиленовым синим; характер окраски этим красителем внутреннего слоя центрального триплета оболочки на апексе клетки; сохранение в неподвижном состоянии папиллы; формирование экстрацеллюларного матрикса за счет внутреннего слоя оболочки; освобождение спор в результате разрыва оболочки спорангия; способность протопласта к псевдотрансверсальному делению; поведение пиреноида (при его наличии) и стигмы на начальных стадиях деления протопласта, и частично – форма клеток и морфология хлоропласта.

Обсуждается степень согласования морфологических признаков с результатами ультратонких исследований и молекулярно-филогенетическими реконструкциями, а также возможность идентификации видов данной клады в неподвижном состоянии на основе морфологических признаков.

Г.М. ПАЛАМАРЬ-МОРДВИНЦЕВА, П.М. ЦАРЕНКО

Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины,
ул. Терещенковская, 2, 01601 Киев, Украина

ОСНОВЫ АЛЬГОФЛОРИСТИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ВОДОЕМОВ УКРАИНЫ (НА ПРИМЕРЕ ДЕСМИДИАЛЬНЫХ И КОККОИДНЫХ ЗЕЛЕНЫХ ВОДОРОСЛЕЙ)

Альгофлористическое районирование относится к одному из важных разделов биогеографии, а именно к флористической географии, основным объектом которой является видовой состав флоры, где все виды, независимо от их обилия и встречаемости, считаются равноценными и отражающими историю ее генезиса. Различие основных сред жизни

позволяет подразделять биогеографию на биогеографию суши, моря и континентальных водоемов (Старобогатов, 1982).

Биогеография континентальных вод является относительно молодой и слабо разработанной областью знаний. Биогеография водорослей, особенно пресноводных, в отличие от биогеографии наземных растений и животных, изучена очень слабо (Паламарь-Мордвинцева, Царенко, 2010). Единственная попытка осуществить деление поверхности земного шара на флористические регионы проведена В. Кригером вначале XX ст. (Krieger, 1932, 1933) по совокупности десмидиальных водорослей. Он разделил поверхность земного шара на 10 альгофлористических областей, выделив в том числе «Умеренную Евразию». Значение, необходимость и теоретические предпосылки альгофлористического районирования территории Украины обсуждены нами ранее (Паламарь-Мордвинцева, Царенко, 1999).

На оригинальном и литературном материале по флорам десмидиальных и коккоидных зеленых водорослей Украины (Паламарь-Мордвинцева, 1982; Царенко, 1996; Tsarenko, 2011) проведен географический анализ указанных водорослей в континентальных водоемах Украины. Территория Украины охватывает бассейны рек Черного, Азовского и Балтийского морей. Главные речные бассейны образуют реки: Днепр, Южный Буг, Днестр, Сиверский Донец, Десна и отчасти Дунай.

Континентальные водоемы Украины сгруппированы нами по речным бассейнам в восемь крупных альгофлористических регионов. Данные о видовом составе каждого из этих регионов обобщены по флоре десмидиальных водорослей континентальных водоемов Украины (Паламарь-Мордвинцева, 2003, 2005), которую в целом представляют около 600 видов (более 1000 внв. таксонов), принадлежащих к 3 семействам и 30 родам. Сравнительный анализ базовых выделов проведен с учетом внутривидовых таксонов, согласно принятой нами морфологической концепции политипического стандарта вида (Паламарь-Мордвинцева, Царенко, 2007). Для анализа флористического сходства/различия избран метод Ф. Престона (Preston, 1962, см. также Старобогатов, 1970).

На основе сравнительного анализа видового состава флор десмидиальных водорослей ряда стран Европы, относящихся к Голарктическому флористическому царству, нами определена Европейская альгофлористическая область, которая подразделена на 3 подобласти: Арктическая, Среднеевропейская и Средиземноморская. Территория Украины относится к двум альгофлористическим подобластям: Среднеевропейской и Средиземноморской и одной Восточно-Европейской провинции.

Значительная неоднородность флоры десмидиальных водорослей континентальных водоемов Украины позволяет выделить здесь восемь крупных альгохорионов разного ранга: пять подпровинций (коэффициент различия по Престону – 0,62–0,88) – Припятско-Деснянское Полесье, Среднеднепровская, Днепровско-Причерноморская, Восточные Карпаты и Горный Крым, которые обьединяют 10 округов (коэффициент различия – 0,48–0,60) – Верхне-Бугский, Волынский, Житомирский, Киевский, Деснянский, Бугско-Днестровский, Днестровско-Днепровский, Левобережно-

Днепровский, Днепровско-Сиверскодонецкий и Причерноморско-Приазовский округ. Более дробное деление территории Украины на альгофлористические районы разрабатывается.

Е.Н. ПАТОВА[1], Д.А. ДАВЫДОВ[2]

[1]Ин-т биологии Коми НЦ УрО РАН,
ул. Коммунистическая, 28, 167928 Сыктывкар, Россия
e-mail: patova@ib.komisc.ru
[2]Полярно-альпийский ботанический сад – ин-т Кольского НЦ РАН
Ботанический сад, 184256 Кировск, Россия
e-mail: d_disa@mail.ru

ЦИАНОПРОКАРИОТЫ И ЭУКАРИОТНЫЕ ВОДОРОСЛИ В НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ПОЛЯРНЫХ ПУСТЫНЬ СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ

Функциональная роль цианопрокариот и эукариотных водорослей в биогеоценозах с экстремальными условиями: полярных, арктических и горных экосистемах, где они являются одними из основных продуцентов органического вещества, особенно велика (Новичкова-Иванова, 1963; Голлербах, Штина, 1976; Metting, 1981; Сдобникова, 1986; Hoffmann, 1989; Broady, 1996; Vincent, 2000). Степень изученности почвенных водорослей полярных пустынь неоднородна и обусловлена труднодоступностью и значительной удаленностью этих районов. Большинство территорий, входящих в зону полярных пустынь, остаются не исследованными в альгологическом отношении до настоящего времени.

Цель работы: проведение анализа видового разнообразия водорослей и цианопрокариот полярных пустынь северного полушария по литературным источникам, а также сборам и определениям авторов. В анализ видового разнообразия включены все типы наземных местообитаний цианопрокариот и водорослей. Список почвенных цианопрокариот и эукариотных водорослей, составленный для восьми районов полярных пустынь, насчитывает 205 видов (211 таксонов рангом ниже рода) из 109 родов, 61 семейства, 6 отделов. По видовому разнообразию лидируют Cyanoprokaryota 98 видов (101 с формами из 43 родов) и Chlorophyta 73 вида (76), на третьем месте Bacillariophyta – 20 видов (21). Основу таксономической структуры флоры почвенных водорослей полярных пустынь формируют семь семейств: Phormidiacae (22 вида и внутривидовых таксона, 10 %), Desmidiaceae (17,8 %), Merismopediaceae (14,6 %), Pseudanabaenaceae (12,5 %), а также Nostocaceae, Chlamydomonadaceae, Synechococcaceae (по 9 видов, составляющих по 4 %). Географический анализ выполнен для 121 таксона сведения, о географической характеристике которых были найдены в литературе (Андреева, 1998; Баринова и др., 2006; Давыдов, 2010). Значительная часть видов (33 %) относится к космополитам, что характерно для большинства альгофлор арктической, субарктической и бореальной зон. Северные черты флоры подчеркивает присутствие арктических, арктомонтанных, арктобореальных

и бореальных видов, вместе они формируют 22 % разнообразия. Экологический анализ показал преобладание эдафофильных видов (63 %), доля гидрофильных (24 %) и амфибиальных видов (5 %) не высока. Наибольшее число видов цианопрокариот и почвенных водорослей, благодаря целенаправленному изучению, выявлено для островов Земля Александры (арх. Земля Франца-Иосифа) – 79 и Большевик (арх. Северная Земля) – 74 вида. Для остальных районов разнообразие варьировало от 8 до 54 видов. Коэффициент флористической общности Серенсена-Чекановского ($К_{сч}$) показал низкое сходство. Наиболее близкими оказались флоры водорослей островов Гукера и Скот-Кельти ($К_{сч}$ = 47 %), относящихся к арх. Земля Франца-Иосифа а также Северного острова Новой Земли и о-ва Визе (32 %). Видов, отмеченных во всех принятых провинциях (Канадской, Баренцевской и Сибирской), нет. Общими для двух провинций являются 35 видов. Среди них в основном широко распространенные водоросли: *Aphanocapsa muscicola* (Menegh.) Wille, *Aphanothece microscopica* Näg., *Calothrix parietina* (Näg.) Thur., *C. elenkinii* Kossinsk., *Dichothrix gipsophila* (Kütz.) Born. et Flah, *Gloeocapsa alpina* (Nägeli) F. Brand, *G. punctata* Nägeli, *Gloeocapsopsis magma* (Bréb.) Komárek et Anagn., *Jaaginema pseudogeminatum* (G. Schmid) Anagn. et Komárek, *Leptolyngbya foveolarum* (Mont. ex Gomont) Anagn. et Komárek, *Microcoleus vaginatus* (Vaucher) Gomont ex Gomont, *Nostoc commune* Vaucher, *N. linckia* (Roth) Bornet, *N. punctiforme* (Kütz.) Har., *Phormidium inundatum* Kütz., *Pseudanabaena frigida* (F.E. Fritsch) Anagn., *Symplocastrum friesii* (Gomont ex Gomont) Kirchner, *Stigonema minutum* (C. Agardh) Hassal ex Bornet et Flahault, *S. ocellatum* (Dillwyn) Thuret, *Tolypothrix tenuis* f. *terrestris* J.B. Petersen, *Klebsormidium flaccidum* (Kütz.) P.C. Silva, Mattox et Blackwell, *Pseudococcomyxa simplex* (Mainx) Fott, *Stichococcus bacillaris* Nägeli, *Geminella terricola* Petersen, *Mayamaea atomus* (Kütz.) Lange-Bert. и *Hantzschia amphioxys* (Ehrenb.) Grunow.

Исследования проведены при частичной поддержке гранта РФФИ 10-04-01446-а.

Е.Н. ПАТОВА, И.В. НОВАКОВСКАЯ, И.Н. СТЕРЛЯГОВА

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,
ул. Коммунистическая, 28, 167982 Сыктывкар, Россия
e-mail: patova@ib.komisc.ru

РАЗНООБРАЗИЕ ВОДОРОСЛЕЙ ВОДНЫХ И НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА (СЕВЕРО-ВОСТОК ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ)

Инвентаризация альгофлоры Приполярного Урала представляет интерес для выявления структуры и разнообразия сообществ водорослей горных экосистем в наземных и водных условиях, а также для оценки биоразнообразия особо охраняемых территорий. Повышенный интерес к исследованиям проявляется в связи с малой изученностью данного региона

в альгологическом отношении. Цель работы – обобщение сведений по видовому разнообразию водорослей наземных и водных экосистем Приполярного Урала.

Исследования проведены с 1995 по 2010 гг. в трех районах Приполярного Урала. Отбор проб проводили общепринятыми методами.

В обследованных водоемах обнаружено 376 видов водорослей с разновидностями и формами, относящихся к 109 родам, 57 семействам, 22 порядкам, 8 отделам. Основную долю списка составили водоросли из отделов Chlorophyta и Cyanoprokaryota. Основу таксономической структуры формируют семейства Desmidiaceae, Nostocaceae, Phormidiacae, Closteriaceae, Pseudanabaenaceae, Merismopediaceae. К ведущим родам относятся *Cosmarium*, *Staurastrum*, *Closterium* и *Phormidium* и другие, которые составляют более половины таксономического разнообразия. Отмечены виды с высокой частотой встречаемости: *Ulothrix zonata* Kütz., *Nostoc caeruleum* Lyngb. ex Born. et Flah., *Chamaesiphon gracilis* Rabenh., *Cosmarium undulatum* Corda. Некоторые из них представлены в доминирующих комплексах обследованных водоемов. Выявлено семь редких видов водорослей-макрофитов: *Nostoc pruniforme* C. Agardh ex Born. et Flah., *Lemanea fluviatilis* C. Agardh, *Audouinella hermannii* (Roth) Duby, *Batrachospermum moniliforme* Roth., *Hydrurus foetidus* Kirhn., *Nitella opaca* (Bruz.) C. Agardh и *Chara vulgaris* L. emend. Wallr., три из которых внесены в Красную книгу Республики Коми.

В почвах горно-тундровых сообществ было выявлено 146 видов водорослей из пяти отделов, 10 классов, 26 порядков, 53 семейств, 71 рода. Большинство выявленных видов относится к отделам Chlorophyta – 60 и Bacillariophyta – 53, а также Cyanoprokaryota – 28, Xanthophyta – 3 и Eustigmatophyta – 2. Ведущими семействами были: Phormidiaceae, Pinnulariaceae, Chlamydomonadaceae, Eunotiaceae, Chlorococcaceae, Fragilariaceae, Myrmeciaceae. Наибольшее число видов выявлено из родов *Leptolyngbya*, *Phormidium*, *Fragilaria*, *Eunotia*, *Pinnularia*, *Chlamydomonas*, *Chlorococcum*, *Scotiellopsis*. В исследованных пробах достаточно часто встречались: *Leptolyngbya foveolarum* (Rabh. ex Gomont) Anagn. et Komárek, *Eustigmatos magnus* (B. Peters.) Hibberd, *Elliptochloris reniformis* (Watanabe) Ettl et Gärtner, *Chlorella vulgaris* Beij. и виды рода *Pseudococcomyxa*. Впервые для России и Арктики отмечены: *Porphyrosiphon lomniczensis* (Kol) Anagn. et Komárek и *Gloeocapsopsis dvorakii* (Novaćek) Komárek et Anagn. Для Европейского Севера найдено семь новых видов: *Dictyococcus varians* Gerneck, *Graesiella vacuolata* (Shihira et Krauss) Kalina et Punč., *Scenedesmus* cf. *abundans* (Kirchner) Chodat, *Scenedesmus* cf. *acutus* Meyen, *Pseudococcomyxa* cf. *pringsheimii* (Jaag) Kostikov et al., *Elliptochloris reniformis, Neocystis broadiensis* Kostikov et al. Выявлено несколько криофильных видов: *Chlamydocapsa lobata* Broady, cf. *Fottea pyrenoidosa* Broady, cf. *Coenochloris signiensis* (Broady) Hindák.

На основе альгоиндикации проведена оценка состояния водных и наземных экосистем исследованных районов Приполярного Урала.

Исследования проведены при поддержке гранта РФФИ 10-04-01446-а и целевой программы поддержки междисциплинарных проектов «Разработка концепции создания Атласа природного наследия Урала» (№ 09-М-45-2002).

Е.Н. ПАТОВА, И.Н. СТЕРЛЯГОВА, М.Д. СИВКОВ

Ин-т биологии Коми НЦ УрО РАН,
ул. Коммунистическая, 28, 167982, Сыктывкар, Россия
e-mail: patova@ib.komisc.ru

РАЗНООБРАЗИЕ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВОДОРОСЛЕЙ ФИТОПЛАНКТОНА ГОРНЫХ ОЗЕР ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА

Водоросли являются важным компонентом водных экосистем и играют значительную роль в продуцировании органического вещества, особенно в экстремальных условиях горных озер. По распределению планктона в толще воды, особенно в северных горных водоемах сведений очень мало. По Уралу имеется несколько работ, где указываются количественные характеристики фитопланктона (Ярушина, 2004; Снитько, 2009). Цель работы – изучение структуры и распределения фитопланктона на разных глубинах в двух разнотипных горных озерах на Приполярном Урале.

Сбор проб фитопланктона проведен в июле–августе 2005, 2009, 2010 гг. с помощью планктонной сети, отобраны количественные пробы с помощью батометра на разных глубинах объемом 1 л, водоросли осаждали на мембранных фильтрах с помощью вакуумного насоса. Подсчет клеток вели в фиксированных пробах в камере Горяева. Пространственное распределение водорослей непосредственно в водоемах определено по содержанию хлорофилла *a* с помощью погружного флюориметра BBE FluoroProbe 2.2 E1.

В обследованных озерах обнаружено 216 видов водорослей – 187 в оз. Большое Балбанты и 64 в оз. Грубепендиты. Из них в планктоне выявлено 74 вида водорослей из отделов Cyanoprokaryota (3), Dynophyta (2), Euglenophyta (2), Chrysophyta (4), Xanthophyta (1), Bacillariophyta (50), Chlorophyta (12).

Количественные показатели развития фитопланктона различаются как по озерам, так и по разным глубинам в одном озере. В поверхностном слое (0–50 см) оз. Грубепендиты общая численность фитопланктона выше по сравнению с придонным слоем. Здесь сообщества фитопланктона формируют диатомеи, цианопрокариоты, зеленые и золотистые водоросли. На 20-ти метровой глубине количество клеток водорослей всех групп снижается, а золотистых растет. Средние значения температуры в момент отбора проб фитопланктона не превышают 10 ^{o}C даже в верхнем слое водной толщи.

Количественные показатели фитопланктона поверхностного слоя оз. Большое Балбанты в 2–3 раза выше таковых оз. Грубепендиты. Сообщества фитопланктона формируют диатомеи, цианопрокариоты, зеленые и золотистые водоросли. Численность водорослей фитопланктона поверхностного слоя возрастает в озере в направлении от истока к устью за счет увеличения доли цианопрокариот и диатомовых водорослей. В толще воды на глубине около 9–10 м наблюдается максимальное развитие водорослей фитопланктона за счет резкого увеличения доли цианопрокариот. На глубине 14 м численность водорослей существенно снижается, соотношение отделов, как и в оз. Грубепендиты, изменяется в сторону золотистых водорослей. На распределение водорослей фитопланктона в водной толще озер может оказывать влияние температурный режим, прозрачность воды и проточность водоемов. Гидрохимические показатели воды в обоих озерах практически не изменялись с глубиной. Результаты прямого подсчета клеток водорослей и данные по содержанию хлорофилла *a*, полученные с помощью флуориметра, показали, что флуориметр выдает пики численности также на глубине около 10–14 м, распределение по таксономическим группам совпадает с данными прямого счета. Численность клеток в исследованных озерах колебалась в пределах от 206,99 до 577,78 тыс. кл./л.

Исследования проведены при поддержке гранта РФФИ 10-04-01446-а и целевой программы поддержки междисциплинарных проектов «Разработка концепции создания Атласа природного наследия Урала» (№ 09-М-45-2002).

Ю.А. ПОДУНАЙ, Н.А. ДАВИДОВИЧ

Карадагский природный заповедник НАН Украины,
ул. Науки, 24, 98188 Курортное, Украина
e-mail: grab-ua@yandex.ru

ТИПЫ ГАМЕТОГЕНЕЗА У *SYNEDRA ULNA* (NITZSCH) EHRENB. (BACILLARIOPHYTA)

Некоторые аспекты полового воспроизведения *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenb., вида широко распространенного в пресноводных водоемах, были описаны еще Гейтлером в 1939 г. (Geitler, 1939). Им изучалась природная популяция *S. ulna*, и был показан только один способ образования гамет. Сексуальность гамет, по мнению Гейтлера, выражалась в наличии или отсутствии движения (движущаяся гамета – мужская, неподвижная – женская). Мы решили подробнее изучить процессы гаметогенеза у данного вида, учитывая неподвижность клеток бесшовных диатомовых и, как следствие, проблему доставки гамет к месту копуляции.

В экспериментах был задействован 21 клон, выделенный из проб, собранных в 2008 и 2009 гг. в Днепре в границах Киева и в нескольких водоемах горной части юго-восточного Крыма. Во многих сочетаниях клонов было замечено межклоновое воспроизведение, восемь клонов проявили способность к внутриклоновому ауксопорообразованию.

Клетки *S. ulna* обычно располагаются перпендикулярно поверхности субстрата, прикрепившись к нему с помощью слизи. Для вида характерны кустиковидные колонии, в которых клетки одним концом прикреплены к общему основанию. На третьи-четвертые сутки после посева в свежую среду в смесях клонов противоположного пола, а также нередко в смесях одного и того же пола, или в отдельных клонах можно обнаружить случаи гаметогенеза. В гаметангиальных клетках как мужского, так и женского клонов образуется по две гаметы. Полностью сформировавшиеся гаметы, независимо от половой принадлежности, имеют сферическую форму. Однако, как нам удалось установить в экспериментах с клоновыми культурами, способы образования гамет в мужских и женских клонах различаются. Деление содержимого мужского гаметангия происходит в трансапикальной плоскости, перегруппировки гамет не наблюдается. Вначале гаметы имеют продолговатую форму и лежат внутри створок родительской клетки, затем они укорачиваются, округляются и, раздвигая створки гаметангия, выходят наружу. В женском гаметангии деление происходит в апикальной плоскости. Женские гаметы в начале своего развития располагаются пристенно. Образование женских гамет может происходить с их обоюдным смещением относительно друг друга. Каждая гамета располагается у своей створки раскрывшегося гаметангия, постепенно округляясь и теряя связь со створкой. Полностью сформированная гамета круглая, не прикрепленная к створке гаметангия. В отличие от мужских, развитие женских гамет менее синхронное, одна гамета проходит весь путь развития, вплоть до полного округления, быстрее другой. Для некоторых гамет, предположительно «мужских», показана возможность движения, обусловленного появлением цитоплазматических выростов. После копуляции гамет формируется шаровидная зигота, которая вскоре начинает удлиняться. На ранних этапах формирующиеся ауксоспоры имеют удлиненную, слегка изогнутую форму. Ауксоспоры могут формироваться как вблизи створок женского гаметангия, так поодаль, тогда связь с каким-либо гаметангием установить невозможно.

Таким образом, нами показано, что деление гамет и, следовательно, гаметангиев/клонов пресноводной диатомовой *Synedra ulna* на «мужские» и «женские» основано не только на подвижности или неподвижности гамет, но и на способе их образования.

А.А. ПОПОВА, В.А. ЛИПАСОВА, О.А. КОКШАРОВА, И.А. ХМЕЛЬ

Ин-т молекулярной генетики РАН,
пл. Академика Курчатова, 2, 123182 Москва, Россия
e-mail: khmel@img.ras.ru

ДЕЙСТВИЕ ЛЕТУЧИХ ВЕЩЕСТВ БАКТЕРИЙ РОДОВ *PSEUDOMONAS* И *SERRATIA* НА ВОДОРОСЛИ И ЦИАНОБАКТЕРИИ

Бактерии способны синтезировать летучие вещества, которые могут подавлять рост других микроорганизмов. Исследования способности бактерий синтезировать летучие вещества активно развиваются, получены данные о природе некоторых летучих веществ бактериального происхождения. Предполагается, что летучие вещества бактерий могут играть существенную роль в их антагонистических отношениях с другими микроорганизмами, занимающими те же экологические ниши. Кроме того, летучие вещества, образуемые бактериями, могут стимулировать рост растений, и продукция этих веществ может быть важной для защиты растений ассоциированными с ними бактериями от фитопатогенных микроорганизмов.

Нами было проведено исследование действия летучих веществ бактерий *Pseudomonas* и *Serratia* на водоросли *Chlorella vulgaris* Beyer. и *Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Bréb., а также на цианобактерии *Synechococcus* sp. и *Anabaena*. Было определено, что летучие вещества бактерий *Pseudomonas* и *Serratia* подавляют рост цианобактерий. *P. chlororaphis, P. fluorescens* сильно ингибируют рост водорослей за счет действия летучих веществ, *S. proteamaculans* и *S. plymuthica* оказывают более слабое действие на рост водорослей. Изучено влияние мутаций в генах, кодирующих ряд бактериальных глобальных регуляторов генной экспрессии, на синтез летучих органических соединений.

Изучение полученных нами мутантов бактерий *Pseudomonas chlororaphis* показало, что в контроле синтеза летучих веществ, подавляющих рост микроорганизмов, не играют существенной роли Quorum Sensing система регуляции (QS), а также продукты генов *rpoS*, *vfr*, *phzA*, *phzB*. Было установлено, что мутантный штамм *S. proteamaculans 94* с инактивированным геном *sprI* (ген синтазы N-ацил-гомосеринлактонов, сигнальных молекул QS) не синтезирует летучих соединений, подавляющих рост цианобактерий. В ходе исследований также было выяснено, что некоторое снижение эффекта летучих веществ наблюдается у мутантов по генам глобальной системы регуляции *gacA/gacS P. chlororaphis* и *grrA/grrS S. plymuthica*.

Для штамма *P. chlororaphis* 449 и ряда штаммов бактерий рода *Serratia* были определены компоненты смеси летучих органических соединений с помощью масс-спектрометрического анализа в совместной работе с сотрудниками Иерусалимского университета (Израиль). В настоящее время в ходе работы анализируется действие индивидуальных летучих соединений на микроорганизмы и водоросли.

В.Ю. ПРОХОЦКАЯ, А.Г. ДМИТРИЕВА

Московский государственный ун-т им. М.В. Ломоносова, биологический ф-т, Ленинские горы, 1, кор. 12, 119992, Москва, Россия
e-mail: plera@mai.ru

КЛЕТОЧНЫЙ ЦИКЛ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ ПРИ ИНТОКСИКАЦИИ

В экотоксикологии для определения биологической опасности веществ используют лабораторные культуры микроводорослей. Реакция этих организмов на токсикант в целом определяется гетерогенностью индивидуальной чувствительности клеток. В ходе клеточного цикла чувствительность клетки к повреждающим агентам меняется, поэтому устойчивость популяции зависит от количества клеток, находящихся на разных фазах клеточного цикла, и продолжительности этих фаз. В связи с этим целью данной работы являлось исследование изменений клеточного цикла пресноводной зеленой микроводоросли *Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Bréb. при интоксикации.

Объектом исследования являлась лабораторная альгологически чистая культура микроводоросли *S. quadricauda* (DMMSU, штамм S-3), выращенная на среде Успенского № 1. В качестве токсикантов использовали стандартный токсикант − бихромат калия и фунгицид – сульфат имазалила 1-[2-(2,4-дихлорфенил)-2(2-пропенилокси)этил]-1Н-имидазол-сульфат в концентрациях 0,001 до 10,0 мг/л. Действие веществ изучали в хронических экспериментах длительностью до 30 суток в трех повторностях для каждой концентрации. Учитывали общее количество клеток водорослей, линейные размеры клеток, процентное соотношение живых и мертвых клеток, а также регистрировали замедленную люминесценцию (ЗЛ) живых клеток как характеристику эффективности их фотосинтеза (ЭФС) и теплоустойчивости тилакоидных мембран. Результаты экспериментов обрабатывали статистически.

Установлено, что в норме культура *S. quadricauda* состоит из двух субпопуляций клеток: «крупных» зрелых в составе преимущественно 2-клеточных ценобиев (средняя ширина 4,5 мкм; ЭФС = 0,80 ± 0,02; теплоустойчивость 47,5 ^{0}C) и «мелких» растущих клеток в составе 4-клеточных ценобиев (средняя ширина 3,0 мкм; ЭФС = 0,86 ± 0,02; теплоустойчивость 49,5 ^{0}C). Исходя из полученных результатов, клеточный цикл *S. quadricauda* можно представить следующим образом: 4-клеточный ценобий с клетками, готовыми к делению (4,5 мкм, фаза G_2 клеточного цикла) распадается на два 2-клеточных ценобия (без изменения числа клеток в культуре); затем каждая материнская клетка в составе 2-клеточного ценобия образует две автоспоры (фаза митоза) и появляется молодой 4-клеточный ценобий, состоящий из «мелких» клеток шириной около 3 мкм, общее число клеток при этом удваивается; «мелкие» молодые клетки увеличиваются в размере и превращаются в «крупные» зрелые клетки шириной около 4,5 мкм, способные к делению (фазы G_1 и S), после чего цикл повторяется.

В присутствии сублетальных концентраций токсикантов (1,0 мг/л и ниже) торможение деления клеток происходит на фазе G_1 клеточного

цикла, что приводит к появлению в культуре гигантских (ширина клетки до 12,0 мкм; ЭФС = 0,72 ± 0,03; теплоустойчивость 50 ^{0}C) одиночных клеток. В присутствии высокотоксичных концентраций (10,0 мг/л и выше) мы регистрировали появление очень мелких клеток (средняя ширина 2,5 мкм; ЭФС = 0,50 ± 0,05; теплоустойчивость 44,5 ^{0}C), что, вероятно, означает инициацию деления незрелых клеток. Массовая гибель «мелких» клеток в этом случае наступает в конце фазы G_1, а «крупных» – в конце фазы G_2 или во время митоза. Отметим, что в присутствии высоких концентраций токсикантов в популяции сохраняются резистентные клетки (3-5 % от исходной численности), обеспечивающие ее восстановление после снятия токсической нагрузки.

Таким образом, наблюдения за размерно-функциональным спектром популяции позволяют установить этап клеточного цикла, на который действует токсикант. Результаты работы могут быть использованы для оценки состояния популяций микроводорослей в условиях токсического воздействия и прогнозирования опасности токсикантов для водных экосистем.

В.Ю. ПРОХОЦКАЯ, В.И. ИПАТОВА

Московский государственный ун-т им. М.В. Ломоносова, биологический ф-т, Ленинские горы, 1, кор. 12, 119992, Москва, Россия
e-mail: plera@mai.ru

ВЛИЯНИЕ НА МИКРОВОДОРОСЛИ ВЕЩЕСТВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ФОТОХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ВОДЫ

Современная система водоочистки включает в себя методы борьбы с цветением водоемов при помощи веществ, подавляющих избыточный рост нежелательной микрофлоры. Целесообразность использования для этих целей фототоксикантов не вызывает сомнения, поскольку скорость осуществляемых ими фотохимических реакций достаточно велика и способна обеспечить быстрое обеззараживание воды. Однако, несмотря на относительно широкое использование этих соединений в практике, исследования этих соединений в аспекте их возможного длительного влияния на водные организмы практически не проводились, а имеющаяся в литературе информация преимущественно посвящена оценке кратковременных воздействий относительно больших концентраций. В связи с этим целью данной работы являлось исследование токсичности веществ-сенсибилизаторов фотодинамической очистки воды профлавина и метиленового синего для пресноводных микроводорослей *Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Bréb. и *Synechocystis* sp. Sauvageau и установление предельно допустимых уровней (ПДК) их содержания в воде.

Объектами исследования являлись лабораторные альгологически чистые культуры зеленой хлорококковой микроводоросли *S. quadricauda* (DMMSU, штамм S-3), выращенной на среде Успенского № 1, и синезеленой хроококковой водоросли *Synechocystis* sp. Sauvageau, (DMMSU, штамм PCC 6803), выращенной на модифицированной среде Кратца-Майерса. В качестве

токсикантов использовали профлавин и метиленовый синий в концентрациях от 0,0001 до 10,0 мг/л. Действие веществ изучали в хронических экспериментах длительностью до 21 суток в трех повторностях для каждой концентрации. Учитывали общее количество клеток водорослей и визуально контролировали состояние культур. Результаты экспериментов обрабатывали статистически. Поскольку для проявления биологического действия фототоксикантов решающее значение имеет освещение как необходимый фактор продукции синглетного кислорода, при проведении экспериментов интенсивность и спектральный состав искусственного освещения были приближены к естественному.

В результате проведенных нами исследований токсичности профлавина и метиленового синего были установлены величины ПДК этих соединений для одноклеточных зеленых водорослей *S. quadricauda* (0,1 мг/л для профлавина и 0,001 мг/л для метиленового синего) и величины ЭК(50) за 96 ч для одноклеточных синезеленых водорослей *Synechocystis sp.* (16,89 мг/л для профлавина и 0,57 мг/л для метиленового синего). В ходе экспериментов мы визуально наблюдали фотохимическую трансформацию фототоксикантов, о чем свидетельствовало обесцвечивание растворов испытуемых веществ. Продукты фотохимического разложения этих веществ, вероятно, обладали иной токсичностью для водорослей, чем исходное вещество. Так, культура водоросли *S. quadricauda* возобновляла свой рост даже в присутствии высокотоксичной концентрации 10,0 мг/л профлавина после разложения этого соединения, хотя в присутствии высокотоксичной концентрации 1,0 мг/л метиленового синего абсолютная численность клеток продолжала снижаться и после обесцвечивания раствора, что, по-видимому, свидетельствует о том, что образовавшиеся продукты разложения фототоксикантов могли быть менее токсичными, чем исходное соединение, в первом случае, но более токсичными – во втором.

Таким образом, метиленовый синий оказался более токсичным для водорослей соединением, чем профлавин. Чувствительность зеленых водорослей к фототоксикантам выше, чем таковая синезеленых водорослей, что необходимо учитывать при регламентировании использования этих веществ в водоемах.

Е.В. ПШЕННИКОВА[1], Л.И. КОПЫРИНА[2]

[1]Северо-Восточный федеральный ун-т,
ул. Белинского, 58, 677000 Якутск, Россия
e-mail: el_viss@mail.ru
[2]Ин-т биологических проблем криолитозоны СО РАН,
пр. Ленина 41, 677890 Якутск, Россия
e-mail: l.i.kopyrina@mail.ru

ВОДОРОСЛИ НЕКОТОРЫХ ВОДОЕМОВ СУБАРКТИЧЕСКОЙ ТУНДРЫ ЯКУТИИ (РОССИЯ)

Озера субарктической тундры Нижнеколымского района в окрестностях пос. Походск ранее исследовались в 1980-е гг. и были

продолжены в 2006–2007 гг. Нами были изучены основные типы озер. Термокарстовые озера имеют небольшие размеры, максимальная глубина до 4 м, максимальный прогрев воды – в августе 16,0 °С, pH – 7,3, CO_2 – 12,9 мг/л, O_2 – 9,65 мгO_2/л. Старичные озера длиной около 600 м, ширина – 150 м, максимальный прогрев воды в июле до 14,0 °С, pH 6,8, содержание CO_2 – 12,8 мг/л, O_2 – 8,94 мгO_2/л. Старично-пойменные озера представляют собой цепочку обособленных озерков по 100–150 м длиной, 4–5 м – шириной, глубиной до 2,5 м, максимальный прогрев воды в июле до 18,4 °С, pH – 7,3, CO_2 – 11,8 мг/л, O_2 – 10,41 мгO_2/л. В озерах окрестностей пос. Походск выявлено 285 таксонов водорослей, относящихся к 7 отделам, 20 порядкам и 90 родам. Наиболее богато в альгологическом отношении оказалось старично-пойменное озеро (152 вида водорослей), в термокарстовом обнаружено – 106 видов, в старично-пойменном – 76 видов водорослей. В термокарствых озерах среднелетняя численность составляла 223,6 тыс. кл./л, при биомассе 0,79 мг/л. Пик численности и биомассы пришелся на август и составил 272,5 тыс. кл./л и 0,93 мг/л соответственно. Основную долю по количественным показателям давали синезеленые, хотя по разнообразию преобладали зеленые водоросли.

Старично-пойменные озера в видовом отношении оказались богаче и были представлены 193 видами и разновидностями водорослей и имели сравнительно высокую численность (1520,6 тыс. кл./л) и биомассу (1,76 мг/л). Пик общей численности и биомассы водорослей отмечен в августе. По видовому разнообразию преобладали зеленые (70 видов) водоросли, но по численности доминировали синезеленые (809,0 тыс. кл./л), основная доля биомассы была за зелеными (0,5 мг/л) водорослями. Среди 97 таксонов зеленых водорослей преобладали роды *Cosmarium* (26 видов), *Staurastrum* (9), *Euratrum* (5), *Closretium, Xanthidium, Teilingia* (по 3 вида). Из 60 видов синезеленых водорослей основной фон составляли *Gloeocapsa* (11 видов), *Anabaena* (10), *Microcystis* (9), *Oscillatoria* (7). Среди диатомовых по количеству видов выделялись *Navicula, Synedra* и *Cymbella* (по 3–4 вида), а из желтозеленых – *Ophiocytium* (9), *Characiopsis* (4), *Tribonema* (3). В отделе золотистых (18 видов) исключением является только род *Dinobryon*, представленный 9 видами и формами. Бедным в видовом отношении оказались отделы динофитовых (*Glenodinium pygmaemum* (Lind.) Schiller) и эвгленовых (*Phacus raciborskii* Dreź.) водорослей, где обнаружено только по одному виду.

Коэффициент общности между термокарствыми, старично-пойменными и старичными озерами довольно низкий – 12,04 %, что свидетельствует о специфичности водорослевого состава каждого водоема. Наблюдались сезонные изменения в альгофлоре этих водоемов. Так, весной, когда озера еще полностью не были очищены ото льда, основу водорослевой растительности составляли золотистые (*Dinobryon bavaricum* Imhof, *D. sociale* Ehrenb.) и диатомовые водоросли. Зеленые (*Scenedesmus bijugatus, Oedogonium nodulosum* Wittr., *Euastrum bidentatum* Nägeli, *Cosmarium minimum* W. et G.S. West, *C. subprotumidum* Nordst.) и синезеленые (*Microcystis firma* (Bréb. et Lenorm.), *Aphanothece clathrata* W. et G.S. West, *Gloeocapsa alpina* Nägeli emend Brand, *Coelosphaerium kuetzingianum* Nägeli, *Anabaena knipowitschii* Ussatsch., *Tolypothrix distorta*

(Fl. Dan Kütz.) появились в озерах в июле и в начале августа. Осенью с понижением температуры воды, как разнообразие, так и численность их снизились. Развитие желтозеленых водорослей (*Ophiocytium capitatum* Wolle, *O. cochleare* A. Braun, *O. parvulum* A. Braun, *O. variabile* Bochlin) было приурочено к июлю. В альгофлоре озер субарктической тундры были обнаружены 16 новых для Якутии видов водорослей: *Oscillatoria janrhiphora* (Fier. Mazz.) Gomont, *Katodinium planum* Fott, *Dendromonas distans* (Pasch.) Hollande, *Pinnularia aestuarii* A. Cleve, *Achnanthes exilis* Kütz., *Eunotia intermedia* (Hust.) Nörpel et Lange-Bert., *Cymbella acuta* A.S., *Amphora commutate* Grunow, *Gomphonema minutum* (C. Agardh) C. Agardh, *Pediastrum braunii* Wartm, *Dictyosphaerium pulchellum* var. *ovatum* Korschikov, *Zygnema vaucherii* C. Agardh, *Staurodesmus extensus* var. *joshua* (Gutw.) Teil., *Staurastrum arachne* Ralds, *St. ophiura* Lund., *St. paradoxum* Meyen, *Euastrum ausatum* Ralfs (Копырина, 2010).

Э.П. РАДИОНОВА

Геологический институт РАН,
Пыжевский пер., 7, 111017 Москва, Россия
e-mail: radionova@ginras.ru

ТАЛАССИОЗИРЫ В ВЕРХНЕСАРМАТСКИХ И МЭОТИЧЕСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ ТАМАНСКОГО ПОЛУОСТРОВА (РОССИЯ)

Thalassiosira – род морских диатомей, известный с начала миоцена. С позднего миоцена представители этого рода доминируют в морских диатомовых ассоциациях по количеству и численности видов. Их массовое появление может служить индикатором морских палеоусловий.

В бассейне Восточного Паратетиса диатомеи рода *Thalassiosira* описаны из мэотических отложениях Причерноморья А.И. Прошкиной – Лавренко (1960) и в дальнейшем изучались И.В. Макаровой и Т.Ф. Козыренко (1960, 1968), а также А.П. Ольштынской (2000). Появление группы *Thalassiosira maeotica*, включающей *Th. maeotica* Proschk.-Lavr., *Th. delicatissima* Proschk.-Lavr., *Th. coronifera* Proschk.-Lavr., *Th. tenera* Proschk.-Lavr., *Th. parva* Proschk.-Lavr. установлено вблизи границы сармата–мэотиса. Они составляли основу морской ассоциации диатомей мэотического бассейна, соленость которого была ниже океанической. Эти виды являются эндемиками Восточного Паратетиса и выше мэотиса не встречаются. Два первые вида выше мэотиса не встречаются. *Th. coronifera*, *Th. tenera* и *Th. parva,* выдерживающие значительное опреснение, произрастают до настоящего времени в планктоне Каспийского, Черного и Азовского морей.

При послойном изучении миоценовых отложений Таманского полуострова в сармате и мэотисе нами установлено несколько уровней,

когда появляются *Thalassiosira*, прежде не отмечавшиеся в этих отложениях и относящиеся к океаническим видам.

В основании позднего сармата обнаружен слой, содержащий несколько океанических видов диатомей, в том числе *Th. burckliana* Schrader, известный из тропических и средних широт океана с интервалом распространения 8,9–7,9 Ma. В составе позднесарматской ассоциации морские диатомеи отсутствуют, но в пограничном интервале сармат–мэотис некоторые морские виды диатомей вновь фиксируются. Среди них вновь появляются океанические виды талассиозира: та же *Th. burckliana*, а также *Th. grunowii* (Akiba et Yanagisawa) и *Th. antiqua* (Grunow) A. Cleve. *Th. excentrica* (Ehrenb.) Cleve, *Th. singularis* Sheshuk. Выше в мэотических отложениях появляется эндемичная группа *Th. maeotica*, а океанические талассиозиры пропадают.

Новый импульс усиления океанического влияния фиксируется в отложениях перехода от нижнего к верхнему мэотису, где вновь единично присутствуют прежние океанические виды *Th. decipiensis* (Grunow) Jorg, *Th. excentrica*, но появляются и новые *Th. aff. miocenica* Burckle, *Th. praeconvexa* Schrader.

На рубеже мэотиса–понта появляется значительная группа открыто морских диатомей, указывающая на морскую инвазию, среди них можно отметить *Azpeitia aff. komurae* и *Coscinodiscus perforatus, Paralia sulcata*, *Rhyzosolenia bezrukovii,* а среди бентоса *Amphytetras antideluvianum, Hyalodiscus* sp., *Psammodiscus nitidus, Cocconeis scutellum, Triceratium* sp. Появление *Th. convexa* var. *aspinosa* Schrader служит дополнительным подтверждением усиления мористости. *Th. convexa* var. *aspinosa* является зональным видом одноименной зоны океанической тропической шкалы (Burckle, 1972), с уровнем первого появления 6,7 млн. л. К этому интервалу приурочен расцвет моновидовых комплексов наннофлоры. В верхах этого интервала, уже в нижнепонтических отложениях, определена *Th. praeoestrupii* (Dumont, Bauldauf, Barron), появление этого вида приурочено к уровню 5,8 млн. л (Boden, 1992).

Рассматривается морфология океанических видов *Thalassiosira*, найденных в Эвксинском бассейне и проводится сравнение с океаническими голотипами.

В.Л. РАЗУМОВСКИЙ

Ин-т водных проблем РАН,
ул. Губкина, 3, 119333 Москва, Россия
e-mail: razum@aqua.laser.ru

АНАЛИЗ ТАКСОНОМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ДИАТОМОВЫХ КОМПЛЕКСОВ В ДВУХ ИСКУСТВЕННЫХ ВОДОЕМАХ ГОРОДА ДУБНА (МОСКОВСКАЯ ОБЛ., РОССИЯ)

Диатомовые водоросли являются неотъемлемой частью и важнейшей составляющей для большинства пресноводных экосистем. Несмотря на

принадлежность к приоритетным биоиндикационным методам, диатомовый анализ обладает значительным неиспользованным информационным резервом. Именно на основе диатомового анализа существует реальная возможность оценить степень общей негативной нагрузки на природные экосистемы. Наглядным примером таких исследований может служить метод графического сопоставления таксономических пропорций в диатомовых комплексах, разработанный Л.В. Разумовским (1998, 2004). В основе метода лежит ранжирование таксономических пропорций.

Для каждого диатомового комплекса, отобранного в конкретном водоеме, определяется относительная численность всех идентифицированных таксонов видового и более низких рангов (форм и вариететов). Таксоны ранжируются по изменению показателя относительной численности в сторону его уменьшения: начиная с самого массового таксона и заканчивая последними, самыми редкими из них. В результате получается график соотношения общего числа таксонов и их относительной численности в сторону убывания последней.

При разработке метода графического сопоставления были исследованы более 90 озер из различных регионов Европейской части России (Разумовский, Моисеенко, 2009). Однако эти исследования проводились на водоемах естественного происхождения. Вопрос о том, насколько данный метод применим к водоемам искусственного происхождения, оставался открытым. Для выяснения этого вопроса выбраны два водоема искусственного происхождения, расположенные в черте г. Дубна (Московская обл.). Еще до проведения исследования было известно, что эти водоемы испытывают различный уровень антропогенной нагрузки. Первый из них: искусственный пруд во дворе Международного университета природы, общества и человека «Дубна», был недавно углублен. Это привело к сероводородному заражению придонных слоев воды и «цветению» пруда. Впоследствии, с целью улучшения качества воды, пруд был обработан сильнодействующими химическими соединениями. Второй искусственный водоем: пруд в Парке семейного отдыха (ПСО), – испытывает заметную рекреационную нагрузку. Вместе с тем, пруд пригоден для купания. Кроме того, он снабжен искусственной системой смены воды и хорошо аэрируется. Для сравнительного анализа с двумя упомянутыми водоемами было выбрано оз. Глубокое (Московская обл., Рузский р-н). Это озеро считается модельным водоемом для данной ландшафтно-климатической области.

Пробы на диатомовый анализ были отобраны в летом 2009 г. из поверхностных осадков стратометром в зонах интегральной седиментации. При анализе таксономической структуры диатомовых комплексов был построен единый ряд трансформации под воздействием комплексной антропогенной нагрузки.

Полученные результаты оказались аналогичными тем, которые были получены ранее, для водоемов естественного происхождения. Это позволяет применять метод графического сопоставления таксономических пропорций для оценки экологической обстановки в городских условиях, используя для этого водоемы искусственного происхождения.

Л.В. РАЗУМОВСКИЙ, В.Л. РАЗУМОВСКИЙ

Ин-т водных проблем РАН,
ул. Губкина, 3, 119333 Москва, Россия
e-mail: razum@aqua.laser.ru

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВЫСОКОГОРНЫХ ОЗЕР ПРИЭЛЬБРУСЬЯ (РОССИЯ) ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ДИАТОМОВОГО АНАЛИЗА

Исследованиями в рамках ряда крупных международных проектов было выяснено, что многие высокогорные озера Европы, несмотря на отдаленность от индустриальных центров, оказались загрязнены тяжелыми металлами и радионуклидами. Это произошло в результате трансграничных переносов воздушных масс из индустриально развитых центров (White, Gubala, 1990; Wathne et al., 1995). Таким образом, было установлено, что донные отложения в горных озерах достоверно отражают и регистрируют процессы загрязнения в верхних слоях атмосферы.

На сегодняшний день, информация о состоянии озерных экосистем Кавказа как индикаторов глобальных изменений климата и окружающей среды крайне ограничена, что явилось основой для подготовки и выполнения данных исследований.

В результате экспедиционных работ (2009-2010 гг.) были изучены современные диатомовые комплексы из 5 высокогорных озер Приэльбрусья (Кабардино-Балкарская республика). Следует отметить, что из-за труднодоступности большинства обследованных озер сведений о систематическом составе диатомовых комплексов, которые в них распространены, не имеется.

В проанализированных диатомовых комплексах было идентифицировано 96 таксонов низшего ранга (видов, вариететов и форм). Для всех исследованных озер были рассчитаны процентные пропорции между основными экологическими группами (бентосом, планктоном и эпифитами). Аналогичные расчеты были проведены по другим классификационным признакам (биогеографической приуроченности, галобности, сапробности и др.).

В работе был применен принципиально новый методологический подход при анализе диатомовых комплексов (Моисеенко, Разумовский, 2009). Это позволило провести унификацию биоиндикационных методик и сформировать списки таксонов-индикаторов по температурной и pH приуроченности.

При анализе таксономической структуры диатомовых комплексов был применен метод графического сопоставления таксономических пропорций (Разумовский 1998, 2004; Разумовский, Моисеенко, 2009). Судя по единому ряду трансформации, который был построен для исследованных озер, они не испытывают выраженной антропогенной нагрузки.

Результаты диатомового анализа были сопоставлены с результатами химического анализа озерных вод и ледников. Наиболее

удовлетворительные результаты были получены при сравнительном анализе рассчитанных значений индекса сапробности (S) и численных значений общей концентрации фосфора (P) и азота (N). Данный результат имеет дополнительное значение, т.к. изменение численных значений фосфора и азота не всегда имеет однонаправленную тенденцию.

Полученная информация будет использована при дальнейших палеоэкологических и палеогеографических исследованиях, запланированных для высокогорных озер этого региона.

Е.В. РАЙДА

Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины,
ул. Терещенковская, 2, 01601 Киев, Украина
e-mail: helen_raida@mail.ru

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОРОСЛЕЙ ВОДОЕМОВ РЕГИОНАЛЬНОГО ЛАНДШАФТНОГО ПАРКА «НИЖНЕ-ВОРСКЛЯНСКИЙ» (ПОЛТАВСКАЯ ОБЛ., УКРАИНА)

Проведены оригинальные исследования разнообразия (2002–2005 гг.) водорослей водоемов регионального ландшафтного парка (РЛП) «Нижневорсклянский». Исследованы разнотипные водоемы: р. Ворскла (устье), отрог Днепродзержинского водохранилища, пойменные водоемы и болота различного генезиса. Отобрано 585 альгологических проб, в том числе 251 – фитопланктона, 215 – перифитона, 119 – микрофитобентоса. Обработка собраного материала проводилась в живом и фиксированом (4 % р-р формальдегида) виде. Использована система высших таксонов, представленая в «Algae of Ukraine...» (2006, 2009).

В результате оригинальных исследований в водоемах РЛП «Нижневорсклянский» выявлено 838 видов водорослей (925 вн. такс.) из 227 родов, 94 семейств, 47 порядков, 18 классов и 9 отделов.

Наибольшим количеством видов представлены отделы Chlorophyta – 256 видов (265 вн. такс.), Bacillariophyta – 188 видов (224 вн. такс.), Euglenophyta – 157 видов (190 вн. такс.) и Cyanoprokaryota – 86 видов (87 вн. такс.), что составляет 83,6 % общего видового разнообразия альгофлоры водоёмов РЛП. Представители отделов Xanthophyta и Chrysophyta вносят меньший вклад в формирование флоры водорослей – 66 видов (68 вн. такс.), 7,5 % и 36 (37), 4,0 % видов соответственно. Остальные три отдела характеризуются меньшим количеством таксонов: Dinophyta – 26 видов (27 вн. такс.) Cryptophyta – 21 вид и Rhodophyta – 2 вида, и охватывают 5,4 % общего числа водорослей РЛП. Новыми для флоры Украины являются 22 вида водорослей, среди них представители Euglenophyta (бесцветная группа) – *Anisonema dexiotaxum* Skuja, *A. dimorphum* Skuja, *Heteronema sacculus* Skuja, *Peranema inflexum* Skuja, *Urceolus macromastix* Skuja, *U. ovatus* Roskin, *Notosolenus canellatus* Skuja, *N. chelonides* Skuja, *N. obliquus* (G.A. Klebs) Skuja, *N. papilio* Skuja, *N. similis*

Skuja, *Petalomonas involuta* Skuja, *P. prototheca* Skuja; Chrysophyta – *Lagynion subglobosum* Starmach, *Bicosoeca depcucquesiana* Bourr., *B. paropsis* Skuja, *B. urceolata* Fott, *Calycomonas van-goori* (M.A. Conrad) Lund., *Chrysosphaera nitellae* (Geitler) Bourr., *Pseudokephyrion taeniatum* Nicholls, *Chrysosphaerella multispina* Bradley и один представитель криптофитовых водорослей – *Cryptomonas anas* Javornicky. Впервые для лесостепной зоны Украины приводится 49 видов (среди них 15 – редкие для Украины и 22 вида – редкие для флоры лесостепной зоны Украины).

В десятку ведущих семейств входят: Euglenaceae, Desmidiaceae, Scenedesmaceae, Bacillariaceae, Oscillatoriaceae, Fragilariaceae, Closteriaceae, Pleurochloradaceae, Peranemataceae, Cryptomonadaceae, что составляет 48,0 % общего видового разнообразия. К ведущим родам относятся: *Trachelomonas* Ehrenb., *Cosmarium* Corda ex Ralfs, *Phacus* Duj., *Euglena* Ehrenb., *Closterium* Nitzsch ex Ralfs, *Nitzschia* Hassall, *Navicula* Bory, *Desmodesmus* (Chodat) An et al., *Oscillatoria* Vaucher, *Lepocinclis* Perty.

Наибольшей частотой встречаемости характеризовались: *Merismopedia tenuissima* Lemmerm., *Microcystis aeruginosa* (Kütz.) Kütz., *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs, *Euglena acus* Ehrenb., *Phacus mirabilis* Pochm., *Chrysococcus biporus* Skuja, *Melosira varians* C. Agardh, *Cyclotella meneghiniana* Kütz., *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenb., *Rhoicosphenia abbreviata* (C. Agardh.) Lange-Bert., *Cocconeis pediculus* Ehrenb., *Navicula gregaria* Donkin, *N. veneta* Kütz., *Pediastrum duplex* Meyen, *Desmodesmus communis* (E. Hegew.) E. Hegew.

Обнаружено неравномерное распределение водорослей по основным типам водоемов: река – 400 видов (434 вн. такс.), отрог Днепродзержинского водохранилища – 493 (548), пойменные водоемы – 554 (613), и болота – 366 видов (404 вн. такс.). Общими видами, представлеными во всех исследуемых водоемах являются 150 видов (164 вн. так.).

А.В. РАЧИНСКАЯ

Украинский научный центр экологии моря,
Французский бул., 89, 65009 Одесса, Украина
e-mail: aleksandra.rachi@mail.ru

БИОИНДИКАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ МИКРОФИТОБЕНТОСА ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ (УКРАИНА)

Летом 2011 г. выполнена биоиндикация качества вод прибрежной зоны северо-западной части Черного моря по показателям видового состава, численности, биомассы и экологическим характеристикам микрофитобентоса. В 1-м рейсе НИС «Экоконтроль» в районах Дунайского взморья и северо-западной части Черного моря на поверхности илистых отложений был обнаружен 51 вид водорослей: диатомовых – 38, синезеленых – 5,

динофитовых – 3, зеленых – 2, криптофитовых – 1 вид. Преобладали диатомеи родов *Navicula* (6 видов) и *Diatoma* (3 вида). Меньше всего видов было в районе взморья дельты Дуная – 9, больше всего – в районе Одесского рейда, на якорной стоянке Одесского порта – 28.

Численность микрофитобентоса формировали синезеленые водоросли. Их численность (17981,13–46338,02 млн кл.м$^{-2}$) и биомасса (75,34–210,85 мг.м$^{-2}$) были минимальными на траверсе Восточного рукава Дуная, максимальными – в районе Одесского рейда. Диатомовые составили 57,97–366,23 млн кл.м$^{-2}$ на траверсе Восточного рукава и возле станции биологической очистки «Южная» г. Одессы. В основном это мелкоклеточные планктонные *Cylindrotheca closterium* (Ehrenb.) Reim. et Lew. и *Pseudonitzschia delicatissima* (A. Cleve) Heid. Биомасса диатомей была 34,90–674,61 мг.м$^{-2}$в районах траверса Восточного рукава и Одесского рейда за счет крупноклеточных планктонных *Coscinodiscus granii* Gough, *C. jonesianus* (Grev.) Ostenf., *Pseudosolenia calcar avis* (Schultze) Sundström. Среди бентосных форм доминировали *Gyrosigma acuminatum* (Kütz.) Rabenh., *Nitzschia sigma* (Kütz.) W. Sm., *Pleurosigma angulatum* (Quek.) W. Sm. var. *angulatum* i *Paralia sulcata* (Ehrenb.) A. Cleve.

Осевшие на дно планктонные водоросли составили 43,1 % обнаруженных видов. Это синезеленые *Microcystis* sp. и диатомовые *P. delicatissima,* виды родов *Coscinodiscus*, *Cyclotella*, *Pseudosolenia*, *Stephanodiscus* и *Thalassiosira*, споры *Chaetoceros curvisetus* A. Cleve. Донных форм было 36,4 % (*Amphora proteus* Greg., *Caloneis westii* (W. Sm.) Hendey, *Diploneis smithii* var. *smithii*, (Bréb.) A. Cleve, виды родов *Gyrosigma*, *Pleurosigma*, *Navicula*).

По отношению к солености воды 32,4 % индикаторных видов – полигалобы. Мезогалобы составили 29,7 %, галофилы и индифференты – соответственно 21,6 % и 16,3 %. Наибольшее количество полигалобов отмечено в районах влияния морских вод (5–6 видов). Мезогалобы преобладали в районе дампинга грунтов. По отношению к pH воды 91 % индикаторных видов – алкалифилы. По географическому распространению обнаруженные водоросли являются мультизональными (56,2 %) и бореальными (43,8 %) видами.

Обнаружено 26 сапробионтных видов. Преобладали β-мезосапробы – около 2/3 от общего количества индикаторных видов (виды родов *Amphora, Diatoma*, *Gyrosigma*), а α-мезосапробы составили примерно 1/3 (*C. granii, Navicula cryptocephala* Kütz., *P. sulcata* i *Tabularia fasciculata* (C. Agardh) Kütz.). Это является показателем умеренного органического загрязнения морской среды. Больше всего сапробионтов было в районах Одесского рейда и дампинга грунтов (14 и 12 видов). Наибольшее количество α-мезосапробов отмечено в районе Одесского рейда, значительное – на траверзе Старостамбульского устья Дуная (в мористой части), на входе в Ильичевский порт, в районе станции биологической очистки «Южная» и на траверзе морского причального комплекса «Южный», т. е. в наиболее антропогенно нагруженных районах.

Таким образом, максимальные систематические, количественные и сапробиологические показатели микрофитобентоса летом 2011 г. отмечены в наиболее антропогенно нагруженном районе Одесского рейда, что свидетельствует о высоких биоиндикационных возможностях данной группы водорослей в районировании северо-западной части Черного моря.

П.А. РЕМИГАЙЛО

Ин-т биологических проблем криолитозоны СО РАН,
пр. Ленина, 41, 677980 Якутск, Россия
e-mail: p.a.remigailo@ibpc.ysn.ru

ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И СТРУКТУРА ФИТОПЛАНКТОНА НИЖНЕЙ ЛЕНЫ (РОССИЯ)

Лена – крупнейшая река Северо-Восточной Сибири, протекающая в области развития ледового комплекса, где формируются своеобразные природные территории, обусловленные резкоконтинентальным климатом и повсеместно развитой многолетней мерзлотой, препятствующей поступлению грунтовых вод. Основное питание Лены составляют талые снеговые и дождевые воды. В соответствии с общим режимом осадков для реки характерны весеннее половодье, несколько высоких паводков летом и низкая осенне-зимняя межень. Весенний ледоход отличается большой стремительностью и часто сопровождается заторами льда. Замерзает река в порядке, обратном вскрытию – от низовий к верховьям.

Река Лена оценивается как одна из самых чистых рек мира, неподверженных антропогенным трансформациям, протекающих по своему естественному руслу. Ниже Якутска река принимает два главных своих притока – Алдан и Вилюй, разветвляется на ряд рукавов и образует мощный водный поток, текущий вниз по Лено-Вилюйской низменности. Ширина русла достигает 10 км, а глубина местами превышает 16–20 м. На отдельных участках разветвления речная система представлена группами островов и долина здесь расширяется до 20–30 км. На участке от о. Жолдонга до начала дельты река протекает в суженной Хараулахскими горами долине. Глубины реки достигают больших значений. При впадении в море Лаптевых Лена делится на ряд многочисленных проток, образуя обширную дельту площадью около 30 тыс. км^2. Водосбор реки Лены характеризуется долгой и холодной зимой и коротким жарким летом. Наивысшие температуры воды в нижнем течении (около 15 °С) наблюдаются в июле. Большая часть территории находится в зоне сибирской тайги, а самая северная область (дельта реки) в зоне тундры. Вдоль течения реки на данном участке местность малонаселенная.

По результатам многолетних наблюдений в фитопланктоне нижней Лены идентифицировано 478 (584 таксона рангом ниже рода, включая номенклатурный тип вида) водорослей. Основу списка фитопланктона реки в период открытой воды составляют представители диатомовых, зеленых и синезеленых. Первые ранговые места занимают семейства

Naviculaceae, Oscillatoriaceae и Fragilariaceae. В целом отмечена концентрация видов в сравнительно небольшом числе родов и семейств. Большинство зарегистрированных видов относится к планктонным, литоральным и бентосным организмам. Структурообразующими по биомассе комплекса фитопланктона являются 19 таксонов из Bacillariophyta, Chlorophyta и Chrysophyta. Индекс разнообразия варьирует в пределах 2,1 (сентярь) – 3,75 (август).

В фитогеографическом отношении основу сообществ на участке низовья Лены составляют космополиты и бореальные виды, с небольшой долей альпийских и арктоальпийских видов. В период межени воды реки характеризуются низкой минерализацией. Руководящие формы фитопланктона представлены индифферентами, олигогалобами и галофобами. На отдельных участках проявляется неоднородность состава альгофлоры, обусловленная особенностями морфометрии и гидрологии реки.

По характеру сезонной динамики, уровню качественного и количественного развития фитопланктона участок Нижней Лены относится к категории северных олиготрофных водоемов.

Ш. РОСТАМА, В.А. МАЛЕЕВ

НИИ биологии Харьковского национального ун-та им. В.Н. Каразина,
пл. Свободы, 4, 61022 Харьков, Украина
e-mail: srostama@yahoo.com

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ $CuSO_4$ НА ДЫХАНИЕ *DUNALIELLA VIRIDIS* TEODOR.

Известно что, при добавлении тяжелых металлов в культуру микроводорослей они могут образовать клеточные агрегаты (Божков и др., 2010). Такое агрегирование клеток может являться следствием молекулярно-генетических перестроек метаболизма в ответ на токсическое действие ионов металлов. Этот эффект может использоваться как показатель при оценке токсического действия неизвестных веществ. В связи с этим, поиск биохимических или физиологических показателей, которые коррелируют с образованием клеточных агрегатов, является перспективным в разработке современных систем биоиндикации. Исходя из этого, в работе определяли влияние различных концентраций ионов меди на агрегатообразование в культуре *Dunaliella viridis* Teodor. и интенсивность дыхания клеток в агрегированном состоянии. Этот подход актуален еще и потому, что он позволяет оценить функциональное состояние клеток микроводорослей в агрегированном состоянии.

Исследовано влияние токсических доз (50–100 мг/л) ионов меди на интенсивность агрегатообразования и дыхания клеток *D. viridis* в агрегатах на 3-и (экспоненциальная фаза роста) и 21-е (выход на стационарную фазу роста) сутки роста культуры. Интенсивность дыхания клеток определяли

по изменению концентрации кислорода в клеточной культуре полярографическим методом.

При добавлении ионов меди в культуру микроводорослей наблюдали линейное увеличение агрегатообразования в зависимости от концентрации меди. Наряду с этим, наблюдали и снижение интенсивности дыхания клеток. Однако между этими показателями не наблюдалось жесткой корреляции. Снижение интенсивности дыхания в культуре зависело от возраста культуры. В большей степени она ингибировалась в 3-х суточной культуре.

Следовательно, в составе агрегатов клетки снижали интенсивность дыхания, что может отражать и снижение их общей метаболической активности. Это зависит как от концентрации ионов меди в среде, так и от исходного функционального состояния культуры (3-х и 21-о суточные культуры). Эти показатели могут быть использованы при биотестировании водных сред.

В.Ф. РУДИК

Ин-т микробиологии и биотехнологии Академии Наук Республики Молдова,
ул. Академическая, 1, 2028 Кишинэу, Молдова
e-mail: acadrudic@yahoo.com

ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФИКОБИОТЕХНОЛОГИИ В РЕСПУБЛИКЕ МОЛДОВА

Фикобиотехнология является важным направлением современной биотехнологии. Объективами фикобиотехнологии является отбор штаммов синезеленых водорослей и микроводорослей биотехнологического значения; оптимизация состава питательных сред и условий культивирования для отобраных штаммов; разработка методов изучения процессов биосинтеза у штаммов синезеленых водорослей и микроводорослей биотехнологического значения; идентификация путей регулирования биосинтетической активности синезеленых водорослей и микроводорослей; разработка технологий получения препаратов на основе биоактивных веществ синезеленых водорослей и микроводорослей.

В Республике Молдова фикобиотехнологические исследования направлены на возможность повышения синтеза биоактивных веществ синезелеными водорослями и микроводорослями. Акцент ставится на использование физиологического потенциала изучаемых микроорганизмов. Полученные результаты позволили выделить критерии отбора штаммов синезеленых водорослей и микроводорослей, что позволило получить 13 новых штаммов. Были установлены факторы, влияющие на продуктивность и ценность конечного продукта, была предложена серия новых способов культивирования и получения биомассы с прогнозируемым биохимическим составом. Была аргументирована перспектива и возможность использования координационных соединений переходных металлов в качестве химических регуляторов синтеза ценных продуктов.

Одно из развивающихся направлений фикобиотехнологии состоит во введении в культуру новых штаммов синезеленых водорослей, важных источников биоактивных веществ – каротиноидов, фикобилипротеинов, насыщенных жирных кислот, полисахаридов, аминокислот, витаминов и др., применяемых в различных областях экономики.

Из многочисленных видов микроводорослей, имеющих важное индустриальное значение стоит отметить *Spirulina platensis* (Gomont) Geitler, *Porphyridium cruentum* (S.F. Gray) Nägeli, *Dunaliella salina* Teodor., *Haematococcus pluvialis* Flotow. Были разработаны препараты на основе биоактивных веществ спирулины, которые применяются в медицине, пчеловодстве, животноводстве и др. отраслях.

И.В. РЫЖИК

Мурманский морской биологический ин-т КНЦ РАН,
ул. Владимирская, 17, 183010 Мурманск, Россия
e-mail: alaria@yandex.ru

СЕЗОННАЯ И СУТОЧНАЯ ДИНАМИКА МЕТАБОЛИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ КЛЕТОК *FUCUS VESICULOSUS* L. БАРЕНЦЕВА МОРЯ (РОССИЯ)

Интенсивность физиологических процессов у живых организмов, являющаяся показателем энергетического обмена или метаболической активности клеток (МАК), всегда представляла большой интерес для исследователей. Для данного показателя характерна не только зависимость от внешних факторов, но и сезонная динамика. Одним из способов определения МАК является тетразолиевый метод, который был нами модифицирован для фукусовых водорослей.

Проведенный в течение года анализ МАК бурой водоросли *Fucus vesiculosus* L. Баренцева моря позволил выявить 4 фазы, связанных с генеральной жизненной функцией растения и различающихся как по интенсивности, так и по суточной динамике:

1. Увеличение МАК с февраля по апрель. В это время наблюдается интенсивный рост и развитие органов размножения. В течение суток наибольшая активность отмечается в ночное время (2 пика).
2. Снижение МАК в июне. Происходит перестройка метаболизма с процессов роста на накопление запасных веществ. В течение суток наибольшая МАК отмечается в ночное время (2 пика).
3. Увеличение МАК в июле. Происходит активизация синтеза запасных веществ. Период характеризуется замедлением ростовых процессов и увеличением содержания сухого вещества. В течение суток наибольшая МАК отмечается в дневные часы (1 пик).
4. Снижение МАК с августа по ноябрь с минимумом в январе. Подготовка к состоянию покоя. Уменьшение активности физиологических процессов с целью сохранения жизнеспособности организма в период

полярной ночи. В течение суток наибольшая МАК отмечается в вечерние и утренние часы (2 пика).

Результаты исследований показали, что метаболическая активность клеток *F. vesiculosus* обусловлена внутренними процессами, направленными на оптимизацию существования организма в определенных условиях среды обитания.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ: грант 10-04-98804-р-север-а.

В.Г. РЯБОГИНА, Н.А. МИЛЬЧАКОВА

Ин-т биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины,
пр. Нахимова, 2, 99011 Севастополь, Украина
e-mail: valryabog@yandex.ru

БАЗА ДАННЫХ ГЕРБАРИЯ МАКРОФИТОВ МИРОВОГО ОКЕАНА ИнБЮМ НАН УКРАИНЫ

Гербарий макрофитов Мирового океана ИнБЮМ НАНУ (SIBS, Index Herbariorum, http://sweetgum.nybg.org/ih/herbarium.php?irn=159000) является крупнейшей в Украине коллекцией, которая насчитывает свыше 29 тыс. единиц хранения 540 видов. Экспонаты Гербария собраны во многих районах Мирового океана (1916 – 2011) в диапазоне глубин от 0,1 до 115 м. Основу Гербария составляют материалы многочисленных береговых и морских экспедиций, осуществленных при участии известных отечественных альгологов Н.В. Морозовой-Водяницкой и А.А. Калугиной-Гутник, а также Г.М. Станиловского, Н.М. Куликовой, Н.А. Мильчаковой и других исследователей.

На основе анализа существующих компьютерных программ и пакетов по оформлению коллекционных фондов разработан и оформлен электронный каталог и компьютерная база данных Гербария (БД, MS Access). Основу БД составляет таблица, содержащая полную информацию с гербарных этикеток образцов макрофитов: род и вид, район, место и дата сбора, глубина, количество единиц хранения для каждого вида, сведения о коллекторе. Программа управления БД реализована в виде многооконного интерфейса, из её главного окна ведется поиск информации по двум направлениям: 1) виды и надвидовые таксоны, 2) районы отбора проб и локальные местообитания. Окно «Виды базы» позволяет вести поиск информации для выбранного вида из основной таблицы, через окно «Выбор района» возможно получение информации о местонахождении и местобитании экспоната как из общей базы данных, так и из шести локальных: БД образцов из районов Тихого, Атлантического, Индийского, Северного Ледовитого, Южного океанов, а также Чёрного моря. Для выбранного района также определяются виды и количество единиц хранения, период сбора, места и глубины сбора, сведения о коллекторах.

Л.И. РЯБУШКО

Ин-т биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины,
пр. Нахимова, 2, 99011 Севастополь, Украина
e-mail: larisa.ryabushko@yandex.ru

МОРСКОЙ МИКРОФИТОБЕНТОС: МЕТОДОЛОГИЯ, МЕТОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Микроводоросли бентоса выполняют важную роль в структуре и функционировании прибрежных морских экосистем. Микрофитобентос представляют собой важный элемент в энергетическом балансе моря, пищевой объект для многих животных пелагиали и бентали, источник органического вещества и формирования кислородного режима водоема. Однако по-прежнему недооценивается важность его экологической роли. Изучение морского микрофитобентоса как направления следует развивать с учетом новых подходов и широты исследований, накопившихся данных, для этого необходимо было должным образом уделить внимание разработке методологии, стратегии, задач и методов исследования (Рябушко, 2009). Суть методологического подхода в изучении микрофитобентоса морей заключается в постановке и решении следующих задач: I. Исследование и обобщение данных таксономической структуры и видового разнообразия донных микроводорослей на шельфе морей: проведение инвентаризации и ревизии таксономического состава микроводорослей бентоса; составление аннотированных списков микрофитобентоса; сравнительный анализ флор микроводорослей из разных морей, их регионов и локальных местообитаний; исследование закономерностей распределения систематического состава микроводорослей в зависимости от сезона года, характера субстрата и факторов среды; обобщение данных по экологии и фитогеографии микроводорослей бентоса. II. Исследование и анализ количественных характеристик микрофитобентоса разных экотопов моря, в т.ч. сезонной динамики видов-доминант, обилия видов, численности и биомассы водорослей в зависимости от типа субстрата и факторов среды их обитания; сравнительный анализ структурных параметров микрофитобентоса по экотопам и районам исследования. Ш. Изучение первичной продукции микрофитобентоса разных экотопов моря. IV. Исследование микрофитобентоса и фитопланктона как единого эколого-флористического комплекса в зоне активного движения водных масс в прибрежье моря. V. Выявление потенциально опасных видов донных микроводорослей для целей биоиндикации качества воды в море.

Основой для получения адекватных результатов при изучении донных микроводорослей является дифференцированный методический подход с учетом разных экотопов их расселения. Для этих целей нами разработан ряд методов качественного и количественного исследования микрофитобентоса. Методы отбора проб различаются между собой в зависимости от особенностей исследуемых типов субстрата: методы сбора и обработки проб эпифитона донной растительности, эпилитона

(поверхность камней и галечника), эпипсаммона (песчаные грунты), эпипелона (илистые фракции), эпизоона (поверхность беспозвоночных и млекопитающих животных) и перифитона (антропогенный субстрат).

За последние годы накопился значительный банк разнообразных данных, который был проанализирован и обобщен (Рябушко, 2009). Проведена инвентаризация и ревизия таксономического состава микрофитобентоса Чёрного и Азовского морей; установлены некоторые общие закономерности и тенденции в формировании видового состава и количественной структуры микрофитобентоса в зависимости от ряда факторов среды: типа субстрата, глубины, температуры воды, освещенности и прозрачности воды, биогенных элементов в морской среде, а также проведены сравнительные экспериментальные исследования микроводорослей перифитона антропогенных субстратов при кратковременных и долговременных сроках экспозиции в море в зависимости от сезона разных лет.

В.И. РЯБУШКО[1], И.Н. ЮРКОВА[2]

[1]Ин-т биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины,
пр. Нахимова, 2, 99011 Севастополь, Украина
e-mail: rabushko2006@yandex.ru
[2]Таврический национальный ун-т им. В.И. Вернадского
пр. Вернадского, 4, 95007 Симферополь, Украина
e-mail: nanosilver@rambler.ru

НОВЫЙ ЛЕКАРСТВЕННЫЙ ПРЕПАРАТ АРГОДЕРМ® НА ОСНОВЕ БИОПОЛИМЕРОВ МОРСКИХ БУРЫХ ВОДОРОСЛЕЙ

Полисахариды бурых морских водорослей, в частности соли альгиновой кислоты, широко используются в медицине. Эти биополимеры применяют в качестве мазей при лечении ожогов, трофических язв, порезов, рассасывающихся повязок, как энтеросорбенты радионуклидов и тяжелых металлов, жирных кислот, холестерина. Альгинаты используют как противовоспалительные, противовирусные, противогрибковые, иммуномодулирующие, противоопухолевые средства. В последние годы начало развиваться направление в получении наночастиц металлов в растворах полимеров и наиболее перспективным в синтезе наночастиц серебра является применение в качестве восстановителей-стабилизаторов полисахаридов морских водорослей, обладающих широким спектром биологической активности. Такой широкий спектр действия полисахаридов бурых морских водорослей определил выбор этих поликарбоновых кислот для разработки способа получения водорастворимой бактерицидной композиции, содержащей наносеребро (Патент Украины № 10539). Основным достоинством разработанного способа является то, что наночастицы имеют достаточно узкий спектр распределения по размерам и агрегативную устойчивость во времени.

Полисахариды бурых морских водорослей синергетически усиливают активность наносеребра, обеспечивая его высокую стабильность, биосовместимость, мембранотропность и пролонгированное действие. Механизм действия наносеребра на микробную клетку состоит в том, что наночастицы и генерируемые ими ионы серебра, сорбируясь на клеточной оболочке и проникая внутрь клетки, ингибируют ферменты дыхательной цепи в микробных клетках, вследствие чего клетка погибает. В сравнении с ионным серебром, структурированное серебро, медленно растворяясь в биологических жидкостях, оказывает пролонгированное действие, не вызывая раздражающего и высушивающего эффекта.

На основе предложенного способа разработан препарат АРГОДЕРМ®, который является мощным антисептиком, эффективным антибактериальным, фунгицидным и ранозаживляющим средством, предназначенным для лечения инфицированных и неинфицированных ран (профилактика инфекционно-воспалительных осложнений), хронических гнойно-воспалительных процессов мягких тканей, ожогов, карбункулов и фурункулов, трофических язв разного генеза, пролежней, кожных заболеваний (дерматитов и дерматомикозов разной этиологии). Представляет собой однородную жидкость коричневого цвета, которая при высыхании создает эластичную водо- и воздухопроницаемую пленку. АРГОДЕРМ® имеет широкий спектр антимикробного действия, обеспечивает асептические условия заживлення раны и ее защиту от внешнего загрязнения, имеет хорошую адгезию к кожным покровам и тканям. Не токсичный, практически не вызывает аллергических реакций. Природный биополимер при этом выполняет функцию неспецифического стимулятора роста грануляций и регенерации эпителия.

Нанокомпозит серебра может широко использоваться в медицине, ветеринарии и парфюмерной промышленности. Разработанный способ получения водорастворимых нанокомпозитов серебра в матрице биологически активных полимеров морского происхождения может быть положен в основу создания новых безопасных и эффективных медицинских и ветеринарных препаратов пролонгированного действия.

С.А. САДОГУРСКАЯ, Т.В. БЕЛИЧ

Никитский ботанический сад - Национальный научный центр НААН Украины,
пгт Никита, 98648 Ялта, Украина
e-mail: sadogurska@yandex.ua

АЛЬГОФЛОРА ПРИБРЕЖНОЙ АКВАТОРИИ У МЫСА ТРОИЦЫ (ЧЁРНОЕ МОРЕ, УКРАИНА)

Важнейшей частью исследований, направленных на выявление биоразнообразия прибрежных территориально-аквальных комплексов Азовского и Чёрного морей является инвентаризация видового состава альгофлоры. В Крыму сформирован перечень территорий, приоритетных

для сохранения биоразнообразия региона и представляющих потенциал для расширения и совершенствования природно-заповедного фонда. Приоритетная территория Форос-Алушта (№ 10) включила большую часть Южного берега Крыма. Мыс Троицы (Св. Троицы) является перспективным для заповедания и одновременно отличается высоким рекреационным потенциалом, так как относительно сохранившийся уникальный природный объект тесно соседствует с памятниками истории и культуры.

Обследование супра- и псевдолиторальных зон в акватории у мыса Троицы проводилось в летний период. Супра- и псевдолиторальная растительность развивается на глыбово-валунном навале у подножия мыса и на кекуре, расположенном на некотором удалении от берега. В супралиторальных сообществах отмечено 20 видов и форм Cyanophyta, которые относятся к 3 классам, 5 порядкам, 10 семействам и 12 родам. Ведущими семействами являются Gloeocapsaceae и Rivulariaceae. Доминирование класса Chroococcophyceae – специфическая черта данного района, отличающая его от других обследованных участков побережья Крымского полуострова. Псевдолиторальные сообщества образуют хорошо выраженную полосу шириной 50 см в пределах колебания уровня воды, с проективным покрытием в летний период до 80 %. Всего в псевдолиторали отмечено 33 вида: 19 видов представители отдела Rhodophyta, Phaeophyta и Chlorophyta включают равное количество видов – по 7. На долю многолетних видов приходится почти 40 %, что для псевдолиторальных сообществ является довольно высоким показателем. Среди сапробиологических группировок по общему количеству видов доминируют олигосапробы 52 %, хотя в сообществе, которое развивается на кекуре, доля олигосапробов ниже, т.к. велико действие орнитогенного фактора, группа мезосапробов составляет 33 %, полисапробов – 15 %.

В акватории зарегистрировано 4 вида, включенные в Красную книгу Украины: *Cladostephus verticillatus* (Lightf.) C. Agardh, *Rhodochorton purpureum* (Lightf.) Rosenv, *Nemalion helminthoides* (Velley) Batters, *Callithamnion granulatum* (Ducluz.) C. Agardh. Определён комплекс раритетных таксонов Cyanophyta: *Calothrix gypsophila* (Kütz.) Thur. emend V.I. Poljansky*, Gloeocapsa punctata* Nägeli ampl. Hollerb., *Nostoc linckia* f. *ellipsosporum* (Desmaz.) Elenkin, *Oscillatoria tenuis* f. *subcrassa* (Conrad) Elenkin, *Plectonema golenkinianum* Gomont, *Plectonema battersii* Gomont, *Rivularia coadunate* (Sommerf.) Foslie.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о созологической ценности обследованной акватории, что определяет необходимость придания территориально-аквального комплексу у мыса Троицы заповедного статуса.

С.Е. САДОГУРСКИЙ

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр,
пгт Никита, 98648 Ялта, Украина
e-mail: ssadogurskij@yandex.ru

РЕЗУЛЬТАТЫ ГИДРОБОТАНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ У БЕРЕГОВ ОСОВИНСКОЙ СТЕПИ (АЗОВСКОЕ МОРЕ, УКРАИНА)

В береговой зоне моря в качестве заповедных объектов и элементов экосетей целесообразно выделять целостные по площади и управлению территориально-аквальные комплексы. Их аквальная часть в ботаническом отношении изучена значительно слабее, чем сухопутная. В полной мере это относится к Осовинской степи, имеющей высокий приоритет для сохранения биоразнообразия Крыма (участок № 21, 12632 га). В прилегающих прибрежных акваториях Азовского моря и Керченского пролива 07–08.2009 г. нами обследованы 11 пунктов. В 6 пунктах, локализованных вдоль мелкобухтовых абразионно-аккумулятивных участков берега, зарегистрирована макроскопическая донная растительность, имеющая поясный характер, и заложены гидроботанические профили: I – вост. часть б. Рифов, II – м. Тархан, III и IV – вост. и зап. части б. Булганак, V – м. Хрони, VI – м. Голубиный. В верхней псевдолиторали (ПСЛ) на стенках волноприбойных ниш, и глыбовом навале развиваются сообщества *Enteromorpha linza* (L.) J. Agardh [= *Ulva linza* L.], в нижней ПСЛ – сообщество *Ceramium elegans* Ducluz. [= *C. diaphanum* var. *elegans* (Roth) Roth]. В наиболее мелководных участках сублиторали (СБЛ) глыбово-валунный навал занимают сообщества *Cladophora sericea* (Huds.) Kütz. и *Chaetomorpha linum* (O. Müll.) Kütz., глубже развиваются сообщества, где в верхнем ярусе доминирует *Cystoseira barbata* (Gooden. et Woodw.) C. Agardh в нижнем – *Ceramium elegans* и представители рода *Polysiphonia* Grev. В вершинах и привершинных участках крупных бухт рыхлые грунты вследствие их высокой подвижности лишены постоянного растительного покрова, но по окраинам их широких устьев под прикрытием мысов и подводных скальных гряд локально на илистом песке регистрируются участки зарослей морских трав *Zostera marina* L. и *Z. noltii* Hornem., нарушающие поясное взаиморасределение фитоценозов.

Биомасса растительности в ПСЛ колеблется в пределах 0,1–0,2 кг.м$^{-2}$, в СБЛ – 0,4–3,5 кг.м$^{-2}$, проявляя тенденцию к увеличению с глубиной. Глубже 2–2,5 м развитие макрофитобентоса лимитируется недостаточной освещенностью из-за низкой прозрачности вод.

В обследованной акватории зарегистрировано 37 видов макрофитов: Magnoliophyta – 2 (5,4 %), Chlorophyta – 18 (48,7 %), Phaeophyta – 4 (10,8 %) и Rhodophyta – 13 (35,1 %). По биомассе преобладают Phaeophyta и Chlorophyta. В ПСЛ пунктов и района в целом по числу видов и по биомассе преобладают коротковегетирующие водоросли, преимущественно относящиеся к мезосапробной и

солоноватоводно-морской группам. В СБЛ в наиболее мелководных участках по числу видов и по биомассе преобладают коротковегетирующие водоросли, относящиеся к солоноватоводно-морской группе. Глубже по числу видов доминируют коротковегетирующие, мезо- и олигосапробные, морские и солоноватоводно-морские макрофиты; по биомассе – многолетние, олигосапробные, морские (реже мезосапробные, солоноватоводно-морские). В сторону пролива доля морской группы несколько возрастает. Для Азовского моря впервые отмечены *Erythrocladia subintegra* Rosenv. [= *Sahlingia subintegra* (Rosenv.) Kornmann] (пп. II и VI) и *Hildenbrandtia prototypus* Nardo [= *H. rubra* (Sommerf.) Menegh.] (пп. III и V). Всё это свидетельствует о дальнейшем продвижении морских макрофитов в предпроливные районы Азовского моря. Отмечены: 1 вид, защищаемый Бернской конвенцией; а также по 5 видов, занесённых в Красную книгу Украины, в Красную книгу Чёрного моря и в Красный список Чёрного моря. Биотопы, формируемые сообществами макрофитов, подлежат сохранению в рамках европейской экологической сети Natura 2000. На Керченском полуострове необходимо организовать национальный природный парк (с перспективой преобразования в трансграничный Керченско-Таманский), включив в его заповедную зону современные объекты ПЗФ и другие созологически ценные участки, в т.ч. в границах Осовинской степи – целостные территориально-аквальные комплексы у м. Тархан и м. Хрони.

О.С. САМЫЛИНА

Ин-т микробиологии им. С.Н. Виноградского РАН,
пр-т 60-летия Октября, 7/2, 117312 Москва, Россия
e-mail: olga.samylina@gmail.com

ФИЛОГЕНИЯ, РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ЭКОФИЗИОЛОГИЯ ОДНОКЛЕТОЧНЫХ ГАЛОФИЛЬНЫХ И НАТРОНОФИЛЬНЫХ ЦИАНОБАКТЕРИЙ *EUHALOTHECE*

На основании филогенетических, морфологических и физиологических признаков ряд одноклеточных галофильных и галотолерантных цианобактерий был выделен в кластер *Halothece* (Garcia-Pichel et al., 1998), который в настоящее время состоит из двух субкластеров (*Halothece* и *Euhalothece*), а также включает вид *Rubidibacter lacunae*, описанный согласно Бактериологическому Коду (Choi et al., 2008). Род *Halothece* с типовым видом *Halothece californica* валидирован в 2008 г. согласно Ботаническому и Бактериологическому Коду (Margheri et al., 2008). Субкластер *Euhalothece* выделен в пределах кластера *Halothece* как группа очень близких штаммов с различиями в нуклеотидных последовательностях генов 16S рРНК не более 5 %. От представителей *Halothece* и *Rubidibacter lacunae* они отличаются по последовательностям генов 16S рРНК на 9–10 %. Название *Euhalothece* до сих пор остаётся

неузаконенным и не включено в список таксонов цианобактерий (http://www.cyanodb.cz/valid_genera). На данный момент известно более 45 клонов и штаммов, попадающих в группу *Euhalothece.* Все они выделены из гиперсолёных водоёмов по всему миру, т.е. являются космополитами в таких условиях.

Все цианобактерии группы *Euhalothece* одноклеточные, но значительно различающиеся по морфологии. По экофизиологии большинство известных штаммов галофилы (умеренные и экстремальные), требующие как минимум 1,5–6 % NaCl и $NaCl_{опт}$ от 6 до 25 %.

Мы изучили в сравнительном аспекте 16S филогению, цитоморфологию, ультраструктуру и экофизиологические особенности двух штаммов одноклеточных цианобактерий, выделенных из содового озера Магади (Кения): Z-M001 и Z-9404. Согласно филогенетическому дереву, основанному на сравнительном анализе последовательностей нуклеотидов генов, кодирующих 16S рРНК, последовательности этих генов, принадлежащие штаммам Z-M001 и Z-9404, формируют единую подгруппу, расположенную в группе *Euhalothece* и проявляют сходство с галофильными штаммами от 94 до 99 %. Штаммы Z-M001 и Z-9404 отличаются от всех описанных штаммов *Euhalothece* по экофизиологическим характеристикам, так как являются галоалкалофилами и натронофилами, т.е. нуждаются в высоких концентрациях $C_{неорг}$ для оптимального роста. Так, штамм Z-M001 не растёт в средах, содержащих менее 200 mM Na_2CO_3. А оптимальными являются среды, содержащие от 800 mM до 2M Na_2CO_3. Штамм Z-9404 менее экстремофильный относительно Z-M001, но и его оптимальный рост происходит в области от 800 mM до 1,2 M Na_2CO_3 и более.

На основании ряда цитоморфологических признаков группа *Euhalothece* sensu Garcia-Pichel et al. разделена на две подгруппы: истинных *Euhalothece* и цитоморфологически близких к роду *Cyanobium* (Cepák a. Komárek, 2010). Для первых характерны большие овальные клетки размером 4–6 мкм, тилакоиды, расположенные во всём объёме клетки и сетчатый нуклеоид. Для второй группы характерны мелкие удлинённые палочковидные клетки размером 2–4 мкм, париетально расположенные тилакоиды и компактный нуклеоид в центральной части клетки. Натронофильные штаммы Z-M001 и Z-9404 по цитоморфологическим признакам ближе ко второй группе штаммов, похожих на представителей рода *Cyanobium.* Но они имеют и некоторые особенности. В частности, для этих штаммов характерен помимо париетально расположенных тилакоидов ещё и дополнительный тяж, идущий через всю клетку.

Таким образом, монофилетический кластер галофильных одноклеточных цианобактерий *Euhalothece* sensu Garcia-Pichel et al. на самом деле оказался разнородным по морфологическим, цитологическим, отчасти экофизиологическим признакам.

Л.М. САФИУЛЛИНА[1], О.Н. БОЛДИНА[2], А.Н. ИВАНОВА[2]

[1]Башкирский государственный педагогический ун-т им. М. Акмуллы,
ул. Октябрьской революции, 3а, 450000 Уфа, Россия
e-mail: saflilya@mail.ru
[2]Ботанический ин-т им. В.Л. Комарова РАН,
ул. проф. Попова, 2, 197376 Санкт-Петербург, Россия
e-mail: olgab1999@mail.ru

УЛЬТРАСТРУКТУРА ВОДОРОСЛЕЙ РОДА *EUSTIGMATOS* HIBBERD (EUSTIGMATOPYTA)

Изучена ультраструктурная организация представителей всех видов рода *Eustigmatos* Hibberd с использованием следующих штаммов: *E. magnus* (J.B. Petersen) Hibberd 1981 (CALU 11, BGPZ (Safiullina et al., 2011)), ACKU 433-06, ACKU 809-08); *E. polyphem* (Pitschmann) Hibberd 1981 (ACKU 700-06); *E. vischeri* Hibberd 1981 (ACKU 701-06) (Костиков и др., 2009). Водоросли фиксировали с применением буфера PIPES по методике, описанной ранее (Сафиуллина и др., 2010).

Для исследованных штаммов эустигматофитов характерны приводимые ниже признаки. Клеточная оболочка вегетативных клеток тонкая и имеет три слоя. Внутренний слой – светлый, по структуре аморфный, тесно прилегает к плазмалемме; средний слой – тонкий, электронноплотный, в виде волнистой ламеллы; наружный слой представлен короткими фибриллами, расположенными перпендикулярно поверхности ламеллы. Хлоропласт окружен двухмембранной оболочкой и каналом шероховатого ЭПР. Он состоит из длинных пачек тилакоидов, собранных в группы по три. В строме хлоропласта содержатся мночисленные рибосомы и пластоглобулы. Штамм *E. vischeri* отличается меньшим количеством пластоглобул. Пиреноид полигональный, выступающий, крупный, плотный, гомогенный, без обкладки и тилакоидов. У *E. polyphem* он более округлый, наполовину погружен в хлоропласт. В цитоплазме клеток всех видов *Eustigmatos* на светооптическом уровне наиболее заметной структурой является конгломерат красных глобул, «reddish globule» (Nemcova et al., 2011). На электронно-микроскопическом уровне хаотично расположенные осмофильные красные глобулы по отдельности не обособленны мембранами и имеют разные размеры. Однако весь конгломерат окружен электронно-плотной мембраной. Ядро обычно периферическое, округлой формы, иногда с выростами, сложное хромоцентрическое. Митохондрии в виде мелких профилей округлой и овальной формы, имеют трубчатые кристы и расположены преимущественно на периферии клетки. Вакуоли округлые со светлым содержимым, иногда с фибриллярными или мембранными включениями, реже – с плотным содержимым. Также встречаются плотные, палочковидные, светлые образования, в виде вытянутых вакуолей, внешне напоминающие крахмальные зерна. В работе (Nemcova et al., 2011) вышеперечисленные образования описываются как хризоламинариновые вакуоли. В отличие от всех изученных нами эустигматофитов штамм BGPZ *E. magnus* характеризуется значительно

большим скоплением этих образований, как в вегетативных клетках, так и в автоспорах.

Таким образом, анализ тонкой структуры клеток видов рода *Eustigmatos* не выявил четких межвидовых и внутривидовых различий, кроме незначительных морфологических отклонений у трех штаммов (ACKU 701-06 *E. vischeri,* ACKU 700-06 *E. polyphem* и BGPZ *E. magnus*).

В связи с тем, что виды рода *Eustigmatos* имеют большое сходство морфологических признаков, а их идентификация невозможна даже с помощью методов электронной микроскопии, считаем приемлемым их объединение в один типовой вид *Eustigmatos magnus*. Анализ рода *Eustigmatos* с помощью молекулярно-биологических методов и изучение зооспорогенеза его представителей могли бы поставить точку в решение этого вопроса.

Работа осуществлена при поддержке гранта РФФИ №11-04-90772 моб_ст.

Л.М. САФИУЛЛИНА[1], Е.Р. КОТЛОВА[2], С.В. СЕНИК[2]

[1]Башкирский государственный педагогический ун-т им. М. Акмуллы,
ул. Октябрьской революции, 3а, 450000 Уфа, Россия
e-mail: saflilya@mail.ru
[2]Учреждение Российской академии наук Ботанический ин-т им. В.Л. Комарова РАН,
ул. проф. Попова, 2, 197376 Санкт-Петербург, Россия

СОСТАВ ЖИРНЫХ КИСЛОТ В МИКРОСКОПИЧЕСКОЙ ПОЧВЕННОЙ ВОДОРОСЛИ *EUSTIGMATOS MAGNUS* (J.B. PETERSEN) HIBBERD (EUSTIGMATOPHYTA)

Изучен состав и соотношение метиловых эфиров жирных кислот (ЖК) в четырех штаммах водоросли *Eustigmatos magnus* (J.B. Petersen) Hibberd 1981 (Eustigmatophyta). Исследовали штаммы: CALU 11 из Петергофской коллекции, Baikal – выделен из почв Республики Бурятии, HA I-3 выделен из почв Гавайских островов (США); PR 1-14 выделен из почв Приморского края.

Липиды экстрагировали с помощью изопропанола и хлороформа по методу B. Nichols (1963) с модификациями. ЖК анализировали в виде их метиловых эфиров, методом капиллярной газо-жидкостной хроматографии на хроматографе Кристалл 5000.1 (Россия) с использованием капиллярной колонки HP-23 (30 м x 0,32 мм x 0,25 мкм) при программировании изменений температуры термостата: 3 мин при 170 °С, затем повышение до 220 °С со скоростью 4 °С/мин. Температура испарителя – 250 °С, детектора – 230 °С. Газ-носитель – азот. ЖК идентифицировали, сравнивая относительное время удерживания полученных пиков со стандартами, а также по масс-спектрам с помощью газо-жидкостного хроматографа Agilent 6850 с масс-спектрометрическим детектором Agilent 7975B (США). Относительное содержание ЖК в пробе (в % от общего количества ЖК)

рассчитывали по площади пиков с помощью программы Хроматек-Аналитик 1. (Россия).

По результатам эксперимента установлено, что штаммы водоросли *Eustigmatos magnus* существенно не отличались по составу входящих в них жирных кислот. Основными жирными кислотами исследуемых образцов являлись пальмитиновая (16:0) и пальмитолеиновая кислоты (16:1). Содержание полиненасыщенных жирных кислот С18 ряда было незначительным, за исключением штамма Baikal, где относительное содержание олеиновой кислоты ($C18:1^{\Delta 9}$) достигало 29,2 %. Высокое содержание эйкозопентаеновой кислоты (20:5) выявлено во всех образцах, за исключением штамма PR 1-14, где она составила 2,9 %. Здесь же, в небольшом количестве (1,7 %) была обнаружена длинноцепочечная кислота 22:0. В своей работе Джон Волкман также описал присутствие этой кислоты в небольшом количестве (< 2 %) у вида *Vischeria punctata* (Eustigmatophyta) (John K. Volkman at all, 1999). Содержание 14:0 и 15:0 кислот было относительно низким и не превышало 3,5 % от суммы. Подобные результаты по составу и соотношению жирных кислот были описаны для пресноводных водорослей *Vischeria punctata*, *Vischeria helvetica* и *Eustigmatos vischeri (Eustigmatophyta)* (John K. Volkman at all, 1999) и морской водоросли *Nannochloropsis* sp. (Eustigmatophyta), которая, кроме того, содержит высокие концентрации ценных жирных кислот, таких как 20:5n-3 (Volkman et al. 1993; Gladu et al. 1995) и широко используется в качестве корма в аквакультурах (Lubzens et al. 1995; Brown et al. 1997).

Таким образом, исследовано распределение жирных кислот в микроскопической почвенной водоросли *Eustigmatos magnus*. По составу и соотношению ЖК исследованные штаммы сходны. При сопоставлении полученных результатов с литературными данными, выявили сравнительное сходство состава и распределения жирных кислот внутри отдела Eustigmatophyta, что характеризует достоверность проведенного исследования. Возможно, в дальнейшем изучение состава и соотношения жирных кислот у микроскопических водорослей позволит использовать данный метод при их идентификации.

Работа осуществлена при поддержке гранта РФФИ №11-04-90772 моб_ст.

Р.Р. САФИУЛЛИНА, И.Е. ДУБОВИК

Башкирский государственный ун-т,
ул. З. Валиди, 32, 450074 Уфа, Россия
e-mail: regina_rinat@mail.ru

ЦИАНОБАКТЕРИАЛЬНО-ВОДОРОСЛЕВЫЕ ЦЕНОЗЫ АГРОЭКОСИСТЕМ В ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ ЗАУРАЛЬЯ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН (РОССИЯ)

Альгофлора Зауралья изучалась нами в условиях резко континентального климата в 2009–2010 гг. в Баймакском административном районе Республики Башкортостан. Материалом для

исследований послужили усредненные почвенные пробы, отобранные по общепринятым альгологическим методам (Голлербах, Штина, 1969; Кузяхметов, Дубовик, 2001) под видами семейств Poaceae (кострец безостый, пырей ползучий, ковыль волосатик, овсяница ложноовечья, яровая пшеница) и Fabaceae (люцерна синегибридная, эспарцет песчаный, донник желтый, нут посевной).

В результате проведенных исследований альгофлоры под разными видами трав выявлено 60 видов и внутривидовых таксонов водорослей. Выявленные водоросли относятся к пяти отделам: Cyanoprokaryota, Bacillariophyta, Xanthophyta, Chlorophyta, Euglenophyta, 6 классам, 11 порядкам, 20 семействам. Изученные агроэкосистемы характеризовались преобладанием представителей отдела Chlorophyta. Таким образом, под видами семейства Fabaceae обнаружено 40 видов и внутривидовых таксонов цианопрокариот и водорослей, обусловленных 5 отделами, 6 классами, 20 семействами и 34 родом. Под представителями семейства Poaceae выявлено 29 видов и внутривидовых таксонов водорослей, входящих в состав 5 отделов, 10 порядков, 13 семейств и 20 родов. Проведенные нами исследования показали, что наибольшее видовое разнообразие характерно для цианобактериально-водорослевых ценозов (ЦВЦ) под представителями семейства Fabaceae в отличие от Poaceae. По-видимому, это связано с наибольшим проективным покрытием представителей злаковых, достигающим до 85–90 %, наличием мощной подстилки, что оказывает угнетающее воздействие на водоросли, которые в большинстве случаев являются R-стратегами, эксплерентами, способными быстро занимать свободные пространства.

В результате анализа экобиоморфологической структуры цианобактериально-водорослевых ценозов выявлено: абсолютное большинство видов относятся к эдафофильным. Основной фон создают представители Ch-, P-, C- и B- формы. Первое место занимают представители Ch- формы (преимущественно виды–убиквисты отдела Chlorophyta*: Bracteacoccus, Chorella, Chlorosarcinopsis, Coccomyxa* и т.д.). В головной части спектра находится также P-форма, она представлена нитевидными цианобактериями, не образующими значительной слизи: *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Leptolyngbya*, *Plectonema*. Большинство их них – типичные ксерофиты, преобладающие в аридных почвах.

Исследования показали, что в экстремальных условиях Зауралья (в почвах с высокой концентрацией солей, недостатком влаги, выраженными эрозионными процессами) под злаковыми и бобовыми растениями обнаружено большое видовое разнообразие цианобактерий и водорослей, что говорит об устойчивости изученной экосистемы, ее буферности.

Т.В. САФРОНОВА, Л.Н. ВОЛОШКО

Ботанический ин-т им. В.Л. Комарова РАН,
ул. проф. Попова, 2, 197376 Санкт-Петербург, Россия
e-mail: Safronova.tania@mail.ru

РАЗНООБРАЗИЕ ХРИЗОФИТОВЫХ (CHRYSOPHYCEAE, SYNUROPHYCEAE) В ВОДОЕМАХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ

Научная проблема, на которую направлены настоящие исследования, состоит в монографическом изучении, в регионально-флористической ревизии и на этой основе в исследовании биологического разнообразия хризофитовых в экосистеме северных широт. При оценке биоразнообразия хризофитовых водоемов Северо-Запада России в 1998–2004 гг. были изучены Ладожское озеро и его притоки, Финский залив Балтийского моря, а также водоемы Карелии, Вологодской, Ярославской и Тверской областей (Волошко, Гаврилова, 2000; Voloshko, Gavrilova, 2000 a, b; 2001 a, b; Волошко и др., 2002; Белякова, Волошко и др., 2006). Кроме того, проведена инвентаризация и ревизия хризофитовых в ряде опубликованных работ. В целом, в этом регионе было установлено 164 вида и внутривидовых таксона из следующих родов: *Mallomonas* (40 видов), *Dinobryon* (25), *Synura* (22), *Paraphysomonas* (18), *Kephyrion* (14), *Spiniferomonas* (10), *Chrysococcus* (7), *Epipyxis* (7), *Pseudokephyrion* (7), *Chrysosphaerella* (5), *Uroglena* (4), *Synuropsis* (2), *Bitrichia* (1), *Hydrurus* (1) и *Uroglenopsis* (1). Основу флоры хризофитовых составили представители 6 родов: *Mallomonas, Dinobryon, Synura, Paraphysomonas, Kephyrion* и *Spiniferomonas*. Среднее число видов в семействе и в роде составило соответственно 23 и 11 видов.

Ладожское озеро. В составе планктона озера были идентифицированы 62 вида и разновидностей из 10 родов – *Mallomonas* (19), *Paraphysomonas* (12), *Synura* (11), *Dinobryon* (6), *Spiniferomonas* (6), *Chrysosphaerella* (3 вида), *Chrysococcus* (2), *Synuropsis* (1), *Uroglena* (1) и *Uroglenopsis* (1). В основном это географически широко распространенные виды и космополиты (23 вида), в меньшей степени с ограниченным распространением (6 видов). В составе флоры озера обнаружены и довольно редкие представители: *Paraphysomonas amphiplana* Wee et Wujek, *P. punctata* Zimmermann, *Spiniferomonas cornutus* Balonov, *Mallomonas eoa* Takahashi in Asmund et Takahashi, *Synura nygaardii* (Petersen et Hansen) Kristiansen и *S. petersenii* f. *kufferathii* Petersen et Hansen. Наибольшее биоразнообразие (30 видов) хризофитовых водорослей в планктоне озера отмечено в довольно холодный август 1998 г., когда температура воды не превышала 13–16 °C. В этих условиях часто встречающимися видами, найденными более чем в 50 % всех исследованных образцов, были *Paraphysomonas gladiata* Preisig et Hibberd, *P. vestita* (Stokes) de Saedeler, *Spiniferomonas bourrellyi* Takahashi, *Mallomonas caudata* Ivanov emend. Krieger, *M. tonsurata* Teiling emend. Krieger, *Synura petersenii* f. *petersenii* (Korschikov) Siver и *S. spinosa* Koschikov. В южной части озера выявлены

высокие концентрации *Paraphysomonas gladiata, P. vestita, Spiniferomonas bilacunosa* Takahashi, *S. bourrellyi, Mallomonas acaroides* Perty emend. Ivanov и *M. tonsurata*. На северо-западе и в южных заливах обильно развивались *Synura petersenii* f. *petersenii* и *M. crassisquama* (Asmund) Fott. На отдельных станциях количество видов хризофитовых в этот период варьировало от 5 до 19. Осенью, при температуре воды 6–9 ºС, биоразнообразие золотистых водорослей и их обилие в планктоне озера было ниже по сравнению с предыдущим периодом.

Притоки Ладожского озера. В 9 притоках северной, восточной и южной частей озера в летнее время были идентифицированы 42 вида золотистых водорослей, в составе которых *Mallomonas* (10), *Dinobryon* (8), *Kephyrion* (5), *Synura* (4), *Paraphysomonas* (3), *Spiniferomonas* (3), *Chrysococcus* (2), *Pseudokephyrion* (2), *Bitrichia* (1), *Chrysosphaerella* (1), *Synuropsis* (1), *Uroglena* (1) и *Uroglenopsis* (1). Обилие хризофитовых водорослей в текучих водах было довольно низким.

В Карелии, Вологодской, Ярославской и Тверской областях* и *Финском заливе Балтийского моря видовой состав хризофитовых менее разнообразен, чем в Ленинградской обл. Спектр ведущих родов в этих трех локальных зонах заметно упрощен. Если в Ленинградской обл. наиболее разнообразно представлены 5 родов: *Mallomonas, Dinobryon*, *Paraphysomonas, Synura* и *Kephyrion*, то в Вологодской обл. и Карелии ведущими были 2–3 рода (*Mallomonas, Dinobryon* и *Synura*). В соленых водах Финского залива (1–2 ‰), помимо представителей родов *Mallomonas* и *Dinobryon*, преобладали галофильные виды *Paraphysomonas*. Коэффициент общности по Соренсену флоры золотистых водорослей пресных водоемов Ленинградской обл., Карелии и Вологодской, Ярославской и Тверской обл. показывает достаточно высокое их сходство (58–69 %). Меньшее сходство флоры хризофитовых отмечено для Финского залива в сравнении с флорой Карелии и Вологодской обл. (30–47 %). Довольно низкое сходство отмечено только между флорами золотистых Карелии и Финского залива (30 %).

А.А. СВИРИД, Т.И. КАРПОВИЧ

УО Белорусский государственный педагогический ун-т имени М. Танка,
ул. Советская, 18, 220050 Минск, Республика Беларусь
e-mail: sviridanna.61@mail.ru

ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРОСЛИ КЛАССА COSCINODISCOPHYCEAE ROUND ET CRAWFORD. В ЛЕТНЕМ ФИТОПЛАНКТОНЕ НЕКОТОРЫХ ВОДОЕМОВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ПРИПЯТСКИЙ» (БЕЛАРУСЬ)

Национальный парк «Припятский» расположен на юге Беларуси в междуречье Припяти, Ствиги и Уборти и объединяет уникальные природные комплексы поймы реки Припять. На его территории имеется более 500

водных объектов: реки, ручьи, мелиоративные каналы, старичные и остаточные озера, родники (Водные ресурсы…, 200). Нами с 2010 г. проводится изучение диатомовых водорослей в рамках работ по инвентаризации альгофлоры заповедной территории. В настоящем сообщении приводятся результаты изучения проб фитопланктона, отобранных в августе 2009 г. из 20 разнотипных водных объектов. Пробы концентрировались осадочным и сетяным способом, фиксировались по Утермелю с последующим добавлением формалина. Техническая обработка проб и приготовление постоянных препаратов проводились по общепринятой методике (Диатомовые…, 1974). Постоянные препараты изучались под световым микроскопом «Аксиоскоп» с иммерсионным объективом апохромат 100 х / 1,25 (окуляр W-PI 10х/23).

Идентифицировано 172 вида и внутривидовых таксона диатомовых водорослей из трех классов: Coscinodiscophyceae, Fragilariophyceae, Bacillariophyceae, что составляет 66 % выявленного богатства фитопланктона (Свирид и др., 2011). Класс Coscinodiscophyceae включает около 8 % от общего числа диатомей. Он представлен 13 видами, которые распределились между тремя порядками и одноименными семействами и пятью родами.

В составе рода *Stephanodiscus* Ehrenb. обнаружено 3 вида, относительная численность которых менее 1 %, за исключением мелкоклеточного вида *Stephanodiscus* sp., достигающего в препаратах сетяного планктона рек Белянка и Ствига 2,4 % от состава створок диатомей. В планктоне р. Уборть обнаружен *Stephanodiscus alpinus* Hustedt, реки Белянка и старицы реки Свиновод – *S. hantzschii* Grunow. Только в последнем из водоемов – *St. neoastraea* Håkansson et Hickel emend. Casper, Scheffler et Augsten.

В составе рода *Cyclotella* (Kütz.) Bréb. заметного удельного обилия в препаратах достигают виды *C. meneghiniana* Kütz. (5,8 % в р. Уборть и около 1 % в реках Белянка, Ствига и старице реки Свиновод) и *C. ocellata* Pant. (около 1 % в рр. Уборть и Снядинка и 3 % – в сетном планктоне сбросного канала осушительной системы). Кроме того, идентифицированы пока только до рода мелкоклеточные представители *Cyclotella* sp. 1 и *Cyclotella* sp. 2, отмеченные в препаратах с относительным обилием менее 1 %.

Одним видом представлены роды *Cyclostephanos* Round и *Melosira* Agardh. В реке Припять, ее старице и сбросном канале обнаружен с обилием около 1 % *Cyclostephanos dubius* (Fricke) Round. Вид *Melosira varians* Agardh достигает удельного обилия около 4 % в планктоне рек Белянка и Ствига и около 1 % – в р. Снядинка и старице р. Припять.

В изучаемый период наибольшего удельного обилия в планктоне достигали виды рода *Aulacoseira* Thwaites. Среди них доминировал вид *Aulacoseira granulata* (Ehrenb.) Simonsen (более 20 % в р. Припять, ее старице и сбросном канале, 2,4 % – в р. Ствига и около 1 % – в реках Уборть и Белянка и старице р. Свиновод. Вид *A. italica* (Ehrenb.) Simonsen является доминантом планктона р. Припять и ее старицы, около 7 % достигает в р. Белянка, 2 % – в реках Снядинка и Уборть и единично – в воде родника из Крушинного канала. В планктоне р. Припять около 2 % составляют створки *A. ambigua* (Grunow) Simonsen.

О.Н. СЕЛИВАНОВА, Г.Г. ЖИГАДЛОВА

Камчатский филиал Тихоокеанского ин-та географии ДВО РАН,
ул. Партизанская 6, 683000 Петропавловск-Камчатский, Россия
e-mail: oselivanova@mail.ru

ЭКОЛОГО-ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ ПО МАТЕРИАЛАМ ЗИМНИХ СБОРОВ МОРСКИХ ВОДОРОСЛЕЙ НА ОСТРОВЕ БЕРИНГА (КОМАНДОРСКИЕ ОСТРОВА, РОССИЯ)

Альгофлористические исследования на Командорских островах имеют уже давнюю историю. К настоящему времени морские водоросли шельфа островов изучены довольно хорошо, имеется значительная литература, включающая и наши публикации по результатам 25-летних исследований на Командорах, в ходе которых было обнаружено около 180 видов водорослей–макрофитов. Но все же многое остается неизученным. Так, в частности, из-за труднодоступности островов и суровых климатических условий, исследований в зимний период там не проводилось со времен работ Е.Ф. Гурьяновой (1935) и Е.А. Кардаковой-Преженцовой (1938). Однако в 2011 г. нам удалось получить интересный альгологический материал из зимних сборов сотрудника Командорского биосферного заповедника Н.Н. Павлова, за что мы выражаем ему глубокую благодарность. Водоросли были собраны в феврале–начале марта 2011 г. на литорали вблизи устья рек, где отсутствовал ледово-снежный покров, и из штормовых выбросов. Эти сборы дают возможность получить новые данные по устойчивости к экстремальным природным факторам и репродуктивной стратегии ряда морских водорослей Командорских островов.

В результате обработки более 100 образцов нами обнаружено 45 видов водорослей–макрофитов (7 Chlorophyta, 13 Ochrophyta, class Phaeophyceae и 25 Rhodophyta). Встреченные зеленые водоросли оказались стерильными, тогда как заметная часть видов бурых и красных водорослей находилась в фертильном состоянии. Образцы *Saccharina bongardiana* (P. et R.) Seliv., Zhigad. et G.I. Hansen со спороносными пятнами на верхних (старых) частях пластин и *Alaria angusta* Kjellm. со зрелыми спорофиллами обнаружены с 10 февраля по 7 марта при поверхностной температуре воды от –0,1 до +1,9 °С; образцы *Fucus evanescens* C. Agardh с концептакулами, несущими оогонии, обнаружены с 10 по 21 февраля при температуре воды от –0,1 до +1,0 °С. Эти данные подтверждают правоту Ю.Е. Петрова (1972) о круглогодичном размножении *S. (= Laminaria) bongardiana*, а также дополняют наши выводы о растянутости фертильного периода у *F. evanescens* из прикамчатской акватории с весны до поздней осени, но зимнего мониторинга нами не проводилось. В отношении фертильных зимних образцов фукуса из командорской популяции пока не ясно, представляют ли они начало нового весеннего сезона размножения или конец осеннего, или процесс размножения перманентен.

Из красных водорослей в репродуктивном состоянии обнаружены образцы следующих видов: *Turnerella mertensiana* (P. et R.) Schmitz (с гонимобластами) при +1,0 °С; *Opuntiella ornata* (P. et R.) A. Zin.(с гонимобластами) при –0,1 °С; *Membranoptera dimorpha* Gardner (с цистокарпами) при +1,9 °С; *Neoptilota asplenioides* (Esper) Kylin (с тетраспорангиями) в интервале от –0,1 до +1,9 °С; *Ptilota filicina* J. Agardh (со сперматангиями) при +1,9 °С; *Phycodrys fimbriata* (Kuntze) Kylin (с тетраспорангиями) при –0,1 °С и с цистокарпами при + 1,9 °С.

Многие из собранных образцов водорослей были покрыты эпифитами. Наблюдался многоуровневый эпифитизм. Чаще всего эпифитами обрастали крупные экземпляры *Agarum (= Thalassiophyllum) clathrus* (Gmel.) Grev. и *Neotilota asplenioides*. На стволике одного из образцов *A. clathrus* обнаружены кораллиновая водоросль *Clathromorphum reclinatum* (Foslie) Adey, водоросли из порядка Ceramiales (*N. asplenioides* и *P. fimbriata*), а на *N. asplenioides*, в свою очередь, поселились *Fimbrifolium spinulosum* (Rupr.) Perest., *Pleurobelpharidella japonica* (Okamura) Wynne и делессериевые водоросли *P. fimbriata, Hymenena ruthenica* (P. et R.) A. Zin., *Tokidadendron bullatum* (Gardner) Wynne и *M. dimorpha*, на которой обнаружен микроэндофит *Colaconema endophyticum* (Batters) Harper et Saunders (с моноспорангиями).

М.С. СЕЛИНА

Ин-т биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН,
ул. Пальчевского, 17, 690059 Владивосток, Россия
e-mail:marsel@imb.dvo.ru

ЭПИФИТНЫЕ ДИНОФИТОВЫЕ ВОДОРОСЛИ НА МАКРОФИТАХ ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО ЯПОНСКОГО МОРЯ (РОССИЯ)

Динофитовые водоросли, или динофлагелляты, обитают в толще воды, в поверхностных осадках, в обрастаниях естественных и искусственных субстратов. В дальневосточных морях России до недавнего времени изучались только динофитовые водоросли планктона. Первые исследования динофлагеллят поверхностных осадков песчаных пляжей Японского моря показали высокое видовое разнообразие этих организмов (более 60 видов), большая часть которых впервые отмечена для морей России (Селина, 2008; Selina, 2009). Данное исследование отражает результаты изучения сезонной динамики (16 видов макрофитов с одной станции; 2008–2011 гг.) и пространственного распределения (15 видов макрофитов с 40 станций) эпифитных динофлагеллят в заливе Петра Великого Японского моря.

Установлено, что динофлагелляты на макрофитах из залива Петра Великого представлены 19 видами из родов *Adenoides*, *Amphidiniopsis*, *Amphidinium*, *Cabra*, *Ostreopsis*, *Prorocentrum, Pseudothecadinium*,

Sinophysis и *Thecadinium*. Впервые для морей России отмечены *Prorocentrum fukuyoi* Myrray et Nagahama, *Cabra matta* Murray et Patterson, *Ostreopsis siamensis* Schmidt, *O. ovata* Fukuyo, для дальневосточных морей – *Amphidinium carterae* Hulburt и для Японского моря – *Pseudothecadinium campbelii* Hoppenrath et Selina. Виды рода *Ostreopsis*, распространение которого до недавнего времени было ограничено тропической и субтропической зоной, впервые отмечены в море с отрицательной зимней температурой. Среди обнаруженных динофлагеллят *O. siamensis*, *O. ovata*, *A. carterae* и *Prorocentrum lima* (Ehrenb.) Dodge известны как потенциально токсичные виды. Число видов динофлагеллят на макрофите–хозяине в течение года варьировало от 1 до 10, а плотность от 50 до 70 000 кл.г$^{-1}$ сухой массы макрофита–хозяина (кл.г$^{-1}$ СВ). Наиболее низкое видовое богатство и плотность были отмечены в зимнее время, самые высокие значения – в августе–сентябре. Максимальная плотность динофлагеллят отмечена в середине сентября и была обусловлена массовым развитием *Ostreopsis* spp. (около 99 % от общей плотности). Осенью заметной плотности достигали также *P. campbelii* и *P. fukuyoi*. Наиболее длительный период (с мая по декабрь) в эпифитоне был отмечен *P. campbelii*. Потенциально токсичный вид *P. lima* встречался с мая по ноябрь при очень низкой плотности.

Анализ многолетней динамики эпифитных динофлагеллят в летне–осенний период показал, что клетки *Ostreopsis* spp. появлялись на макрофитах в середине августа при максимальном прогреве воды. Их численность быстро нарастала до сентября, а затем снижалась к концу октября. В начале ноября при поверхностной температуре воды ниже 10 ^{0}C клетки *Ostreopsis* spp. в эпифитоне не обнаружены. Максимальные значения плотности *Ostreopsis* spp. (334 000 кл.г$^{-1}$ СВ) были зарегистрированы 9 сентября 2010 г. на зеленой водоросли *Bryopsis plumosa*.

Пространственное распределение эпифитных динофлагеллят в заливе Петра Великого было крайне неравномерным. Динофлагелляты отсутствовали в заливах и бухтах, закрытых от волнового воздействия, а у островов с очень активной гидродинамикой их плотность, как правило, была не велика. Наиболее высокие значения плотности динофлагеллят, обусловленные массовым развитием *Ostreopsis* spp., были зарегистрированы в открытых бухтах и у мысов. Максимальные значения (306 159 кл.г$^{-1}$ СВ) были отмечены на красной водоросли *Neordomella larix*. Регулярно отмечающаяся высокая плотность клеток потенциально токсичных видов *Ostreopsis* свидетельствует о необходимости создания мониторинга динофлагеллят в эпифитных сообществах макрофитов из залива Петра Великого Японского моря.

С.Н. СЕМЕНОВА, С.К. КУДЕРСКИЙ

Атлантический научно-исследовательский ин-т рыбного хозяйства и океанографии,
ул. Дм. Донского,5, 236022 Калининград, Россия
e-mail: romsem@rambler.ru

ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ФИТОЦЕНА У СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ АФРИКИ В УСЛОВИЯХ АПВЕЛЛИНГА

Акватория районов Королевства Марокко (КМ) и Исламской Республики Мавритании (ИРМ) у северо-западного побережья Африки, традиционно считается зоной активного рыболовства в Атлантическом океане. Повышенная биологическая продуктивность региона обусловлена обширным подъемом вод под влиянием северо-восточного пассата. Главный объект промысла – европейская сардина. Ведущую роль в ее питании играет фитопланктон. Между тем, пространственно-временная изменчивость фитоцена в условиях разного состояния апвеллинга в переходный сезон от теплого к холодному недостаточно изучена.

Отбор проб фитопланктона проводили 1 л батометром на стандартных горизонтах постоянных полигонов у побережья КМ и ИРМ в октябре–декабре 2003–2010 гг. Всего собрано и обработано 1125 проб с 375 станций.

Исследуемая акватория находилась под преимущественным влиянием Канарского течения. Сенегало-Мавританский термический фронт (СМФ) постепенно смещался с 20°48′ с.ш. в южном направлении за пределы исследуемой области (до 13°48′ с.ш.).

В составе фитопланктона обнаружено 299 видов, разновидностей и форм водорослей из 7 систематических групп. Наиболее разнообразно представлены Dinophyta – 118, на втором месте Bacillariophyta – 99, третьем – Chrysophyta – 54. Остальные группы малочисленны. Максимальным флористическим разнообразием характеризовался район КМ – 251, особенно южный его подрайон – 203, расположенный в зоне смешения вод Канарского течения и северной ветви Межпассатного противотечения. Качественный состав фитопланктона вдоль побережья ИРМ был заметно ниже – 171. Разнообразие флоры повсеместно повышалось от континентального склона к шельфу. Выявлено более 30 потенциально токсичных водорослей, большинство из которых относились к Dinophyta – 15.

Вследствие значительных межгодовых изменений северо-восточного пассата, состояние апвеллинга и, соответственно, фитопланктона, существенно менялось. На шельфе южного подрайона КМ все годы отмечался квазистационарный подъем вод, и авангардное положение по числу видов, количеству клеток и биомассе занимали Bacillariophyta, что характерно для вод богатых биогенными элементами. На остальной акватории КМ в годы активизации апвеллинга в фитопланктоне преобладали Bacillariophyta. Когда подъем вод был в «нисходящей» фазе, и содержание минерального фосфора в воде было невысоким, доминировали Dinophyta. При «затухающем» апвеллинге лидировали Chrysophyta.

На шельфе северного и южного подрайонов ИРМ подъем вод был постоянным. При повышенных концентрациях минерального фосфора в воде среди планктонных водорослей преобладали Bacillariophyta. В фитопланктоне континентального склона северного и южного подрайонов ИРМ под влиянием значительной межгодовой изменчивости состояния подъема вод от «свежего» до «затухающего» наблюдалась смена видового состава, соотношения систематических и размерных групп по численности и биомассе. «Свежий» и «развивающийся» апвеллинг способствовал существенному повышению уровня развития фитопланктона и увеличению полей его высокой концентрации. Подъем вод в «нисходящей», особенно «затухающей» фазе, приводил к ослаблению степени развития планктонных водорослей и сокращению площадей их интенсивной вегетации.

Выявлены три устойчивые зоны наиболее активного развития фитопланктона: на шельфе южного подрайона КМ, на шельфе северного и южного подрайонов ИРМ. Трофический статус продуктивных зон в среднем оценен на уровне мезо-евтрофного разряда мезотрофного класса (Оксиюк и др., 1994).

Ю.Л. СЛАСТИНА

Учреждение Российской академии наук Ин-т водных проблем Севера КарНЦ,
пр. А. Невского, 50, 185030 Петрозаводск, Россия
e-mail: jls@inbox.ru

ДИНАМИКА ВИДОВОГО СОСТАВА И ПРОДУКЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ФИТОПЛАНКТОНА ВЫГОЗЕРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (РЕСПУБЛИКА КАРЕЛИЯ, РОССИЯ)

Выгозерское водохранилище (63°37' СШ, 34°42' ВД), начало заполнятся в 1933 г. и в настоящее время имеет площадь 1250 км^2. Фитопланктон водохранилища изучается сотрудниками Института водных проблем Севера в рамках программы мониторинга водных объектов Республики Карелия в связи с воздействием сточных вод Сегежского целлюлозно-бумажного комбината с 1969 г.

Отбор и обработка проб фитопланктона осуществлялись в 2007–2010 гг. с использованием общепринятых в гидробиологической практике методов. Содержание пигментов определяли стандартным спектрофотометрическим методом. Для корректного анализа данных по хлорофиллу разных лет проведено экспериментальное сравнение методов концентрирования водорослей и хранения материала, получен поправочный коэффициент 2,1 ± 0,1. Для сравнительного анализа использованы архивные данные за 1969– 2006 гг.

Исследования 2007–2010 гг. позволили значительно расширить список водорослей фитопланктона – со 160 (Вислянская, 1978) до 264 видов. Определенные в фитопланктоне водоросли принадлежат к 8 отделам (Чекрыжева, 2009). Основу списка (> 90 %) составляют диатомовые, зеленые, золотистые и синезеленые водоросли. Однако

процентное соотношение видов основных отделов изменилось с 41:30:9:13 в период 1969–1973 гг. до 45:32:10:4 в настоящее время за счет уменьшения видового богатства синезеленых водорослей в 3 раза.

По сравнению с исследованиями первого этапа в фитопланктоне увеличилось разнообразие видов–космополитов (с 59 до 64 %), уменьшилось количество индифферентных по отношению к солености и активной реакции среды видов за счет увеличения доли галофобов и алкалифилов (с 11 до 20 % и с 16 до 23 % соответственно).

На фоне доминирования по численности и биомассе диатомовых водорослей (*Aulacoseira islandica* (O. Müll.) Sim., *Asterionella formosa* Hass., *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kütz. *T. flocculosa* (Roth) Kütz.) возрос вклад зеленых (*Monoraphidium contortum* (Thur.) Komárk.-Legn.) и синезеленых (*Oscillatoria tenuis* C. Agardh ex Gom). Так, в 1969–1973 гг. диатомовые достигали 90 % и по численности, и по биомассе. Значения численности и биомассы в этот период были небольшими, 0,4 г/м^3, 200 тыс. кл/л (Вислянская, 1978). В настоящее время биомасса и численность летнего фитопланктона возросли в среднем до 0,8 г/м^3 и 450 тыс. кл/л. Одновременно практически по всему водоему более чем в два раза, до 3 мг/м^3, увеличилась концентрация хлорофилла *a* .

Летом 1971, 1972 гг. относительное содержание хлорофилла *a* в сырой биомассе фитопланктона изменялось от 0,04 до 0,25 %. В настоящее время оно возросло и составляет 0,35 % в среднем по водоему. Повышение концентрации хлорофилла *a* в планктоне в сравнении с началом 70-х гг. может быть следствием изменений в структуре альгоценозов. Увеличение содержания хлорофилла в биомассе фитопланктона в южной части водохранилища произошло одновременно с уменьшением доли диатомовых в доминирующем комплексе. В то же время в биоценозах северного района водохранилища значительно возросла и достигла 30 % от суммарной численности фитопланктона численность синезеленых и хлорококковых водорослей (Современное состояние…, 2011).

Минимальное содержание хлорофилла *a* в биомассе отмечалось на станциях с доминированием диатомовых, а максимальное – при увеличении обилия синезеленых.

А.А. СНИГИРЕВА

Одесский национальный уни-т им. И. И. Мечникова, Гидробиологическая станция, Шампанский пер., 2, 65026 Одесса, Украина
e-mail: nastasiya_mail@mail.ru

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ МИКРОФЛОРЫ ПЕСЧАНЫХ КОС СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ (УКРАИНА)

Общая площадь песчаных кос и островов в Украине составляет около 200 тыс. га (Дубина и др., 2006). Уникальность фитосистем кос обуславливается особенным сочетанием экологических факторов, которые

наблюдаются в контактных зонах. Эти природные комплексы являются резерватами биологического разнообразия, и их исследование представляет определенный интерес.

До сих пор при изучении флоры песчаных кос и пересыпей основное внимание уделялось высшим цветковым растениям. Сведения о микрофлоре этого местообитания немногочисленны. В работе Н.Е. Гуслякова, О.А. Ковтуна (2000) приводятся данные о структуре сообщества мезофитопсаммона на Тендровской косе. Авторы сообщают о микроводорослях, обитающих в песке в зоне заплеска и выше, и впервые предлагают рассматривать их в качестве отдельного сообщества.

Целью нашей работы было изучить диатомовые водоросли мезофитопсаммона Будакской и Кинбурнской песчаных кос. Исследования проводили в разные сезоны 2005–2011 гг. Пробы псаммона собирали трубкой на расстоянии 0, 3 и 5 м от уреза воды. Микроводоросли изучали в поверхностном 2-см слое песка. Пробы отфильтровывали от песка и ила. Дальнейшую обработку проводили согласно общепринятой методике.

Проведенные исследования подтверждают наличие обильно цветущих песков в районе Кинбурнской и Будакской кос. Микроводоросли, массово развивающиеся на поверхности и в толще песка (до 2 см), окрашивают его в зеленый или бурый цвет. Влажность и цвет песка варьируют в зависимости от удаления от уреза воды. В зоне заплеска (гидропсаммоне) песок, как правило, бесцветный с низкой численностью микроводорослей, что обуславливается волновым воздействием. Для этой зоны характерны бентосные, в меньшей степени планктонные виды, занесенные с волнами – например, *Halamphora coffeaeformis* (Agardh) Levkov, *Attheya decora* T. West, *Navicula cancellata* Donkin, *Planotidium delicatulum* (Kutz.) Round et Bukht., найденные на Кинбурнской косе, *Nitzschia microcephala* Grunow – на Будакской косе.

На расстоянии 2–3 м выше уреза воды (гигропсаммон) песок слегка увлажнен, имеет зеленоватую или коричневую окраску. Здесь массово развивались *Navicula salinarum* Grunow, *N. pontica (*Mer.) Witkowski, Kulikovskiy, Nevrova et Lange-Bert. comb. & stat. nov. (Будакская коса), *Opephora marina* (Gregory) Petit*, Navicula cancellata* (Кинбурнская коса). В эупсаммоне (сухой песок на поверхности, но увлажненный на глубине 0,5–2,0 см в толще песка с зеленоватой, желто-коричневой окраской) на расстоянии 5 м и более, сообщество фитопсаммона формировалось представителями родов *Rhopalodia*, *Cymbella*, *Surirella*, *Amphora*.

Численность микроводорослей псаммона зависит от ряда факторов – степени влажности песка, волнового воздействия, гранулометрического состава песка, температуры и др., и по предварительным данным изменяется в пределах 12–400 тыс. кл.см$^{-2}$.

Таким образом, микрофлора песчаных кос северо-западной части Черного моря характеризуется богатым видовым составом диатомовых водорослей, составляющих самостоятельную экологическую группировку.

Л.В. СНИТЬКО, В.П. СНИТЬКО

Природоохранное научно-исследовательское учреждение Российской Академии наук «Ильменский государственный заповедник им. В.И. Ленина УрО РАН», Ильменский заповедник, 456317 Миасс, Россия
e-mail: snitko@ilmeny.ac.ru

К РАЗРАБОТКЕ АЛЬГОСОЗОЛОГИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ НА ЮЖНОМ УРАЛЕ (РОССИЯ)

Современные альгосозологические исследования предполагают объективные подходы к оценке угрозы исчезновения видов водорослей и разработке природоохранного статуса, используя многие критерии: флористические, фитогеографические, эволюционно-генетические, экологические, научно-исследовательские, экономические и другие.

При включении видов водорослей в Красные книги разного уровня превалирует точка зрения о целесообразности ограничиться включением многоклеточных форм, в первую очередь макроводорослей (Комулайнен, 2009). Индивидуальная охрана микроскопических водорослей признана малоэффективной (Водоросли, 1989). Принято, что основанием для внесения в природоохранные списки не может быть факт присутствия вида в Красных книгах других регионов. Основанием для занесения видов водорослей в Красную книгу любого региона, как и для высших растений, должно служить наличие сведений «об изменении их численности, ареала и условий существования, которые бы подтверждали необходимость применения срочных мер для охраны» (Червона книга Українськоі РСР, 1980, с. 7). В связи с этим, общими являются замечания о недостаточной обоснованности внесения видов в региональные Красные книги из-за слабой исследованности видового состава водорослевых сообществ, недостатка фактических данных по воздействию неблагоприятных условий на них, отсутствия исследованности связей между численностью популяций водорослей с устойчивостью сообществ.

Разработка вопросов охраны разнообразия как высших сосудистых растений, так и водорослей привела к выработке точки зрения, что наиболее эффективным способом охраны генофонда является выделение особо охраняемых природных территорий (ООПТ) разного ранга. Несомненно, создание заповедных объектов будет содействовать охране видов водорослей в их местообитаниях. Дополнительно рекомендуется выделять в пределах охраняемых территорий «альгорезерваты» (Сытник и др., 1987) – участки, где могут быть обильно представлены редкие и исчезающие виды водорослей, подлежащие охране.

Однако, в наших исследованиях часто возникала обратная проблема – законодательным обоснованием для выделения охраняемых территорий (водных ООПТ) служит наличие на территории видов с уже имеющимся природоохранным статусом – видов Красной книги.

Нашей региональной спецификой (Южный Урал) является наличие огромного количества малых разнотипных озер (около 40 тысяч) расположенных в верховьях трех крупнейших речных бассейнов – Волго-

Камского, Обского и бассейна р. Урал. Именно морфометрическое, гидрологическое и гидрохимическое разнообразие истоков рек формирует разнообразие альгофлоры обширных территорий и, следовательно, территория подлежит выявлению участков, богатых раритетными видами водорослей и пригодных для организации «альгорезерватов» и водных ООПТ. Спецификой территории исследований является также высокий уровень промышленного загрязнения, что обостряет проблему.

Наш опыт ведения региональной Красной книги в 2006–2011 гг. (Снитько и др., 2009) во взаимодействии с законодательной и исполнительной государственной властью позволил выработать точку зрения на некоторые созологические аспекты, в том числе и альго-созологические. На данном этапе мы придерживаемся идеи создания Красных списков водорослей (Sieminska, 2006) или Кадастров редких видов, содержащих сведения, которые обычно включают в описания видов, заносимых в Красные книги, и позволяющих систематизировать разрозненные данные о редких и исчезающих видах.

Н.Е. СПИРКИНА

Московский государственный ун-т им. М.В. Ломоносова,
Ленинские горы, 1, кор. 2, 119234, Москва, Россия
e-mail: natus25@list.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ХЛОРОКОККОВОЙ МИКРОВОДОРОСЛИ *MONORAPHIDIUM ARCUATUM* (KORSCHIKOV) HINDÁK В БИОТЕСТИРОВАНИИ

Хлорококковые водоросли широко используются в мировой практике биотестирования. Благодаря быстроте деления, на них можно проследить действие того или иного токсиканта в ряду поколений и выявить отдаленные последствия интоксикации. Несмотря на то, что методики определения токсичности различных веществ природных и сточных вод для микроводорослей стандартизированы, существуют большие межвидовые различия в чувствительности по отношению к одному и тому же веществу. Отсюда возникает необходимость постоянного поиска чувствительных видов для оценки токсичности веществ с целью наиболее точного определения степени воздействия токсикантов на окружающую среду. Кроме того, методики периодически пересматриваются, обновляются и дополняются включением новых видов.

В связи с этим нами была введена в культуру одноклеточная микроводоросль *Monoraphidium arcuatum* (Korschikov) Hindák и проведена серия экспериментов по выявлению ее чувствительности к бихромату калия. Культуру *M. arcuatum* выращивали на среде Успенского № 1 с соблюдением стандартных условий культивирования (освещение лампами дневного света 12:12 ч, температура 21 ± 2 ºС, периодическое перемешивание). Бихромат калия был выбран как эталон сравнения,

используемый в водной токсикологии. Его влияние в диапазоне 10, 1 и 0,1 мг/л оценивали по изменению численности в контрольной культуре и в присутствии токсиканта. Токсичность бихромата калия характеризовали показателем ЭК50 за 96 ч. Испытания проводили по стандартной методике биотестирования, описанной в руководствах (Методические указания…, 1998; Методическое руководство…РД 118-02-90, 1991) в трех повторностях.

Согласно «Методическим указаниям…» (ВНИРО, 1998) для *Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Bréb. бихромат калия в диапазоне концентраций от 0,9 до 2,5 мг/л должен вызывать достоверное 50-% снижение численности клеток водорослей за 96 ч. В результате проведенных нами исследований величина ЭК50 за 96 ч для *M. arcuatum*, определенная расчетным способом, составила 1,17 мг/л бихромата калия. Так, чувствительность используемой нами культуры *M. arcuatum* находится в пределах 0,9–2,5 мг/л, что соответствует рекомендованным значениям. Это дает основания полагать, что данная культура в дальнейшем может быть использована для биотестирования. Однако полученные нами ранее данные по коллоидному серебру (Спиркина и др., 2011) выявили менее выраженный токсический эффект данного вещества на *M. arcuatum* по сравнению с *Sc. quadricauda.* Поэтому для рекомендации *M. arcuatum* к использованию в качестве нового тест-объекта необходимо проведение дополнительных исследований по выявлению токсического эффекта веществ, характеризующихся разными механизмами действия.

Е.В. СТАНИСЛАВСКАЯ

Учреждение Российской академии наук Ин-т озероведения РАН,
ул. Севастьянова 9, 196105 Санкт-Петербург, Россия

ВОДОРОСЛИ ПЕРИФИТОНА РАЗНОТИПНЫХ ОЗЕР

В июле 2009–2010 гг. исследовались водоросли перифитона 10 разнотипных озер Карельского перешейка. Изучались обрастания различных фитоценозов высшей водной растительности: воздушно-водных, с плавающими листьями и погруженных растений, произрастающих на различных типах грунта (песчаные, илистые, сильно заиленные). Основной целью работы было выявить различия в структуре и составе доминирующих комплексов водорослей перифитона в различных литоральных биотопах в разнотипных озерах. Исследованные озера располагались в центральной части Карельского перешейка, различались по морфометрии, гидрологии, трофическому статусу. Все озера относились к гидрокарбонатному классу, группе кальция. Цветность воды изменялась от 8° Pt/Co до 50° в мезотрофных озерах до 460° в гумифицированных; pH воды изменялся от 6,5 до 9,3 в группе озер мезотрофного и высокоэвтрофного типа, в гумифицированных озерах от 5,0 до 5,42. Уровень содержания Робщ. в исследуемых озерах был наименьшим в

мезотрофных озерах и изменялся 0,026–0,036 мг Р $л^{-1}$. В высокоэвтрофных озерах он доходил до 0,140 мг $Рл^{-1}$ (Афанасьева, Трифонова, 2011).

Всего в составе перифитона исследованных озер было выявлено 250 таксонов водорослей, принадлежащих к 6 отделам: Bacillariophyta – 100 таксонов, Chlorophyta –90 , Cyanophyta – 50, Xanthophyta – 4, Euglenophyta – 4, Chrysophyta –2. Водоросли других отделов в составе перифитона практически не встречались. Наиболее низкое видовое разнообразие перифитона отмечалось в гумифицированных озерах, в мезотрофных и эвтрофных озерах оно было заметно выше. Структура перифитона на всех типах растительности в различных биотопах была достаточна разнообразна. В слабомезотрофных озерах Светлом, Мичуринском, Жемчужина на песчаных грунтах на всех типах растительности преобладали зеленые и синезеленые водоросли из родов *Oedogonium, Bulbochaete, Hapalosiphon, Rivularia.* В этих же озерах на илистых грунтах большее развитие имели диатомовые водоросли из родов *Eunotia, Epihemia,Tabellaria, Rhopalodia*. В ряде других мезотрофных озер (оз. Борисовское, оз. Правдинское) структуру перифитона на всех видах растительности на заиленных грунтах также определяли диатомовые водоросли из родов *Epihemia, Eunotia,Tabellaria*. В эвтрофных озерах Б. Морозовском и Журавлевском во всех фитоценозах на илистых грунтах преобладали зеленые и диатомовые водоросли из родов *Oedogonium, Epithemia, Cymbella, Gomphonema, Tabellaria*. В высокоэвтрофном оз. Вишневском на песчаных и илистых грунтах на всех типах растительности преобладали диатомовые, синезеленые и в меньшей степени зеленые водоросли из родов *Cymbella*, *Aulacosira, Fragilaria, Aphanizomenon, Oscillatoria, Chroococcus*. В высокоэвтрофном оз. Волочаевском структуру перифитона на сильно заиленных грунтах определяли диатомовые, зеленые и синезеленые водоросли из родов *Tabellaria, Aulacosira, Eunotia, Oedogonium*, *Spirogyra, Oscillatoria, Plectonema*, встречались также эвгленовые и желтозеленые водоросли. В гумифицированном оз. М. Луговом на заиленных грунтах на воздушно-водной растительности и с плавающими листьями преобладали диатомовые и зеленые водоросли из родов *Tabellaria, Stigeoclonium, Microspora*, а на погруженной – только зеленые водоросли из родов *Oedogonium, Spirogyra*. В другом темноводном оз. Медведевском на воздушно-водной растительности и с плавающими листьями развивались преимущественно зеленые из родов *Klebsormidium, Micrasterias, Euastrum*, а на погруженной – диатомовые из рода *Eunotia*.

Таким образом, для большинства озер состав и структура перифитонных сообществ на различных типах растительности в сходных биотопах в целом совпадала. Однако в некоторых слабомезотрофных и гумифицированных озерах структура перифитона на разных типах растительности различалась.

Н.А. СТАРЦЕВА, А.Г. ОХАПКИН, А.А. РЯБОВА

Нижегородский государственный ун-т им. Н.И. Лобачевского,
пр. Гагарина, 23, 603950 Нижний Новгород, Россия
e-mail: startseva@bio.unn.ru

ФЛОРИСТИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФИТОПЛАНКТОНА НЕКОТОРЫХ МАЛЫХ РЕК г. НИЖНЕГО НОВГОРОДА (РОССИЯ)

Изучение фитопланктона водоёмов и водотоков урбанизированных территорий представляет большой теоретический и практический интерес с точки зрения исследования закономерностей формирования и поддержания видового разнообразия планктонных альгоценозов в условиях повышенной антропогенной нагрузки. Территория крупного промышленного центра, такого как г. Нижний Новгород, насчитывает множество водных объектов, по гидрофизическим и гидрологическим характеристикам относимым к категории малых и очень малых. В частности, в речную систему нагорной части города, расположенной в пределах волжско-окского междуречья, входят рр. Старка, Кова и Рахма. Гидрофизический и гидрологический режимы природной речной сети нагорной части города подверглись влиянию урбанизации: склоны речных долин, изрезанные оврагами и балками, частично выровнены, многие овраги засыпаны и превращены в сады и огороды, дворы и улицы заасфальтированы, русла ручьёв и рек частично заключены в трубы и подземные коллекторы, по берегам стихийно возникли свалки бытового и строительного мусора.

Видовой состав водорослей этих рек по данным 2004–2006 гг. исследований достаточно разнообразен. Сводный список водорослей насчитывает 353 видовых и внутривидовых таксона из 8 отделов, 10 классов, 22 порядков, 49 семейств и 121 рода. 10 представителей были определены только до рода. Наибольшим видовым богатством отличается фитопланктон р. Рахмы (296 таксонов рангом ниже рода), второе место по числу видов занимает р. Старка (105), 3-е – р. Кова (93). В таксономическом плане в сводном списке преобладают представители зелёных (137 видов, разновидностей и форм), диатомовых (92), эвгленовых (43) и синезелёных водорослей (34), что характерно для водоёмов и водотоков Европейской территории России. Остальные отделы представлены намного беднее.

В эколого-географическом плане состав водорослей данных водотоков образован в основном космополитными планктонными и литоральными видами, обитающими в пресных, нейтрально-слабощелочных водах. Более половины видов фитопланктона (53,6 %) в сводном списке являются показателями той или иной степени органического загрязнения воды: большая их часть – это виды, являющиеся обитателями водоёмов со средней степенью органического загрязнения (β-мезосаробы – 158 видов, 48 % от числа видов–индикаторов).

Средние за вегетационный сезон 2004 г. показатели численности и биомассы водорослей в исследованных водотоках (Старка – 3,98 млн кл./л и 1,43 г/м^3, Кова – 11,16 млн кл./л и 2,58 г/м^3, Рахма – 1,37 млн кл./л и 1,22 г/м^3 соответственно) характеризовали их как слабопродуктивные мезотрофные водоёмы. Однако в среднем и нижнем течении рек биомасса фитопланктона в отдельные сроки наблюдений могла достигать значений, свойственных эвтрофным водоёмам, а степень «цветения» воды характеризовалась как «средняя». Как правило, минимальные значения численности и биомассы фитопланктона, отмечались в летний сезон, в период низкого уровня воды. Максимальные биомассы фитопланктона в исследованных водотоках регистрировались весной или осенью и были обусловлены вегетацией крупноклеточных представителей пеннатных (рр. Кова и Рахма) и центрических (р. Старка) диатомовых водорослей (*Stephanodiscus hantzschii* Grunow, *Synedra ulna* (Nitzsch.) Ehrenb., *Cymatopleura solea* (Bréb.) W. Sm., *Caloneis amphisbaena* (Bory) A. Cleve, виды родов *Pinnularia*, *Nitzschia* и *Navicula,*), попадающих в толщу воды из донных группировок в период повышенной гидродинамики водных масс. В целом по альгологическим показателям исследованные водотоки являлись мезотрофными водоёмами средней степени загрязнения с III классом качества воды, а их экологическое состояние оценивалось как «относительно удовлетворительное».

Работа частично поддержана грантом РФФИ (проект № 12-04-00878).

А.С. СТЕНИНА

Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук,
ул. Коммунистическая, 28, 167982 Сыктывкар, Россия
e-mail: stenina@ib.komisc.ru

ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРОСЛИ КАК ИНДИКАТОРЫ ГРАНИЦЫ ПРИБРЕЖНОГО ЭКОТОНА (БАССЕЙН р. ВАНГЫР, ПРИПОЛЯРНЫЙ УРАЛ, РОССИЯ)

Экотонные сообщества – одни из наименее изученных в отношении состава водорослей и структуры их комплексов, особенно в северных и горных районах. Сведения об альгофлоре прибрежных экотонов на европейском Северо-Востоке и входящих в них участков почвенного покрова единичны (Стенина и др., 2001). Диатомовые водоросли как важные компоненты таких сообществ характеризуются высокой информативностью об особенностях условий среды и влияния на нее дополнительных факторов. Исследованы диатомовые комплексы в пробах почвы из мохово-разнотравного сообщества на участке экотона у склона березово-елового леса в 21 м от безымянного озера. Оно располагается в бассейне р. Вангыр на западном склоне Приполярного Урала и входит в состав национального парка «Югыд Ва». Определение диатомовых

водорослей проведено в постоянных препаратах после горячей обработки натуральных почвенных проб и прокаливания с перекисью водорода стекол обрастания из накопительных культур. Всего в почве выявлено 58 видов с внутривидовыми таксонами из 33 родов и 18 семейств по системе F. Round с соавторами (Round et al., 1990). Наиболее разнообразно сем. Eunotiaceae (11 таксонов рангом ниже рода). В этом отчетливо проявляется влияние смежного заболоченного участка экотона в морошково-сфагновом ернике. Большинство представителей семейства ацидофилы с единичным обилием; лишь *Eunotia microcephala* Krasske встречается нередко. Сем. Fragilariaceae стоит почти наравне с предыдущим (10 таксонов), из числа его представителей в массе развивается *Staurosira venter* (Ehrenb.) Kobayasi и нередка *Staurosirella pinnata* (Ehrenb.) Williams et Round. В семействе Pinnulariaceae (6 таксонов) наиболее значимый вид – *Pinnularia brauniana* (Grunow) Studnicka. Среди сопутствующих с оценкой обилия 3 балла *P. biceps* Gregory, *P. interruptiformis* Krammer, *P. nodosa* (Ehrenb.) W. Smith и *P. subcapitata* Gregory. Виды Cymbellaceae, Gomphonemataceae, Bacillariaceae (по 4 таксона) и остальных семейств единичны по обилию. Лишь в сем. Naviculaceae массовым видом является *Chamaepinnularia soehrensis* (Krasske) Lange-Bert. et Krammer, и нередко встречается *Eolimna minima* (Grunow) Lange-Bert. Неравномерное развитие видов отражается в показателях структурного разнообразия: индексах Симпсона – 3,08, Бергера-Паркера – 2,47, Шелдона – 1,82, Пиелоу – 0,68, Шеннона – 0,60, эквитабильности – 0,55.

Среди видов, по которым можно определить границы экотона, истинно планктонные диатомеи *Aulacoseira subarctica* (O. Müll.) Haworth, *Ulnaria danica* (Kütz.) Compère et Bukht., бентосно-планктонные *A. distans* (Ehrenb.) Simonsen, *Nitzschia acicularis* (Kütz.) W. Smith, эпифитно-планктонный вид *Tabellaria flocculosa* (Roth) Kütz. Обнаруживаются здесь и типичные эпифиты: *Cocconeis placentula* Ehrenb., *Cymbopleura neoheteropleura* Krammer, *C. naviculiformis* (Auerswald) Krammer, *Epithemia turgida* var. *westermannii* (Ehrenb.) Grunow и другие, что свидетельствует о влиянии озера на этот участок экотона. В почве присутствуют также реофилы *Hannaea arcus* (Ehrenb.) Patrick, *Diatoma mesodon* (Ehrenb.) Kütz., *Didymosphenia geminata* (Lyngbye) M. Schmidt, *Meridion circulare* (Greville) Agardh, *Reimeria sinuata* (Greggory) Kociolek et Stoermer. Этому способствует связь озера с р. Вангыр. Участие *Chamaepinnularia soehrensis* в доминирующем комплексе отражает сходство этого участка экотона с почвами горно-тундровых ландшафтов других районов Приполярного Урала (Шабалина, 2011).

Работа выполнена при поддержке проекта «Биологическое разнообразие наземных и водных экосистем Приполярного Урала: механизмы формирования, современное состояние, прогноз естественной и антропогенной динамики». Проект № 09-П-4-1032.

С.С. СТЕПАНОВ, Е.К. ЗОЛОТАРЕВА

Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины,
ул. Терещенковская, 2, 01001 Киев, Украина

ВЛИЯНИЕ МЕТАНОЛА НА ОБМЕН СВОБОДНЫХ АМИНОКИСЛОТ И ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ *CHLAMYDOMONAS REINHARDTII* P.A. DANG.

Низкие концентрации метанола (0,2–0,5 объемных процента) могут стимулировать продуктивность одноклеточных зеленых водорослей. Предполагается, что стимулирующий эффект метанола обусловлен улучшением функционального состояния фотосинтетического аппарата, уменьшением размера светособирательного комплекса второй фотосистемы и уменьшением тепловой диссипации поглощаемой энергии квантов света. Такие изменения фотосинтетического аппарата могут быть опосредованы повышением концентрации CO_2 внутри клетки в результате окисления метанола. В наших опытах с одноклеточной зеленой микроводорослю *Chlamydomonas reinhardtii* P.A. Dang. добавление метанола в среду культивирования стимулировало незначительно скорость транспорта электронов в фотосистеме II и фотосинтетическое поглощение CO_2. Хотя прирост концентрации клеток увеличивался в два раза на вторые сутки после добавления метанола, в дальнейшем скорость деления клеток снижалась и соответствовала скорости деления в контроле. Очевидно, что стимулирующее влияние метанола на *Ch. reinhardtii* не опосредовано возрастанием концентрации CO_2 или повышением эффективности фотосинтетического преобразования энергии.

Перед окислением до CO_2 из метанола образуется формальдегид и формиат, а также происходит восстановление НАД$^+$. Было показано, что углерод формальдегида и формиат включается в состав нуклеотидов, белков и углеродов в ходе реакций C_1 метаболизма и фотодыхания. Также метаболизм метанола влияет на восстановительный потенциал клетки в результате восстановления НАД$^+$ до НАДН+Н$^+$. Поэтому нашим заданием было определить влияние метанола на количественный состав свободных аминокислот и восстановительный потенциал клеток *Ch. reinhardtii.*

Количественный анализ свободных аминокислот проводили методом колоночно-жидкостной ионообменной хроматографии. Аминокислоты экстрагировали смесью метанол:хлороформ:вода (10:3:1). Содержание свободных аминокислот определяли после 5 часов инкубации с метанолом и в контроле без метанола. Восстановительный потенциал (ВП) определяли как сумму НАДН+Н$^+$ и НАДФН+Н$^+$ в живых клетках *Ch. reinhardtii in vivo*. Определение осуществляли на флюориметре XE-PAM (Walz, Германия). Регистрировали изменения ВП в результате добавления метанола.

При добавлении метанола на 32,6 % увеличивалась концентрация свободных аминокислот в пересчете на клетку, а также изменялось соотношение аминокислот: существенно возрастало содержание глютаминовой кислоты, глютамина и аланина, снижалось содержание

метионина, цистина и гистидина по сравнению с контролем. Добавление метанола в культуру микроводорослей *in vivo* приводит к повышению их ВП и влияет на обмен аминокислот.

В.А. СТЕПАНОВА[1], А.А. УЛАНОВА[1,2]

[1]Санкт-Петербургский государственный ун-т,
Университетская наб., 7/9, 199034 Санкт-Петербург, Россия
e-mail: iasonmink@mail.ru
[2]Ун-т Уппсалы,
Виллаваген, 16, 7523 Уппсала, Швеция

СОХРАНИ ТИПОВОЙ МАТЕРИАЛ! ПРОБЛЕМЫ РЕВИЗИИ РОДА *LICMOPHORA* C. AGARDH

Первоописания таксонов представляет собой основу для всех дальнейших рассуждений. Грамотный, оформленный в соответствии с правилами, советами и рекомендациями международного кодекса ботанической номенклатуры подробный диагноз, с обязательным сопровождением рисунками и/или фотографиями – необходимые составляющие первого авторского упоминания, позволяющие впоследствии удобно использовать материал. Так же обеспечение современников и будущих поколений типовым материалом – залог, как минимум, доброй памяти.

Выполняя таксономическую ревизию диатомового рода *Licmophora* C. Agardh, мы столкнулись с вполне конкретной проблемой. Род *Licmophora* описан в 1827 г. шведским ученым Карлом Адольфом Агардом на основе вида *Licmophora argenescens*. На сегодняшний день известно 44 вида рода *Licmophora*, из которых семь видов описаны Константином Сергеевичем Мережковским (по данным http://www.algaebase.org).

«К.С. Мережковский – крупный биолог конца XIX – начала XX века…» (Золотоносов, 2003). Русский ученый много путешествовал и интересовался различными аспектами жизни, в широком понимании этого слова. Был человеком думающим и активно размышляющим. Во время работы на Белом море его заинтересовали диатомовые водоросли и в 1878, 1880 гг. К.С. Мережковский публикует свои первые работы по диатомовым. А в 1902 г. появляются описания новых видов рода *Licmophora.* В этой работе К.С. Мережковский приводит диагнозы для порядка двадцати новых видов и сопровождает их оригинальными рисунками, но эти описания сейчас недостаточно информативны.

За последние десятилетия техническое сопровождение науки поднялось на новый уровень, и сейчас мы можем видеть все больше деталей строения, познавать биохимию, физиологию и жизнь организмов в целом. Сто лет назад ни один ученый, в частности К.С. Мережковский, не могли видеть того, что нам доступно сегодня. В результате чего описания, оставленные нам в наследство, не совсем верны сегодня и требуют более точных дополнений. И это, конечно, не проблема, если в доступе имеется

типовой материал, о сохранности которого исследователь позаботился и позволил ему дожить до наших дней.

Проблема таксономической ревизии рода *Licmophora* заключается в том, что большинство видов, описанные К.С. Мережковским, встречаются редко. В некоторых случаях трудно сказать, что мы столкнулись именно с этим видом, а не с другим, т.к. описания видов не совсем точны. А обращение к типовому материалу не представляется возможным, ввиду его отсутствия, к сожалению. В результате чего, нам хотелось бы поднять вопрос: что можно сделать в таком случае? И можно ли признать виды без типового материала, и ни разу не встретившиеся с момента их описания, невалидными?

Наверняка, с таким вопросом столкнулись не только мы, работая с родом *Licmophora.* Потому, считаем вопрос актуальным и хотели бы прийти к какому-либо разрешению данной ситуации.

Д.Н. СУДНИЦЫНА

Псковское отделение ФГБНУ «Государственный научно-исследовательский ин-т озерного и речного рыбного хозяйства»,
ул. Горького, 13, 180007 Псков, Россия
e-mail: marleon.psk@gmail.com

АЛЬГОФЛОРА ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ (РОССИЯ)

Из многочисленных озёр (около 4000) и малых рек (более 300) Псковской области в гидробиологическом отношении изучены не более одной трети. После тщательной инвентаризации имеющихся систематических списков в составе альгофлоры исследованных водоёмов выявлено 1295 таксонов рангом ниже рода, относящихся к 10 отделам.

Основу флоры водорослей составляют 3 отдела: Bacillariophyta – 492, Chlorophyta – 403 и Cyanoprokaryota – 204 таксона рангом ниже рода. В сумме они составляют 78,2 % порядков, 80,8 % семейств и 85 % родов.

Наиболее крупными по числу таксонов рангом ниже рода являются следующие семейства: Naviculaceae, Desmidiaceae, Fragilariaceae, Euglenaceae, Scenedesmaceae и др. Вместе эти семейства объединяют более половины видового состава водорослей области (52,5 %). По мнению А.И. Толмачева (1974), доля ведущих семейств, составляющих флору высших растений, обычно колеблется в пределах 50–60 %.

Анализ родового спектра альгофлоры показывает, что наиболее богатыми по числу таксонов являются следующие роды: *Navicula*, *Cymbella*, *Anabaena*, *Cosmarium*, *Closterium* и др. Вместе они составляют 26,9 % от общего числа водорослей. Общий родовой коэффициент для альгофлоры Псковской области составляет 4,6, что свидетельствует о довольно высоком ее систематическом разнообразии.

Подавляющее большинство видов водорослей встречаются как в стоячей, так и текущей воде. Только в реках обнаружено 74 таксона рангом ниже рода, среди них 54 % составляют диатомовые, 21,6 % – зеленые и

14,9 % – эвгленовые водоросли. Синезеленые водоросли в реках менее разнообразны, чем в озерах. Отсутствуют в реках харовые водоросли, но зато выявлены два вида красных водорослей – *Batrachospermum moniliforme* Roth и *Chantransia chalybea* (Roth) Fries.

По частоте встречаемости все виды водорослей разделены на 3 группы: широко распространенные – частота встречаемости 60–100 %, умеренно распространенные – 20–55 % и редкие – 11 %.

Среди широко распространенных выделяются 8 видов, которые встречаются почти во всех озерах. Это *Microcystis aeruginosa* (Kütz.) Kütz., *Microcystis flos-aquae* (Wittr.) Kirchn., *Planktolyngbia limnetica* (Lemmerm.) Komárk.-Legn. – из синезеленых, *Pediastrum duplex* Meyen, *Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Bréb., *Tetraëdron minimum* (A. Braun) Hansg.) – из зеленых и *Aulacoseira granulata* (Ehrenb.) Sim., *Tabellaria fenestrata* Ehrenb. – из диатомовых водорослей. Все они являются доминантами озерного фитопланктона в разные сезоны.

Во всех отделах встречаются редкие виды: *Anomoeoneis exilis* (Kütz.) A. Cleve, *Fragilaria reicheltii* (Voigt.) Lange-Bert. – из диатомовых, *Xanthidium fasciculatum* Ehrenb. – из зелёных, *Cyanodictyon reticulatum* (Lemmerm.) Geitl. – из цианопрокариотических, *Stenokalyx densata* Schmid. – из золотистых, *Chara rudis* A. Braun – из харовых водорослей и др., что свидетельствует об определенном своеобразии альгофлоры Псковской области. Подавляющее большинство из них являются редкими географическими элементами, требовательными к чистоте и прозрачности воды и заслуживают особой охраны. В настоящее время, в связи с интенсивным хозяйственным использованием водоёмов и водотоков, в Красный список растений включены только те редкие виды водорослей, которые встречаются в водоёмах, расположенных на особо охраняемых природных территориях (Себежский национальный парк, заповедники «Полистовский» и «Старый Изборск» и др.).

О.С. СУТЧЕНКОВА, Е.Ю. МИТРОФАНОВА

Ин-т водных и экологических проблем СО РАН,
ул. Молодежная, 1, 656038 Барнаул, Россия
e-mail: olgaklassen@rambler.ru

ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРОСЛИ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ С ПОДВОДНОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ ОЗЕРА ТЕЛЕЦКОЕ (ГОРНЫЙ АЛТАЙ, РОССИЯ)

Донные отложения, накапливая сведения о круговороте веществ в водных экосистемах, являются важным источником информации об условиях, существовавших и существующих на водосборе и непосредственно в водоеме. Диатомовые водоросли выступают в роли именно тех индикаторов, по составу и количеству которых в донных отложениях можно судить о состоянии экосистемы водоема. В крупных и

глубоких озерах донные отложения, которые сохраняются в неизменном виде в течение долгого времени, представляют собой «летопись» происходивших в них процессов за последние тысячи лет. Телецкое озеро – глубокий (максимальная глубина 323 м) водоем на юге Западной Сибири. Котловина озера состоит из двух частей: южной – меридиональной (длина около 48 км) и северной – широтной (30 км), разделённых подводным хребтом, возвышающимся над дном до 211 м (Селегей, Селегей, 1978). В разных частях дна озера донные отложения накапливаются с различной скоростью – в северной части в среднем 1,3 мм/год, южной – 2,3 мм/год, а вблизи устья основного притока, р. Чулышмана – 4–6 мм/год (Калугин и др., 2000). В районе хребта Софьи Лепневой скорость осадконакопления значительно меньше – 0,3 мм/год сухого вещества, или 0,45 мм/год с учетом влажности осадка (Калугин и др., 2009). Если в области наибольших глубин 1,5-метровый керн хранит информацию о последней тысяче лет жизни озера, то на подводной возвышенности этот интервал увеличивается до 4000 лет. Материалом для работы послужил 51 образец из слоев 0–10 и 105–355 мм керна, отобранного с вершины подводного хребта Софьи Лепневой Телецкого озера в 2006 г., что соответствует временному интервалу от 2006 до 887 года.

В исследованных слоях керна выявлено 117 видов (144 вида и разновидностей) диатомовых водорослей из 35 родов. По количеству видов преобладал класс пеннатных диатомей – Pennatophyceae, 106 видов или 90,6 % от общего числа видов, остальные 11 видов или 9,4 % принадлежали к классу центрических, или Centrophyceae. Среди ведущих родов, в которых отмечено наибольшее число видов, выделяются роды *Cymbella* C. Agardh, *Navicula* Bory, *Gomphonema* C. Agardh, *Nitzschia* Hass., *Synedra* Ehrenb. и *Fragilaria* Lyngb., вместе составляющие 55,0 % от общего числа таксонов. Все представители этих родов – донные прикрепленные и неприкрепленные формы с толстостенными панцирями. Виды, обитающие на дне и в обрастаниях, составляют 73,5 % от общего числа таксонов, планктонные формы – 12,0 %, планкто-бентосные – 7,7 %. В разных слоях количество встреченных таксонов варьировало от 16 (135–140 мм) до 53 (175–180 мм).

При незначительном разнообразии планктонных видов отмечено их преобладание по количеству практически во всех исследованных слоях данного отрезка керна (47 образцов), абсолютным доминантом была *Aulacoseira subarctica* (O. Müll.) Haw. с долей от 24,0 до 74,7 % от общего количества створок. В число значимых видов входили *Aulacoseira italica* (Kütz.) Sim., *Stephanodiscus alpinus* Hust, *Cyclotella bodanica* Grunow, *Cymbella ventricosa* Kütz., причем виды р. *Aulacoseira* более обильны в нижних слоях керна, *Cyclotella bodanica* Grunow – средних, *Stephanodiscus alpinus* Hust. – верхних. Наибольшие количество бентосных форм диатомей и видов–обрастателей отмечены в средних слоях исследованного отрезка керна, например, максимальное количество створок *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenb. и *Nitzschia fonticola* Grunow было в слое 255–260 мм, *Fragilaria pinnata* Ehrenb., *Cymbella ventricosa* Kütz., *Amphora* sp., *Achnanthes*

minutissima Kütz., *Nitzschia angustata* (W. Sm.) Grunow – 260–265 мм, *Synedra pulchella* (Ralfs) Kütz. – 265–270 мм.

Н.В. СУХАНОВА

ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный педагогический ун-т им. М. Акмуллы», ул. Октябрьской революции, 3а, 450000 Уфа, Россия
e-mail: n_suhanova@mail.ru

ФОРМИРОВАНИЕ ПОЧВЕННЫХ ЦИАНОБАКТЕРИАЛЬНО-ВОДОРОСЛЕВЫХ ЦЕНОЗОВ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ г. НЕФТЕКАМСК (РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН, РОССИЯ)

В городе один из самых загрязненных компонентов среды – это почва. Фотосинтезирующие микроорганизмы почвы составляют важную часть любой экологической системы и активно участвуют в ее жизнедеятельности. Почвенные цианобактериально-водорослевые ценозы (ЦВЦ) обладают высокой чувствительностью к антропогенному воздействию, и в городских условиях их состав и другие характеристики сильно меняются.

Целью настоящей работы было изучение особенностей формирования ЦВЦ в почве г. Нефтекамск (Республика Башкортостан). Для этого были выполнены следующие задачи: составлен список видов, обнаруженных в различных местообитаниях города, проанализирована таксономическая структура ЦВЦ, выделены группы видов, часто встречающихся в почве г. Нефтекамск, проведена оценка обилия видов и их флористического сходства в ЦВЦ.

В результате проведенных исследований в почве г. Нефтекамск обнаружено 90 видов, форм и разновидностей водорослей и цианобактерий, относящихся к 5 отделам, 8 классам, 18 порядкам, 34 семействам, 44 родам. Выявлено 16 видов цианобактерий (Cyanophyta), что составляет 18 % от общего числа обнаруженных видов, 1 вид Eustigmatophyta (1 %), 12 видов Xanthophyta (13 %), 16 видов Bacillariophyta (18 %), 45 видов Chlorophyta (50 %).

Группа часто встречающихся видов в почве г. Нефтекамска (встречаемость 40 % и выше) представлена 12 видами, однако бóльшая часть выявленных видов (52 % от общего числа) имели низкую встречаемость (ниже 10 %), т.е. встречались не более чем в 1–3 пробах. Комплекс доминирующих в почве г. Нефтекамск видов очень богат и включал представителей всех обнаруженных отделов водорослей и цианобактерии. По числу видов и внутривидовых таксонов ведущими таксонами являлись отдел Chlorophyt*a*, класс Chlorophyceae, порядок Araphales, семейство Naviculaceae, род *Navicula*.

С целью получения наиболее полной информации о ЦВЦ г. Нефтекамск, пробы отбирали в различных местообитаниях: на газонах и

обочинах вдоль автомобильных дорог (номер местообитания 1); в парке под кронами лиственных деревьев (2) и на тропинках (3); в посадках хвойных пород деревьев под кронами (4) и на тропинках (5); на неасфальтированных контейнерных площадках для сбора твердого бытового мусора (6).

Количество видов в пробах сильно варьировало и составляло от 4 до 33 видов на одну пробу (в среднем 14). Суммарное значение баллов обилия видов в пробах изменялось в пределах от 38 до 188 баллов (в среднем 91). Общее количество обнаруженных видов, среднее число видов в пробах и среднее значение суммы баллов обилия увеличивалось в ряду 1→4→5→6→2→3 (номер местообитания см. выше). Распределение видов по отделам также зависело от типа местообитания. Например, доля цианобактерий в ценозах возрастала в ряду 4→2→5→3→6→1.

Анализ видового сходства изученных ЦВЦ методом Серенсена-Чекановского показал, что на тропинках в хвойных посадках формируются ценозы более сходные с ЦВЦ других местообитаний (посадок широколиственных пород деревьев и их тропинок, контейнерных площадок для сбора ТБО), чем с группировками хвойных посадок. Сходная тенденция наблюдалась при формировании альгогруппировок в почве парков и лесопарков г. Уфы (Суханова, 1996).

Е.И. СЫСЕНКО, Н.Г. МЕНЗЯНОВА

НИИ биологии Харьковского национального ун-та им. В.Н. Каразина,
пл. Свободы, 4, 61022 Харьков, Украина
e-mail: Hilena1@yandex.ru

СОСТАВ БИОМАССЫ *DUNALIELLA VIRIDIS* TEODOR. В РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ

Для микроводорослей *Dunaliella viridis* Teodor. характерно «сосуществование» в культуре нескольких клеточных субпопуляций: гаплоидных гаметофитов, диплоидных зигот и полиплоидных цист. В отличие от активно пролиферирующих гаплоидных гаметофитов, в полиплоидных клеточных формах могут накапливаться значительные количества триацилглицеридов и β-каротина. Увеличение численности полиплоидных клеточных форм в культуре *D. viridis* в определенных условиях культивирования позволяет получить биомассу с высоким содержанием липидов и β-каротина (Масюк, 2007; Божков и др., 2009).

В связи с этим изучали особенности субпопуляционной структуры и содержание ДНК, РНК, белков, липидов и β-каротина в клетках *D. viridis* в условиях накопительного культивирования (НК) и квазинепрерывного культивирования (КНК). В условиях НК в клеточной популяции *D. viridis* на основе результатов морфометрического анализа было выделено 9 основных морфологических классов. Количество клеток в каждом из этих морфологических классов варьировало от 6 % до 14 % от общей численности клеточной популяции. Количество округлых клеток (d1/d2=1)

было незначительным: в трех морфологических классах в сумме было всего 9 % округлых клеток разного размера.

В условиях КНК формировалась иная субпопуляционная структура. Для этого варианта было выделено: 2 морфологических класса, в которых содержалось в среднем по 24 % клеток; 9 морфологических классов, количество клеток в которых варьировало от 4 % до 10 %; Количество округлых клеток было незначительным: в 2-х классах – 9 % клеток. При этом в условиях КНК содержание РНК и белка в биомассе клеток было в 1,4 и 1,8 раза, соответственно, меньше, чем при НК, что может быть обусловлено снижением активности синтеза белка. В условиях КНК в биомассе микроводорослей уменьшалось содержание триацилглицеридов и β-каротина в 11 раз и 2,2 раза, соответственно, по сравнению с НК.

Регулярное внесение 0,3 % этанола в условиях КНК приводило к радикальным перестройкам субпопуляционной структуры микроводорослей: 99 % клеточной популяции было представлено округлыми неподвижными клетками разного диаметра. При этом в биомассе микроводорослей содержание ДНК и РНК увеличивалось в 2 раза, содержание триацилглицеридов и β-каротина увеличивалось в 2 и 4 раза, соответственно, по сравнению с КНК без этанола. Известно, что зиготы и полиплоидные цисты *D. viridis*, в которых накапливаются липиды и каротиноиды, представляют собой округлые, неподвижные клетки (Масюк, 2007). Можно полагать, что регулярное внесение этанола в условиях КНК индуцирует формирование зигот и полиплоидных цист, в результате чего биомасса микроводорослей обогащается липидами и β-каротином. Полученные результаты свидетельствуют о том, что условия культивирования определяют особенности субпопуляционной структуры культуры *D. viridis*, и вследствие этого, состав биомассы микроводорослей.

Н.Г. ТАРАСОВА[1], Т.Н. БУРКОВА[1], Е.Н. УНКОВСКАЯ[2]

[1]Ин-т экологии Волжского бассейна РАН,
ул. Комзина, 10, 445003 Тольятти, Россия
e-mail: tnatag@mail.ru
[2]Волжско-Камский государственный природный биосферный заповедник,
ул. Вехова, 1, 422523 п. Садовый, Россия

ФИТОПЛАНКТОН КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (РОССИЯ) В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД

Куйбышевское водохранилище – пятая ступень Волжско-Камского каскада, одно из крупнейших водохранилищ мира. Оно было создано в 1955 г. вследствие сооружения Жигулевской ГЭС. Практически одновременно, в 1957 г. в Тольятти начала работу Куйбышевская биостанция института биологии внутренних вод, на которой с момента ее открытия велись наблюдения за состоянием водоема. В 1983 г. на базе биостанции был сформирован ИЭВБ РАН. Результаты многолетних

исследований состояния фитопланктона водоема были обобщены в ряде монографий и статей. Однако последние данные по изучению водорослей Куйбышевского водохранилища относятся к 1992 г.

В данной работе приведены данные, полученные в летний период 2006–2010 гг. на Саралинском участке Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника, расположенного в Волго-Камском плесе Куйбышевского водохранилища, и 2009–2010 гг. в составе комплексной экспедиции ИЭВБ РАН. В июне 2011 г. работы проводились в районе сброса ливневых вод ВАЗа Приплотинного плеса водохранилища. Полученные результаты о современном состоянии водорослей водоема позволяют сделать вывод о том, что структурные перестройки в фитопланктоне, начавшиеся в конце XX века, продолжаются.

В 2009 г. в Приплотинном плесе Куйбышевского водохранилища регистрировалось массовое развитие *Amphora coffeaeformis* C. Agardh – вида-галофилла, который раньше в Куйбышевском водохранилище не отмечался, хотя был зарегистрирован в фитопланктоне нижележащих волжских водохранилищ, где в состав доминирующего комплекса видов водорослей не входил. В период исследования, на русле, этот вид входил в состав доминирующего по численности комплекса видов водорослей и был абсолютным доминантом по биомассе. На этой же станции, единично, нами был впервые для водохранилища отмечен вид–галофилл *Chaetoceros muelleri* Lemmerm.

Начиная с 60-х годов *Planktothrix agardhii* Gomont входит в состав доминирующего комплекса водорослей в Иваньковском, а с 80-х и в Угличском водохранилищах. В Куйбышевском водохранилище этот вид отмечался, но в ранг доминирующих не входил.

Как показали наши исследования, вид регистрируется в массовом количестве в мелководьях Волго-Камского плеса Куйбышевского водохранилища, относящихся к Саралинсому участку Волжско-Камского государственного природного заповедника, где устойчиво входит в ранг доминирующих.

Исследования фитопланктона, проведенные в аномально жарком 2010 г. показали, что и в других районах Куйбышевского водохранилища вид получает активное развитие, входя в ранг доминирующих по численности и биомассе. В 2011 г. *Planktothrix agardhii* уже в июне активно развивается в прибрежной зоне Приплотинного плеса Куйбышевского водохранилища, в некоторых случаях входя в состав доминирующих и по численности, и по биомассе видов водорослей.

Продолжается вегетация в составе фитопланктона и видов–вселенцев из отдела диатомовых водорослей – *Skeletonema subsalsum* (A. Cleve) Bethge, *Actinocyclus variabilis* (Makar.) Makar., которые эпизодически входили в число доминант по биомассе. Невысокие количественные показатели их развития, вероятно, связаны с тем, что время исследований приходилось на момент активного «цветения» водоема и не совпадало с периодом, оптимальным для развития этих видов.

О.С. ТАРАЩУК, Т.Ф. ШЕВЧЕНКО, П.Д. КЛОЧЕНКО

Ин-т гидробиологии НАН Украины,
пр. Героев Сталинграда, 12, 04210 Киев, Украина
e-mail: klochenko@hydrobio.kiev.ua

ЭПИФИТНЫЕ ВОДОРОСЛИ РЕЧНОГО УЧАСТКА КАНЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (УКРАИНА)

Изучено распределение водорослей эпифитона речного участка Каневского водохранилища на высших водных растениях, относящихся к разным экологическим группам. Всего за период исследований (2003, 2004, 2009 и 2010 гг.) обнаружено 206 видов водорослей, представленных 215 внутривидовыми таксонами (включая те, которые содержат номенклатурный тип вида). Основу видового богатства фитоэпифитона составляли Bacillariophyta (104 вида или 50,4 % общего числа найденных видов), Chlorophyta (53 вида или 25,7 %) и Streptophyta (24 вида или 11,7 %).

Видовой состав водорослей, найденных в обрастаниях высших водных растений разных экологических групп, характеризовался большим сходством (коэффициент флористической общности (КФО) 62–67 %). При этом наибольшее сходство отмечено между видовым составом Bacillariophyta (КФО 76–78 %), а также видовым составом зеленых водорослей на воздушно-водных и погруженных растениях (КФО 63 %). В то же время распределение количества видов водорослей было неравномерным. Наибольшее их число обнаружено в эпифитоне погруженных растений – 186 видов, представленных 195 внутривидовыми таксонами, принадлежащих к 7 отделам, 13 классам, 27 порядкам, 41 семейству и 71 роду. В обрастаниях воздушно-водных растений найдено 114 видов (118 внутривидовых таксонов) из 6 отделов, 12 классов, 26 порядков, 38 семейств и 53 родов, а на растениях с плавающими листьями – 96 видов (99 внутривидовых таксонов), относящихся к 6 отделам, 11 классам, 23 порядкам, 33 семействам и 44 родам.

На высших водных растениях всех экологических групп в число ведущих отделов, классов, порядков, семейств и родов входили диатомовые, зеленые и стрептофитовые водоросли. Значительно реже и только на погруженных растениях в число ведущих таксонов входили эвгленофитовые и синезеленые водоросли. Наибольшим видовым богатством характеризовались порядки Sphaeropleales, Cymbellales, Naviculales, Fragilariales, Bacillariales и Desmidiales, семейства Scenedesmaceae, Naviculaceae, Fragilariaceae, Cymbellaceae, Bacillariaceae, Gomphonemataceae и роды *Navicula* Bory, *Desmodesmus* (Chodat) An. et al., *Nitzschia* Hass., *Gomphonema* (C. Agardh) Ehrenb., *Fragilaria* Lyngb., *Cosmarium* Corda ex Ralfs, *Amphora* Ehrenb., *Encyonema* Kütz. и *Cymbella* C. Agardh.

Наиболее часто на высших водных растениях трех экологических групп встречались *Melosira varians* C. Agardh, *Staurosira construens* Ehrenb., *Rhoicosphenia abbreviata* (C. Agardh) Lange-Bert., *Encyonema caespitosa* Kütz., *Cocconeis pediculus* Ehrenb., *Cocconeis placentula* Ehrenb., *Navicula cryptocephala* Kütz., *Navicula tripunctata* (O. Müll.) Bory и *Oedogonium* sp. st.

Использование метода мер включения (Миркин, Розенберг, 1983) позволило установить, что преимущественное большинство видов водорослей, обнаруженных на воздушно-водных и растениях с плавающими листьями, найдено в обрастаниях погруженных растений (К 87 и 92 %, соответственно). В то же время, только около половины видов водорослей, обитающих на погруженных растениях, было обнаружено на воздушно-водных и растениях с плавающими листьями (К 53 и 47 %, соответственно). Выявлена приуроченность отдельных видов эпифитных водорослей к высшим водным растениям определенной экологической группы. В частности, более 70 % общего числа видов стрептофитовых и эвгленофитовых водорослей зарегистрировано только на погруженных растениях.

Таким образом, наиболее благоприятные условия для развития эпифитных водорослей формируются на погруженных растениях, где число их видов и внутривидовых таксонов, а также родов, семейств, порядков и классов значительно выше, чем на растениях других экологических групп.

А.Д. ТЕМРАЛЕЕВА, Д.Л. ПИНСКИЙ

УРАН Ин-т физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,
ул. Институтская, 2, 142290 Пущино, Россия
e-mail: temraleeva_anna@mail.ru

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ РАЗЛИЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ СВИНЦА НА СООБЩЕСТВА ВОДОРОСЛЕЙ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ: МНОГОУРОВНЕВЫЙ ПОДХОД

В экотоксикологических экспериментах с тяжелыми металлами (ТМ) важным вопросом является выбор формы токсического агента. Легкорастворимая соль ТМ обеспечивает его подвижность, а, следовательно, максимальную токсичность и равномерное распределение. Однако, присутствующий в составе соли анион, способен оказывать собственное воздействие как на почвенные микроорганизмы, так и на свойства почвы. Так, использование нитратов и ацетатов ТМ сопровождается внесением в почву дополнительного азота и углерода, соответственно. При использовании оксидов ТМ в почву не вносятся сопутствующие химические элементы, способные влиять как на объекты исследования, так и на ее свойства, т.е. в опыте регистрируется прямой эффект самого металла. Недостатком является нерастворимость оксидов металлов, вследствие чего токсический эффект не проявляется в полной мере, и сложность равномерного распределения нерастворимого соединения по всему объему почвы. Использование ТМ в форме практически нерастворимой соли, например сульфида или сульфата, целесообразно проводить только для изучения конкретной формы загрязняющего вещества, так как в этом случае нельзя ни добиться его равномерного распределения в почве, ни разделить действие металла и сопутствующего аниона.

Проведена оценка воздействия различных соединений свинца (оксида (II), ацетата, нитрата и сульфата в концентрациях 100, 500 и 1000 мг/кг почвы) на альго-цианобактериальное сообщество (АЦС) серой лесной почвы. В экотоксикологических исследованиях использовали метод «водно-почвенных культур» (почва:вода 1:3), который обеспечивает равномерность распределения свинца в системе, создает более близкие к природным условия (за счет присутствия почвенного компонента) и позволяет получить биомассу достаточную для видового определения, учета морфологических изменений водорослей и измерения физиолого-биохимических показателей. Культуры инкубировали в течение 1 и 2 месяцев при температуре 23–25 ºС, освещенности 2500 Лк и 12 часовом световом дне. В жидкой фазе культуры определяли pH, содержание растворенного органического вещества (РОВ) и концентрацию свинца. Кроме того, изучали целый комплекс биологических показателей, отражающих реакцию почвенных водорослей на определенном уровне их организации: содержание хлорофилла *a* – на клеточном уровне; морфологические изменения водорослей (изменение окраски, формы, присутствие старых и отмирающих клеток) – на организменном уровне; таксономическая структура, обилие, спектр жизненных форм (ЖФ) водорослей – на ценотическом уровне. Были получены следующие результаты:

1. Во всех ранних опытах наблюдалось постепенное развитие АЦС. Однако в опыте с ацетатом после недельного культивирования на поверхности водной среды появились прозрачные студенистые пленки, представляющие собой грибной мицелий с немногочисленными, преимущественно одноклеточными формами водорослей и молодыми нитчатыми зарослями цианобактерий. Спустя 3 недели культивирования грибная пленка свернулась в клубок и опустилась на дно бюкса. После этого в бюксах наблюдалось развитие водорослей: одномесячные культуры были представлены небольшими пленками «цветения» по краям сосуда, к 2 месяцам они разрослись по всей водной поверхности. Подобная смена доминантов связана со снижением токсичности среды и косвенным стимулированием АЦС ацетатом.

2. Максимальная концентрация свинца в жидкой фазе была отмечена при внесении нитратной формы металла, минимальные – при добавлении нерастворимых соединений свинца (оксида и сульфата), что связано с растворимостью соединений, спецификой нахождения в растворе и сорбцией поверхностью почвенных частиц;

3. pH среды зависит от концентрации РОВ и формы соединения металла (РОВ, оксид свинца и ацетат-анион подщелачивают культуральную среду, катионы свинца подкисляют);

4. Содержание РОВ при увеличении срока культивирования уменьшалось, что связано как со снижением продукции органики, так и с активным ее потреблением;

5. После 1 месяца экспозиции нитрат свинца вызывал значимое увеличение концентрации хлорофилла *a*, ацетат, наоборот, угнетал содержание пигмента, а при внесении нерастворимых форм металла, а

также при более длительном культивировании всех экспериментов этот показатель находился на уровне контроля;

6. Во всех 1-месячных опытах морфологических изменений водорослей обнаружено не было, за исключением вакуолизации *Chlamydomonas* sp. при добавлении максимальной концентрации нитрата свинца. Однако при более продолжительном культивировании во всех экспериментах отмечались возрастные изменения водорослей в сообществе, которые выражались в накоплении масла внутри клеток – у *Bracteacoccus minor* (Chodat) Petrová, *Chlorosarcinopsis eremi* Chantanachat et Bold и *Characiopsis borziana* Lemmerm. Наряду с этим были замечены морфологические изменения, свидетельствующие о неблагоприятной среде для водорослей: так, у зеленых водорослей *Chlamydomonas* sp. – вакуолизация клеточного содержимого, а у *Protosiphon botryoides* (Kütz.) Klebs – образование гипноспор. Также был отмечен лизис клеток. Так как данные явления были установлены и для контрольных опытов без влияния свинца, то можно заключить, что морфологические изменения водорослей в составе сообщества связаны как непосредственно с токсичностью свинца, так и с истощением питательных веществ в водно-почвенной культуре после 2 месяцев экспозиции.

7. При воздействии растворимых солей свинца в одномесячных АЦС по мере увеличения токсической нагрузки исчезали желтозеленые водоросли, доля цианобактерий снижалась, а зеленых водорослей увеличивалась. Добавление нерастворимых соединений свинца не вызывало существенных изменений в таксономической структуре сообщества. Спустя 2 месяца, когда концентрация свинца в растворе значительно снизилась за счет сорбции почвой, в составе сообщества появились желтозеленые водоросли, и увеличилась доля цианобактерий.

8. Максимальное видовое богатство и разнообразие водорослей наблюдалось при добавлении ацетата свинца, при внесении оксида в сообществе присутствовали только несколько видов-олиготрофов.

9. Увеличение действующей дозы свинца приводило к сужению спектра ЖФ и доминированию Ch-формы, снижение токсической нагрузки (2 месяца экспозиции) и добавление питательного вещества (нитрат и ацетат) вызывало увеличение разнообразие ЖФ по сравнению с контролем. В опытах с оксидом свинца, несмотря на его низкую растворимость и, следовательно, токсичность, происходило резкое сокращение ЖФ, и доминировали виды, способные развиваться на бедных субстратах.

Таким образом, можно заключить, что форма свинца играет важную роль не только в токсичности металла для водорослей, но и прямо (за счет аниона), и косвенно (создавая определенную физико-химическую обстановку) влияет на биологические показатели АЦС, нивелируя или усиливая негативный эффект свинца.

Г.В. ТЕРЕНЬКО

Украинский научный центр экологии моря,
Французский бульвар, 89, Одесса 65009, Украина
e-mail: adlafia@mail.ru

CHRYSOPHYTA СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ (УКРАИНА)

Золотистые водоросли северо-западной части Черного моря являются четвертой по величине группой фитопланктонных организмов, их представители не только постоянные компоненты планктонного альгоценоза, но и возбудители «цветений» воды. Данная группа микроводорослей сложна в изучении, прежде всего из-за небольших размеров клеток, однако не менее разнообразна и значительна. Целью работы явилось изучение видового разнообразия, сезонной динамики, количественных характеристик золотистых водорослей северо-западной части Чёрного моря за последние 60 лет.

В период 50–60-х гг. число золотистых составило 13 видов, с 70-х по 2000 г. число видов возросло до 31. Их роль в планктоне обычно возрастает в летне-осенний период (от 11 до 35 %), за счёт развития кокколитофорид. Впервые «цветение» кокколитофориды *Emiliania huxleyi* (Lohm.) Hay et Mohler в северо-западной части Чёрного моря было отмечено в 1973 г. Этот нанопланктонный вид (диаметр 5,0–6,0 мкм) ежегодно летом 1995–2005 гг. часто развивался в массе в прибрежной зоне. В июле 1996 г. её максимальная численность составила 8,0 млн кл.·л$^{-1}$, а биомасса – 1,4 г·м$^{-3}$. Максимальное «цветение» данного вида (22 июля 1996 г.) происходило одновременно с массовым развитием диатомовых *Skeletonema costatum* (Grev.) A. Cleve (2,8 млн кл.·л$^{-1}$) и *Cerataulina pelagica* (A. Cleve) Hendey (0,9 млн кл.·л$^{-1}$) при температуре 21,0 ^{o}C и солёности 16,2 ‰ . В 1999 г. с июля по сентябрь *E. huxleyi* развивалась вдоль всего побережья Одесского залива (0,9–1,1 млн кл.·л$^{-1}$), что составило 52,5 % от общей численности всего фитопланктона.

Весной 1999 г. в северо-западной части Черного моря впервые отмечен другой представитель кокколитофорид *Apedinella spinifera* (Throng.) Throng., численность которой составила 30,0 тыс. кл.·л$^{-1}$, а биомасса – 10,3 мг·м$^{-3}$. В апреле 2000 г. численность вида возросла на порядок и составила 167,6 тыс. кл.·л$^{-1}$, а весной 2005 г. этот вид уже вызывал «цветение» воды – 1,8 млн кл.·л$^{-1}$.

Кокколитофорида *Acanthoica acanthos* Schill. также стала постоянным компонентом планктонного альгоценоза. В 2011 г. вид развивался с августа по ноябрь, с пиком развития в августе, где максимальная численность его составляла 280,0 тыс. кл.·л$^{-1}$, а биомасса – 19,4 мг·м$^{-3}$.

Благодаря использованию фазово-контрастной микроскопии в декабре 2009 г. в планктоне Черного и Азовского морей впервые был обнаружен новый вид золотистых водорослей *Ollicola vangoorii* (W. Conrad) Vørs. Вид относится к порядку Chromulinales, семейству Dinobryaceae, развивается в планктоне открытых акваторий северо-

западной части Черного моря с мая по октябрь, с максимальной численностью в августе 2011 г. – 71 тыс. кл.·л$^{-1}$и биомассой 2 мг·м$^{-3}$.

Поскольку все золотистые водоросли имеют небольшие размеры клеток, их роль в образовании биомассы фитопланктона обычно незначительна. В последнее время массовому развитию кокколитофорид в Чёрном море уделяется особое внимание, так как эти водоросли являются одними из наиболее энергичных накопителей кальция, растворённого в морской воде, а их «цветение» считают примером реакции морских экосистем на глобальные климатические изменения.

Л.М. ТЕРЕНЬКО

Одесский филиал Ин-та биологии южных морей НАН Украины,
ул. Пушкинская, 37, 65011 Одесса, Украина
e-mail: terenko_ludmila@mail.ru

РОЛЬ CYANOPROKARYOTA В ОЦЕНКЕ ТРОФИЧЕСКОГО СТАТУСА СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ (УКРАИНА)

Планктонные синезеленые (цианопрокариоты) наряду с диатомовыми и динофитовыми водорослями – один из важных компонентов экосистемы северо-западной части Черного моря, обусловливающий разнообразие и уровень развития фитопланктона в целом. Цель работы – выявить видовое разнообразие, основные закономерности сезонной и многолетней динамики цианопрокариот в некоторых районах моря: прибрежной зоне Одесского залива, Придунайской и Одесской морских акваториях. В 2009–2011 гг. в составе общего фитопланктона в прибрежной зоне моря круглогодично проводилось изучение видового состава и количественного развития планктонных синезеленых водорослей.

Из выявленных к настоящему времени в фитопланктоне северо-западной части Черного моря 45 видов и 59 внутривидовых таксонов синезеленых водорослей в Одесском заливе и прилегающей акватории определено 43 (52), в Придунайском районе – 29 (35). Видовое разнообразие синезеленых Одесского района выше, где также представлены пресноводные водоросли других систематических групп, выносимых из Днепровско-Бугского лимана в море, в Придунайском районе преобладает пресноводный комплекс зеленых водорослей, приносимый Дунайскими водами. В последние годы число доминирующих видов синезеленых увеличилось (10 видов), *Anabaena spiroides* Kleb., *A. flos-aquae* (Lyngb.) Bréb., *Anabaenopsis* sp., *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs, *Microcystis aeruginosa* (Kütz.) Kütz., *Merismopedia minima* G. Beck., *M. punctata* Meyen, *Nodularia spumigena* Mert. ex Born. et Flah., *Oscillatoria kisselevii* Anissim. и *Spirulina laxissima* G.S. West – часто развиваются до уровня «цветения» в летний-раннеосенний период. Однако в разные годы

состав полидоминантных доминирующих комплексов не был постоянным, из цианопрокариот доминировали от 1 до 5, чаще 2–3 вида одновременно.

В конце июня 2009 г. развитие цианопрокариот в Одесском заливе было максимальным, преобладали *A. spiroides*, *O. kisselevii* и *M. minima*, которые по биомассе составили 55,5 % от всего фитопланктона. Летом 2010 г., когда наблюдались аномально высокие температуры в июле–августе, выявлены существенные изменения экосистемы северо-западной части Черного моря по ряду абиотических и альгологических показателей. В середине июля 2010 г. впервые отмечено массовое развитие *N. spumigena* при температуре морской воды 24,9–27,0 °C и солености 12,9–14,5 ‰. Максимальная биомасса *Nodularia* в пятне «цветения» составляла 6,2 кг·м$^{-3}$, а в ходе «цветения» вклад ее в общую биомассу фитопланктона колебался от 58,2 до 99,7 %. Высокие концентрации водоросли, отмеченные в прибрежных водах северо-западной части Черного моря, привели к росту трофического статуса вод до экстремально-эвтрофных. Доминирование синезеленых в 2010 г. продолжалось в течение трех месяцев (июль–сентябрь), постепенно сменяя друг друга. В августе при температуре воды 30 °C и солености 10,74 ‰ доминировал комплекс цианопрокариот *Aphanizomenon flos-aquae* (7,8 г·м$^{-3}$), *O. kisselevii* (3,4 г·м$^{-3}$), *S. laxissima* (1,5 г·м$^{-3}$) и *Anabaena flos-aquae* (0,7 г·м$^{-3}$), вклад их в биомассу составил 94,0 %. В сентябре при повышении солености до 14,32 ‰ наблюдалось «цветение» типичного для эвтрофных условий вида *M. aeruginosa*, максимальная биомасса которого в Одесском заливе составила 17,7 г·м$^{-3}$ (67,0 %).

Вероятными «пусковыми факторами» развития синезеленых в планктоне северо-западной части Черного моря явились изменения гидрологического (сочетание пониженной солености морской воды, высокая температура и штилевые условия) и гидрохимического режимов (обилие минеральных и растворенных органических веществ, связанное с речным стоком), а также большой объем атмосферных осадков.

Н.А. ТЕТЕРЯ[1], В.Ф. РУДИК[1], В. ЛОЗАН[2], Л. ЧАПУРИНА[2]

[1]Ин-т микробиологии и биотехнологии АНМ,
Ул. Академическая, 1, 2028 Кишинэу, Молдова
[2]Ин-т химии АНМ,
ул. Академическая, 1, 2028 Кишинэу, Молдова
e-mail: natali.teterea@yandex.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И ПРОДУКТИВНОСТИ *SPIRULINA PLATENSIS* (GOMONT) GEITLER ПРИ ЕЕ КУЛЬТИВИРОВАНИИ В ПРИСУТСТВИИ КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ МЕДИ И СТРОНЦИЯ

Биотехнологические исследования последних десятилетий с использованием спирулины в качестве источника биоактивных веществ тесно связаны с поиском возможных путей увеличения эффективности производства биомассы и синтеза биологически активных компонентов.

Проводимые ранее эксперименты показали возможность использования координационных соединений металлов для регулирования роста и развития микроорганизмов, в том числе и микроводорослей, а также для стимулирования у них процессов синтеза биоактивных веществ. В этой связи представляет интерес исследование возможности применения некоторых координационных соединений меди (II) и стронция (II) при культивировании синезеленой водоросли *Spirulina platensis* (Gomont) Geitler для обогащения биомассы этими элементами.

Цель работы: изучение влияния некоторых соединений меди и стронция на продуктивность и накопление биохимических компонентов в биомассе синезеленой водоросли *S. platensis CNM-CB-02*. Для тестирования были взяты следующие соединения: $SrCl_2$•Na_2L, SrL•$5H_2O$, $Sr(NO_3)_2$Digsemi•$4H_20$ (в концентрациях 5, 10, 20, 30, 40, 50 мг/л) и координационные соединения меди (II) с аминогуанизоном пировиноградной кислоты: Cu(Hpaag)CH_3COO, Cu_2(Hpaag)$_2SO_4$, Cu(Hpaag)Br, Cu(Hpaag)Cl и Cu(Hpaag)(NO_3) (в концентрациях 1, 2, 3, 4, 5, 6 мг/л).

Результаты исследований показали, что с повышением концентрации координационных соединений меди (II) продуктивность спирулины снижается, а при минимальных концентрациях (1–2 мг/л) не превышает значения контрольной пробы (биомасса спирулины, выращенная на среде Заррук). Установлено, что металлокомплексы меди (II) стимулируют синтез липидов и углеводов. Соединение Cu(Hpaag)(NO_3) в концентрации 3–4 мг/л способствует максимальному увеличению содержания углеводов в биомассе спирулины (на 50–60 % по сравнению с контрольной пробой).

В пределах изученных концентраций, координационные соединения стронция не оказывают существенного влияния на продуктивность спирулины, значения которой оставались в пределах контрольной пробы. Координационные соединения стронция при концентрации 20–30 мг/л проявляют стимулирующее действие на синтез фикобилипротеинов.

Таким образом, исследуемые координационные соединения стронция и меди (II) могли бы быть использованы для получения биомассы спирулины с определенным биохимическим составом, в том числе и с повышенным содержанием меди и стронция, с перспективой ее применения для профилактики и лечения остеопороза.

Ю.А. ТИМЧЕНКО

Киевский национальный ун-т имени Тараса Шевченко,
ул. Васильковская, 90, 03022 Киев, Украина
e-mail: yuta@univ.kiev.ua

СООТНОШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП ИСКОПАЕМЫХ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ КАК ИНСТРУМЕНТ РЕКОНСТРУКЦИЙ ПАЛЕООБСТАНОВОК НА ШЕЛЬФЕ ЧЕРНОГО МОРЯ (УКРАИНА)

Изучение комплексов ископаемых диатомовых водорослей из разрезов верхнечетвертичных осадков северо-западного шельфа Черного моря

позволило нам проследить последовательные трансформации прибрежных экологических обстановок в верхнем плейстоцене–голоцене. За основу анализа была взята методика определения процентного соотношения различных экологических групп водорослей (Vos et al., 1988, 1993), поскольку сочетание таких групп не только характеризует условия существования организмов в водоеме, но и позволяет распознать автохтонную и аллохтонную составляющие комплексов. Такая методика при палеогеографических реконструкциях Черного моря была использована впервые.

Для рассчетов были выбраны те из горизонтов, в комплексах диатомей которых количество створок на препарат составляло не менше 200 единиц. Экологические группы выделялись по формам существования организмов и по толерантности к солености воды. При этом соотношение экологических групп в каждом из комплексов свидетельствовало о характере солености водоема и об основных условиях среды: глубине, освещенности, течениях и др. Тренды изменения процентных соотношений различных групп вверх по разрезу – вертикальная последовательность – говорят о направлении трансформаций палеоэкологических обстановок.

В позднем плейстоцене–голоцене изменения условий существования организмов в Черном море происходили в связи с послеледниковым повышением уровня Мирового океана. Наши исследования позволили установить общий характер этих изменений в прибрежной части северо-западного шельфа: вблизи Тендровской косы, у северного побережья Каркинитского залива и близ Килийской дельты Дуная. Полученные результаты характеризуют экологические условия, в которых существовали организмы, и на основе этого позволяют судить о палеообстановках и направлении их преобразований.

В целом можно сказать, что трансформация прибрежных условий происходила постепенно. Рост уровня Черного моря в позднем плейстоцене в первую очередь отразился на осолонении лиманов и эстуариев рек. В прибрежной части в это время лагуны еще были существенно опреснены.

В раннеголоценовое время (начало атлантического климатического оптимума) в комплексах диатомей из открытой части моря при преобладании пресноводных видов появились типичные литоральные океанические формы, в том числе *Terpsinoë americana* (Bailey) Ralfs; в прибережной части существовали условия прибережных озер при низком уровне моря. В конце раннего голоцена экологические обстановки изменялись в связи с колебанием уровня моря и солености при сохранении общей тенденции к их возрастанию.

Анализ комплексов диатомей свидетельствует, что в среднеголоценовое время прибрежные условия были наиболее солоноводными для всего голоцена, но наиболее высокий уровень моря на северо-западном шельфе Черного моря установился только в позднем голоцене (при некотором уменьшении солености воды).

Ф.П. ТКАЧЕНКО

Одесский национальный ун-т имени И.И. Мечникова,
ул. Дворянская, 2, 65058 Одесса, Украина
e-mail: tvf@ukr.net

ИСТОРИЯ ИСЛЕДОВАНИЯ МАКРОФИТОБЕНТОСА ОДЕССКОГО ЗАЛИВА ЧЕРНОГО МОРЯ (УКРАИНА) И ЕГО СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

Исследование водной растительности Одесского залива начато в конце XIX – начале XX столетий (Срединский, 1872–1873; Ришави, 1873; Рейнгард, 1885; Вольтке, 1887; Kuntze, 1887; Загоровский и др., 1916). Всего в тот период в заливе выявлено 23 вида водорослей–макрофитов, из них зеленых – 9, красных – 10 и бурых – 3.

Более обстоятельные исследования макрофитобентоса этой акватории начаты с 1937 г. (Погребняк, 1937, 1938, 1965), несколько позже продолжены Т.И. Еременко (1965, 1967). Всего в тот период в Одесском заливе отмечено 53 вида водорослей (зеленых – 24, красных – 20 и бурых – 9) и 1 вид высших водных растений (*Zostera marina* L.). Доминирующую роль в донных фитоценозах того времени играли заросли *Cystoseira barbata* C. Agardh, которые произрастали на каменной прибрежной гряде, тянувшейся от мыса Большой Фонтан (Дача Ковалевского) до мыса Северного. Но в начале 70-х годов, в связи с переориентацией сброса части канализационного стока г. Одесса с Хаджибейского лимана в Одесский залив, здесь произошло ухудшение экологической ситуации. Кроме того ее усугубило проведение широкомасштабных берего- и дноуглубительных работ, а также намывка песчаных пляжей (Еременко, 2001). Это привело к тому, что рост цистозиры замедлился, ее заросли стали изреживаться, и к началу 80-х годов прошлого столетия этот вид исчез из залива, а вместе с ним и некоторые сопутствующие виды, например, *Myriactula rivulariae* (Suhr.) Feldm. и *Chondria dasyphylla* (Wood.) C. Agardh.

Выполняемые нами в последние десятилетия исследования макрофитобентоса Одесского залива (Ткаченко, 2001, 2004, 2007; Ткаченко и др., 2008) позволили выявить здесь 50 видов водорослей–макрофитов (зеленых – 22, красных – 19 и бурых – 9) и 1 вид высших водных растений. Новыми находками для исследуемой акватории выявились *Cladophora vadorum* (Aresch.) Kütz., *Punctaria tenuissima* (C. Agardh) Grev., а также вновь давшая вспышку развития *Pylayella littoralis* (L.) Kjellm. Это редкие виды водорослей (Червона…, 2009). Кроме того, ранее нами здесь отмечены как новые для залива *Lomentaria clavellosa* (Turn.) Gail. и *Antithamnion cruciatum* (C. Agardh) Nägeli. Известно, что состояние водорослей и их разнообразие может меняться не только по сезонам, но и по годам. Например, летом 2010 г. при экстремально высокой температуре воздуха (до 40 ^{o}C) температура морской воды была около 27 ^{o}C. Данные условия и повышенная эвтрофикация воды вызвали массовое «цветение» планктонных синезеленых водорослей, что привело к угнетению всех звеньев донных биоценозов. Число видов вегетирующих водорослей–макрофитов в 2010 г. сократилось до 22. Но уже в

2011 г. при относительно стабильных экологических условиях видовое разнообразие водорослей в большей мере восстановилось. Летом 2010 г., очевидно, наблюдался эффект последействия массового развития азотфиксирующих синезеленых водорослей предыдущего года. Это проявилось в необычном интенсивном и продолжительном развитии нитчаток из рода *Cladophora* Kütz. Биомасса выбросов водорослей на берегу достигала нескольких десятков килограммов на погонный метр береговой линии.

Таким образом, макрофитобентос Одесского залива Черного моря подвержен изменчивости как во времени, так и в пространстве, и его сукцессия чаще всего носит антропогенный характер, хотя не исключает влияние и природных факторов.

Учитывая то, что новые находки водорослей были выявлены на глубинах около 10 м, можно предположить, что здесь более оптимальные условия для их развития, чем в прибрежном мелководье, которое в большей мере распреснено и загрязнено.

А.Т. ТОЛЕУЖАНОВА

Павлодарский государственный ун-т им. С. Торайгырова, каф. биологии и экологии, ул. Ломова, 64, 140013 Павлодар, Казахстан
e-mail: Aliya-Tol@mail.ru

ВОДОРОСЛИ ОЗЕРА БОРЛЫ (РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН)

Альгофлора Казахстана до сих пор остается неравномерно и недостаточно изученной. Полнее всего обследована флора пресноводных водорослей Южного Казахстана. На территории Западного и Восточного Казахстана водорослям пресных водоемов посвящены отдельные работы, однако в большинстве средних и малых рек, а также озер на обширных территориях Северного и Центрального Казахстана водоросли планктона остаются практически неизученными.

Озеро Борлы расположено на территории Павлодарской области Северного Казахстана. По химическому составу вода в озере высокоминерализованная, хлоридно-натриевая с концентрацией солей 69 г/л. Материалом для настоящего исследования послужили альгологические пробы, сбор которых проводился ежемесячно с мая по октябрь в 2005–2010 гг. Обработка материала осуществлялась по принятым в альгологии методам исследований. Идентификация видов проведена автором в лаборатории микологии и альгологии РГП «Ин-т ботаники и фитоинтродукции» КН МОН РК.

В составе флоры водорослей озера нами идентифицированы 65 видов и разновидностей, принадлежащих к 5 отделам, из которых Bacillariophyta – 33 вида (50,8 %), Cyanophyta/Cyanoprokaryota – 23 (35,4 %), Euglenophyta – 4 (6,2 %), Chlorophyta – 3 (4,6 %) и Xanthophyta – 2 (3,1 %). Все отмеченные таксоны водорослей в оз. Борлы принадлежат к 27 родам, 18 семействам, 11 порядкам, 8 классам и 5 отделам. Наиболее разнообразными по числу видов и разновидностей в озере были отделы Bacillariophyta и Cyanophyta. Другие отделы микроводорослей представлены незначительным количеством видовых

и внутривидовых таксонов, из родов *Rhizoclonium* Kütz., *Percursaria* Bory, *Zygnema* C. Agardh (Chlorophyta), *Euglena* Ehrenb. (Euglenophyta) и *Ilsteria* Skuja et Pascher (Xanthophyta).

Причины невысокого разнообразия фитопланктона впервые обследованного высокоминерализованного озера Борлы на территории Северного Казахстана обсуждаются.

Выражаю благодарность научным руководителям д.б.н., проф. С.А. Абиеву и к.б.н. С.Б. Нурашову, а также научному сотруднику лаборатории микологии и альгологии РГП «Институт ботаники и фитоинтродукции» КН МОН РК к.б.н. Э.С. Саметовой за помощь, поддержку и ценные замечания.

С.И. ТОФАН[1], В.Ф. РУДИК[1], В.П. БУЛЬМАГА[2], А.П. ГУЛЯ[2], В.И. ЦАПКОВ[2]

[1]Ин-т микробиологии и биотехнологии АН Молдовы,
ул. Академическая, 1, 2028 Кишинэу, Молдова
e-mail: svetlana.tofan@mail.ru., acadrudic@yahoo.com
[2]Государственный ун-т Молдовы,
ул. Когэлничяну, 65а, 2009 Кишинэу, Молдова

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ГЕРМАНИЙ-ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОМАССЫ СПИРУЛИНЫ, ОБОГАЩЕННОЙ ГЕРМАНИЕМ

Изучение синтеза и накопления биоактивных веществ у микроводорослей имеет большое значение в целях их использования в качестве источников получения новых терапевтических средств природного происхождения. Одним из таких источников является синезеленая водоросль *Spirulina platensis* (Gomont) Geitler с высокой способностью накапливать биоэлементы, путем их включения в органические молекулы биоактивных веществ, синтезируемых ее клетками.

Было установлено, что германийорганические соединения, синтезируемые химическим путем, обладают широким спектром биологической активности, в том числе антиканцерогенным и иммуностимулирующим эффектами. Однако их применение лимитировано как высокой токсичностью, так и плохой растворимостью в воде. Образование комплексов германия с органическими соединениями в клетках водорослей может быть источником эффективных препаратов германия, необходимых для профилактики и лечения онкозаболеваний.

Цель работы: изучение влияния некоторых германийорганических соединений на продуктивность спирулины и накопление германия в биомассе *S. platensis CNM-CB-02*.

Было изучено влияние шести германийорганических соединений на рост спирулины, а также на накопление германия в биомассе. Установлено, что в пределах концентраций этих соединений 5–25 мг/л с возрастанием их концентрации увеличивается и продуктивность спирулины, с максимальным ее ростом на 13 % при концентрациях 15–25 мг/л. С увеличением концентрации

растет и содержание Ge в биомассе при использовании большинства исследованных соединений, кроме соединения ди-трет-бутилдифторогермана (tBu_2GeF_2). Максимальное содержание германия в биомассе (80 мг%) было отмечено при культивировании спирулины на среде Заррук с добавлением тетрафенилгермана (Ph_4Ge). Количество накопленного германия в биомассе растет в серии: tBu_2GeF_2 < $MesGeCl(CHR_2)_2$ < Ph-C_6H_4Ge(F)fluorenyl < ArP=CCl-Ge(F_2)Tip (где Ar=2,4,6-$tBu_3C_6H_2$; Tip=2,4,6-$iPr_3C_6H_2$) < $ClGe(CHR_2)_3$ < Ph_4Ge.

Таким образом, можно сделать вывод, что исследуемые соединения германия могут быть использованы для получения биомассы, обогащенной германием и другими биоактивными веществами для разработки препаратов с антиканцерогенным и иммуностимулирующим эффектом.

И.С. ТРИФОНОВА, А.Л. АФАНАСЬЕВА, О.А. ПАВЛОВА

Ин-т озероведения РАН,
ул. Севастьянова, 9, 196105 Санкт-Петербург, Россия
e-mail: itrifonova@mail.ru

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ЭКОЛОГИЯ *GONYOSTOMUM SEMEN* (EHRENB.) DIESING В ВОДОЕМАХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ

Рафидофитовые водоросли достаточно широко распространены в небольших стоячих водоемах с ацидной гуминовой водой, прудах, лесных озерах, старицах рек и особенно в сфагновых болотах, как правило, в незначительных количествах. Массовое развитие представителя этой группы *Gonyostomum semen* (Ehrenb.) Diesing с конца 60-х гг. прошлого столетия отмечается в южных районах Швеции, преимущественно в озерах с pH воды от 5,5 до 6,5. В некоторых из них развитие вида столь обильно, что создает помехи для купания, вызывая аллергические реакции. С начала 80-х гг. массовое развитие *Gonyostomum* наблюдается уже и в озерах Финляндии. Считается, что причиной этого является ацидификация водоемов Фенноскандии в результате выпадения кислых дождей. Существует также мнение, что массовое развитие *Gonyostomum* обусловлено обогащением ацидных водоемов биогенными веществами в результате эвтрофирования.

По нашим многолетним исследованиям и данным других авторов, до последнего времени рафидофитовые водоросли редко встречались в планктонных сообществах водоемов Северо-Запада России. Однако, с середины 90-х гг. прошлого столетия *G. semen* отмечается в значительных количествах в некоторых водоемах южной Карелии, кислых озерах Вологодской области, в озерах Валаамского архипелага на Ладожском озере и ряде других водоемов.

Исследования фитопланктона притоков Ладоги и р. Невы проводятся нами с 1995 г., изучен фитопланктон 21 притока. На протяжении периода исследований наблюдалось постепенное

распространение *Gonyostomum* на водосборе Ладоги. В конце 90-х гг. вид регистрировался только в 5 реках. В небольших количествах вид отмечался в северо-восточных притоках Уксун Тулема, Видлица, Тулокса и Олонка с pH от 5,2 до 6,8 и цветностью выше 150 º Pt/Co шкалы. Эти реки берут начало из озер, связанных с озерно-речными системами Фенноскандии. В настоящее время в большинстве притоков *Gonyostomum* является обычным компонентом летнего планктона, достигая максимальной численности в июле–августе. Вид не встречен только в двух реках южного побережья Ладоги. В летнем фитопланктоне *G. semen* составляет до 25 % биомассы в реках восточного побережья, до 30–40 % – в северных, в фитопланктоне крупных рек – не более 10 %. Причем за период наблюдений роль этого вида в планктоне притоков год от года возрастала. Наибольшая численность вида (до 40–50 тыс. кл./л) отмечена в гумифицированных притоках с повышенным содержанием фосфора, прежде всего в р. Морье (с содержанием $P_{общ}$ 0,150 мг/л), где он составляет до 80 % биомассы.

В результате обследования 15 разнотипных озер центральной части Карельского перешейка, проведенного в июле 2009–2011 гг., в планктоне 4-х из них (Малое Луговое, Медведевское, Волочаевское и Охотничье) в массе зарегистрирована *G. semen*. Ранее этот вид в указанных озерах не встречался. Все озера характеризуются низкой pH (5,1–6,5) и повышенной цветностью (80–400 º Pt/Co шкалы). Ранее озера Медведевское и Охотничье были ацидными олиготрофными, однако в настоящий момент используются для рыборазведения частными фирмами, в недавний период подвергались известкованию и удобрялись. В результате в них значительно повысилась цветность и содержание $P_{общ}$ 0,03–0,04 мг/л. Численность *Gonyostomum* в оз. Охотничьем возрасла до 50 тыс.кл./л. Максимальная численнось вида (от 100 до 400 тыс. кл/л) отмечена в мезогумозных эвтрофных озерах Медведевском и Волочаевском и полигумозном мезотрофном оз. М. Луговом с содержанием $P_{общ}$ 0,05–0,06 мг/л.

Существенная роль в биомассе фитопланктона ряда притоков рафидофитовой водоросли *G. semen* и расширение из года в год ее ареала в водоемах бассейна Ладоги показывает, что продолжается экспансия этого вида, которая для водоемов Фенноскандии отмечается с 70-х гг. прошлого столетия. Массовое развитие *G. semen* связано с эвтрофированием ацидных водоемов.

А.А. ТРОФИМ, В.М. ШАЛАРУ

Молдавский государственный ун-т,
ул. А. Матеевич, 60, 2009 Кишинев, Молдова
e-mail: alinatrofim@yahoo.com

САПРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АЛЬГОФЛОРЫ РЕКИ КОГЫЛЬНИК (РЕСПУБЛИКА МОЛДОВА)

Рост численности населения, развитие индустрии и сельского хозяйства приводит к интенсивному использованию поверхностных вод и

их загрязнению, в результате чего резко изменяется состав и особенности количественного развития альгофлоры. Во многих реках концентрация органических веществ превышает допустимые нормы, что нередко приводит к уменьшению видового разнообразия водорослей.

Материалом для данного сообщения послужили пробы фитопланктона р. Когыльник, которые были отобраны на участке г. Хынчешть – с. Богдановка. Эта река длиной в 232 км протекает по южной части Республики Молдова и впадает в приморское озеро Сасык на территории Украины. В течение 2004–2005 гг. нами были проведены работы по определению состава и сапробиологической характеристики альгофлоры реки. Сбор материала осуществлялся на 9 створах ежемесячно в 2004 г. и сезонно в 2005 г.

В результате проведённых исследований в альгофлоре реки выявлено 385 видов водорослей, из которых 73 вида – Cyanophyta, 75 – Euglenophyta, 114 – Chlorophyta, 118 – Bacillariophyta, 3 – Xanthophyta и 2 – Crysophyta. Анализ всей флоры водорослей бассейна р. Когыльник показал, что индикаторами степени сапробности воды являются 171 видов и разновидностей, или 44,4 % от общего их числа водорослей. Доминантной группой является бетамезосапробионты, представленные 94 видами, что составляет 54,9 % от общего числа, к альфамезосапробионтам относятся 18 видов (10,5 %), олигосапробы и олиго-бетамезосапробы объединяют 15 (8,7 %) и 14 (8,2 %) таксонов, соответственно. Вклад групп бета-альфа- – 9 (5,4 %) и альфа-бетамезосапробионтов – 7 (4,1 %) менее значителен, а поли-альфамезосапробионтов и полисапробионтов всего по 3 таксона, т.е. 1,7 % от общего числа индикаторов сапробности. В целом, данные свидетельствует об активном участии водорослей в процессе очистки вод реки.

Из общего числа индикаторов 20 относятся к отделу Cyanophyta, из которых 6 видов (30 %) являются бета-мезосапробионтами и 4 (20 %) – альфа-бета-мезосапробионтами. В водоем поступает значительное количество аллохтонного органического вещества, что вероятно способствует интенсивному развитию видов синезеленых: *Anabaena flos-aguae* Lyngb., *Oscillatoria agardhii* Gomont, *O. amphibia* C. Agardh, *O. brevis* Kütz., *O. chalybea* Mert., *O. formosa* Bory. Летом эти виды вызывают «цветение» воды в реке.

По отношению к галобности 120 видов водорослей, или 31 %, от общего числа видов относятся к индифферентам (57 %) (*Anabaena flos-aguae* Lyngb., *Euglena acus* Ehrenb., *Lepocinclis ovum* Ehrenb., *Synedra acus* Kütz.) и галофилам (29 %) (*Aphanizomenon flos-aquae* Ralfs., *Oscillatoria agardhii* Gomont, *O. amphibia* C. Agardh), что свидетельствует об увеличении минерализации воды в реке. По отношению к pH в альгофлоре реки доминируют алкалифилы (58 %), менее разнообразны индифференты (27 %). На основе сапробиологической оценки исследуемая река соответствует III и IV классу загрязненности воды.

Л.Н. УНГУРЯНУ[1], В.М. ШАЛАРЬ[2], Д.С. ТУМАНОВА[1], Г.Т. УНГУРЯНУ[1]

[1]Ин-т зоологии Академии Наук Молдовы,
ул. Академией, 1, 2028 MD Кишинэу, Молдова
e-mail: ungur02laura@yahoo.com
[2]Молдавский государственный ун-т,
Ул. Матеевич, 60, 2028 MD Кишинэу, Молдова

ЭВГЛЕНОВЫЕ ВОДОРОСЛИ РЕКИ ДНЕСТР В ПРЕДЕЛАХ РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА

Изучены многолетние (1989–2010 гг.) сукцессии фитопланктонных сообществ реки Днестр в пределах Республики Молдова. Эвгленовые водоросли были представлены 97 видами и внутривидовыми таксонами, которые относятся к 7 родам. Большинство таксонов относятся к родам *Trachelomonas* и *Euglena.* В составе фитопланктона чаще встречались виды *Trachelomonas hispida* (Perty) Stein. var. *hispida, T. volvocina* Ehrenb., *T. intermedia* Dang., *T. planctonica* Swir. var. *planctonica, T. granulosa* Playf., *Euglena polymorpha* Dang., *E. hemichromata* Skuja, *E. acus* Ehrenb., *E. proxima* Dang., *E. caudata* Hubner, *Phacus longicauda* (Ehrenb.) Duj., *Ph. orbicularis* Hubner, *Strombomonas fluviatilis* (Lemmerm.) Defl.

Установлено, что эвгленовые водоросли быстро реагируют на уровень минерализации воды и концентрацию биогенных элементов. Они интенсивнее развиваются при более высоком содержании в воде амонийного азота и при повышенной концентрации органических веществ.

В среднем и нижнем участках Днестра эвгленовые водоросли хотя и встречались часто в составе фитопланктона, однако в состав доминирующего комплекса не входили, так как их количественные показатели не достигали значительных величин. В 1989–2009 гг. в р. Днестр численность эвгленовых водорослей варьировала в пределах 0,01–0,17 млн кл./л, а биомасса между – 0,03–0,45 г/м^3. Наибольшие величины количественных показателей эвгленовых водорослей были зарегистрированы ниже Дубэссарской плотины.

В Дубоссарском водохранилище в 1989–2009 гг. были обнаружены 32 вида и внутривидовых тахонов, что в 2 раза меньше чем в 1956–1988 гг. В то же время в водохранилище появились новые виды: *Trachelomonas hispida* var. *duplex* Defl., *T. acanthostoma* Stokes, *T. armata* (Ehrenb.) Stein, *T. planctonica* var. *oblonga* Drez., *Lepocinclis teres* (Schmitz.) France и *Phacus parvulus* Klebs, которые раньше (1956–1988 гг.) не были зарегистрированы. В количественной структуре эвгленовых водорослей не произошло существенных изменений. Начиная с первых лет существования водохранилища (1956–1959 гг.) и до 1999 г. максимальная биомасса эвгленовых водорослей не превышала 1 г/м^3. В период 2000–2009 гг. их численность колебалась от 0,07 до 0,56 млн кл./л, а биомасса – в пределах 0,44–3,09 г/м^3. Все это свидетельствует об увеличении уровня органического загрязнения и эвтрофикации Дубоссарского водохранилища.

Е.Н. УНКОВСКАЯ[1], О.В. ПАЛАГУШКИНА[2], Н.Г. ТАРАСОВА[3]

[1]Волжско-Камский государственный природный биосферный заповедник,
ул. Вехова, 1, 422523 п. Садовый, Россия
[2]Казанский государственный ун-т,
ул. Кремлевская, 35, 420008 Казань, Россия
[3]ИЭВБ РАН,
ул. Комзина, 10, 445003 Тольятти, Россия

ХАРАКТЕРИСТИКА ФИТОПЛАНКТОНА ОЗЕРА ЛИНЕВО (ВОЛЖСКО-КАМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРИРОДНЫЙ БИОСФЕРНЫЙ ЗАПОВЕДНИК, РОССИЯ)

Озеро Линево расположено на территории Раифского участка Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника. Водоем суффозионно-карстового происхождения, его площадь – 6,9 га, максимальная глубина 5,7 м, средняя – 2,02 м, объем 141028 м^3. Озеро проточное, через него протекает р. Сер-Булак. В 1986 г. произошел сброс неочищенных вод Казанской птицефабрикой в р. Сер-Булак, что привело к экстремально высокому загрязнению водоема, что, в свою очередь, выразилось в значительном снижении прозрачности воды, отсутствии кислорода и возрастанию концентраций биогенных элементов.

Исследования фитопланктона водоема проводились сотрудниками Казанского госуниверситета в 1995–2005 гг., которые анализировали усредненные пробы. Летом 2006–2007 гг. и ежемесячно в 2010 г. проводилось изучение состава водорослей в водоеме с учетом их вертикальной гетерогенности. Кроме того, изучались сукцессии планктонных водорослей в сообществах высших водных растений в месте впадения и выхода р. Сер-Булак.

В результате проведенных исследований установлено, что фитопланктон оз. Линево отличается высоким видовым разнообразием водорослей. Наибольшим числом таксонов водорослей рангом ниже рода отличался отдел зеленых водорослей, а именно – представители порядка хлорококковых, которые обычно развиваются в озерах с высокой степенью антропогенной нагрузки. Водоросли этого отдела активно развиваются в водоеме уже с конца мая. В это время именно представители этого порядка входят в состав доминирующего комплекса водорослей. В летний период в озере отмечается активное развитие синезеленых водорослей, которые начинают входить в ранг доминант уже с июня, а в летний период отмечается их массовая вегетация, приводящая к «цветению» водоема. В осенний период наблюдаются также высокие показатели количественного развития золотистых водорослей. В водоеме отмечается достаточно высокое видовое разнообразие желтозеленых и эвгленовых водорослей. Представители последнего отдела обычно являются обитателями неглубоких, хорошо прогреваемых водоемов с высокой степенью антропогенной нагрузки.

Особенностью оз. Линево является присутствие в придонных слоях воды сероводорода и отсутствие здесь кислорода. Водоем стратифицирован и по температуре, и по химическому составу воды. Детальное изучение вертикального распределения планктонных водорослей, особенно в зоне

хемоклина, где пробы отбирались с шагом 0,2 м, проводилось в 2006–2007 гг. Максимальное количественное развитие водорослей отмечалось на глубине 1 м, в зоне хемоклина происходило резкое уменьшение численности и биомассы. В разные сезоны наибольшее разнообразие водорослей, их максимальная численность и биомасса отмечались на различных глубинах, что, вероятно, связано с изменением химического состава воды.

Водоросли, развивавшиеся в сообществах высших водных растений оз. Линево, по своему составу незначительно отличались от фитопланктона пелагической части водоема. Следует только отметить в сообществах макрофитов увеличение разнообразия представителей десмидиевых водорослей.

О.М. УСЕНКО

Ин-т гидробиологии НАН Украины
пр. Героев Сталинграда, 12, 04210 Киев, Украина
e-mail: hydrobiol @ kw.ua

МЕХАНИЗМЫ РЕЗИСТЕНТНОСТИ ВОДОРОСЛЕЙ К ТОКСИНАМ В КУЛЬТУРЕ И ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ

На одни и те же концентрации растворенных в среде биологически активных веществ (БАВ) виды водорослей разных таксономических групп реагируют по-разному. Больше того, эта разность проявляется в одних и тех же видов в естественных водоемах и в культурах. Целью наших исследований было исследование механизмов резистентности в этих условиях синезеленой водоросли *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend Elenkin. При внесении в среду фитопланктона с доминированием (91 %) клеток *M. aeruginosa* 217 мкг/дм^3 фенолов из биомассы *Glyceria maxima* наблюдали на 3-и сутки экспозиции уменьшение фотосинтетической активности с 0,38 до 0,35. В то же время, при таких же условиях, эта величина в культуре *M. aeruginosa* уменьшилась с 0,23 до 0,13. Резистенция природных популяций *M. aeruginosa* значительно большая, чем культуры этой же водоросли. Одним из путей приспособления водорослей к токсичной среде может служить своеобразный механизм – функциональная изоляция клетки при уменьшении обменных процессов. У колониальных форм проявляется защитная роль колонии. Она состоит в том, что внешний пласт клеток, который подлежит интоксикации, отмирает, образовывая «ядонепроницаемый» пласт. Под такой оболочкой внутренняя часть колонии продолжает жить и размножаться. Подобную роль играет и слизь. В культуре клетки *M. aeruginosa* мало защищены слизистыми оболочками в сравнении с колониями этой водоросли в естественных условиях. Токсиканты среды лучше контактируют с клетками водорослей в условиях культуры и хорошо проникают в клетки, влияя на изменения в них биохимических процессов. Резистентность колоний *M. aeruginosa* в естественных водоемах уменьшается при их размыве потоками воды. Именно поэтому в реках «цветение» воды

синезелеными водорослями встречается редко. «Обнаженные» клетки синезеленых водорослей отличаются от других интенсивным экологическим метаболизмом. Они, как наиболее старые в филогенетическом развитии, лучше поглощают из среды и выделяют в нее разные вещества, в том числе биологически активные. Таким образом, связывая из среды БАВ, клетки уменьшают концентрацию этих веществ в среде. Уменьшение интенсивности проникновения в клетки токсикантов способствует выживанию оставшихся клеток в такой среде. Изменение проницаемости обусловлено многими факторами: биологическими особенностями вида, величиной концентраций действующих веществ, временем их влияния на клетки, наличием слизистого покрытия клеток, температурой, совместным действием нескольких БАВ, pH среды, гидрологических условий водоема и т.п. Это может приводить к изменению структуры альгосообществ. К биологическим факторам, которые формируют резистентность водорослей к токсикантам, растворенным в водной среде, следует отнести интенсивность их метаболизма. Под влиянием веществ, которые изменяют окислительно-вистановительные реакции клеток, именно планктонные синезеленые водоросли первыми реагируют на растворенные в воде ингибиторы фотосинтетических процессов и имеют наименьшую к ним сопротивляемость. Изменение проницаемости клеточных мембран можно считать одним из механизмов действия некоторых алелопатически активных веществ, сопутствующих водорослям макрофитов и аллохтонных загрязнителей воды.

Р.И. УСТУРОЙ, В.В. ШАЛАРУ

Молдавский государственный ун-т,
ул. А. Матеевич, 60, 2009 Кишинев, Молдова
e-mail: rodydudutza@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ *NOSTOC FLAGELLIFORME* (BERK. ET CURT.) ELENKIN CNMN-CB-08 В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Использование микроводорослей в качестве биотехнологических объектов требует постоянного изучения и выделения новых высокопродуктивных штаммов. Выращивание новых культур в лабораторных условиях включает ряд этапов, таких как: первоначальное определение перспективных представителей, выделение альгологически чистых культур, подбор оптимальных питательных сред для роста и развития водорослей и разработка технологий хранения их в коллекциях.

Штамм *Nostoc flagelliforme* (Berk. et Curt.) Elenkin CNMN-CB-08 хранится в «Национальной коллекции Непатогенных Микроорганизмов Р. Молдова» (2010). Чистая культура была получена в лаборатории

альгологии Молдавского государственного университета в 2008 г. Данный штамм хорошо растет на агаризированных средах Drü и Гусев.

В случае культивирования на минеральной среде Гусев *N. flagelliforme* образует прямые или изогнутые трихомы, одиночные или в пучках по 8–16 нитей оливко-коричневого цвета с фиолетовым оттенком со слизистой оболочкой. Вегетативные клетки имеют коротко-бочкообразную форму 3,34–4 мкм дл. и 4,4–4,88 мкм шир. В трихомах присутствуют почти шаровидные гетероцисты, слегка удлинённые, 4,88–5,12 мкм в диам. Они отличаются от вегетативных клеток более светлой окраской, присутствием двойной мембраны и двух пор на обоих концах.

При культивировании на жидкой среде в присутствии большого количества пузырьков кислорода, выделяемых в результате фотосинтеза, трихомы *N. flagelliforme* концентрируются в поверхностных слоях, некоторая их часть прилипает к стенкам сосудов в виде пленок, которые легко отделяются при встряхивании. После 30 дней культивирования, хлорофилл разрушается, биомасса штамма превращается в более светлую желатиновую массу и *Nostoc* погибает. Это делает необходимым рекультивирование штамма каждые 2 недели, с соблюдением следующих условий: использование безазотистых минеральных сред с pH 6–7, культивирование при оптимальной температуре 25–30 °C летом и 15–20 °C в зимнее время, непрерывном освещении 2000–3000 лк и периодическом перемешивании. На агаризированной среде Drü и Гусев культура занимает поверхностные слои агара, и формирует нитевидные колонии, длиной 5–8 см.

А.И. ФАЗЛУТДИНОВА

Башкирский государственный педагогический ун-т им. М. Акмуллы,
ул. Октябрьской революции, 3а, 450000 Уфа, Россия
e-mail: alfi05@mail.ru

ПОЧВЕННЫЕ ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРОСЛИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ МЕСТООБИТАНИЙ

В последние годы существенно возрос интерес к биоразнообразию и экологии микроорганизмов экстремальных местообитаний, с крайними климатическими и другими природными условиями. Полуостров Камчатка – один из тех регионов России, где современный вулканизм оказывает существенное влияние на окружающую среду (Карпачевский и др., 2009). Роль почвообразующих пород для почв Камчатки выполняют вулканические пеплы, которые представляют собой в основном мелкие обломки вулканического стекла и лишь незначительное количество силикатных минералов, что и определяет их бедный элементный состав. В настоящей работе приведены результаты изучения видового состава почвенных диатомовых водорослей Мутновско-гореловской группы вулканов. Из этой группы вулканов исследованиями были охвачены одни из наиболее активных вулканов Южной Камчатки – Горелый (номер по

каталогу IAVCEI 1000-07) и Мутновский (1000-06), расположенные в 70 км юго-западнее от г. Петропавловск-Камчатский. Образцы почв были любезно предоставлены д.б.н. А.А. Гончаровым.

В исследованных районах выявлено 35 видов и внутривидовых таксонов диатомовых водорослей, относящихся к 10 родам и 6 семействам. Самое крупное семейство Naviculaceae содержит 12 таксонов, что составляет 34,3 % всего состава. Меньшим числом таксонов представлены Pinnulariaceae – 9 (25,7 %), Eunotiaceae – 5 (14,3 %), Fragilariaceae – 4 (11,4 %), Nitzschiaceae – 3 (8,6 %) и Achnanthaceae – 2 (5,7 %). Практически во всех исследованных образцах присутствовали представители семейства Pinnulariaceae, рода *Pinnularia*. Большая часть видового состава (24 таксона, или 68,6 %) выявлена в почвенных образцах с вулкана Мутновский и его окрестностей. Видовое ядро сообщества диатомовых водорослей представлено следующими видами и внутривидовыми таксонами: *Caloneis bacillum* (Grunow) Cleve, *Eunotia fallax* A. Cleve-Euler, *E. praerupta* Ehrenb. var. *curta*, *Fragilaria pinnata* Ehrenb., *Hantzschia amphioxys* (Ehrenb.) W. Sm., *Navicula contenta* Grunow, *N. cincta* (Ehrenb.) Ralfs in Pritchard, *N. minuscula* Grunow, *N. mutica* Kütz., *Pinnularia borealis* Ehrenb., *P. subcapitata* W. Greg. Среднее количество таксонов на пробу – 12. Разнообразие таксонов диатомовых водорослей, характерное для вулкана Мутновский, объясняется интенсивным развитием высшей растительности на исследуемой территории. Вулкан Горелый отличался весьма низким видовым разнообразием, обнаружено всего 4 таксона (11,4 %): *Caloneis bacillum* (Grunow) Cleve, *Pinnularia borealis* Ehrenb., *P. microstauron* (Ehrenb.) Cleve *и P. subcapitata* W. Greg. Среднее число таксонов на пробу – 1. В почвенных образцах, взятых с тропы вдоль края кратера и у края кратера с озером, диатомовые водоросли отсутствовали. Возможно, это связано с высокой токсичностью исследуемых почв.

Изученные вулканы Мутновско-гореловской группы отличались по видовому разнообразию, ведущим видам, положению семейств и родов в таксономических спектрах. Проведенный кластерный анализ показал довольно низкое сходство систематического состава сообществ диатомовых водорослей обследованных участков (Новаковский, 2004). Значения коэффициента Съёренсена-Чекановского варьировали от 0,34 до 0,46. В целом, вулканические почвы Камчатки, формирующиеся на рыхлых пепловых отложениях, характеризуются низким разнообразием видового состава диатомовых водорослей. Общей чертой этих почв является наибольшее разнообразие семейств Naviculaceae, Pinnulariaceae и Eunotiaceae. В структуре родового спектра преобладают рода *Navicula, Pinnularia* и *Eunotia.* Отличия объясняются географическими закономерностями строения почвенно-пирокластического чехла, степенью трансформации почвообразующих пород, возрастом поверхностных и погребенных почв и др.

Н.В. ФОМИНА[1], М.В. ЧИЖЕВСКАЯ[2], С.П. НЕХОДИМОВА[1]

[1]Красноярский государственный аграрный ун-т,
пр. Мира, 90, 660049 Красноярск, Россия
e-mail: natvalf@mail.ru
[2]Сибирский государственный аэрокосмический ун-т им. М.Ф. Решетнева,
пр. им. газеты «Красноярский рабочий», 31, 660014 Красноярск, Россия
e-mail: chiz_mar@list.ru

ОСОБЕННОСТИ ЦИАНОБАКТЕРИАЛЬНО-ВОДОРОСЛЕВЫХ ЦЕНОЗОВ ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКОВ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ (РОССИЯ)

Почвенные водоросли, как специфическая группа растительных организмов, является частью автотрофного блока любой наземной экосистемы. В настоящее время для Красноярской урбоэкосистемы выявлено 156 видов почвенных водорослей, включая цианобактерии (Чижевская, 2007). В то же время, альгологический состав почв лесных питомников Красноярского края в настоящее время не установлен.

Объектом исследования стали цианобактериально-водорослевые ценозы (ЦВЦ) почв лесопитомников Средней Сибири (Красноярский край) с посевами сеянцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), ели обыкновенной (*Picea obovata* Ledeb.), сосны сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) и лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.). Посевы ежегодно обрабатывались гербицидами (анкор, раундап) и фунгицидами (байлетон, фундазол). В качестве районов исследования были выбраны лесные питомники, расположенные в центральном районе Красноярского края – Мининский, Ермаковский и Маганский лесопитомники.

Исследования показали, что во всех исследуемых почвах обнаружены представители 4-х отделов (Cyanoprokaryota / Cyanophyta, Bacillariophyta, Xanthophyta и Chlorophyta), включающие 4 класса, 9 порядков, 12 семейств, 12 родов.

Ранжирование родов по обилию показало доминирование отдела Chlorophyta, который преобладает в структуре почв всех трех исследуемых питомников и составляет 37,5 %, 42,8 % и 40 % для Ермаковского, Мининского и Маганского, соответственно. Такое соотношение характерно для лесных почв, слабо подверженных антропогенной нагрузке (Алексахина, Штина, 1984).

Обнаруженные в исследуемых почвах водоросли относятся к 9 порядкам: Oscillatoriales, Klebsormidiales, Scenedesmales, Volvocales, Chlorellales, Botrydiales, Vaucheriales, Naviculales, Bacillariales. К числу доминирующих родов альгофлоры почв лесных питомников расположенных на территории Красноярского края относятся: *Phormidium* Kütz., *Oscillatoria* Vaucher, *Nostoc* Vaucher ex Born. et Flah., *Chlamydomonas* Ehrenb., *Bracteacoccus* Tereg., *Chlorella* Beij., *Klebsormidium* Silva, Mattox et Blackwell, *Chlorococcum* Menegh., *Botrydiopsis* Borzi., Vaucheria de Candolle, *Pinnularia* Ehrenb. и *Navicula* Bory.

Стоит отметить, что в городских альгоценозах Красноярска не выявлена *Vaucheria* sp. В то же время в составе водорослей ЦВЦ лесопитомников отсутствуют синезеленые виды–азотфиксаторы, которые широко представлены в антропогенно преобразованных почвах Красноярска.

Выявлено, что на полях с посевами кедра выделяются преимущественно водоросли родов *Chlorella, Klebsormidium, Bracteacoccus, Phormidium, Nostoc,* под посевами ели – *Vaucheria, Botrydiopsis,* лиственницы – *Bracteacoccus, Phormidium.* Сообщества почвенных водорослей формируются под влиянием сеянцев хвойных и почвенных условий, поэтому ЦВЦ в основном четко приурочены к определенным типам почв и определенным лесорастительным условиям.

Т.Г. ХАЧИКЯН, А.С. МАМЯН, Л.Р. ГАМБАРЯН

Научный центр зоологии и гидроэкологии НАН РА, Ин-т гидроэкологии и ихтиологии
ул. Паруйра Севака, 7, 0014 Ереван, Армения
e-mail: tkhachikyan@mail.ru l, a_mamyan@mail.ru2, lus-ham@yandex.ru3

ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ВИДОВОЙ СОСТАВ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ НЕКОТОРЫХ РЕК АРМЕНИИ

Загрязнение поверхностных вод является глобальной экологической проблемой, в связи с чем особое значение приобретает проводимый гидроэкологический мониторинг. Мониторинг, проводимый на водных объектах, имеет значение для контроля качества воды по гидробиологическим показателям. Особую ценность имеют сведения о видовом составе и экологической характеристике планктонных водорослей, так как они являются первым звеном трофической цепи в водоемах и быстро реагируют на изменение среды обитания.

В 2009 г. проводились исследования фитопланктонного сообщества основных рек впадаюших в озеро Севан, таких как Гаварагет, Дзкнагет, Арпа, Аргичи, Личк, Макенис, Варденик, Масрик, а также притоков Памбак и Тандзут, трансграничной реки Дебед. Выявлено, что в фитопланктоне всех рек доминирующей группой по количественным и качественным показателям является группа диатомовых (Bacillariophyta) водорослей.

В основных притоках, впадающих в оз. Севан, выявлено около 70 видов водорослей, рангом ниже рода. По основным признакам географического распространения видов, основной состав водорослей является бореальным – около 53 % видов, виды–космополиты составили около 42 %, а южно-альпийские виды составили 5 %. По признаку минерализации доминировали виды индифференты, составившие 82 % от общего числа видов, а по реакции к pH воды 68 % видов были алкалафильными. В составе фитопланктонного сообщества, планктонные виды составили 23 %, бентосные – 47 %, а обрастания составили 30 %. Из

обнаруженных 70 видов диатомовых водорослей 56, являются стойкими индикаторами загрязнения вод органическими загрязнителями. Из общего количества видов 50 %, являются βms видами, 21 % – o-βms, 9 % – αms, 9 % – os, а xs виды вместе составили 11 %.

Максимальные показатели численности (3776,0 тыс. кл./л) и биомассы (16,5 г/м^3) водорослей зарегистрированы в феврале, в планктоне р. Личк. Доминировали крупноклеточные виды родов *Fragilaria crotonensis* Kitt., *Cymatopleura solea* (Bréb.) W. Sm. и *Melosira italica* (Ehrenb.) Kütz.

В фитопланктоне рек Тандзут и Памбак было обнаружено около 74-х видов диатомовых водорослей. Доминировали виды родов *Navicula hungarica* Grunow, *Cymbella lanceolata* (Ehrenb.) V.H., *Cymbella prostrata* (Berkeley) Cleve, *Surirella robusta* Ehrenb. var *spendida* Ehrenb., *Fragilaria construens* (Ehrenb.) Grunow, *Stauroneis anceps* Ehrenb., *Pinularia* sp., *Diatoma hiemale* var. *mesodon* (Ehrenb.) Grunow. По признаку географического распространения доминировали бореальные виды, составившие 52,9 %, виды–космополиты составили 39,2 %, южно-альпийские виды – 7,8 %. По критерию минерализации превалировали виды индефференты, составив 79,2 %, по отношению к pH воды алкалафильные виды составили 73,4 %, В составе фитопланктонного сообщества, планктонные виды составили 22 %, бентосные – 39 %, а обрастания – 29 %. По сапробности большинство обнаруженных видов – это βms виды, около 43,3 %, o-βms составили 18,8 %, αms – 9,4 %, os – 7,5 %, а xs виды вместе составили 20,6 %.

Максимальные показатели диатомовых водорослей зарегистрированы в планктоне р. Памбак, составив по численности 1187,0 тыс. кл./л, по биомассе – 10,5 г/м^3 .

Основной состав диатомовых водорослей соответсвует β-мезосапробным видам, что классифицирует среднюю степень загрязнения рек.

Х.Х. ХИСОРИЕВ

Ин-т ботаники, физиологии и генетики растаний АН РТ,
ул. Карамова, 27, 734017 Душанбе, Таджикистан
e-mail: hhikmat@mail.ru

ИТОГИ ИССЛЕДОВАНИЙ АЛЬГОФЛОРЫ ТАДЖИКИСТАНА

В настоящее время общее видовое разнообразие водорослей в различных типах водоёмов и почв Таджикистана насчитывает 2176 видов, относящихся к 10 отделам, 20 классам, 65 порядкам 127 семействам и 308 родам. Основу видового разнообразия составляют диатомовые водоросли (Bacillariophyta), объединяющие 650 видов, относящихся к 3 классам, 16 порядкам, 18 семействам и 45 родам. Благодаря экологической пластичности и высокой толерантности большинства видов по отношению к различным экологическим факторам, они занимают господствующее положение как в фитопланктоне, так и в фитобентосе водоемов предгорной

и горной частей страны. В число крупнейших семейств и родов входят семейства Naviculaceae, Cumbellaceae, Fragilariaceae и роды *Navicula, Cymbella, Pinnularia, Achnanthes, Nizschia, Synedra* и др.

Синезеленые водоросли (Cyanophyta) по видовому богатству занимают второе место в сложении альгофлоры Таджикистана (27,1 % всего видового состава). В различных водных и наземных биотопах разными авторами обнаружено 590 видов синезеленых водорослей, принадлежащих к 3 классам, 11 порядкам, 27 семействам и 58 родам. Крупнейшими семействами и родами среди них являются семейства Oscillatoriaceae, Nostocaceae, Gloeocapsaceae, Cynechococcaceae и роды *Oscillatoria, Phormidium, Lyngby, Gloeocapsa, Schizothrix.*

Довольно разнообразно в альгофлоре Таджикистана представлены также зеленые водоросли (Chlorphyta – 26,7 %). Они включают 581 вид, которые относятся к 6 классам, 19 порядкам, 51 семейству и 129 родам. Зеленые водоросли обильно представлены как в стоячих, так и в медленно текучих водоемах равнинной части Таджикистана. Наибольшим видовым разнообразием среди них выделяются семейства Desmidiaceae, Chlorococcaceae, Scenedesmaceae и роды *Cosmarium, Scenedesmus, Chlamydomonas, Ulothrix, Closterium.*

В альгофлоре Таджикистана богато представлены также эвгленофитовые водоросли (Euglenophyta). Всего найдено 200 видов эвгленовых (9,2 % всей флоры), которые относятся к 1 классу, 2 порядкам, 5 семействам и 27 родам. Основная часть видов этих водорослей распространена в мезотрофных водоемах типа стоячих эфемерных и пойменных водоемов, в биологических и рыбоводных прудах. Наиболее разнообразны и широко распространены в Таджикистане представители семейства Euglenaceae и родов *Euglena, Trachelomonas, Phacus* и *Lepocinclis.*

Видовое разнообразие желтозеленых (Xanthophyta – 70 видов), золотистых (Chrysophyta – 42) и динофитовых (*Dinophyta* – 36 видов) в альгофлоре значительно ниже и составляет от 1,6 % до 3,2 %. Желтозеленые водоросли наиболее богато представлены в составе почвенной альгофлоры. Золотистые водоросли лучше всего развиваются в стоячих и хорошо освещаемых водоемах типа озер и водохранилищ, а также горных водотоках. Чаще всего встречаются виды родов *Dinobryon, Synura* и *Hydrurus.* Динофитовые (Dinophyta) водоросли чаще всего (виды родов *Peridinium*, *Glenodinium*) развиваются в стоячих искусственных водоемах. Из красных водорослей (Rhodophyta) в водоемах Таджикистана обнаружено всего 5 видов (из родов *Bangia, Batrachospermum, Chantransia, Lemanea, Chroodactylon*), а из отделов рафидофитовых (Raphydophyta) и криптофитовых (Cryptophyta) водорослей обнаружено лишь по одному виду.

Е.С. ХОМОВА

Одесский филиал Ин-та биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины,
ул. Пушкинская, 37, 65125 Одесса, Украина
e-mail: homova_ekaterina@mail.ru

ФЛОРИСТИЧЕСКИЙ СОСТАВ И МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ АЛЬГОСИСТЕМЫ «БАЗИФИТ-ЭПИФИТ» ЛИМАНОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИЧЕРНОМОРЬЯ (УКРАИНА)

Морфофункциональный подход позволяет рассматривать макро- и микрокомпоненты фитообрастания как комплексную альгосистему «базифит–эпифит», и проводить их изучение, используя единые показатели оценки.

В работе представлены данные сравнительной характеристики флористического состава и морфофункциональных показателей альгосистемы «базифит–эпифит» Тилигульского и Григорьевского (Малого Аджалыкского) лиманов северо-западного Причерноморья. Материалом для исследований послужили пробы, отобранные на природных и искусственных субстратах в прибрежных биотопах с глубины 0–0,7 м. Рассматриваемые лиманы характеризуются рядом отличий, определяющих скорость первично-продукционного процесса и структурно-функциональную организацию альгосообществ, – размерами, антропогенной нагрузкой, уровнем загрязнения.

Для макро- и микрокомпонентов альгосистемы «базифит–эпифит» определяли флористический состав, рассчитывали морфофункциональные показатели – удельная поверхность популяций ($S/W_п$, $м^2 \cdot кг^{-1}$) и сообществ ($S/W_с$, $м^2 \cdot кг^{-1}$), и индекс поверхности сообществ ($ИП_с$, ед.). Удельная поверхность характеризует экологическую активность видов, входящих в флористический состав сообществ, индекс поверхности – интенсивность функционирования макро- и микрофитоценозов.

В Тилигульском и Григорьевском лиманах были обнаружены следующие доминанты базифитного компонента альгосистемы – *Ceramium siliquosum* var. *elegans* (Roth) G. Furnari и *Enteromorpha intestinalis* (L.) Link. Также были отмечены доминанты, характерные для Тилигульского лимана – *Enteromorpha clathrata* (Roth) Grev., *Polysiphonia denudata* (Dillwyn) Kütz. и *Berkeleya rutilans* (Trentep.) Grunow и для Григорьевского – *Cladophora vagabunda* (L.) Hoek. Флористический состав микрокомпонента альгосистемы «базифит–эпифит» данных лиманов имел также незначительные отличия. Для двух лиманов были отмечены общие доминанты эпифитного компонента – виды родов *Cocconeis* и *Achnantes*, а также *Melosira moniliformis* var. *subglobosa* Grunow. Кроме того, в Тилигульском лимане массовой была *Grammatophora marina* (Lyngb.) Kütz., а в Григорьевском – *Rhoicosphenia abbreviata* (C. Agardh) Lange-Bert. и *Tabularia fasciculata* (C. Agardh) D.M. Williams et Roud.

Средняя величина $S/W_с$ базифитного компонента альгосистемы Тилигульского лимана была вдвое меньше, чем в Григорьевском лимане (92,59 ± 20,76) и (184,91 ± 62,16) соответственно. Это связано с наличием в

Григорьевском лимане видов с высокой экологической активностью – *Ulotrix flacca* (Dillwyn) Thur., *Stilonema alsidii* (Zanardini) K.M. Drew, *Acrochaetium secundatum* (Lyngb.) Nägeli. Для эпифитного компонента альгосистемы изучаемых лиманов не отмечено существенного различия, величины S/W_c микрокомпонента были практически одинаковые – 534,41 ± 35,32 (Тилигульский лиман) и 514,82 ± 106,60 (Григорьевский лиман).

Соотношение индексов поверхности базифитного и эпифитного компонента альгосистемы Тилигульского лимана составляло 2:1, Григорьевского лимана – 1:4.

Сравнительная характеристика структурно-функциональной организации альгосистемы «базифит–эпифит» Тилигульского и Григорьевского лиманов свидетельствует о более интенсивном продукционном процессе в последнем.

П.М. ЦАРЕНКО

Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины,
ул. Терещенковская, 2, 01601 Киев, Украина
e-mail: ptsar@ukr.net

ФЛОРА ВОДОРОСЛЕЙ УКРАИНЫ – ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ

История изучения видового состава водорослей Украины составляет более 1,5 веков. Эта флора является одной из наиболее богатых в Европе. Видовое разнообразие (с учетом пресноводных, морских, почвено-аэрофитных и симбиотических форм водорослей) насчитывает сейчас свыше 5200 видов, представленных около 6300 внутривидовыми таксонами водорослей, которые принадлежат к 967 родам и 14 отделам. Флора Украины охватывает свыше 42 % видового состава мировой континентальной флоры водорослей и около 10 % альгофлоры Земли.

По результатам альгофлористических исследований и проведенного анализа альгофлоры Украины установлено, что:

– осуществлено изучение видового состава отдельных групп водорослей большинства регионов Украины и установлена неравномерность его распределения на этой территории согласно природно-климатическим зонам и географическим регионам, что обусловлено зональными и азональными факторами. Наиболее высокое видовое разнообразие характерно для водоемов лесостепной зоны. Разнообразие водорослей равнинных территорий значительно выше (более чем в 2,2 раза), чем горных;

– установлено уменьшение видового разнообразия водорослей Euglenophyta, Chlorophyta и Streptophyta флоры Украины с северо-запада на юго-восток и увеличение роли Cyanoprokaryota и Bacillariophyta по указаному направлению, что обусловлено повышением степени минерализации вод и уменьшением разнотипности и количества водоемов, а также степени обводненности территории;

– основу видового состава флоры водорослей равнинной территории Украины формируют Chlorophyta, Streptophyta, Bacillariophyta и Cyanoprokaryota. Однако значение этих групп во флоре горных регионов резко отличается от равнинных;

– установлена зависимость видового разнообразия водорослей от физико-географических факторов, эколого-географических особенностей группы и генезиса региональной флоры, а также степени их изученности;

– определены эколого-систематические особенности региональных альгофлор Украины и отличия в разнообразии, а, соответсвенно, и месте конкретной таксономической группы водорослей в общем систематическом ряде ведущих груп. В частности, наиболее разнообразно (свыше половины видового состава стрептофитовых водорослей) в лесной и лесостепной зонах, а также в Украинских Карпатах, представлены десмидиальные, в то время как в лесостепной зоне высокое разнообразие свойственно для зеленых (жгутиковые и коккоидные) водорослей, которое резко уменьшается в горных регионах; для лесной зоны отмечен наиболее богатый видовой состав нитчатых (эдогониевых), в противоположность тому, что диатомовые и синезеленые являются ведущими группами по своему разнообразию в степной зоне и Горном Крыму;

– выявлен высокий процент бореальных и бореально-арктических элементов во флоре десмидиальных водорослей Украины и ее алохтонное происхождение, а также повышенное содержание неморальных и эвриголарктических видов во флоре зеленых коккоидных водорослей Украины и ее миграционно-автохтонное происхождение. Невысокий уровень эндемизма указанных групп водорослей (3,2–4,6 %) и особенности их систематической структуры свидетельствуют, вероятно, о значительных преобразованиях этой флоры в недалеком геологическом прошлом, а также об относительной молодости исследованных флор;

– описаны с территории Украины и признаны за самостоятельные 53 рода и 426 видов (568 таксонов видового и внутривидового ранга) водорослей, среди которых найбольшее количество новых для науки таксонов обнаружено среди Chlorophyta, Euglenophyta, Xanthophyta, Cyanoprokaryota и Streptophyta;

– альгосозологическими критериям соответствуют 60 видов водорослей из отделов Xanthophyta (1), Rhodophyta (18), Phaeophyta (11), Chlorophyta (13), Streptophyta (17), которые внесены в третье издание Красной книги Украины (Червона ..., 2009). Предполагается увеличение их количества и актуальности этих исследований в дальнейшем.

Основными направлениями и перспективой фикологических исследований в Украине является:

– флористическое, морфолого-таксономическое и эколого-географическое изучение водорослей страны и отдельных ее регионов;

– целенаправленное систематическое изучение отдельных групп водорослей с привлечением классических и современных методов;

– разработка альгофлористического районирования Украины и альгосозологических подходов, а также современной концепции вида у

водорослей на базе морфолого-цитологических и молекулярно-биологических критериев;

– подготовка специалистов–монографов конкретных таксономических групп водорослей (желтозеленых, золотистых, эвгленовых, диатомовых, зеленых жгутиковых и нитчатых) и дальнейшее издание «Флоры водорослей Украины»;

– подготовка и формирование новых выпусков «Визначник водоростей України» (зеленые жгутиковые, зеленые коккоидные, динофитовые и др.) и завершение издания «Algae of Ukraine …»;

– сохранение и пополнение коллекции культур микроводорослей IBASU-A как базиса морфолого-таксономического, экологического и биотехнологического изучения отдельных видов.

П.М. ЦАРЕНКО, Е.В. БОРИСОВА, М.А. КОНИЩУК, О.В. БУРОВА, Е.П. БЕЛОУС

Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины,
ул. Терещенковская, 2, 01601 Киев, Украина
e-mail: ptsar@ukr.net

СЦЕНЕДЕСМУСОВЫЕ ВОДОРОСЛИ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ СЫРЬЕВОЙ РЕСУРС ДЛЯ БИОДИЗЕЛЯ

Микроводоросли привлекают все больше внимания исследователей в связи с поиском альтернативных источников сырья для производства биодизельного топлива. Они являются признанными объектами биотехнологии и более полувека культивируются в промышленных масштабах, а в настоящее время рассматриваются как реальный сырьевой ресурс биомассы для производства биодизеля. Одними из наиболее рентабельных для хозяйственных нужд признаны виды родов *Spirulina* Turpin ex Gomont (*Artrospira* Stizenb.), *Dunaliella* Teodor., *Chlorella* Beij. s.l. (*Chloroidium* Nadson, *Parachlorella* Krienitz et al.) и *Scenedesmus* Meyen s.l. (*Acutodesmus* (E. Hegew.) P. Tsarenko, *Desmodesmus* (Chodat) An et al.). Некоторые виды указанных родов детально изучены и имеют практическое использование. Известны также высокопродуктивные штаммы *Acutodesmus dimorphus* (Turp.) P. Tsarenko и *A. obliquus* (Turp.) P. Tsarenko, в то время как данные о видах двух других родов сценедесмусовых водорослей в отношении их ростовых и продукционных характеристик и использования для массового и промышленного культивирования довольно ограничены. Нами проведено сравнительное изучение ростовых параметров 16 штаммов сценедесмусовых водорослей, представителей родов *Acutodesmus* (5), *Desmodesmus* (7) и *Scenedesmus* (3) из коллекции Института ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины (IBASU-A – содержит около 400 штаммов).

При одинаковых условиях культивирования в интенсивном режиме определена интенсивность роста и кинетические характеристики (удельная

скорость роста, продуктивность) в культурах *Acutodesmus dimorphus*, *A. obliquus*, *Desmodesmus armatus* (Chodat) E. Hegew., *D. communis* var. *rectangularis* (G.S. West) E. Hegew., *D. magnus* (Meyen) P. Tsarenko, *D. multivariabilis* var. *turskensis* P. Tsarenko et E. Hegew., *D. subspicatus* (Chodat) E. Hegew. et A. Schmidt, *Scenedesmus obtusus* Meyen и *S. raciborskii* Wołosz. Водоросли выращивали на среде Буррелли с концентрацией нитратного азота 200 мг/л. в течение 10 суток при круглосуточном освещении (3–4 клк), температуре 28–30 ºС и постоянном барботировании. Ростовые параметры определяли ежесуточно. Показано, что исследованные штаммы родов *Acutodesmus* и *Desmodesmus* характеризовались высокими показателями роста и развития. Максимальное количество клеток (В) в культурах *A. dimorphus* и *A. obliquus* составляло 35–39 млн кл./мл, а удельная скорость роста (μ) и продуктивность (Р) – 0,32–0,46 сутки$^{-1}$ и 6,4–9,2 млн кл./мл·сутки, соответственно. Среди представителей рода *Desmodesmus* наиболее активный рост отмечен для культур *D. magnus* и *D. multivariabilis* var. *turskensis* (В – 46,4–84,5 млн кл./мл, μ – 0,94–1,2 сутки$^{-1}$ и Р – 22,8–29 млн кл./мл·сутки). Менее активный рост характерный для культур *D. armatus*, *D. communis* var. *rectangularis*, *D. subspicatus*, однако их ростовые параметры по сравнению с видами *Acutodesmus* достаточно высоки, и составляли В – 32–36 млн кл./мл, μ – 0,65–0,7 сутки$^{-1}$ и Р – 7–8,8 млн кл./мл·сутки. В тоже время, рост видов рода *Scenedesmus* значительно слабее и максимальное количество клеток (В) в культурах *S. obtusus* и *S. raciborskii* не превышало 22 млн/мл.

Сравнительное изучение ростовых параметров сценедесмусовых водорослей свидетельствует о перспективности использования видов рода *Desmodesmus* для промышленного культивирования как высокоактивных продуцентов биомассы и возможного их использования в дальнейших биотехнологических исследованиях.

Работа выполнена по проекту № 19-11 целевой комплексной программы научных исследований НАН Украины «Биомасса как сырье для биотоплива» («Биотопливо»).

И.Б. ЦОЙ

Тихоокеанский океанологический ин-т им. В.И. Ильичева,
ул. Балтийская, 43, 690041 Владивосток, Россия
e-mail: tsoy@poi.dvo.ru

КАЙНОЗОЙСКАЯ ФЛОРА ДИАТОМЕЙ И СИЛИКОФЛАГЕЛЛАТ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЕЙ И КУРИЛО-КАМЧАТСКОГО ЖЕЛОБА (РОССИЯ)

Диатомеи и силикофлагеллаты кайнозоя дальневосточных морей и Курило-Камчатского желоба (ККЖ) изучались в течение длительного времени для биостратиграфических и палеогеографических целей (Цой,

Шастина, 1999, 2005). Однако из-за изменений в систематике, описания новых видов последних лет необходимо было провести ревизию таксономического состава этих групп, что важно для объективного флористического анализа и сравнения с одновозрастными флорами других регионов. Результаты изучения и ревизии кремнистых микроводорослей кайнозоя Японского, Охотского морей и островного склона ККЖ обсуждаются в данной работе.

В отложениях Японского моря нижнего миоцена–голоцена диатомовая флора представлена 606 видовым и внутривидовым таксоном, принадлежащих 132 родам. Наибольшее количество видов содержат роды *Thalassiosira* (70 видов), *Coscinodiscus* (26), *Stephanopyxis* (24), *Nitzschia* (22), *Cocconeis* (21), *Denticulopsis* (20). Подавляющее большинство видов являются морскими (93,4 %). Заметное количество составляют пресноводные виды (6,6 %), что связано с распространением пресноводных диатомей в кайнозойских континентальных отложениях на окружающей суше, а также на подводных возвышенностях Ямато и Криштофовича, которые в геологическом прошлом представляли собой острова. Силикофлагеллаты представлены 101 видовым и внутривидовым таксоном, принадлежащими к 11 родам, из которых наибольшее количество видов установлено для родов *Dictyocha* (33), *Distephanus* (19), *Distephanopsis* (14), *Cannopilus* (11). В Охотском море диатомеи и силикофлагеллаты установлены в отложениях двух возрастных интервалов – поздний олигоцен–начало среднего миоцена и конец позднего миоцена–голоцен. Диатомеи представлены 324 видами, принадлежащими 101 роду. Наибольшее количество видов содержат роды *Thalassiosira* (30), *Coscinodiscus* (13), *Stephanopyxis* (13), *Rhizosolenia* (12), *Cocconeis* (11). В диатомовой флоре по количеству видов преобладают морские виды (97,8 %), пресноводные составляют 2,2 %. Силикофлагеллаты представлены 45 видовыми и внутривидовыми таксонами, принадлежащими к 10 родам. Наибольшее количество видов характерно для родов *Distephanus* (12), *Dictyocha* (9), *Cannopilus* (7), *Distephanopsis* (5).

В отложениях Курило-Камчатского желоба (средний эоцен–голоцен) определено 435 видовых и внутривидовых таксона диатомей, принадлежащих 117 родам. Наибольшее число видов содержат рода *Thalassiosira* (30), *Stephanopyxis* (27), *Coscinodiscus* (24), представители которых преобладают и в окраинных морях. Отличие заключается в значительном количестве видов родов *Hemiaulus* (19 видов), *Asterolampra* (12), *Xanthiopyxis* (8), *Aulacodiscus* (7), *Lisitzinia* (7), а также присутствием ряда таксонов открытой номенклатуры, в основном, в палеогеновых комплексах. Силикофлагеллаты представлены 70 видовыми и внутривидовыми таксонами, принадлежащими к 12 родам: *Dictyocha* (16), *Corbisema* (16), *Distephanus* (10), *Naviculopsis* (7) и др.

Всего в кайнозойских отложениях дальневосточных морей и Курило-Камчатского желоба установлено 838 видовых и внутривидовых таксонов диатомей, принадлежащих к 158 родам. В основном, это морские виды (95,5 %), но почти 10 % из них составляют виды открытой

номенклатуры; пресноводные составляют 4,5 %. Силикофлагеллаты представлены 147 видовыми и внутривидовыми таксонами, относящимися к 13 родам. Видовое богатство, обилие и прекрасная сохранность диатомей и силикофлагеллат свидетельствует о важной роли кремнистых микроводорослей в экосистемах морских бассейнов Северо-Западной Пацифики в кайнозое.

Е.С. ЧЕЛЕБИЕВА, Г.С. МИНЮК, И.В. ДРОБЕЦКАЯ, И.Н. ЧУБЧИКОВА

Ин-т биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины,
пр. Нахимова, 2, 99011 Севастополь, Украина
e-mail: elina.chelebieva@gmail.com

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКИХ АКТИВАТОРОВ ВТОРИЧНОГО КАРОТИНОГЕНЕЗА НА ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗЕЛЁНОЙ МИКРОВОДОРОСЛИ *ETTLIA CAROTINIOSA* KOMÁREK

Данная работа является составной частью исследований особенностей вторичного каротиногенеза (ВКРГ) у зелёных микроводорослей для выявления новых коммерчески перспективных продуцентов природных кетокаротиноидов (ККР). Основанием для включения *Ettlia carotiniosa* Komárek в список объектов скрининга послужила ярко-красная окраска старых агаризованных культур, а также таксономическая близость водоросли к роду *Haematococcus* Flotow (Андреева, 1998; Костіков і ін., 2001). В работе использовали штамм Mainx (ACKU 573-06 = SAG 213-4 = CCAP 213/4 = UTEX 113), полученный из коллекции Киевского национального университета имени Тараса Шевченко. Цель исследования заключалась в сравнительном анализе физиолого-биохимических характеристик *E. carotinosa* при действии различных химических активаторов ВКРГ, и подборе оптимального метода перевода культур с «зелёной» на «красную» стадию культивирования, обеспечивающего экономически целесообразный выход астаксантина (АСТ) и других биологически ценных ККР.

Биосинтез ККР в клетках водоросли индуцировали путём создания резкого положительного градиента освещённости в сочетании с острым дефицитом элементов питания (Минюк и др., 2010). В трех из четырех вариантов опыта для интенсификации ВКРГ дополнительно использовали: а) ацетат натрия (NaAc, 50 мМ); б) хлорид натрия (NaCl, 200 мМ); в) смесь сульфата железа (II) ($FeSO_4$, 0,45 мМ) и гидропероксида (H_2O_2 , 0,1 мкМ).

Показано, что ВКРГ у *E. carotinosa* характеризуется рядом черт, заметно отличающих данный вид от *H. pluvialis* Flotow и других продуцентов АСТ из порядка Scenedesmales, исследованных ранее в сходных условиях (Минюк и др., 2007, 2008; Чубчикова и др., 2010, 2011).

Специфической особенностью вида (или данного штамма?) является перманентное присутствие в его клетках ККР на всех стадиях

развития накопительной культуры, включая период логарифмического роста (Челебиева, 2011). Стресс-индукция ВКРГ вызывает у *E. carotinosa* активный спорогенез, в результате которого численность клеток в культурах на «красной» стадии, не сокращается, как у *H. pluvialis* и других видов, а существенно возрастет (в 3,5–7 раз) или остается неизменной (при воздействии NaCl). При этом объём апланоспор по сравнению с вегетативными клетками уменьшается в 2–7 раз.

NaAc, существенно ускоряющий ВКРГ у многих продуцентов АСТ (Данцюк, 2010; Чубчикова и др., 2010), не оказывает стимулирующего влияния на интенсивность этого процесса у *E. carotinosa*. Из апробированных химических активаторов ВКРГ выраженный положительный эффект отмечен только при внесении в культуры смеси $FeSO_4$ и H_2O_2. Средняя скорость накопления суммарных каротиноидов (∑КР) в единице объёма клетки (0,64·пг·мкм$^{-3}$·сут$^{-1}$) в этом случае была в 2,4–3,2 раза выше, чем в контроле и других вариантах. Выход ∑КР из литра исходной культуры составил (9,04 ± 0,10) мг·л$^{-1}$·сут$^{-1}$ при относительном содержании моно- и диэфиров АСТ – 64,8 %, эфиров адонирубина – 10,8 %, кантаксантина – 3,9 %, β-каротина – 5 % от суммы. Динамика содержания ∑КР во всех культурах определялась моноэфирами АСТ, доля которых уже на 3-и сутки выросла с 8,5 до 38–43 % и продолжала расти до конца эксперимента до 45–55 %. С 3-х по 11-е сутки соотношение моно- / диэфиры АСТ во всех случаях оставалось близким к 4. Параллельно ∑КР во всех культурах накапливались липиды. Их максимальный выход, отмеченный в вариантах с добавлением NaAc и смеси Fe^{2+} + H_2O_2, составил соответственно (208,11 ± 11,04) и (225,40 ±10 85) мг·л$^{-1}$·сут$^{-1}$.

С.Н. ШАДРИНА[1], Л.Н. ВОЛОШКО[2]

[1]Санкт-Петербургский государственный ун-т, кафедра микробиологии
16-я линия В/О, 29, 199178 Санкт-Петербург, Россия
e-mail: wertexy@yandex.ru
[2]Ботанический ин-т им. В.Л. Комарова РАН,
ул. проф. Попова, 2, 197376 Санкт-Петербург, Россия

ЦИАНОБАКТЕРИЯ *NOSTOC LINKIA* (ROTH) BORNET ET THUR. В ГИПЕРСОЛЕНЫХ ОЗЕРАХ КРЫМА (УКРАИНА): ТОКСИЧНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Цианобактерии – древнейшие оксигенные фототрофы, приспособленные к самым разнообразным условиям местообитания. Древность таксона и существование в различных местообитаниях, включая экстремальные, привели к наличию у них способности синтезировать широкий диапазон вторичных метаболитов, включая цитотоксины и биотоксины. При определенных условиях цианобактерии начинают доминировать в водной биоте и часто приводят к цветению водоемов. Токсины цианобактерий могут представлять практический интерес для

фармакологии, так как, в частности, обладают противовирусными, противоопухолевыми свойствами. В частности, выделенный из *Nostoc linkia* (Roth) Bornet et Thur. нейротоксин ностококарболин может быть использован при разработке лекарств для лечения болезней Альцгеймера и Паркинсона (Beucher et al., 2005). Представляют интерес цитотоксины и для сельского хозяйства, например, в качестве биоинсектицидов.

В гиперсоленых озерах Крыма встречается 17 родов (92 вида) цианобактерий, среди которых 11 родов относятся к потенциально токсигенным. Встает вопрос: может ли их массовое развитие в этих озерах создавать угрозы для здоровья и деятельности людей? Развитие токсичных цианобактерий в гиперсоленых водоемах не несет прямых угроз, поэтому остается практически не изученным. Не исследованы потенциально токсичные цианобактерии, т.к. неизвестно влияние солености на экспрессию генов, ответственных за синтез токсинов; не можем количественно оценить поступление покоящихся стадий цианобактерий из озера в атмосферу и вероятность их попадания в пресные и морские водоемы, недостаточно данных по отдельным видам цианобактерий в озерах Крыма.

В нашем исследовании основное внимание было уделено виду *N. linkia*, штаммы которого были выделены в культуру (CALU-1532 – из Шимаханского озера и CALU-1533 – из Киркояшского).

Проверка биотоксичности накопленной биомассы штаммов проведена по стандартным методикам в острых опытах на *Daphnia magna* Straus, 1820, оба штамма – токсичны, но один из них в 5 раз токсичней другого. Тесты на цитотоксичность проведены на тканевых культурах мышей и показали высокую ингибиторную активность экстракта лиофилизированной биомассы штаммов. Следует отметить, что опыты показали высокую токсичность лиофилизированной биомассы штаммов, но не ее отдельных фракций. Возможно несколько вариантов объяснения этого: синергизм взаимодействия различных фракций, потеря некоторых компонентов при очистке и выделении, токсичность экзополисахаридов, которые удаляются при выделении отдельных составляющих биомассы.

В.В. ШАЛАРУ

Молдавский государственный ун-т, каф. экологии, ботаники и лесоведения,
ул. Матеевич, 60, 2009 Кишинэу, Молдова
e-mail: salaruvictor@yahoo.com

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА

С начала 70-х годов XX столетия особое значение отводится изучению таксономической структуры, биологии, биохимии, физиологии и экологии почвенных водорослей.

За последние 40 лет комплексными исследованиями были охвачены территории, занятые естественной зональной растительностью, такой как лесная и степная. Не лишены внимания луговые ассоциации. С особым интересом мы отнеслись к изучению состава водорослей в различных типах агрофитоценозов Молдовы. Отдельно рассматривался вопрос относительно состава почвенных и аэрофитных водорослей города Кишинэу как результата формирования данных сообществ в условиях повышенного антропогенного воздействия.

С точки зрения числа видов, сообщества почвенных водорослей Молдовы оказались очень разнообразными (более 700 видов и разновидностей), что можно объяснить большим разнообразием типов почв и растительности.

В лесных фитоценозах, а также в разных типах лесонасаждений, общей сложностью выявлены около 500 видов, среди которых в первую очередь преобладают зеленые и желтозеленые. Наиболее часто в этих условиях встречаются представители семейств Ulothrichaceae, Chaetophoraceae, Chlorococcaceae, Chlamydomonadaceae, Pleurochloridaceae, Oscillatoriaceae.

Сообщества водорослей почв, занятых степной и луговой растительностью, насчитывают более 200 видов и разновидностей, большая часть которых относится к синезеленым, особенно к семейству Oscillatoriaceae. Разнообразие зеленых и желтозеленых водорослей в этих условиях заметно ниже.

Водорослевые группировки почв агрофитоценозов объединяют приблизительно 400 видов и разновидностей, среди которых выделяются в первую очередь синезеленые, представленные видами семейств Oscillatoriaceae, Nostocaceae, Anabaenaceae и, в меньшей степени, видами отдела Chlorophyta. Характерным для почв сельскохозяйственных угодий является возрастающая роль азотфиксирующих водорослей в процессе формирования альгогруппировок.

Альгофлора почв города Кишинэу в целом состоит из 344 видов и разновидностей, основу которой составили синезеленые нитчатые водоросли, обладающие хорошо выраженной слизистой оболочкой.

К сообществам аэрофильных водорослей относятся 47 видов и разновидностей. Было установлено, что тип занимаемого субстрата существенно влияет на таксономическую структуру и численность водорослей.

Сравнение сообществ почвенных водорослей естественной растительности с теми, что были выявлены в луговой, искусственных лесных насаждениях, различных типах агрофитоценозов, расположенных в непосредственной близости от естественной растительности на той же почве, позволили выяснить, в какой степени влияет рекультивация земель на видовой состав альгофлоры.

В.М. ШАЛАРУ

Молдавский государственный ун-т,
ул. А. Матеевич, 60, 2009 Кишинев, Молдова
e-mail: salaruvictor@yahoo.com

ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА АЛЬГОФЛОРЫ ВОДОЁМОВ РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА И ЕЁ ИЗМЕНЕНИЕ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 50 ЛЕТ

Планомерное изучение альгофлоры водоёмов Республики Молдова началась со второй половины 50-х гг. прошлого столетия. За это время во всех типах изученных водоёмов (реки Днестр, Прут, малые реки, водохранилища, озёра и пруды) выявлено более 1620 видов и внутривидовых таксонов водорослей, относящихся к 10 отделам, (Cyanophyta – 284, Rhodophyta, Cryptophyta – 9, Dinophyta – 17, Crysophyta – 20, Bacillariophyta – 511, Xantophyta – 16, Euglenophyta – 197, Chlorophyta – 480, Charophyta – 7), к 21 классу, 31 порядку, 76 семействам и 294 родам. Наибольшим видовым разнообразием отличаются роды: из синезеленых – *Oscillatoria* (75), диатомовых – *Navicula* (80) и *Nitzchia* (71), из Chlorophyta – *Scenedesmus* (87), из эвгленовых – *Trachelomonas* (64). Около 200 обнаруженных видов в определённых условиях развиваются в массовом количестве. Наибольшее количество массовых видов встречается среди диатомовых (70), хлорококковых (45). Чаще всего в массовом количестве в планктоне встречаются виды: *Microcystis aeruginosa* (Kütz.) Kütz., *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs, *Oscillatoria agardhii* Gomont, *Melosira granulata* (Ehrenb.) Ralfs, *M. italica* (Ehrenb.) Kütz., *Stephanodiscus astraea* (Ehrenb.) Grunow, *Scenedesmus acuminatus* (Lagerh.) Chodat, *S. quadricauda* Chodat, *Pediastrum boryanum* (Turp.) Menegh., *P. duplex* Meyen, *Ankistrodesmus angustus* C. Bernard, *A. hantzschii* Lagerh. Отдельные виды, такие как *Microcystis grevillei* (Hassall) Elenkin, *Spirulina platensis* (Gomont) Geitler, *Asterionella formosa* Hassall, *Ceratium hirundinella* (O. Müll.) Duj., *Gymnodinium aeruginosum* F. Stein, *Dinobryon sertularia* Ehrenb., *Prymnesium parvum* N. Carter, *Volvox aureus* Ehrenb., *Euglena sanguinea* Ehrenb. и др. в массовом количестве обнаружены только в строго определённых условиях. В бентосе во всех случаях в массовом количестве преобладают виды родов *Oscillatoria, Phormidium, Lyngbia* из синезелёных; *Nitzschia*, *Navicula, Gomphonema, Cymbella, Rhoicosphaeria* из диатомовых; *Ulothrix, Cladophora, Oedogonium*, *Chaetomorpha* из зелёных. В определённых условиях в бентосе в массе развиваются *Dydimosphaenia geminata* (Lyngb.) M. Schmidt, *Hydrurus goedidus* (Vill.) Kirchn., *Bangia atropurpurea* (Mertens ex Roth) C.Agardh, *Batrachospermum monoliforme* Roth, *Cosmopogon chalybeus*, виды родов *Upasnoldia, Stigoeoclonium* и др. Исследования последующих двух десятилетий не выявили каких либо существенных изменений в таксономической структуре альгофлоры. Заметно изменились лишь количественные соотношения отдельных экологических групп, и даже соотношение отдельных видов, в связи с изменением, прежде всего, климатических условий. В большом количестве стали встречаться

теплолюбивые, солоноватоводные виды, толерантные к содержанию в воде растворённых органических веществ и заилению. Снизилась встречаемость видов, характерных для холодных, чистых вод. Уменьшилось количество монотипичных видов и монотипичных родов, с ограниченной толерантностью по отношению к определённым факторам внешней среды.

С.С. ШАЛЫГИН

Полярно-альпийский ботанический сад – ин-т Кольского НЦ РАН,
Ботанический сад, 184256 Кировск, Россия
e-mail: nq.87@mail.ru

МОРФОЛОГИЯ, ЭКОЛОГИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ РОДА *GLOEOCAPSA* KÜTZ. В ЛАПЛАНДСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ, РОССИЯ)

Род *Gloeocapsa*, описанный Кюцингом в 1848 г., по современной системе (Komárek, Anagnostidis, 1998) относится к семейству Microcystaceae порядку Chroococcales. Виды этого рода характеризуются одноклеточностью, бинарным делением в трёх перпендикулярных плоскостях, достижением первоначальных размеров и форм клеток до следующего деления, присутствием индивидуальных слизистых оболочек (часто окрашенных и слоистых), образованием широких слизистых чехлов вокруг колоний и т.д. В основном, в данный род входят виды, обитающие в скальных местообитаниях, обычно высоко в горах, помимо этого могут встречаться на скалах в пустынях, а также на камнях и на снегу в Арктике и Антарктике, очень редко в водных экосистемах (в перифитоне и планктоне). По географическому распространению представители рода *Gloeocapsa* частично относятся к космополитам, но среди них велико число монтанных и арктомонтанных видов (Давыдов, 2010). Всего описано 140 видов, из которых валидными и, более или менее, морфологически отличимыми являются 40. Проблемы в идентификации связаны с тем, что почти все виды рода *Gloeocapsa* имеют сложный жизненный цикл, с разнообразными стадиями (афанокапсовые стадии — без индивидуальных оболочек, покоящиеся стадии — с очень жесткими, интенсивно окрашенными чехлами), поэтому зачастую в качестве видов описывались определённые жизненные стадии. В целом род *Gloeocapsa* является полиморфным, сложным в определении, а его представителей легко можно спутать с видами *Chroococcus, Gloeocapsopsis, Chondrocystis, Chamaesiphon, Aphanocapsa* и др.

На территории Европы известно 32 вида рода *Gloeocapsa* (Komárek, Anagnostidis, 1998), в Российской Арктике и прилегающих районах (Шпицберген) отмечено 19 видов (http://ib.komisc.ru/add/j2/index.php?option=com_wrapper&Itemid=211), в Лапландском заповеднике — 14 видов. В основном, территорию Лапландского заповедника занимают горные массивы, и в их пределах представители рода *Gloeocapsa* встречаются довольно часто. При дальнейшем изучении флоры цианопрокариот

Лапландского заповедника, скорее всего, будут выявлены и оставшиеся 18 видов рода *Gloeocapsa*.

В результате наших исследований, помимо широко распространённых в мире видов *Gloeocapsa* (*G. kuetzingiana* Nägeli, *G. compacta* Kütz., *G. violascea* (Corda) Rabenh.), на территории Лапландского заповедника найдены редкие и новые для России виды (*G. novacekii* Komárek et Anagn., *G. tornensis* Skuja) и для Мурманской области виды (*G. haematodes* Kütz.).

Все виды рода *Gloeocapsa* на территории Лапландского заповедника найдены в типичных для них местообитаниях: они встречаются как в лесном поясе гор, так и в горной тундре, приурочены к скальным местообитаниям (*G. sanguinea* (C. Agardh) Kütz.), реже произрастают в околоводных местообитаниях (*G. decorticans* (A. Braun) Richt.), единично встречаются в пещерах (*G. alpina* (Nägeli) Brand), чаще найдены на поверхностях горных пород, реже – на мохообразных (*G. atrata* Kütz.).

Морфология представителей рода *Gloeocapsa* была тщательно изучена при помощи световой микроскопии, подробные данные о местообитании и микроместообитании занесены в базу данных (http://phpmybotan.ru/allcyano/), там же доступны микрофотографии всех образцов. Планируется выделение чистых культур представителей рода *Gloeocapsa*, с последующими молекулярно-генетическими исследованиями.

М.Ю. ШАРИПОВА

Башкирский государственный ун-т,
ул. Заки Валиди, 32, 450076 Уфа, Россия
e-mail: sharipovamy@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ ВЕРТИКАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДОРОСЛЕЙ ЭПИФИТОНА

Микроэкотоны озерных экосистем рассмотрены на примере вертикального распределения эпифитных водорослей озера Аслы-куль. В качестве макрофита был выбран тростник обыкновенный. Пробы эпифитона отбирали последовательно от поверхности воды ко дну на расстоянии 20, 50, 100, 150 см. Установлено, что количество видов водорослей снижается глубже 50 см от поверхности. На глубине 100, 150 см количество видов в 2 раза меньше, чем на 50 см. Суммарное обилие водорослей самое высокое на глубине 20 см от поверхности, у поверхности и на глубине 50 см оно примерно одинаковое, а затем снижается и на глубине 100, 150 см составляет 30 % от максимального. Уменьшение числа видов происходит, в первую очередь, за счет синезеленых и зеленых водорослей, а обилия – за счет всех основных отделов водорослей.

Анализ распределения видов водорослей по вертикальному градиенту показал, что основная часть водорослей эпифитона достигает массового развития в верхних, наиболее прогреваемых и аэрируемых, слоях водной массы. Вид *Microcystis pulverea* (Wood) Forti был встречен только в обрастаниях у поверхности воды. Виды *Cosmarium botrytis* Menegh. ex Ralfs, *Chlamydomonas atactogama* Korschikov, *Achnanthes*

minutissima Kütz. приурочены также к верхним слоям. Основная часть видов, среди которых почти все из доминирующей группы, массового развития достигают на глубине от поверхности до отметки 50 см. К этой группе относятся эвритопные виды рода *Merismopedia,* типичные эпифиты родов *Cymbella, Gomphonema*, некоторые виды рода *Nitzschia*. Нитчатые зеленые водоросли из класса Conjugatophyceae были наиболее обильны в обрастаниях на глубине 20–50 см от поверхности. Виды рода *Oedogonium*, бентосные формы родов *Navicula* и *Synedra* отмечены на всех глубинах, пиков обилия на определенных глубинах у них не отмечалось.

С помощью факторного анализа выявлено, что на распределение водорослей эпифитона влияет, прежде всего, место отбора проб. Только на втором и третьем участках в отдельную группу выделяются пробы, отобранные в горизонтах 20–50 см. В нее не вошли аналогичные пробы 1 участка, поскольку он подвергается значительной рекреационной нагрузке, что затушевывает картину пространственного распределения.

Достоверных различий в вертикальном распределении видового состава водорослей эпифитона не выявлено. Установлено снижение видового богатства и обилия водорослей от верхних горизонтов к бентали. Хотя достоверные различия этих показателей характеризуют только крайние местообитания, т.е. поверхностные и донные сообщества. Специфичных альгоценозов эпифитона, приуроченных к определенным зонам вертикальной трансекты, выявить не удалось. Это подтверждает корреляционная матрица проб. На основе матрицы значений корреляции вычислили среднее значение коэффициента детерминации между точками вертикального градиента отдельно по всем исследованным участкам. Его значения составили: 0,225–0,246. Анализ корреляционной матрицы показал высокую степь сходства альгофлоры по вертикальному и горизонтальному градиентам, а значит низкую степень внутреннего бета-разнообразия альгоценоза.

Таким образом, в водных экосистемах микромасштабная зональность эпифитона выражена, хотя и в различной степени. Зоны не различаются значениями альфа- и бета-разнообразия альгоценозов, а только преимущественным развитием водорослей тех или иных видов, а чаще родов. Для водорослей эпифитона эта разнородность определяется в большой степени экологической характеристикой видов.

О.А. ШАХМАТОВА

Ин-т биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины,
пр. Нахимова, 2, 99011 Севастополь, Украина
e-mail: oshakh@gmail.com

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ПЕРЕКИСНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЛИПИДОВ У МАКРОВОДОРОСЛЕЙ ПРИБРЕЖНЫХ АКВАТОРИЙ РЕГИОНА СЕВАСТОПОЛЯ (ЧЁРНОЕ МОРЕ, УКРАИНА)

Известно, что процесс перекисного окисления липидов (ПОЛ) является первым звеном метаболизма, которое разрушается при

воздействии токсичных кислородных радикалов, возникающих при стрессах различной природы. При избыточном появлении агрессивных свободнорадикальных форм кислорода самоускоряющийся процесс ПОЛ приводит к полному разрушению ненасыщенных липидов клеточных мембран, нарушению структуры и функции белков и других молекул и, как следствие, к гибели клетки. Усиление процесса ПОЛ отмечено у гидробионтов при различных воздействиях как биотических, так и абиотических факторов. Однако исследования, посвящённые изучению деградации липидных комплексов при воздействии различных стрессовых факторов у макрофитов, немногочисленны. В связи с этим целью работы явилось изучение влияния комплексного загрязнения на перекисное окисление липидов у массовых видов черноморских макроводорослей, а также возможность его использования в качестве биомаркера при мониторинге загрязнения прибрежных акваторий. Объектами исследования стали 10 видов, произрастающих в верхней сублиторальной зоне региона Севастополя: *Ulva intestinalis* (L.) Nees, *U. rigida* C. Agardh, *Cystoseira barbata* C. Agardh, *C. crinita* (Desf.) Bory, *Callithamnion corymbosum* (Sm.) Lyngb., *Ceramium diaphanum* (Lightfoot) Roth, *C. virgatum* Roth, *Gelidium spinosum* (S.G. Gmelin) P.C. Silva, *Laurencia coronopus* J. Agardh, и *Polysiphonia subulifera* (C. Agardh) Harv. Материал собран в весенне-летний период (2006–2008 гг.) на глубине 0,2–1 м в акваториях с разной степенью комплексного загрязнения. Определение интенсивности и уровня процесса ПОЛ проводили по методу Стальной и Гаришвили в модификации для макрофитов (Стальная, Гаришвили, 1977; Шахматова, 2004), оценивая содержание конечного продукта окисления липидов (ТБК-активных продуктов) – малонового диальдегида (нМ МДА/г массы таллома). Обнаружено, что концентрация ТБК-активных продуктов в талломах исследуемых водорослей, произрастающих в условно чистых акваториях, изменялась в диапазоне 17,48–43,33 нМ МДА/г. Минимальные значения этого показателя отмечены у *G. spinosum,* а максимальные – *C. barbata.* В условиях усиленной антропогенной нагрузки обнаружено увеличение концентрации ТБК-активных продуктов у всех видов до 27,15 – 65,38 нМ МДА/г с наибольшим значением у *C. corimbosum* и наименьшим – *C. barbata.* Наиболее высокий отклик на увеличение загрязнение акваторий выявлен у G. *spinosum* и *U. rigida*, для которых обнаружено повышение процесса ПОЛ на 91,4 % и 72,3 % соответственно по сравнению с условно чистыми акваториями.

Таким образом, установлено увеличение ПОЛ у массовых видов черноморских макроводорослей при воздействии комплексного загрязнения в регионе Севастополя. Показана возможность использования в качестве биомаркера содержание ТБК-активных продуктов у макроводорослей при мониторинге качества вод прибрежных акваторий.

Т.Ф. ШЕВЧЕНКО

Ин-т гидробиологии НАН Украины,
пр. Героев Сталинграда, 12, 04210 Киев, Украина
e-mail: svyrichek@gmail.com

ВИДОВОЙ СОСТАВ ФИТОЭПИФИТОНА ЗЕЛЕНЫХ НИТЧАТЫХ ВОДОРОСЛЕЙ ВОДОЕМОВ–ОХЛАДИТЕЛЕЙ ТЕПЛОВЫХ И АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ УКРАИНЫ

Впервые обобщены и проанализированы многолетние оригинальные данные о фитоэпифитоне, вегетирующем в обрастаниях зеленых нитчатых водорослей в водоемах–охладителях Чернобыльской атомной электростанции (АЭС), а также Бурштынской, Добротворской, Ладыжинской, Трипольской, Кураховской, Мироновской, Старобешевской, Углегорской и Славянской тепловых электростанций (ТЭС). Всего за период исследований (1983–1985, 1987, 1994–1996, 2001, 2008–2010 гг.) обнаружено 133 вида водорослей, представленных 142 внутривидовыми таксонами.

Распределение видов водорослей эпифитона по водоемам–охладителям довольно равномерное. Наибольшее их количество обнаружено в водоеме–охладителе Чернобыльской АЭС (71 вид), а наименьшее – в водоеме–охладителе Мироновской ТЭС (49 видов). Во всех обследованных водоемах–охладителях наиболее разнообразно представлены Bacillariophyta (63,4–71 % общего количества найденных видов). Второе место занимали Cyanophyta (14,5–21,2 %), а третье – Chlorophyta (8–15,9 %).

Фитоэпифитон зеленых нитчатых водорослей водоемов–охладителей ТЭС и АЭС был довольно сходным по спектрам ведущих семейств. Первое ранговое место во всех водоемах–охладителях занимало семейство Cymbellaceae, а второе, третье и четвертое – соответственно семейства Bacillariaceae, Gomphonemataceae и Naviculaceae, а пятое-восьмое – Oscillatoriaceae, Cocconeidaceae, Pleurocapsaceae и Fragilariaceae. Причем порядок их расположения в разных водоемах–охладителях варьировал незначительно. Девятое и десятое ранговые места чаще всего принадлежали семействам Chamaesiphonaceae и Rivulariaceae и реже – семейству Scenedesmaceae.

По спектрам ведущих родов фитоэпифитон зеленых нитчатых водорослей водоемов–охладителей ТЭС и АЭС также характеризовался большим сходством. Первые восемь ранговых мест во всех водоемах–охладителях занимали роды *Cymbella* C. Agardh, *Nitzschia* Hass., *Gomphonema* (C. Agardh) Ehrenb., *Navicula* Bory, *Lyngbya* C. Agardh ex Gomont, *Cocconeis* Ehrenb., *Xenococcus* Thur. и *Chamaesiphon* A. Braun et Grunow. Девятое и десятое ранговые места в большинстве случаев принадлежали родам *Encyonema* Kütz. и *Amphora* Ehrenb. и реже роду *Calothrix* C. Agardh ex Bornet et Flahault.

Видовой состав водорослей эпифитона, развивающихся в разных водоемах–охладителях, характеризовался довольно большим сходством. Значения коэффициента флористической общности Серенсена (КФО) изменялись от 58 до 80 %. Наибольшее сходство отмечено между видовым составом Bacillariophyta (КФО 65–82 %) и Cyanophyta (КФО 56–80 %). Что

же касается Chlorophyta, то их видовой состав в разных водоемах–охладителях довольно сильно отличался (КФО 35–48 %).

Ведущий комплекс фитоэпифитона водоемов–охладителей ТЭС и АЭС Украины при попарном сравнении, как правило, также был довольно сходным (КФО 50–59 %) или характеризовался большим сходством (КФО 63–80 %).

Полученные данные свидетельствуют о том, что в разных водоемах–охладителях фитоэпифитон, вегетирующий на зеленых нитчатых водорослях, характеризуется довольно большим сходством по флористическим спектрам, спектрам ведущих семейств и родов, по видовому составу, по своему видовому богатству, а также по комплексу доминирующих видов, что обусловлено сходством условий его обитания – типом субстрата и экологическими характеристиками водорослей–макрофитов.

Ю.С. ШЕЛЮК, Н.Н. КОРНЕЙЧУК

Житомирский государственный ун-т имени Ивана Франко,
ул. Большая Бердичевская, 40, 10008 Житомир, Украина
e-mail: Shelyuk_Yulya@mail.ru

СТРАТЕГИЯ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ АВТОТРОФНОЙ КОМПОНЕНТЫ РЕЧНЫХ ЭКОСИСТЕМ УКРАИНСКОГО ПОЛЕСЬЯ

Стратегия сохранения биоразнообразия автотрофной компоненты речных экосистем Полесья включает: инвентаризацию водорослевых сообществ для определения их разнообразия с целью последующего его сохранения; установление закономерностей отзыва водорослевых сообществ на влияние природных и антропогенных факторов, которые являются основанием для использования биоиндикационных возможностей альгофлоры при оценке качества водной среды согласно Directive 2000/60/ EC, а также для принятия управленческих решений по разработке и реализации мероприятий, направленных на сохранение и воспроизведение его биоразнообразия; проведение постоянного мониторинга гидроэкологического состояния рек; контроль за соблюдением норм ГДС для сброса стоковых вод очистительных сооружений населенных пунктов (особенно городов), их предприятий и улучшение существующей системы очистительных сооружений и канализаций.

В результате исследований проведена инвентаризация автотрофной компоненты речных экосистем Украинского Полесья, на основании которой создана электронная база данных, включающая структурно-функциональные показатели развития водорослевых сообществ полесских рек: Тетерев, Гуйва, Ирша, Здвиж, Гнилопять, Дубовец, Камянка, Таль, Путятинка, Лесная, с созданными на них водохранилищами, в формате Microsoft Excel 2003 за период с 2003 по 2010 гг. Оригинальными исследованиями в речных экосистемах найдено более тысячи видовых и внутривидовых таксонов водорослей, большая часть которых – впервые. Из них в альгофлоре р. Тетерев – 692 вида водорослей, представленных 871 внутривидовым

таксоном, включая те, которые содержат номенклатурный тип вида, р. Гнилопять – 97 (99 внутривидовых таксонов), р. Гуйва – 81 (82), р. Дубовец – 83 (90), р. Камянка – 70 (76), р. Здвиж – 62 (66), р. Таль – 53 (55), р. Ирша – 195 (218), р. Путятинка – 91 (107), р. Лесная – 70 (84) из 8 отделов: Cyanoprokaryota, Euglenophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Chrysophyta, Bacillariophyta, Xanthophyta и Chlorophyta. Найдено 20 видов, представленных 21 внутривидовым таксоном, новых для Украинского Полесья, которые дополняют данные по флоре континентальных вод Украины.

Проведена оценка качества водной среды полесских рек по сапробиологическим характеристикам индикаторных видов фитопланктона и фитомикроперифитона, согласно которым качество воды полесских рек преимущественно отвечает β-мезосапробной зоне (слабо загрязненная вода) со средним значением индекса сапробности 1,9. Максимальное значение этого показателя фиксировали в реках в районе городов (2,12–2,98), что обусловлено значительным антропогенным прессом на их водную экосистему. В реках с высокой степенью антропогенного влияния (Лесная, Путятинка, средний участок р. Тетерев) водорослевые сообщества отличаются снижением интенсивности продукционных процессов, концентрации хлорофилла *a*, численности и биомассы, их насыщенности видами и внутривидовыми таксонами. Установлено, что общей тенденцией трансформации альгофлоры водохранилищ, построенных на полесских реках, является упрощение ее структуры со временем.

Полученные данные по первичной продукции и содержанию хлорофилла *a* водорослевых сообществ, их таксономического состава, экологической и биогеографической характеристики, встречаемости, численности, биомассы, а также пространственной динамики и временного распределения этих показателей могут служить научной основой планирования водохозяйственных мероприятий, рекомендаций относительно развития рыболовства и рекреации полесских рек.

Ф.Б. ШКУНДИНА, Г.Р. АСАДУЛЛИНА

ФГО ВПО «Башкирский государственный ун-т»,
ул. Заки Валиди, 32, 450074 Уфа, Россия
e-mail: Shkundinafb@mail.ru

ИЗМЕНЕНИЕ ПЛАНКТОННЫХ ЦИАНОПРОКАРИОТНО-ВОДОРОСЛЕВЫХ ЦЕНОЗОВ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ СОСТОЯНИЯ РЕК НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДОВ

На урбанизированных территориях промышленных центров происходит интенсивное изменение всей биоты. Водоросли и цианопрокариоты формируют цианопрокариотно-водорослевые ценозы (ЦВЦ), которые являются одним из основных компонентов водных экосистем и играют большую роль в процессах самоочищения и улучшения санитарно-биологического состояния водных объектов. Под

воздействием токсикантов происходит формирование специфических ценозов, изучение которых позволяет давать рекомендации по организации биомониторинга.

Материалом для работы послужили пробы автотрофного планктона, отобранные на территории городов Уфа и Стерлитамак с 1985 по 2010 гг. При исследовании был использован метод прямого микроскопирования. Для выделения экологических групп использовалась методика, описанная в монографии С.С. Бариновой и др. (Баринова и др., 2006).

Для целей мониторинга в р. Белой для более точной оценки состояния в мае, июне и сентябре достаточно использовать численность 6 наиболее обильных на каждом створе видов. При обработке данных по численности этих видов при помощи непрямого градиентного анализа координаты створов по осям больше 0,90 можно рассматривать как показатель выделения створов. Из 237 изученных видов и внутривидовых таксонов водорослей рек г. Уфы (Белая, Уфа, Сутолока, Шугуровка) 110 таксонов (46,4 %) относятся к индикаторам органического загрязнения вод. Сапробиологический анализ видового состава показал, что 0,9 % общего списка видов рек относятся к полисапробам, 1,8 % – к ксеносапробам, 10,9 % – к олигосапробам, 11,8 % – к α-мезосапробам, 49,1 % – к β-мезосапробам. В систематическом отношении большинство индикаторов являются представителями Bacillariophyta. Помимо диатомовых водорослей, индикаторами состояния воды были также представители Chlorophyta – 30 видов, с преобладанием β-мезосапробных форм (19 видов). Заметное число β-мезосапробов отмечено среди Cyanoprokaryota и Euglenophyta.

Альгологические исследования р. Белой на территории города Стерлитамака проводились в 2009 и 2010 гг. В наших исследованиях было выявлено 44 вида водорослей и цианопрокариот, из них Bacillariophyta – 21, Chlorophyta – 19, Cyanoprokaryota – 3, Euglenophyta – 1. Во всех реках доминировали: *Nitzschia acicularis* (Kütz.) W. Sm., *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenb., *Cyclotella comta* (Ehrenb.) Kütz., *Fragilaria intermedia* (Grunow) Grunow, *Coelastrum microporum* Nägeli и *Synechocystis aquatilis* Sauvageau. В различные сроки отбора происходило также изменение численности видов водорослей и цианопрокариот. Наибольшая общая численность отмечалась в июне, минимальный показатель количественного развития – в июле. В июле происходило значительное уменьшение численности диатомовых водорослей. В мае наблюдался пик развития диатомей, а в июне – зеленых и цианопрокариот. По приуроченности к местообитанию в реках г. Стерлитамака преобладали планктонно-бентосные виды, чуть меньше встречались планктонные виды. Анализ результатов показывает доминирование эврисапробов, выявлено также 5 видов сапроксенов.

По распределению видов автотрофного планктона по зонам самоочищения по Пантле-Буку в модификации Сладечека наибольшее число видов относилось к бетамезосапробам. По галобности доминировали олигогалобы-индифференты. Дальнейшие исследования позволят разработать рекомендации по оценке состояния рек на территории г. Стерлитамака.

К.И. ШОРЕНКО, Н.А. ДАВИДОВИЧ

Карадагский природный заповедник НАН Украины,
ул. Науки, 24, 98188 пгт Курортное, Украина
e-mail: karadag-algae@yandex.ua

РЕПРОДУКТИВНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ КЛОНОВ ДИАТОМОВОЙ ВОДОРОСЛИ *NITZSCHIA LONGISSIMA* (BRÉB.) RALFS, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ГЕОГРАФИЧЕСКИ УДАЛЕННЫХ ПОПУЛЯЦИЙ

Пеннатная диатомовая водоросль *Nitzschia longissima* (Bréb.) Ralfs, 1861 имеет широкое распространение в Мировом океане. Известна из литоральной зоны Атлантического, Индийского, Тихого океанов, а также Адриатического, Азовского, Аравийского, Аральского, Балтийского, Баренцева, Белого, Берингова, Ионического, Карибского, Мраморного, Средиземного, Тирренского, Черного, Чукотского, Эгейского, Японского морей. Некоторые авторы указывают даже на то, что эта водоросль встречается в пресной воде, в реках Европы. Наличие широкого ареала делает актуальным вопрос о репродуктивной совместимости географически удаленных популяций этого вида.

Материалом послужили клоновые культуры *N. longissima*, выделенные микропипеточным методом из проб, отобранных путем соскоба обрастаний с глубин до 0,5 метра. Пробы отбирались на побережье Атлантического океана, р-н г. Ля-Рошель, Франция (клоны 0.1119-A и 0.1119-M) и Черного моря, Карадагский природный заповедник (клоны 1.0209-I, 1.0209-L, 1.0211-B). Культуры содержались и скрещивались в чашках Петри при температуре 20 °C. В качестве базовой среды использовалась 30 ‰ модифицированная среда ESAW (искусственная морская вода), к которой клоны были предварительно адаптированы. Ранее установлено, что *N. longissima* является генетически раздельнополой водорослью, поэтому для получения данных о репродуктивной совместимости клонов производили их попарное скрещивание. На момент скрещивания апикальные размеры клеток атлантических клонов 0.1119-A и 0.1119-M составляли 417 и 362 мкм соответственно. Апикальные размеры клеток клонов 1.0209-I, 1.0209-L, 1.0211-B из черноморской популяции оказались заметно меньше — 241, 306 и 245 мкм соответственно. У всех выделенных клонов килевые точки были мелкие, слабо заметные. В 10 мкм их было в среднем от 4,6 до 5,8. На третий день в скрещенных посевах клонов 0.1119-A и 0.1119-M, 0.1119-M и 1.0209-I, 0.1119-M и 1.0209-L, 0.1119-M и 1.0211-B наблюдался активный гаметогенез, приводящий к образованию ауксоспор. Другие возможные комбинации клонов не показали результата. По морфологии гамет было установлено, что клон 0.1119-M является мужским, тогда как все остальные женскими. Длина инициальных клеток, полученных в результате скрещивания атлантического клона с черноморскими, варьировала, составляя в среднем 661 мкм, самая крупная из встретившихся инициальных клеток

была длиной 699 мкм. Скрещивание атлантических клонов 0.1119-M и 0.1119-A дало инициальные клетки со средним размером 618, максимальным – 657 мкм. Все инициальные клетки оказались жизнеспособными и делились вегетативно. Для подтверждения способности к репродукции межпопуляционного потомства из инициальной клетки, полученной от скрещивания атлантического и черноморского клонов 0.1119-M и 1.0211-B был выделен клон 1.0407-U. Инициальные клетки диатомовых не способны к половой репродукции, должно пройти несколько десятков или сотен вегетативных делений для уменьшения размера и вхождения клетки в репродуктивную фазу. Этот длительный процесс нами был существенно ускорен путем механического обламывания концов клеток. В результате были получены клетки с апикальным размером 341 мкм. Проведенное возвратное скрещивание клона 1.0407-U с обеими родителями показало его репродуктивную совместимость с женским клоном 1.0211-B.

На основании полученных данных делается вывод об отсутствии репродуктивной изоляции между атлантической и черноморской популяциями *N. longissima.*

В.В. ЩЕРБИНА, И.А. МАЛЬЦЕВА

Таврический государственный агротехнологический ун-т,
пр. Б. Хмельницкого, 18, 72312 Мелитополь, Украина
e-mail: scherbina_vv@mail.ru

ПРОДУКЦИЯ ВОДОРОСЛЕЙ БИОГЕОЦЕНОЗОВ ТЕРРИТОРИЙ ПРИРОДНОГО ЯДРА И ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА «АСКАНИЯ-НОВА» (УКРАИНА)

Водоросли как автотрофные организмы принимают участие в образовании органического вещества и физиологически активных веществ (Голлербах, Штина 1969; Штина, Голлербах 1976; Зенова и др., 1995 и др.), что способствует удлинению цепей питания и повышению биологической активности почв. Поэтому в значительной мере функциональная роль эдафофильных водорослей описывается показателями их продукции, что и обосновывает целесообразность ее исследования.

Для определения продукции водорослей образцы почвы отбирались ежедневно с поверхностного пятисантиметрового почвенного слоя весной 2011 г. на 4-х стационарных пробных площадях (СПП): СПП № 1 и № 2 расположены в пределах природного ядра Биосферного заповедника «Аскания-Нова» и представляют собой участок целинной степи эталонной и постпирогенного развития от пожаров 2001 и 2004 гг. соответственно; СПП № 3 и № 4 находятся на территории государственного предприятия исследовательского хозяйства «Аскания-Нова» и являются участками богарной и орошаемой пашни соответственно.

Отбор образцов почвы проводился по общепринятой в альгологии методике (Голлербах, Штина, 1969). Биомасса водорослей определялась на базе объемно-расчетного метода. Для определения показателей биомассы водорослей на 1 г абсолютно сухой почвы полученные результаты были пересчитаны с использованием формулы К.А. Некрасовой и Е.А. Бусыгиной (Некрасова, Бусыгина, 1977). Величину продукции водорослей устанавливали путем прибавления статистически достоверных приростов биомассы (Хазиев, Кабиров, 1986). Достоверность разницы между минимальным и последующим максимальным значениями биомассы определяли по критерию Стьюдента (Кузяхметов, Дубовик, 2001).

По результатам проведенных исследований установленно, что в условиях изучаемых биогеоценозов биомасса водорослей формировалась при участии Bacillariophyta, Cyanophyta, Chlorophyta, Xanthophyta и Eustigmatophyta, среди которых наибольший вклад в формирование суммарных показателей биомассы водорослей принадлежит диатомовым. Максимальный суточный прирост биомассы водорослей за период исследования составил 0,199 мг/г – для эталонной целинной степи, 0,063 мг/г – для участка целинной степи постпирогенного развития, 0,005 мг/г и 0,002 мг/г – для богарной и орошаемой пашни соответственно.

Показатель месячной продукции водорослей для участка целинной степи равнялся 1,359 мг/г, для участка целинной степи постпирогенного развития – 0,456 мг/г, для богарной и орошаемой пашни – 0,066 мг/г и 0,036 мг/г соответственно.

Таким образом, влияние пирогенного фактора и сельскохозяйственное освоение темно-каштановых почв в регионе исследования влечет уменьшение запасов органической массы, создаваемой почвенными водорослями. Так, наивысшие показатели продукции водорослей среди изучаемых биогеоценозов были получены для участка целинной степи, самые низкие – для орошаемой и богарной пашни. Участок целинной степи постпирогенного развития по показателям весенней продукции занимает промежуточное положение между целинной степью и изучаемыми агроценозами.

М.П. ЮЛДАШЕВА

Ферганский государственный ун-т,
Мураббийлар,19, 150100 Фергана, Узбекистан

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АЛЬГОФЛОРЫ БАССЕЙНА ШАХИМАРДАНСАЯ (УЗБЕКИСТАН)

В настоящее время чистота воды и охрана водных бассейнов являются одной из важнейших проблем мирового масштаба, о чем свидетельствует обсуждение этого вопроса на 155-й сессии ЮНЕСКО при Организации Объединенных Наций в Ташкенте в 1998 г. ООН 2003 год

был объявлен годом Всемирной пресной воды. Качество пресной воды – один из важнейших факторов здоровья населения. В силу этого главной задачей третьего тысячелетия является обеспечение населения качественной питьевой водой.

По составу флоры водорослей водоемов, их количественному показателю можно определить степень загрязненности воды. Актуальность данной работы возрастает с тем, что альгофлора бассейна Шахимардансая в этом отношении слабо изучена.

В научной литературе приводятся эпизодические данные по альгофлоре Шахимардансая Ферганской области (Музафаров, 1958; 1965), но представлены неполные данные видового состава и таксономический анализ альгофлоры бассейна Шахимардансая. Учитывая важность определения указанных показателей в решении проблемы чистой воды и охраны водных бассейнов нами определен видовой состав альгофлоры бассейна Шахимардансая и проведен таксономический анализ.

В период исследований из отмеченных станций бассейна Шахимардансая собраны более 310 альгологических проб.

Для установления видового состава альгофлоры использовали «Определитель пресноводных водорослей СССР» (1951 а, 1951 б, 1953, 1954 а, 1954 б, 1955, 1959, 1980, 1982, 1986), «Определитель пресноводных водорослей Украинской ССР» (1977, 1978, 1979, 1986, 1988), «Определитель синезеленых водорослей Средней Азии» (1987, 1988), «Определитель протокковых водорослей Средней Азии» (1979), а также монографии Эргашева (1979); Музафарова, Эргашева, Халилова (1987, 1988), Алимжановой (2007); Алимжановой, Шайимкуловой (2008).

Некоторые таксономические названия диатомовых (Centrophyceae, Pennatophyceae) и зеленых (Chlorococcophyceae) водорослей заимствованы из работы Вассера (1989).

В результате исследований установлено, что альгофлора бассейна Шахимардансая содержит 310 видов и разновидностей водорослей, относящихся к 76 родам, 36 семействам, 20 порядкам, 16 классам и 7 отделам. Среди водорослей ведущими являются отдел Bacillariophyta – который включает 236 видов, составляя 76,13 % от общего числа видов, отдел Chlorophyta – 41 (13,23 %), отдел Cyanophyta – 23 (33,3 %). Последующие позиции по количеству видов занимают Euglenophyta – 4 (1,29 %), Pyrrophyta – 3 (0,97 %), Rhodophyta – 2 (0,32 %) и Chrysophyta – 1 (0,32 %).

Таким образом, таксономический анализ альгофлоры бассейна Шахимардансая показывает что количество и качество водорослей разнообразны и зависить от влияния экологических факторов.

О.В. ЯКИМОВА, Н.А. БЕЛЯВСКАЯ

Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины,
ул. Терещенковская, 2, 01601 Киев, Украина
e-mail: membrana@ukr.net

ЦИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗЕЛЕНОЙ ВОДОРОСЛИ *CHLAMYDOMONAS REINHARDTII* P.A. DANG В УСЛОВИЯХ ПРОДУЦИРОВАНИЯ ВОДОРОДА

Одноклеточная зеленая водоросль *Chlamydomonas reinhardtii* P.A. Dang. считается одним из наиболее перспективных продуцентов водорода. Без кислорода и серы метаболический аппарат водоросли претерпевает принципиальные изменения, которые в конечном счете приводят к остановке световой фазы фотосинтеза в результате повреждения белка D1 второй фотосистемы и активации продукции водорода в результате активации ферментов – ферредоксин-зависимых гидрогеназ.

Известно, что после перевода водорослей в условия, стимулирующие фотопродуцирование, происходят существенные изменения. В частности по данным (Chochois, 2009), в течение первых 24 часов происходит накопление крахмала и триацилглицеридов, а также интенсивное поглощение ацетата (во время анаэробного катаболизма именно этот субстрат обеспечивает электронами гидрогеназу при участии пластохинонового пула и ФСII), которое снижается на третьи сутки. Выделение водорода начинается уже на вторые сутки, резко возрастает в течение следующих суток, а затем постепенно падает. При этом уровень pH культуры в течение первых 20 часов повышается с 7,2 до 8,2, однако с 24 по 72 час культивирования происходит его снижение. Начиная с третьих суток культивирования водоросли, метаболизм ее замедляется, уровень pH стабилизируется, даже если в клетках остаются неиспользованными триацилглицериды и крахмал.

Такие кардинальные метаболические изменения, по нашему мнению, должны отражаться на клеточном уровне. Так, нами были обнаружены изменения в ультраструктуре хлоропласта водоросли, в частности, в соотношении между гранами и тилакоидами стромы, которое может варьировать в зависимости от способности водоросли синтезировать активные компоненты цепи фотосинтетического электронного транспорта (Goodenough and Levine, 1969). Увеличение относительной доли несостыкованных участков тилакоидной мембраны хлоропласта свидетельствует о количественном преобладании в нем первой фотосистемы (Vallon et al., 1985).

Выявлены изменения в количественном содержании и внутриклеточном распределении крахмала. В условиях продуцирования водорода количественное содержание крахмала возрастает на вторые сутки. Крахмал большей частью откладывается вокруг пиреноида, но

иногда его также можно увидеть рассредоточенным в строме хлоропласта. Примечательным является факт, что на более поздних сроках культивирования водоросли в аноксигенных условиях на среде, лишенной серы, пиреноид, который обеспечивает связь между процессами фиксации углерода и метаболизмом крахмала и является местом локализации фермента рибулозо-1,5-дифосфаткарбоксилазы/оксигеназы (Rawat et al.,1996), практически исчезает. Этот фермент способен катализировать оксигеназную реакцию, присоединяя к субстрату молекулу кислорода, и продукт этой реакции участвует в биохимическом цикле, называемом фотодыханием, которое снижает содержание кислорода в клетке. Поэтому редукция пиреноида может свидетельствовать об адаптационной реакции клетки, направленной на поддержание жизнедеятельности водоросли в экстремальных условиях продуцирования водорода.

Л.П. ЯРМОШЕНКО

Ин-т гидробиологии НАН Украины,
пр. Героев Сталинграда, 12, 04210 Киев, Украина
e-mail: l__ya@ukr.net

ДОННЫЕ АЛЬГОЦЕНОЗЫ ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ КАНЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (УКРАИНА)

Для выделения ценозов микрофитобентоса был применен комплексный подход, который по сути своей – абиотопический и базируется на объединении таксономического анализа (Смирнов, 1969; 1974), кластерного анализа и основных принципов метода Браун-Бланке (Миркин, 2001). При выделении и наименовании ценозов исходили из концепции фитоценотических единиц не как дискретных (Кодекс фитоценологической номенклатуры, 1988), а как дискретно-континуальных (Александрова, 1966). В результате кластерного анализа проведенного по коэффициентам сходства Смирнова между 137 списками, выделены разноуровневые кластеры, которые существуют в условиях действия определенного набора факторов. Сообщества водорослей, отнесенные к одному и тому же кластеру, имеют ряд общих характеристик, как очевидных (зарегистрированных в процессе исследования), так и тех, что, возможно, возникают при совместном действии факторов и, на первый взгляд, не могут быть идентифицированы (например, аллелопатическое влияние). По результатам ценологического анализа выделено следующие группы ценозов микрофитобентоса.

I. Группа ценозов *Melosira varians* + виды родов *Fragilaria* s.l. К данной группе принадлежат группировки водорослей, которые формируются на мелководьях руслового участка водохранилища в зоне колебания уровня воды. Установлено, что при интенсивности поднятия уровня воды 5 см/ч структура ценоза сохраняется, а при 13 см/ч и более – ценоз нарушается. Эти ценозы дискретны во времени, т.е. они встречались

в разные годы исследования. Очевидно, ранее выделенный эколого-флористическим методом Браун-Бланке альгоценоз *Staurosira construens* + *Melosira varians* (Давыдов, 2005, Оксиюк и др., 2005) также относится к данной группе альгоценозов.

II. Группа ценозов и альгоагрегаций *Melosira varians* + *Cocconeis placentula* + *Stephanodiscus hantzschii* + *Microcystis aeruginosa.* Эти группировки найдены практически на тех же станциях, что и предыдущие, но в зарослях погруженных макрофитов, а также на участках без зарослей во время интенсивного колебания уровня воды. Очевидно, на незаросших участках – это неустойчивая совокупность водорослей в биотопе, т.е. альгоагрегация.

III. Группа ценозов *Epithemia* spp. + крупноклеточные *Bacillariophyceae* + пластинкообразные *Chroococcales*. Сообщества данной группы найдены в пойменном оз. Бабьем. По сравнению с водохранилищем гидрологические условия озера (отсутствие течения и влияния колебаний уровня воды) способствуют формированию здесь наиболее дискретных сообществ во времени и, в особенности, в пространстве.

IV. Группа ценозов *Phormidium molle* + *Nitzschia acicularis* + *Navicula tripunctata* зарегистрирована на значительных глубинах (свыше 2 м) и песчаном грунте руслового участка, где во время попусков наблюдаются высокие скорости течения (глубоководные станции: ниже Киевской ГЭС и залива Волковатого). Характерные особенности IV-й группы ценозов, формирующиеся на значительных глубинах и при высоких скоростях течения во время попусков воды – низкие значения биомассы, видового богатства и видового разнообразия по индексу Шеннона. Для ценозов пойменных водоемов характерен высокий показатель индекса Шеннона как по численности, так и по биомассе. Также они наиболее своеобразны по коэффициенту оригинальности Смирнова. Особенность ценозов, которые формируются на мелководьях руслового участка, состоит в том, что главный фактор в их формировании – суточные попуски Киевской ГЭС.

С.А. ЯРОВОЙ

Мелитопольский государственный педагогический ун-т им. Богдана Хмельницкого
ул. Ленина, 20, 72312 Мелитополь, Украина
e-mail: Dilabif@ukr.net

МАКРОСКОПИЧЕСКИЕ РАЗРАСТАНИЯ ВОДОРОСЛЕЙ НА СОЛОНЧАКАХ ПРИАЗОВСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА (УКРАИНА)

Территория Приазовского национального природного парка (ПНПП) находится в пределах Запорожской области и занимает 78126,92 га. В нее вошли, прибрежная морская полоса акватории

Азовского моря, 500 м шир. и 2 км дл., а также Бердянская коса, Степановская коса, Федотова коса, Молочный и Утлюкский лиманы.

В прибрежных районах широко распространены мокрые солончаки. Территория равнинная с незначительными блюдцевидными понижениями микрорельефа и разреженной высшей растительностью. На мокрых солончаках при массовом развитии микроскопических водорослей очень часто наблюдаются макроскопические альгоразрастания в виде пленок, корок, либо обычных тонких налетов («цветение») на поверхности почвы. Подобные макроскопические разрастания водорослей были описаны на солончаках Венгрии (Komaromy, 1976), классификация которых была взята за основу в наших исследованиях. Ранее нами уже были описаны некоторые типы разрастаний на солончаках побережья Азовского моря (Yarovoi и др., 2007; Яровой и др., 2008).

В результате исследованя на мокрых солончаках ПНПП были обнаружены следующие типы разрастаний водорослей, образованные различними альгогруппировками:

Корковый

Lyngbya aestuarii Liebman ex Gomont*, Microcoleus chthonoplastes* Thuret ex Gomont – корка серо-, коричнево-зеленого цвета. Летне-осенний период. Очень часто отмечалась в переходной водно-наземной зоне соленых водоемов и озер. По всей территорийй ПНПП.

Lyngbya aestuarii – корка желто-коричневого цвета в блюдевидных понижениях без высшей растительности. Летний период. Бердянская коса, Федотова коса, побережье Утлюкского и Молочного лиманов.

Lyngbya semiplena J. Agardh ex Gomont*, Leptolyngbya perelegans* (Lemmerm.) Anagn. et Komárek*, Anabaena solicola* Kondratyeva*, Leptolyngbya nostocorum* (Bornet ex Gomont) Anagn. et Komárek*, Leptolyngbya fragilis* (Gomont) Anagn. et Komárek – отдельные корочки черно-коричневого цвета. Осенний период. На прибереговых намывных песчанных валах среди высшей растительности. Правый берег Молочного лимана.

Lyngbya aestuarii, Microcoleus chthonoplastes, Leptolyngbya perelegans, Calothrix elenkinii Kossinskaya*, Chlorella minutissima* Fott et Nováková*, Nitzschia filiformis* (W. Sm.) Schutt – серо-зеленые корочки среди высшей растительности. Весенний период. Устьевая часть реки Большой Утлюк.

Пленочный

Nodularia harveyana (Thw.) Thur.*, Nostoc linckia* (Roth.) Born. et Flah. – пленка серо-коричневого цвета. Осенне-зимний период. Побережье Молочного лимана без высшей растительности.

Nostoc commune Vaucher sensu Elenkin – коричнево-зеленые талломные пленки, имеющие форму складок. Осенне-зимний период. Побережье Утлюкского и Молочного лиманов, среди высшей растительности.

Особый тип разрастания образовывает зеленая гетеротрихальная водоросль *Pseudendoclonium* sp. Wille в виде шерстистых разрастаний ярко-зеленого цвета на поверхности почвы между куртинами *Halocnemium*

strobilaceum (Pall.) Bieb. Разрастания отмечались в летне-осенне-зимний периоды на побережье Молочного и Утлюкского лиманов.

О.Н. ЯСАКОВА

Учреждение Российской академии наук Ин-т аридных зон ЮНЦ РАН,
ул. Чехова, 41, 344006 Ростов-на-Дону, Россия

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА КОЛИЧЕСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ EUGLENOPHYCEAE В ПОРТУ ТУАПСЕ (ЧЕРНОЕ МОРЕ, РОССИЯ)

В последние десятилетия в результате антропогенного воздействия произошли изменения структуры планктонных сообществ в районах крупных портовых городов. Ухудшение качества морских вод в Туапсинском порту, связанное с аварийной утечкой нефтяных углеводородов (НУ) в 2006–2007 гг., негативно отразилось на состоянии сообщества фитопланктона (Селифонова, Ясакова, 2006). Эвгленовые водоросли стали обильным компонентом планктона прибрежных акваторий, подверженных наибольшему антропогенному загрязнению (Нестерова, 1986). Цель настоящих исследований изучить уровень количественного развития Euglenophyceae в Туапсинском порту в условиях максимального антропогенного стресса.

Материалом данного исследования послужили 160 проб фитопланктона, собранные на 10 станциях с поверхности моря и у дна на акватории Туапсинского порта (ст.1–9) и за его пределами (ст. 10) в период февраль–ноябрь 2009–2011 гг. Пробы фитопланктона отбирали в дневное время суток с борта судна, сгущали методом обратной фильтрации, фиксировали раствором формалина до конечной концентрации 1–2 % (Федоров, 1979; Кольцова и др., 1979). Идентификация видов, подсчет численности и определение объема клеток фитопланктона производили с помощью микроскопа МИКМЕД-2 при увеличении х200 и х400 и общепринятых руководств (Асаул, 1975; Carmelo, 1997).

На акватории Туапсинского порта было обнаружено 5 видов эвгленовых водорослей: *Euglena aff pascher* Swir., *Eutreptia aff globulifera* Van Goor, *Eutreptia lanowii* Steur., *Euglena* sp., *Eutreptia* sp. Средние величины количественного развития этого класса за весь период исследования составили 9248 тыс. кл./м^3 и 10 мг/м^3. Эвгленовые формировали 10 % общей численности и 4 % биомассы фитопланктона. Основным и постоянно встречающимся видом среди них была *Eutreptia lanowii*, численность которой варьировала от 43 до 12038 (в среднем – 2363) тыс. кл./м^3. В сезонной динамике Euglenophyceae отмечено три пика развития, приходившиеся на теплое время года: май 2009 г., июнь 2010 г., август 2011 г. Майская вспышка численности была связана с интенсивным

развитием *Eutreptia lanowii* – 8314 тыс. кл./м^3, в июне обильно вегетировали *Eutreptia lanowii* и *Euglena aff pascher* – в сумме 38317 тыс. кл./м^3, в августе интенсивно развивались *Eutreptia* sp. и *Euglena* sp. – 54855 тыс. кл./м^3. Максимальная численность *Eutreptia aff globulifera* (419 тыс. кл./м^3) приходилась на июнь 2010 г.

Наибольшее количество эвгленовых водорослей (48–289 млн кл./м^3 и 204–265 мг/м^3), также как и других эвригалинных мезо- и полисапробных видов фитопланктона (класса Cyanophyceae родов *Oscillatoria* и *Lyngbya*), было отмечено в замкнутых, наиболее эвтрофированных и опресненных ливневыми стоками акваториях порта. Здесь в весенне-летний период они формировали 35–47 % от общей численности и биомассы фитопланктона. Повышенная концентрация питательных веществ, попадающих в акваторию порта из выпусков сточных вод, способствовала также интенсивному развитию (795 тыс. кл./м^3) эвгленовых водорослей в придонных горизонтах порта.

В открытой части моря доля Euglenophyceae в период исследований не превышала 0,1 % (24 тыс. кл./м^3) от общего обилия фитопланктона, здесь отмечена интенсивная вегетация (до 90 % численности) показательных для открытых морских вод классов Prymnesiophyceae: *Emiliania huxleyi* (Lohm.) Hay at Mohler и Dictyochophyceae: *Dictyocha specillum* Ehrenb., *Octactis octonaria* (Ehrenb.) Hovasse.

Т.Н. ЯЦЕНКО-СТЕПАНОВА, Н.В. НЕМЦЕВА

Ин-т клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН,
ул. Пионерская, 11, 460000 Оренбург, Россия
e-mail: igoryacenko@mail.ru

СТРУКТУРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АЛЬГОФЛОРЫ ВОДОЕМОВ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ (РОССИЯ)

Оренбуржье – своеобразный регион, относящийся к зоне недостаточного увлажнения, расположенный не только на границе двух частей света Европы и Азии, но и в трех природных странах: Русской равнине, Уральской горной стране и Тургайской столовой стране. Это предопределило значительное разнообразие природных характеристик региона, его ландшафтных зон и поясных экосистем, что нашло свое отражение и в биологическом разнообразии. Материалом послужили пробы водорослей, отобранные из 227 разнотипных водоемов (рек, озер, прудов, водохранилищ, эфемерных, т.е. временных, водоемов).

Флора водорослей Оренбуржья включает 1033 видов, разновидностей и форм, относящихся к 210 родам, 85 семействам, 33 порядкам, 15 классам, 10 отделам. Chlorophyta представлены 373 таксонами рангом ниже рода, Bacillariophyta – 320, Cyanophyta – 143,

Euglenophyta – 114, Chrysophyta – 33, Dinophyta – 23, Xanthophyta – 21, Cryptophyta – 4, Rhodophyta – 1, Charophyta – 1.

Экологический анализ показал, что во флоре водорослей по приуроченности к определенному местообитанию 33,8 % составляют планктонные формы, 32,5 % планктонно-бентосные и 30 % бентосные. На долю эпибионтов приходится 3,7 %.

Основная масса водорослей представлена видами–космополитами (75,1 %,), но заметна доля и бореальных видов – 23 %. Были также выявлены арктоальпийские (1,5 %) и арктические (0,3 %) виды. Из достаточно редких форм, которые были обнаружены на территории Оренбуржья в одном–двух местах, можно упомянуть *Anabaena scheremetievi* f. *ovalispora* Elenkin, *A. scheremetievi* f. *ovospora* (Kissel.) Elenkin, *Dinobryon suecicum* var. *longispinum* Lemmerm., *Pseudopolyedriopsis skujae* Hollerb., *Tetraedriella spinigera* Skuja., *Dichotomococcus lunatus* Fott., *Euglena spirogyra* var. *laticlavius* Hubner., *Phacus hispidulus* f. *glabrus* Defl., *Pteromonas meyeriana* Kabanov., *Desmatractum spryii* Nich., *Chloromirus pauli* Hort., *Echinosphaerella limnetica* G.M. Smith., *Pinnularia molaris* var. *lapponica* (Grunow) Molder, *Cymbella capricornis* Skv., *Gomphonema constrictum* var. *hedinii* (Hust.) Zadel., *Neidium iridis* var. *diminutum* (Pant.) Wisl. et Kolbe, *Navicula lacustris* var. *parallela* Wisl. et Kolbe.

Распределение водорослей по категории галобности выявило значительное преобладание представителей группы индифферентов – 69,9 %, далее по численности следуют галофилы – 11,4 % и мезогалобы – 10 %. Галофобы и олигогалобы составляют соответственно 4,7 % и 3,9 %. Подобные показатели обусловлены присутствием на территории области пресных, солоноватоводных и ультрасоленых водоемов.

По отношению к pH среды 54 % водорослей Оренбуржья являются индифферентами, 36,5 % – алкалифилами, 5,8 % и 3,6 % приходится на долю ацидофилов и алкалобов, соответственно. Достаточно высокий процент алкалифилов в альгофлоре связан с наличием в области щелочных водоемов. Но к аналогичному результату может привести сдвиг редокс-потенциала в воде в сторону восстановительной среды, в этом случае полученные данные могут свидетельствовать о неблагополучном состоянии водоемов.

Сапробиологический анализ выявил таксоны – индикаторы сапробности, из которых 76,2 % относятся к категории α-, β-, β-α-, о-α- и о-β– мезосапробов. Олигосапробы составили 21,6 %.

Анализ структуры альгофлоры в зависимости от типа водоемов показал, что наибольшим видовым разнообразием характеризуются лентические водоемы – 800 таксонов рангом ниже рода; в реках обнаружено 448 видов, разновидностей и форм водорослей; в водохранилищах – 232.

O.V. BABANAZAROVA, S.I. SIDELEV, S.V. SHISHELEVA

Yaroslavl State University after P.G. Demidov,
pr. Matrosova, 9, 150057 Yaroslavl, Russia

COMPOSITION OF WINTER PHYTOPLANKTON IN A HYPERTROPHIC LAKE WITH THE PLANKTOTRICHETUM TYPE OF VEGETATION (THE LAKE NERO, RUSSIA)

Samples collected from under the winter ice-cover on Lake Nero during 1999–2010 contained 172 algal taxa of sub-generic rank. Abundance of phytoplankton varied widely: cell numbers were found to be within 0.3–154x10^6 cells L^{-1}, and total biomass was within 0.01–36.6 mg L^{-1}. The full picture of algal succession in the lake may be obtained only if systematic winter observations are included. The samples were dominated either by filamentous Cyanobacteria (*Limnothrix* Meffert, *Pseudanabaena* Lauterborn, *Planktothrix* Anagn. et Komárek) or by phytoflagellates belonging to Euglenophyta or Cryptophyta. The statistical analysis suggests, that under the thick ice during the coldest winters, and associated conditions of low oxygen, high ammonium concentrations, and high water levels, filamentous Cyanobacteria demonstrated a considerable selective advantage over other species. Conversely, phytoflagellates were more abundant during the warmer winters, when phosphorus concentrations were higher. It is deduced that conditions those of anoxia, severe light deficiency and high concentrations of biogenic elements provide highly selective conditions for proliferation of the most species of algae.

S. BARINOVA[1], S. GHOSH[2]

[1]Institute of Evolution, University of Haifa,
Mount Carmel, 31905 Haifa, Israel
e-mail: barinova@research.haifa.ac.il
[2]Phycology Laboratory Centre for Advanced Studies in Botany, The University of Burdwan,
Rajbati, Bardhaman, 713104 Burdwan, India
e-mail: subhabrata_07@rediffmail.com

MONSOON CLIMATE INFLUENCE ON PHYTOPLANKTON OF SHIBPUKUR POND IN THE SHIVA TEMPLE, BURDWAN (WEST BENGAL, INDIA)

To study the temporal changes in the phytoplankton composition, seasonal fluctuation and diversity of a lentic water body in Burdwan, West Bengal, monthly sampling were done between March, 2010 and February, 2011. A total of 44 phytoplankton taxa were observed. Most abundant taxa belonged to Charophyta, followed by Cyanobacteria, Bacillariophyta and Euglenophyta. Bio-indication show that pool community preferred low alkalic, low mineralized and low organic polluted water. Total phytoplankton density showed its maximum

values in May, 2010 under the summer seasonal frame. Shannon-Weaver diversity index ($H^{/}$) value (3.618) and Pielou evenness ($J^{/}$) value (0.984) were found to be highest during post-monsoon season. Simpson's dominance (D) index value (0.037) and Margalef's index of richness (D_{MG}) (7.822) were highest in pre-monsoon season. Total phytoplankton density showed highly significant positive correlation with pH and salinity ($p < 0.01$) and significant positive correlation with air temperature, water temperature, dissolved oxygen and total suspended solids ($p < 0.05$). Among the reported 44 phytoplankton taxa only 3 namely *Arthodesmus quiriferus* West et G.S. West, *Pleurotaenium granuliferum* (Joshua) Hirano and *Euglena viridis* (O. Müll.) Ehrenb. showed random distributional pattern and remaining 41 taxa showed aggregated pattern. The Bray-Curtis Cluster analysis shows the complete linkage pattern among the phytoplankton taxa. It established the clustering pattern based on their binary data and monthly appearance within the period of investigation and it showed two groups. Since high species richness value (6.367–7.822) is lacking the composition of the phytoplankton community appears in a continuum. The diversity indices analysis and bio-indication results demonstrates from slight to low pollution in studied water body. Comparative floristic and CCA analysis of phytoplankton communities taken from this undisturbed water body of protected area in the Shiva temple reveals similar pattern of representation throughout the studied period and that the communities represent a continuum. This was probably because of the almost similar environmental fluctuation, stagnant water condition and absence of any anthropogenic and other disturbances in this water body exclude monsoon climate factors.

S. BARINOVA[1], SWAT NAIZ[2]

[1]Institute of Evolution, University of Haifa,
Mount Carmel, 31905 Haifa, Israel
e-mail: barinova@research.haifa.ac.il
[2]The University of Swat, Saidu Sharif, District Swat,
Khyber Pakhtunkhwa, 19130 Saidu Sharif, Pakistan
e-mail: naiz_swat@yahoo.com

ALTITUDES OF AQUATIC HABITATS AND ALGAL DIVERSITY

The freshwater algal communities from two different districts of Eurasia were studied in respect of their habitats altitude. The algal species diversity from the Algeti National Park, Eastern Georgia, were studied in 2005–2008 and come from 77 algological samples. Altogether 315 species and infraspecies were found, which belong to seven taxonomical divisions. Communities were dominated by *Cladophora glomerata* (L.) Kütz. (Chlorophyta), *Spirogyra* sp. (Charophyta), *Ulnaria ulna* (Nitzsch) P. Compère, (diatoms) and *Phormidium autumnale* (C. Agardh) Trevisan ex Gomont (Cyanobacteria). The comparative

floristic and statistical analysis of algal communities from Algeti and other 13 Georgian Natural Reserves which represents algal diversity in habitats from sea level till 2500 m above sea level, altogether 1063 species, divides the communities of less and more than 200 species with diatoms or non-diatoms domination that correlate with climatic variables. The species diversity in the Natural Reserves increases from the Black Sea coast to the east, with increasing altitude. Three floristic groups are recognized: of mountains areas, of lowlands, and of piedmonts. The most species rich communities are found in extreme environments. Correlation of algal diversity with environmental conditions shows that the altitude dependent regional climatic variables and the lowest winter air temperature in particular, are the major factors. The index of infraspecies variation of each reserve is a small range and shown to be a result of constant amplitude seasonal climatic fluctuations. The diversity indices and bio-indication analysis reflect a moderate level of anthropogenic disturbance for the protected areas.

Second studied district represent habitats from south-west slope of Himalayas Mountains from the Swat province of Pakistan. Altogether 150 species come from 20 localities distributed in mountain from 3500 till 6500 m above sea level. Freshwater algae were revealed from samples taken in rivers, tributaries, springs, rice fields, and stagnant water bodies during four seasons of 2009. Diatoms were most represented with 61 species (dominated by *Cymbella* species), followed by Cyanobacteria (40), Charophyta (36) and Chlorophyta (13) species. Notable that communities were enriched by 23 *Spirogyra* species flourish all year round. As was doing for the Caucasian diversity, we compare ecoregional species diversity with comparative floristic and statistical methods. Physicochemical variables of water were analyzed in respect of algal diversity impact. Diversity was divided into two major groups with about 120 species from altitude 3500 (Shakardara) till 4500 (Baghderi) and about 70 species from 4500 (Darmai) till 6500 (Lalko) m above sea level. In high altitude communities increased percent of diatom species. Comparative floristic divided diversity into 3 groups in which high altitude communities are outstanding. Seasonality of communities as a whole show high similarity of spring, summer and autumn communities when winter communities are not only low diverse but also included different species.

Therefore, this analysis help us to conclude that air temperature and related with altitude variables are factors that impacted freshwater algal communities in both studied districts of Eurasia from sea level in Caucasus Mountain till 6500 m above sea level in high Himalayas Mountains.

O.P. BILOUS[1,2]

[1]M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine,
Tereshchenkivska Str., 2, 01601 Kyiv, Ukraine
e-mail: bilous_olena@ukr.net
[2]Institute of Hydrobiology, National Academy of Sciences of Ukraine,
prosp. Geroyiv Stalingrada, 12, 04210 Kyiv, Ukraine

PHYTOPLANKTON DIVERSITY IN THE UPPER PART OF THE SOUTHERN BUG RIVER (UKRAINE)

The Southern Bug River is one of the five major fluvial systems of the Western Steppe. Moreover, Southern Bug is the largest river, which basin belongs only to Ukraine territory. Its catchment encompasses areas of the Volyn-Podolsk plateau, and the Black Sea coastal basin (Tockner, Rivers of Europe, 2009).

This work presents results of the study on phytoplankton diversity of the Southern Bug River within the section between its upper reaches (Kholodets village, Khmelnytsky region) and the end of its upper part (till the town of Vinnitsa, Vinnitsa region). The upper part of the river is of considerable importance, because it influences water quality of the Southern Bug River on the whole. However, phytoplankton of this part of the river is not clearly understood. Only some publications are dealt with the problem (Roll, 1937).

The main objective of the present work was to generalize both literature and original data on phytoplankton of the upper part of the Southern Bug River and analyze its taxonomic structure.

Based on literature data, in the 1930–1940s phytoplankton of the upper part of the river basin was represented by 101 species (104 infraspecific taxa).

Investigations were carried out in 2007–2011 at 15 sampling stations located within the main riverbed. A total of 118 algae samples was collected and processed.

On the whole, based on the literature and original data 401 species of 11 divisions were identified in phytoplankton of the Southern Bug River. Chlorophyta (45 % of the total number of species), Bacillariophyta (18 %) and Euglenophyta (14 %) were represented by the largest number of species. The contribubion of Euglenophyta and Cyanoprokaryota increased downstream of the town of Khmelnytsky, which was probably conditioned by the influence of anthropic load. The found algae are assigned to 16 classes, 39 orders, 57 families and 135 genera. The genera *Scenedesmus*, *Desmodesmus*, *Trachelomonas*, *Phacus* and *Euglena* were highly diverse in their species composition. At different stations the number of phytoplankton species varied from 8 to 82.

The most frequent species included: *Aulacoseira granulata* (Ehrenb.) Simonsen, *Phacotus lenticularis* (Ehrenb.) Stein, *Asterionella formosa* Hassall, *Ulnaria acus* (Kütz.) Aboal, *Euglena texta* (Duj.) Hübner and *Woronichinia naegeliana* (Unger) Elenkin. In this case, *Amphikrikos minutissimus* Korschikov, *Ankyra ancora* (G.M. Smith) Fott, *Binuclearia lauterbornii* (Schmidle) Proschk.-Lavr., *Coelastrum astroideum* De Not. var. *rugosum* (Rich) Sodomkova, *Cryptomonas caudata* J. Schiller, *Cryptomonas curvata* Ehrenb., *Cryptomonas reflexa* (Marsson) Skuja, *Cryptomonas marssonii* Skuja,

Golenkinia paucispina West et G.S. West, *Dysmorphococcus variabilis* Takeda, *Eremosphaera gigas* (Arch.) Fott et Kalina, *Hymenomonas roseola* Stein, *Juraniella jovorkae* (Hortob.) Hortob., *Kephyrion rubri-claustri* W. Conrad, *Kephyrion spirale* (Lackey) W. Conrad, *Mallomonas papillosa* Harris et Bradley, *Pseudokephyrion cylindricum* (Lackey) Bourr., *Strombomonas eurystoma* (Stein) Popova, *Vitreochlamys aulata* (Pasher) Bako etc. are rare of occurrence within the territory of Ukraine. As this takes place, *Carteria wisconsinensis* Huber Pestalozzi and *Klebsormidium tribonematoideum* (Skuja) Hindák were recordered for the terrirory of Ukraine for the first time.

M. BOHUNICKÁ[1,2], J. MAREŠ[1,2]

[1]Faculty of Science, University of South Bohemia,
Branišovská, 31, CZ–37005 České Budějovice,, Czech Republic
e-mail: mkrautova09@jcu.edu
[2]Institute of Botany of the Academy of Sciences of the Czech Republic,
Dukelská 135, CZ-37982 Třeboň, Czech Republic

WORLDWIDE COMPARISON OF THE MOLECULAR AND MORPHOLOGICAL DIVESITY WITHIN THE FAMILY SCYTONEMATACEAE (NOSTOCALES, CYANOBACTERIA)

Cyanobacteria are one of the most important and widespread lineages of prokaryotes. Species of the monophyletic order Nostocales, also called heterocytous cyanobacteria, represent a group of particular interest to both basic and applied research as they possess unique ability to fix atmospheric nitrogen. Family Scytonemataceae within the order Nostocales is traditionally characterized by isopolar filments with meristematic zones and false branching, and includes genera *Brasilonema*, *Kyrtuthrix*, *Petalonema*, *Scytonema*, and *Scytonematopsis*. As a whole, the group of Scytonemataceae is definitely understudied and our knowledge is rather fragmentary. In phylogenetic analyses, the few sequenced members of this family fall to various basal positions in Nostocales, usually with low branch support. Therefore, we decided to conduct more thorough study of the family Scytonemataceae to contribute to the overall knowledge of the diversity, distribution and biogeographic relationships of its members.

Samples were collected from mainly terrestrial biotopes of all continents excluding Antarctica and members belonging to the family were isolated into unialgal strains. Most of the strains obtained represented relatively common cosmopolitan genus *Scytonema* and pantropical *Brasilonema* (ca 80 strains), whereas only few strains of rare genera *Petalonema* and *Scytonematopsis* and no strain of mediterranean *Kyrtuthrix* were acquired. Morphology of the strains was studied under the light microscope and molecular phylogeny of the group and its position within order Nostocales was assembled based on 16S rDNA. 16S-23S ITS secondary structures and their comparison among strains was also completed.

The project was supported by Czech Science Foundation, grant no. P506/12/1818.

M. CHOBOT[1], A. LATAŁA[2]

University of Gdańsk, Institute of Oceanography,
Piłsudskiego Av., 46, 81-378 Gdynia, Poland
[1]e-mail: ocemc@ug.edu.pl
[2]e-mail: oceal@univ.gda.pl

APPLICATION OF GROWTH INHIBITION TESTS AND PAM METHOD TO STUDY EFFECT OF SELECTED IONIC LIQUIDS ON BALTIC MICROALGAE

Ionic liquids (ILs) are discussed as high-potential solutions with significant efficiency in a wide range of industrial segments. Those chemical substances are promoted as green chemicals that can replace traditional organic solvents currently used in large volumes. They have low vapour pressure and cannot lead to air pollution. However, ILs have a potential to affect water ecosystems because of their high stability and solubility in water. Studies of their toxicity and persistency in aquatic environments are still uncompleted.

In this study it is elucidated whether different ionic liquids are modifying toxic effect on algae species. *Chlorella vulgaris* Beij. is recommended species by OECD guideline for testing of chemicals. Therefore this organism was used for this testing. Additionally, the studies were carrying out with two algae strains: *Skeletonema marinoi* and *Synechococcus* sp. Exposing algae at the exponential growth phase to the test substance was applied. The results showed that all of analyzed ionic liquids are toxic for the green alga below 100 mg/l. More sensitive were analyzed diatom and cyanobacteria species where EC_{50} was lower than 1 mg/l. There was also pulse-amplitude-modulation (PAM) fluorymetry method used in this study. It allows rapid and accurate measurements of toxicity to vast number of toxicants that have an effect on the complex process of photosynthesis. The fluorymetric parameters were significantly affected by algal samples with ILs in comparison to control. The results indicate that ionic liquids are potentially dangerous to aquatic organisms.

T. DARIENKO[1,2], L. GUSTAVS[2], U. KARSTEN[2], T. PRÖSCHOLD[2]

[1]M.G. Kholodny Institute of Botany on National Academy Science of Ukraine,
2, Tereshchenkivska Str., 01601 Kyiv, Ukraine
[2]University of Rostock, Dept. Applied Ecology,
3, Albert-Einstein-Str., D-18059 Rostock, Germany

BIODIVERSITY AND ECOPHYSIOLOGY OF A COMMON TERRESTRIAL GREEN-ALGAL GENUS *COCCOMYXA* SCHMIDLE (TREBOUXIOPHYCEAE, CHLOROPHYTA) DISCOVERED BY AN INTEGRATIVE APPROACH

The genus *Coccomyxa* Schmidle belongs to a group of green algae (Trebouxiophyceae), which inhabits different terrestrial biotops such as soil, stones, rocks and other hard substrates and are able to form green biofilms. They

also play an important role in different symbioses, for example as photobionts of asco- and basidiolichens, or as endosymbionts in certain ciliates. In the present study we investigated all strains available in public culture collections and in addition own new isolates originated from different sources (free-living and symbioses). We used an integrative approach, which combines molecular with morphological and ecophysiological data to discover the biodiversity and adaptation mechanism of this common small green alga. In this study we focus on the ability to accumulate ribitol as major stress metabolite in free-living species and as important energy source in symbiotic associations.

Preliminary phylogenetic results based on SSU and ITS rDNA sequences showed that strains of *Coccomyxa* belong to at least three independent lineages within the *Elliptochloris*-clade of the Trebouxiophyceae. Surprizingly, two of these subclades contain strains of both habitats (free-living and photobionts of lichens). The third lineage contains so far only a strain, which was isolated from a ciliate (*Stentor*). To discriminate *Coccomyxa* at species level, we used the secondary structures of ITS-2 rDNA sequences as DNA barcode marker. The ecophysiological parameters will be compared with those of the *Coccomyxa* strain NIES 2166, the first sequenced green algal genome of an isolate from terrestrial habitat.

T. DARIENKO[1,2], L. GUSTAVS[2], U. KARSTEN[2], T. PRÖSCHOLD[2]

[1]M.G. Kholodny Institute of Botany on National Academy Science of Ukraine,
2, Tereshchenkivska Str., 01601 Kyiv, Ukraine
[2]University of Rostock, Dept. Applied Ecology,
3, Albert-Einstein-Str., D-18059 Rostock, Germany

THE GENUS *JAAGICHLORELLA* REISIGL (TREBOUXIOPHYCEAE, CHLOROPHYTA) AND ITS CLOSE RELATIVES: AN EVOLUTIONARY PUZZLE

The genus *Chlorella* (in traditional sense) is polyphyletic and belong to at least twelve independent lineages of the Trebouxiophyceae and Chlorophyceae. Most of the aquatic species belong to the genera *Chlorella* and *Parachlorella* (within the so-called *Chlorella*-lineage of the Trebouxio-phyceae), or to *Scenedesmus* and *Mychonastes* (within the DO-group of the Chlorophyceae) according to phylogenetic analyses of the SSU and ITS rDNA sequences. In contrast to the aquatic species, the terrestrial strains investigated so far form a monophyletic lineage (*Watanabea*-clade) within the *Trebouxia*-lineage of the Trebouxiophyceae. To the *Watanabea*-clade belong several genera with *Chlorella*-like morphology (*Chloroidium*, *Heterochlorella*, *Watanabea*, *Kalinella*, and *Viridiella*)

We studied 22 strains isolated from soil, bark, and artificial hard substrates, which have been traditionally identified as *Chlorella luteoviridis*. To clarify the taxonomical status and intrageneric diversity of this group, we used an integrated approach (molecular phylogeny of SSU and ITS rDNA sequences, secondary structures, DNA barcoding, morphology, and polyol production)including the ecological distribution and ecophysiological properties, which could provide

survival strategies and successful development in extreme biotops. All strains investigated produce ribitol as osmolytic active substance, and showed a low phenotypic plasticity, but a surprisingly high genetic diversity, which could be only resolved in complex evolutionary models based on secondary structures. Based on these results, we re-established the genus *Jaagichlorella*, and proposed new species of *Jaagichlorella*, *Kalinella*, and *Watanabea*.

A.G. EBADI[1], H. HISORIEV[2]

[1]Biology Department, Jouybar branch, Islamic Azad University,
Central Building of Islamic Azad University, Jouybar branch, 47761-86131 Jouybar, Iran
e.mail: dr_ebadi2000@yahoo.com
[2]Institute of Botany, Plant Physiology and Genetics, Tajik Academy of Sciences,
Karamova str., 27, 734017 Dushanb, Tajikistan
e-mail: hhikmat@mail.ru

ALGAE BIODIVERSITY OF THE CHESHME ALI BASIN (IRAN)

Chehsmeh Ali (the Spring of Ali) is a recreational spot situated approximately 30 km from Damghan City with a mild weather and natural landscape. Cheshmeh Ali, with its two springs supplying water at a rate of 600 L per second, is the only permanent river in Damghan. It is sourced from the Alborz Mountain range.

The biodiversity of algae of the Cheshme Ali basin (Iran) is presented. The algae samples (23) were collected during summer 2011 from the bottom of river, phytoplankton, periphyton, epiphyton, moisture soil, and other hard substrates, which immersed in water. The algae were identified in well-equipped laboratories in the Faculty of Agriculture (Islamic Azad University, Damghan branch). All samples of algae were studied in live form on freshly material using light microscopes such as Biolam, with different magnifications (from the 450 up to 1800x), depending on the size of the investigated taxons. Chashma Ali was investigated within 15 km from the source of river originated and was divided into five stations (at the point of river origin; the first pool; the last pool; resting zone; agriculture station). The temperature of water in studied stations was range from 18 ºC up to 24 ºC, and the pH 7.2–8.5.

Altogether were identified 48 species of algae, which belong to Cyanophyta (10 species), Euglenophyta (9), Bacillariophyta (11), Xanthophyta (1) and Chlorophyta (17 species). The families of Merismpediaceae, Oscillatoriaceae, Euglenaceae, Fragilariaceae, Naviculaceae and Ulotrichaceae including the genera of the *Merismpedia, Oscillatoria, Euglena, Fragilaria, Navicula* and *Ulotrix* had more species. The genera have more than 4–5 species of each. Phytoplankton of this river consists of mostly *Merismopedia tenuissima* Lemmerm., *Euglena gracilis* Klebs, *Trachelomonas volvocina* Ehrenb., *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenb. var. *danica* Kütz., *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb. and some fragments of *Ulothrix subtilissima* Rabenh. Bental algocenoses were presented by the species: *Ulothrix implexa* Kütz., *Stigeoclonium aestivale* (Hazen) Collins, *S. tenue* (C. Agardh) Kütz. The species usually growing on the stones or hard substrates (periphyton) were: *Fragilaria construens* (Ehrenb.) Grunow, *Synedra vaucheriae*

Kütz., *Cymbella amphicephala* Nägeli Some species such as *Oscillatoria lacustris* (Kleb.) Geitl., *O. tenuis* C. Agardh, *Synedra pulchella* (Ralfs) Kütz., *Ulothrix subtilissima* Rabenh., *Spirulina major* Kütz. were epiphytic or bental species. The saprobic species *Oscillatoria tenuis* (α-mesosaprobe), *Stigeoclonium tenue* (α-mesosaprobe), and *Euglena viridis* Ehrenb. (α-mesosaprobe) were as a dominant in the last pool, resting zone, and agriculture stations.

L.A. GAYSINA[1], M. BOHUNICKÁ[2], J.R. JOHANSEN[3], K. FUČÍKOVÁ[4], M. ELIÁŠ[5]

[1]Department of Botany, Bioecology and Landscape Design, Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmullah,
Oktyabrskoy revolucii St., 3a, 450000 Ufa, Russia
e–mail: lira.gaisina@mail.ru
[2]Faculty of Science, University of South Bohemia,
Branišovská, 31, CZ–37005 České Budějovice, Czech Republic
[3]Department of Biology, John Carroll University, University Heights,
Ohio, USA
[4]University of Connecticut, Department of Ecology and Evolutionary Biology,
75 North Eagleville Road Storrs, CT 06269–3043, USA
[5]Department of Botany, Charles University,
Benátská, 2, CZ–128 01 Prague, Czech Republic

A STUDY OF GREEN, YELLOW-GREEN AND EUSTIGMATOPHYTE ALGAE OF THE WET WALLS, SEEP WALLS AND HANGING GARDENS IN GRAND STAIRCASE-ESCALANTE NATIONAL MONUMENT (UTAH, USA) APPLYING POLYPHASIC APPROACH

Grand Staircase-Escalante National Monument (GSENM) is one of the largest national parklands set aside in the western United States, yet because of the recentness of its establishment, relatively little biological research and no algal survey has been conducted in the park. In August 2006 we sampled 8 wet seeps and springs located in the Monument and have undertaken study of the eukaryotic algae of these habitats.

A total of 26 different eukaryotic algae were isolated into culture, including 22 green algae (Chlorophyta), 2 yellow-green algae (Xanthophyta), and 2 Eustigmatophyta. Taxon identification was based on a combined approach utilizing morphology and 18S rDNA phylogeny, and ITS1 sequence data. Phylogenetic evaluation of many of the taxa is also included.

From an ecological view, we studied algae, which belong to water-aerial algae (Vodorosly, 1989). This group of algae is living in conditions of permanent humidity, but sometimes they experience significant fluctuations in this factor. One of the adaptations to such stress conditions is production of a protective mucilaginous envelope, which was observed in several of the species found, e.g., *Chlamydomonas* cf. *eustigma* Ettl, *Cosmarium* cf. *subtumidum* Nordstedt, *Coccomyxa* cf. *subglobosa* Pascher. Some of the taxa from wet walls in GSENM were recorded before for similar biotopes of the Zion National Park

(Utah, USA) and/or Navajo National Monument, e.g., *Oocystis* A. Braun, *Oedogonium* Link, *Stigeoclonium* Kützing, *Tribonema* Derbes et Solier (Johansen et al. 1983 a, b). However, we found coccoid forms to be much more common than filamentous, whereas these studies reported the opposite.

We could divide found genera and species found into three ecological groups:

1) Typical terrestrial – *Chloroidium saccharophilum* (W. Krüger) Darienko, Gustavs, Mudimu, Menendez, Schumann, Karsten, Friedl et Pröschold, *Diplosphaera* cf. *chodatii* Bialosuknia, *Eustigmatos magnus* (B. Petersen) Hibberd, *Stichococcus minutus* Grintzesco et Péterfi;

2) Freshwater species, which can grow in aerophylic conditions – *Coccomyxa* Scmidle, *Desmodesmus subspicatus* (Chodat) Hegewald et Schmidt, *Oedogonium* sp., *Oocystis marsonii Lemmermann, Pediastrum integrum* Nägeli, *Stigeoclonium* cf. *tenue* Kütz.;

3) Freshwater species and genera, which were previously recorded as typical planktonic – *Desmodesmus* (R. Chodat) S.S. An, T. Friedl et E. Hegewald, *Micractinium* Fresenius, *Monoraphidium convolutum* (Corda) Komárk.-Legn., *Mychonastes jurisii* (Hindák) Krienitz, Bock, Dadheech et Pröschold, *Nautococcus* cf. *mamillatus* Korschikov, *Oonephris obesa* (West) Fott. We assume that assessment of these species as only planktonic reflects our poor knowledge about their ecology and geographical distribution.

However, we also suggest that more throughout investigation of this little known ecological group of eukaryotyic algae in other climatic zones and continents is necessary.

J. FULNECKOVA[1], T. HASIKOVA[4], J. FAJKUS[2], A. LUKESOVA[3], M. ELIAS[4], M. BOHUNICKÁ[5,6], E. SYKOROVA[1,2]

[1]Institute of Biophysics, Academy of Sciences of the Czech Republic,
v.v.i., 612 65 Brno, Czech Republic
e-mail: fulneckova@ibp.cz,
[2]Faculty of Science, Central European Institute of Technology, Masaryk University,
Kamenice 5, 625 00 Brno, Czech Republic
[3]Institute of Soil Biology, Biology Centre ASCR,
v.v.i., Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice, Czech Republic,
e-mail: luksa@upb.cas.cz
[4]University of Ostrava, Faculty of Science, Department of Biology and Ecology,
Chittussiho 10, 710 00 Ostrava, Czech Republic
[5]Faculty of Science, University of South Bohemia,
Branišovská, 31, CZ–37005 České Budějovice,, Czech Republic
e-mail: mkrautova09@jcu.edu
[6]Institute of Botany of the Academy of Sciences of the Czech Republic,
Dukelská 135, CZ-37982 Třeboň, Czech Republic

TELOMERE VARIABILITY AND TELOMERASE DYNAMICS IN GREEN ALGAE

Telomeres, forming the protective ends of eukaryotic chromosomes, are a ubiquitous and conserved structure of eukaryotic genomes, but the basic

structural unit of most telomeres, a repeated minisatellite motif of the general consensus $T_nA_mG_o$, may vary between eukaryotic groups. Previous studies on several species of green algae revealed that this group exhibits at least two types of telomeric sequences, a presumably ancestral TTTAGGG type shared with land plants and conserved in, e.g., *Ostreococcus* and *Chlorella* species, and a novel type (*Chlamydomonas*-type, TTTTAGGG) identified in *Chlamydomonas reinhardtii* P.A. Dangeard. We have employed several methodical approaches to survey the diversity of telomeric sequences in a phylogenetically wide array of green algal species, focusing on the order Chlamydomonadales.

Our results support the view that TTTAGGG telomeric sequence is ancestral for green algae and has been conserved in most lineages, including Mamiellophyceae, Chlorodendrophyceae, Trebouxiophyceae, Sphaeropleales and most Chlamydomonadales. However, within the Chlamydomonadales, at least two independent evolutionary changes to TTTTAGGG telomeric motif occurred, specifically in a subgroup of the Reinhardtinia clade (including *C. reinhardtii* and *Volvox carteri* F. Stein) and in the Chloromonadinia clade. Furthermore, a complex structure of telomeric repeats, including a mix of the ancestral *Arabidopsis*-type motifs and derived motifs identical to the human-type of telomeric repeats (TTAGGG), was found in the chlamydomonadalean clades Dunaliellinia and Stephanosphaeria.

This work has been supported by the Grant Agency of the Czech Republic (521/09/1912).

A.F. HAMED[1], A.A. EL-AWAMRI[2], H.M. ABD-EL-FATAH[2]

[1]Basic Science Department, Faculty of Dentistry, Misr International University, Km 28 Cairo-Ismailia Road, Cairo, Egypt
[2]Botany Department, Faculty of Science, Ain Shams University, Abbassia, Cairo, Egypt

ALGAL COMMUNITIES OF QARUN AND WADI EL-RAYAN LAKES (EGYPT)

Qarun lake and wadi El-Rayan lakes are inland lakes located in the western desert in El-Fayoum depression, 90 km southwest of Cairo. The main source of water in these lakes is the agricultural drainage. Physico-chemical characteristics of water and algal communities were intensively studied seasonally during the period of September 2010 to May 2011. A total of 90 algal taxa were identified from Qarun Lake , where the highest algal biomass was recorded in summer season. *Prorocentrum micans* Ehrenb. – blooming forming dinoflagellate was observed in Qarun Lake together with bacillariophytes of 68 species , cyanobacteria of 12 species , chlorophytes of 6 species. Algal studies on Wadi El-Rayan Lakes revealed the identification of 148 taxa from which 93 species were enumerated from the upper lake and 55 species from the lower lake of El-Rayan depression. Cyanobacteria-bloom forming species of *Microcystis aeruginosa* (Kütz.) Kütz. and *M. flos-aquae* Lemmerm. were recorded in the upper Lake during winter season. The analysis of the identified species constituting the algal communities revealed

that these communities composed of some marine/brackish forms but mainly of freshwater entities tolerant to high salinity. Ecologically, Qarun and Wadi El-Rayan Lakes are considered as saline- inland lakes suffering from the substantial input of fertilizers and nutrient salts leading to the deterioration of the aquatic ecosystem. It is recommended for applying a solution of this environmental issue.

A. HUSSAIN[1], M. KRISCHKE[2], TH. ROITSCH[2], SH. HASNAIN[1]

[1]Microbiology and Molecular Genetics, University of the Punjab, Lahore, Pakistan
[2]Lehrstuhl fuerPharmazeutischeBiologie, Julius-von-SachsInstitute, Wuerzburg, Germany
[*]e-mail: anwarhpu@yahoo.com

RAPID DETERMINATION OF CYTOKININS AND AUXIN IN CYANOBACTERIA

Five cyanobacterial strains, *Anabaena* sp. Ck1,*Oscillatoria* sp. Ck2, *Phormidium* sp. Ck3, *Chroococcidiopsis*sp. Ck4, and *Synechosystis* sp. Ck5 were selected for their positive cytokinins-like activity using cucumber cotyledon bioassay and GUS assay in Arabidopsis ARR5::GUS. Classical cucumber cotyledon bioassay was modified for direct screening of cyanobacteria avoiding need for extraction and purification. Cytokinins from cyanobacteriawere absorbed onto filter paper which was then assayed for cytokinins-like activity. A rapid chromatographic method was developed for the simultaneous determination of cytokinins and indole-3-acetic acid (IAA). Cyanobacterial biomass (50–100 mg) and cell-free culture filtrate were extracted in Bieleski buffer and purified by solid-phase extraction. The extract was used to determine phytohormones by ultra-performance liquid chromatography and electrospray ionization-tandem mass spectrometry in positive and negative modes, respectively, with multiple reactions monitoring. Stable isotope-labelled cytokinins and IAA standards were added in the samples to follow recovery of the compounds and method validation. Five cytokinins determined in the selected strains were Zeatin (cis and trans isomers), Zeatinriboside, Dihydrozeatinriboside, and zeatin-o-glucoside. The strains were shown to accumulate as well as release the phytohormones.

J. IMANPOUR[1], Z. RAMEZANPOUR[2], M. SHARIFINIA[1]

[1]Dept of Fishery, Faculty of Natural Resource, University of Guilan
P.O.B: 1144, Sowmehsar, Iran
[2]Sturgeon Research Institute,
P.O.Box: 41635- 3464, Rasht, Iran
e-mail: zohreh66@gmail.com

APPLICATION OF PHYTOBENTHOS POPULATION BASED BIOTIC INDEXES FOR WATER QUALITY ASSESSMENT

Rapid response of benthic diatoms to environmental changes, human activities and short time requirement to develop colonies make them suitable ecosystem health indicators. However, little studies have been done on their temporal variations relative to environmental changes. In present study pollution

status of the Masooleh River (N latitude 37.22–37.23 and E longitude 49.17–49.19) was studied with the aid of diatom based biotic and population indexes analysis. Five sampling sites were selected in the river at a distance of 15 km. Samples were collected from epilithon, epidendron, epipssamon and epipelon substrates. Altitude of the sampling site and parameters including nitrate, orthophosphate, silicate, Fe, electric conductivity (EC) and pH were also determined. Changes in diatom population and with regard to chemical and physical parameters were examined by CCA analysis. River depth was below 0.5 m; water temperature ranged (15.5–30 ^{o}C), Ec (617–1370 µcm^{-1}) and pH (7.8–8.4). Concentration of nutrients including PO_4^3 0.02–0.21 mg l^{-1} ,‹NO_3 1.1–3.5 mg l^{-1}, SiO_2 1.04–4.22 mg l^{-1} ›‹ Fe^{2+}:<0.02-0.1 mg l^{-1} shows trophic status of the river. Samples were collected, preserved in 2 % formaldehyde solution and transferred to the laboratory, boiled with Nitric acid, centrifuged, enumerated and identified. 24 genera of diatom were identified and *Nitzschia*, *Navicula* and *Thalassiosira* were the most abundant genera. Total abundance, diatom trophy (TDI), PTI, diversity indexes, species richness and evenness were determined using Shannon– Weiner, Margalev and Jaccard indexes. The CCA analysis demonstrated that EC, pH, Fe and salinity were the main factors influencing diatom distribution. Values of two axis of the CCA were significantly different ($p < 0.05$). Biotic indexes proved that the Masooleh River is an oligo- mesotroph river with good water quality. The Shannon index values varied from 2.79 ± 0.26 in sampling site 1 to 3.51 ± 0.17 in sampling site 2 proving that the sampling sites maintained clean or slightly polluted condition. The Margalev index values showed similar trend to the Shannon indexes.

N. JAKUBOWSKA*, T. JONIAK, E. SZELĄG-WASIELEWSKA

Department of Water Protection, Faculty of Biology, Adam Mickiewicz University, Umultowska 89, 61-614 Poznań, Poland
*e-mail: jakubowskan@gmail.com

VERTICAL DISTRIBUTION OF PICOCYANOBACTERIA DURING SUMMER IN RELATION TO LIGHT AND NUTRIENTS AVAILABILITY (STRZESZYŃSKIE LAKE, POLAND)

Picocyanobacteria are a very small phytoplankton (cell diameter < 2 µm) and major component of phytoplankton in the pelagic zone of many lakes, and vary in form: from single spherical or rod-shaped cells to colonies with different size. The number of papers on freshwater picocyanobacteria increased recently, but there still are few detailed studies about their vertical distribution in strongly stratified temperate lakes including picocyanobacteria forms and other picoplanktonic phototrophs (PP). Here we present results of PP abundance research (picocyanobacteria and eukaryotic picoplankton) carried out in Lake Strzeszyńskie in June, July and August 2010. The aim of examinations was: estimate the abundance of PP in vertical profile of lake, and relative contribution of picocyanobacterial groups to PP abundance as well as assessment of abiotic conditions, especially availability of light and nutrients.

The Strzeszyńskie Lake (max depth 17.8 m) is located in the North–West part of Poznań (western Poland). The measurements were made in deepest

place of the lake. *In situ* were measured: temperature, pH, oxygen content and conductivity in the whole water column at 1 m intervals with the use of the multiparameter sonde. The light conditions and depth of euphotic zone (EZD) for photosynthetically active radiation (PAR) was measured using the spherical sensor (LI-COR 193SA). The spherical sensor expands the range of underwater study of light as it enables the measurement of total radiation from range 400–700 nm. In the same station water samples for chemical analysis (mineral forms of phosphorus and nitrogen) and PP were taken every 2 m. Picocyanobacteria was concentrated on polycarbonate black filters (0.2 µm pore size) and counted using a epifluorescence microscope.

The zone of well oxygenated waters (>100 % O_2) was on average 4 m depth, including whole epilimnion. In deeper waters the sharp stratification of oxygen concentration was noted, and in the hypolimnion (below 10 m depth) and sometimes in the metalimnion deficits of oxygen were found. In vertical profile the PP abundance varied in range 8–1000×10^3 cells/ml. With increase of water depth the proportions between cyanobacteria and chlorophytes was noted. In the epilimnion (well oxygenated and warm) the picocyanobacteria dominated, but in hypolimnion (colder and anaerobic) the contribution of eukaryotic picoplankton to total PP abundance increased.

In the vertical profile a high quantitative variations in phosphorus and nitrogen forms distribution were observed. The high concentrations of bioavailable phosphates in whole water column were recorded only in June. In this month, when water temperature was lower than in next months (below 21 °C) and EZD was greater (9.1 m), wide vertical variation of PP abundance was noted. In the epilimnion, picoplanktonic cells forming colonies dominated (>80 % of PP). However, at the depth 8 m single cells dominated. In July and August in the surface layer the water temperature was higher (up to 27.3 °C), but EZD was smaller (8.0 m and 7.7 m respectively). Maximum abundance of PP was recorded at the depth 4–8 m in the metalimnion where the nutrient availability was similar as in the epilimnion.

The work was supported by the Polish Ministry of Science and Higher Education. Grant: NN 304 385538.

K. JANATKOVÁ[1], K. ŘEHÁKOVÁ[2], A. CHROŇÁKOVÁ[3], J. DOLEŽAL[2]

[1]Faculty of Science, University of South Bohemia,
Hydrobiologický ústav, Na Sádkách 7, 370 05 Ceske Budejovice, 37005 Ceske Budejovice, Czech Republic
[2]Institute of Botany AS CR, Czech Republic
[3]Biology Centre v.v.i., Institute of Soil Biology, Czech Republic

MICROBIAL PHOTOTROPHS FROM HIGH-ALTITUDES SOILS OF LADAKH MOUNTAIN RANGE (W HIMALAYA): THEIR DIVERSITY, ABUNDANCE AND ADAPTATION

High-elevation ecosystems, especially their subnival zones, are among the most extreme environments on Earth. Our knowledge about functioning of

these outlying ecosystems is still very sparse. High-elevation cold deserts of the Himalayas are yet the least explored environments on Earth. Our study is the first, which investigated the microbial community in the mountains in Ladakh (Jammu & Kasmir state, India). Study areas are parts of Eastern Karakoram Mountains and Tibetan Plateau. Organisms whose are living in the «roof of the world» are subjected to year-round temperature fluctuations across the freezing point and very low availability of water and nutrients. Our first results show, that the vegetation cover is very sparse and that the biological soil crusts prevail over the plants in altitudes above 5000 m asl. (subnival zone). Biological soil crusts are the community of organisms (cyanobacteria, green algae, microfungi) living at the surface of desert soils. Those communities bound together soil particles and make compact soil crust, which can be crucial for local ecosystems – they improve resistance to wind and water erosion and supply nutrients to the environment, mainly nitrogen and organic carbon. It is supposed that the occurrence of biological soil crust can positively effect plant presence and germination.

We have already discovered that the soil crusts from studied areas are dominated by cyanobacterial communities. Their biomass level increases together with altitude. Cyanobacterial communities are composed mostly by species *Microcoleus* sp. (45 %), *Phormidium* sp. (30 %), and *Nostoc* sp. (15 %). Biomass of cyanobacteria was determined by epifluorescent microscopy. Our findings are a starting point for more detailed subsequent studies of cyanobacterial species based on the cultivation and molecular analyses. Our study is the first to engaged in interaction between soil substrate and plants – we will try to demonstrate if the biological soil crusts improve their environment (supply nutrients to soil) and positively effect plant presence and germination.

S. JODŁOWSKA, P. LEMKE, J. MACIEJCZYK

University of Gdańsk,
Av. Piłsudskiego, 46, 81-378 Gdynia, Poland
e-mail: ocesm@ug.edu.pl

ANALYSIS OF THE PHYTOPLANKTON PIGMENT CONTENT IN THE EUPHOTIC ZONE OF THE SOUTH-WESTERN BALTIC SEA

The main purpose of this study was to carry out a qualitative and quantitative analysis of phytoplankton pigments in euphotic zone in the south-western Baltic Sea. The composition and concentration of chlorophyll pigments in 110 samples taken from five depths at 8 stations was determined using spectrophotometric and HPLC method and for carotenoid analysis using HPLC method. The following pigments were identified in the environmental samples: chlorophyll *a*, *b*, *c1*, *c2*, *c3*, chlorophyllide *a*, peridinin, fucoxanthin, 19'-hexanoyl-oxy-fucoxanthin, 4-keto-myxoxantophyll-like, neoxanthin, myxoxantophyll, diadinoxanthin, prasinoxanthin, alloxanthin, diatoxanthin,

zeaxanthin, canthaxanthin and echinenon. The results revealed high variability in concentration of chlorophyll and carotenoid pigments for different stations and on various depths within one station. The highest average value of chlorophyll *a* concentrations was reported in surface waters of *buoi* station. This value amounted 5.401 ± 0.115 $\mu g \cdot l^{-1}$ and was more than 2.5 times higher than the lowest value recorded at this station, and about 9 times higher than the values obtained for the surface waters of station *F*, where the lowest values of chlorophyll *a* concentrations were observed. Based on the mathematical equations that take into account the statistical relationship between phytoplankton biomass and concentration of chlorophyll *a,* and biomass of individual classes of algae and cyanobacteria and the concentration of pigments called markers, the total biomass of phytoplankton and the biomass of individual taxa was also estimated.

J. KAROSIENĖ, J. KASPEROVIČIENĖ, J. KOREIVIENĖ, I. VITONYTĖ

Nature Research Centre, Institute of Botany,
Zaliuju ezeru, 49, LT-08406 Vilnius, Lithuania
e-mail: jurate.karosiene@botanika.lt

ASSESSMENT OF RAPHIDOPHYTES *GONYOSTOMUM SEMEN* (EHRENB.) DIESING INDUCED IMPACTS ON THE FRESHWATER AQUATIC ENVIRONMENT

During recent decades raphidophyte *Gonyostomum semen* (Ehrenb.) Diesing has became a nuisance algae forming dense blooms, which have occurred with increasing frequency in temperate regions (Cronberg et al., 1988; Laugaste, Nõges, 2005; Trigal et al., 2011). Mass species development reduces aquatic biodiversity and changes ecological quality of the ecosystem. A standardized biopollution assessment method (BPL – biopollution level index), (Olenin et al., 2007) which enable comparison of relative impacts of different introduced species within different ecosystems has been developed to assess detrimental effects of invasive species on environmental quality. The BPL calculation is based on estimation of the species abundance/biomass and distribution range (ADR), and on their impacts on communities (C), habitats (H) and ecosystem functioning (E).

The aim of the study was to assess *G. semen* occurrence in Lithuanian freshwaters and apply biopolution (BPL) approach to quantify the magnitude of species impact on the lakes during 2008–2011. Raphidophytes have a relatively high distribution range and abundance in their typical habitat – brownish, humus–rich waters that are not characteristic component of the Lithuanian landscape. Species was found in 46 out of 143 studied Lithuanian lakes (ADR C). Small, surrounded by swampy banks, brown-waters with low pH (6.08 ± 0.96 SD) and conductivity (24 ± 16 SD $\mu S\ cm^{-1}$, rarely exceed 100 $\mu S\ cm^{-1}$) values as well acidic lobelian and non-coloured lakes were vulnerable to *G. semen* appearance. The abundance varied from 3 to 1051 thous.

cells L^{-1}, and biomass – 0.03–32.7 mg L^{-1} with the highest productivity in the lakes of the northern and southern part of Lithuania. Mass development exceeding biomass 10 mg L^{-1} occurred in 10 lakes. In the most of the lakes species biomass constituted more than 20 % of total phytoplankton biomass shifting phytoplankton community composition and causing moderate impact (C2). A massive impact (C4) was noted only in three lakes where species comprised over 90 % of total phytoplankton biomass. Moderate impacts on physical and biological characters of habitats (H2) were determined as the notable changes in water discoloration when mass *G. semen* development was recorded. The impact on ecosystems functioning was estimated based on references and was defined as moderate (E 2). The overall biopollution level of *G. semen* in Lithuanian lakes was assessed as moderate (BPL = 2). The study showed that the BPL method is acceptable tool for assessment the magnitude of impact on inland freshwaters algae species. Detail information about assessment of species biopollution is available on website www.corpi.ku.lt/~biopollution.

J. KASPEROVIČIENĖ, J. KOREIVIENĖ, J. KAROSIENĖ

Nature Research Centre, Institute of Botany,
Zaliuju ezeru, 49, LT08406 Vilnius, Lithuania
e-mail: jurate.kasperoviciene@gmail.com

PATTERNS OF ALIEN CYANOBACTERIA *RAPHIDIOPSIS MEDITERRANEA* SKUJA OCCURANCE IN LITHUANIAN FRESHWATERS

Freshwater ecosystems are unique in biodiversity and enormously affected by invasive species. The eutrophication and gradient of nutrients make the water body a good recipient for alien species. Within the last 10 years the phytoplankton of the Lithuanian lakes has undergone striking changes. Among further cyanobacteria found in the lakes phytoplankton, *Raphidiopsis mediterranea* Skuja get a special mention. The species have main distribution in tropical and subtropical zones but tend to grow in temperate latitudes also. It is a relatively recent invader in many European lakes. In Lithuania *R. mediterranea* was recorded for the first time in two shallow lakes in 2004. Since that time it gradually penetrated into the other lakes and was observed totally in six lakes.

Species occurred in different habitats, in four shallow mixed and two deep thermally stratified lakes with relatively high (1.7 m) for eutrophic lakes and low (0.3 m) for hypertrophic ones transparency. *R. mediterranea* was detected only during warmer summer months in July–August (20–25 °C water temperature). The studies showed that local habitat conditions had significant role on species growth. Cyanobacteria was not observed to be the dominant species and exceeded 2.8 % of the total phytoplankton biomass. However, it reached up to 15 % of the total phytoplankton biomass in shallow hypertrophic Lake Gineitiškės in 2004. Species abundance varied along the depth profile with peaks obtained at 0.5 and 1.0 m respectively in stratified Lake Didžiulis.

R. mediterranea didn't appear in bloom forming cyanobacterial communities every year. The development of cyanobacteria population was irregular in each lake. A high biomass of *R. mediterranea* during one year was followed by a lower biomass in the following season. Factors causing species occurrence are difficult to reveal because several interacting factors are usually involved and are not the same in different environments. We discuss the level of biotic resistance to invasion, habitat stress and the importance of land use in determining whether nutrient enrichment runs parallel to *R. mediterranea* invasion. Though, at present the species tends not to be invasive species in Lithuanian lakes. The study is ongoing.

Strains of *R. mediterranea* have also been shown to synthesize cyanotoxins which have not yet been identified. Further research is required to collect long-term abiotic and biotic data, in order to comprehend and predict the behaviour of the lakes's ecosystem. Also increased attention should be paid to the effects of cyanobacterial toxins on human health and health of aquatic systems in general.

J. KOREIVIENĖ, J. KASPEROVIČIENĖ

Institute of Botany of Nature Research Centre,
Žaliųjų Ežerų, 49, LT–08406 Vilnius, Lithuania
e-mail: judita.koreiviene@botanika.lt

THE OUTSPREAD OF *ANABAENA BERGII* OSTENFELD AND RELATED TAXA IN EUROPEAN FRESHWATERS

Anabaena bergii Ostenfeld and related smaller in size morphospecies identified under different species names (*A. bergii* var. *minor* Kisselev, *A. bergii* f. *minor* (Kisselev) Kossinskaya, *A. bergii* var. *limnetica, A. minderi*) belong to the *Anabaena*-like cluster B according to Komárek (2010). Group include planktic filamentous cyanobacteria characterised by solitary metameric trichomes slightly narrowed towards the ends, with elongated akinetes in a paraheterocytic position.

A. bergii Ostenfeld and smaller in size *A. bergii* var. *minor* Kisselv are native to the Ponto-Caspian region. It was described from the Aral Sea. The species belonging to a group of morphologically similar to *A. begii* taxa generally occur in the saline-brackish environments of Ponto-Caspian region including Caspian and Black Seas, Lake Issyk-Kul, relict lakes and outside the area (Bardawil Lagoon, Saaler Boden, Slatina Pond, Lake Phoosna). On the other hand, these species were recorded in freshwaters of Austria, Belarus, the Czech Republic, Egypt, Germany, Slovakia, Turkey, Ukraine and Senegal also. *A. bergii* is considered as alien cyanobacteria in freshwaters of Slovakia, Germany and the Czech Republic (Hindák, Hindákova 2001; Stüken et al. 2006; Kastovsky et al. 2010).

Up to date, *A. minderi, A. bergii* and its varieties are found in more than 70 water bodies varying from deep saline seas to shallow freshwater ponds. Morphospecies often tend to appear in small (area less than 5 km^2) and relatively shallow water basins (mean depth < 5 m). In 2008, *A. bergii* var. *limnetica* was

first time observed in a Lithuanian hypertrophic lake, which is the northernmost point of *A. bergii* and its varieties distribution. In this study species morphological characters will be discussed as important aspects for practical use and identification of natural populations.

I. KRYUKOVA[1], Y.I. POLYAKOVA[2]

[1]Water Problems Institute of RAS,
Gubkina St. 3, 199333 Moscow, Russia
e-mail: kryukova.irina88@yandex.ru
[2]Lomonosov Moscow State University,
Leninskie Gory, 119899 Moscow, Russia
e-mail: ye.polyakova@mail.ru

PECULIARITIES OF PHYTOPLANKTON COMPOSITION AND GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION IN THE EASTERN LAPTEV SEA IN THE AUTUMN 2008

The Arctic Ocean is undergoing unprecedented changes. Over the last decades, the sea surface warming (Perovich et al., 2008; Steele et al., 2008), the declining extent, thickness and age of sea ice (Wang and Overland, 2009; Serreze et al., 2007) and associated processes directly affected the phytoplankton community structure and matter fluxes in the Arctic region. Finally, these continued changes will likely shift Arctic marine ecosystem to a new steady state. Long-term observations of the phytoplankton assemblages in the high latitudes will provide the background for the assessment of ecosystem changes connected with climate variability in the Arctic region.

Our study was focused on the investigation of phytoplankton in the eastern Laptev Sea. The main objective of this work was to reveal regional peculiarities in species composition, abundance and biomass of the algal communities in phytoplankton during the autumnal period. Samples were collected during joint Russian-German expedition TRANSDRIFT XIV in September 2008. Phytoplankton abundances were determined by cell countings, which provided the basis for biomass calculations according to taxon-specific carbon values. The Shannon-Wiener index was used to estimate the species diversity. Special attention was paid to the ecological preferences and the phytogeographical distribution of identified species to reveal the influence of seasonal and abiotic factors (salinity, nutrient supply, riverine discharge etc.) on phytoplankton communities in the studied area.

The obtained results indicated that we observed a late stage of a seasonal succession pattern of the phytoplankton community. In total 63 algal species were identified in the studied phytoplankton samples. The algal standing stock consisted mainly of marine planktonic diatoms and dinoflagellates. The highest values of algal abundance and biomass were observed in the vicinity of the Lena Delta. Diatoms were dominated by arctic-boreal marine and brackish water-marine species (*Thalassiosira baltica* (Grunow) Ostenfeld, *T. hyperborea* (Grunow) Hasle, *Chaetoceros diadema* (Ehrenb.) Gran, *C. socialis* Lauder,

C. wighamii Brightwell). Dinoflagellates of a wide geographical distribution such as cosmopolitan and arctic-boreal-tropical species made up the most taxonomically diverse group (16 taxa) and were mainly represented by *Dinophysis acuminata* Claparede et Lachmann, *D. rotundata* Claparede et Lachmann, *Gonyaulax spinifera* Claparede et Lachmann, *Preperidinium meunierii* (Pavillard) Elbrachter), *Protoperidinium bipes* (Paulsen) Balech, *P. pallidum* (Ostenfeld) Balech, *P. pellucidum* Bergh. The spatial pattern of the species distribution was affected by the Lena River discharge. Brackish and marine euryhaline diatoms concentrated in the area north- and eastward of the Lena Delta, which was under the Lena River plume during September 2008. Marine neritic dinoflagellate and diatom species prevailed in the northern sampling area with higher salinity. The obtained results generally agree with previously published data regarding the development of the autumnal phytoplankton of the Laptev Sea and other Arctic Eurasian shelf seas (Sorokin and Sorokin, 1996; Tuschling et al., 2000; Sukhanova et al., 2010).

A. KRYVENDA[1], T. FRIEDL[2], I. KOSTIKOV[1], N. RYBALKA[3], V. BOYKO[1], Y. IEVDOKIMENKO[1], C. HALLMAN[2], J. KLEINFELD[2], K. SPITZER[2]

[1]Taras Shevchenko National University of Kyiv, Department of Botany, Volodimirska Str., 64/13, 01601 Kyiv, Ukraine
[2]Experimentelle Phykologie und Sammlung von Algenkulturen, Georg-August-Universität, Untere Karspuele 2, 37073 Göttingen, Germany
[3]Physiology and Biotechnology of Plant Cell, Christian-Albrechts-University, Am Botanischen Garten 1-9, 24118 Kiel, Germany

CHARACTERIZATION OF TERRESTRIAL GREEN ALGAE FROM UKRAINE USING A COMBINED MORPHOLOGICAL AND MOLECULAR APPROACH

The species composition of communities of terrestrial green algae from Ukraine has well been studied using the traditional morphological approach. Out of the more than 4,900 algal species which have been reported from various habitats of Ukraine so far (Tsarenko et al., 2009), more than 900 have been recorded from Ukrainian soils (Vodorosti…, 2001). But only 85 strains of the ACKU culture collection (Kyiv University) represent Ukrainian soil algal isolates. Because Ukraine comprises an unrivalled diversity of terrestrial habitats, Ukrainian isolates could much contribute to a better understanding of terrestrial algal diversity in general. In addition, Ukrainian isolates of terrestrial green algae could contribute to a better exploitation of algal strains for biotechnological applications. Studies of terrestrial algae using a culture approach alone may often been hampered by a bias introduced by culture media which may prefer certain taxa while growth of others is suppressed. We therefore chose a culture-independent molecular approach to complement studies of cultured isolates of terrestrial algae.

Soil samples were collected during an expedition to the southern part of Ukraine, i.e. National Natural Park Oleshky sands, Chernomorskiy Biosphere

Reserve, Askania Nova Biosphere Reserve, Azov Sea and Black Sea shore salt marshes in May 2010. The southern part of Ukraine presents a variety of unique natural biotopes which are absent or totally exhausted in other parts of Europe. Thus they may allow studying also the level of endemism present in soil microalgae. The samples were investigated using culture independent as well as cultural approaches in the laboratories of Göttingen and Kyiv National Universities. Sequences from 18S rDNA clone libraries and unialgal isolates were established in parallel from the same soil samples. Cultures were characterized by both, microscopy and DNA sequence comparisons.

For the Ukrainian Solonchak soil algae the 18S rDNA analyses from environmental samples revealed a wide adaptive plasticity. Most solonchak green algae had their closest relatives with soil algae from temperate or even desert soils of distant geographical regions (Germany, USA). For Solonchak as well as for steppe zone terrestrial green alga no new or specific Ukrainian lineages were discovered. Examples for this include the trebouxiophycean genera *Chloroidium* Nadson, *Coccomyxa* Léger et Hesse/*Pseudococcomyxa* Korschikov, *Elliptochloris* Tschermak-Woess and *Lobosphaera* Reisigl. Some detected solonchak green algae were conspecific with specialized algae (e.g. *Dunaliella* Teodor.) which, however, have already been isolated from other regions. While no indication of endemism was found for Ukrainian terrestrial green algae by the 18S rDNA analyses, the analyses revealed that there are certain specialized taxa. Whether the latter are confined to certain ecological micro-niches or exhibit geographical separation is still unclear. To investigate this furthermore, a better resolution is needed as provided by ITS2 rDNA as a DNA barcode. Here we employ PCR primers which preferentially amplify a fragment of rDNA from green algae which stretches from the 3'-end of 18S rDNA until the LSU rDNA. With two simultaneous sequencing reactions the ITS2 region as DNAbarcode as well as the 3'-end of 18S for to anchor the barcode within a phylogeny is determined. Results of these ongoing analyses are presented.

M. KULIKOVSKIY[1], H. LANGE-BERTALOT[2], G. KHURSEVICH[3], A. WITKOWSKI[2]

[1]Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences
Russia, 152742 Borok, Nekouz, Yaroslavl
[2]Department of Palaeoceanology, University of Szczecin,
Mickiewicza 18, PL-70-383 Szczecin, Poland
[3]Department of Botany, M. Tank State Pedagogical University,
18 Sovetskaya St., 220809 Minsk, Republic of Belarus

DIATOMS IN HOLARCTIC: BIOGEOGRAPHY AND COMPOSITION WITH SPECIAL ATTENTION TO LAKE BAIKAL (RUSSIA)

In this presentation we discuss modern knowledge about diatom diversity and its biogeography in Holarctic with special attention to Lake Baikal. We discuss similarity and differences between floras from different parts of

Europe and Asia. In this context Lake Baikal is an interesting model for study diatom hotspot and discussing its distribution according with new concepts in protist biogeography. Results of our research on the Lake Baikal diatoms support the concept of local distribution in case of diatoms and protist species; e.g. Mann & Droop, 1996, Mann 1999, Kociolek & Spaulding 2000, Foissner 2006, Vanormelingen et al. 2008. These observations contradict a concept of cosmopolitan distribution of diatoms best expressed by Finlay and coauthors in terms of «everything is everywhere» (e.g. Finlay & Clarke 1999, Finlay 2002, Finlay et al. 2002, Fenchel & Finlay 2004). Some not only species but also newly described genera from Lake Baikal are so unique in their morphology that can be considered flagship taxa – species with conspicuous size, morphology – i.e. without a chance for their misidentification and misobservation during floristic studies (e.g. Tyler 1996, Foissner 2006, Kulikovskiy et al. 2012). Interesting peculiarities of Lake Baikal diatoms like gigantism, species flocks, endemism, relict taxa and similarity with other ancient lakes are discussed. Differences in species composition and biogeography between fauna and flora of shallow and deeper parts of Lake Baikal constitute part of immiscibility theory. It was first observed and recognized by Dybowsky (1912) who studied the Lake Baikal fish and later on discussed by e.g. Wereschtschagin (1935, 1940), Kozhov (1962), Timoshkin (2001). In relation to species inhabiting shallow waters of Lake Baikal a question arises about their identity. Are they identical with Holarctic/Palearctic species? This and others problems are discussed in our presentation on the basis careful morphological and taxonomical analysis, morphological variability in cultures and molecular data.

This work was supported by the Polish Ministry of Science and High Education (N304017840) and Russian Foundation for Basic Research (10-04-00407-a).

M. KULIKOVSKIY[1], H. LANGE-BERTALOT[2], A. WITKOWSKI[2], G. KHURSEVICH[3], I. KUZNETSOVA[1]

[1]Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences, 152742 Borok, Russia
[2]Department of Palaeoceanology, University of Szczecin, Mickiewicza 18, PL-70-383 Szczecin, Poland
[3]Department of Botany, M. Tank State Pedagogical University, Sovetskaya St. 18, 220809 Minsk, Belarus

THE GENUS *NAVICULA* BORY (BACILLARIOPHYTA): MORPHOLOGY AND TAXONOMY IN LAKE BAIKAL (RUSSIA)

In this presentation we discuss morphology and taxonomy of *Navicula* Bory in Lake Baikal. This genus includes a lot of species in Lake Baikal, many of them described as new for sciences. High diversity of *Navicula* s. str. is determined by presence of (1) species flocks in many close related species of this genus; (2) presents of endemic group of species associated with *Navicula lacusbaicali* Skvortzow et Meyer that only observed in Lake Baikal and belongs

to the subsection *Navisantiqua* Lange-Bertalot 2001, section *Navicula* in *Navicula* sensu stricto. Navisantiqua taxa occurring recently almost exclusively in geologically old lakes from Neogene like Lake Baikal and Lake Ochrid in the Balkans; (3) high diversity of species belonging to Alinea section.

Morphology and taxonomy of all described species using SEM and LM investigation are shown. We are clarified taxonomy of a few old species using type collections of Skabitschewsky and Skvortzow from Lake Baikal. For example, *Navicula subelongata* Skabitschewsky 1936 with synonyms *Pinnularia baicalensis* Skvortzow et Meyer 1928, *Navicula magna* Skvortzow 1937. The synonymy of the above noted taxa is complicated. Indeed the first validly established taxon is *Pinnularia baicalensis* Skvortzow et Meyer 1928. It is obviously an elder synonym of the later validly described *Navicula subelongata* Skabitschewsky 1936. When Skvortzow (1937) remarked that *Pinnularia baicalensis* Skvortzow et Meyer 1928 turned out to belong to *Navicula* he described a new taxon, *Navicula magna* Skvortzow, with references to his former taxon *Pinnularia baicalensis* as a synonym. He had apparently no knowledge of Skabitschewsky's taxon *Navicula subelongata* published one year early in 1936. Instead of making a new combination in *Navicula* replasing the epithet by a new name (nov. comb., nov. nom.) he had preffered to create a new species (*Navicula magna* Skvortzow 1937) since a new combination, *Navicula baicalensis*, would result in a younger homonym of *Navicula baicalensis* Skvortzow et Meyer 1928. However, in this respect the «new» combination *Navicula magna* is an illegitimate name and the other synonym *Navicula subelongata* Skabitschewsky 1936 has priority according to the rules of the ICBN. A few taxonomical combinations for old taxa are suggested.

According with modern taxonomical concept five new genera from *Navicula* s. l. were described as new for science. Its morphology and relationship with *Navicula* s. str. are shown.

This work was supported by the Polish Ministry of Science and High Education (N304017840).

J.T. LUONG-VAN

School of Environmental and Life Sciences, Charles Darwin University,
Ellengowan Drive, NT 0909 Darwin, Australia
e-mail: jim.luong-van@cdu.edu.au

GAMETIC FUSION IN *CHLAMYDOMONAS ACIDOPHILA* NEGORO (CHLOROPHYCEAE, VOLVOCALES)

This communication describes the gametic fusion in *Chlamydomonas acidophila* Negoro 1944 with particular reference to the behaviour of the chloroplastic thylakoids and pyrenoids. *C. acidophila* was anisogamous; the larger and smaller gametes had average diameters of 3.5 µm and 2.0 µm, respectively. In older cultures the gametes were held together by their flagella to form cell clusters before fusion. *C. acidophila* fused laterally assisted by outgrowths of wall material which held them together, instead of the usual

fusion at the posterior ends for other species of *Chlamydomonas*. Sections through zygotes immediately after gametic fusion show two unequal-sized pyrenoids lying side by side, each composed of a clearly identifiable protein matrix and peripheral starch grains. The chloroplast membranes were, at this stage, composed of two or three appressed thylakoids as in the chloroplasts of gametes and growing cells. At a later stage of zygote development, the two pyrenoids fused, resulting in some distortion of the matrix and there was also an apparent increase in the bulk of the components of the starch sheath. At this stage, there was also an increased stacking of the thylakoid membranes, suggesting fusion of the components of gametic chloroplasts rather than disintegration of the chloroplast of one of the mating gametes. This would have implications in relation to the chloroplastic genetic variability and the transfer of chloroplastic genetic information during sexual reproduction, similar to those of the nuclear genetic information. Biochemical and molecular work will be done to complement the above morphological observations, following isolation of the gametes.

A. LUKEŠOVÁ

Institute of Soil Biology, Biology Centre ASCR,
v.v.i., Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice, Czech Republic
e-mail: luksa@upb.cas.cz

SOIL ALGAE IN POST MINING SITES RECLAIMED BY DIFFERENT TREE PLANTATIONS

Algae and cyanobacteria are important colonizers of man-impacted soils. Brown coal mining activities produce vast areas of spoil materials which are either reclaimed or left to spontaneous succession. The goal of this work was to study the effect of particular tree species used for reclamation or grown spontaneously on the development and structure of soil algal and cyanobacterial communities. The investigations were performed in brown coal mining area in the Czech Republic (near Sokolov town) and USA (Illinois, Sahare and Pyramide). Seven wood types were selected in the Sokolov area (pine, spruce, larch, alder, oak, lime, spontaneous-dominated by birch), each on 4 plots. Three wood types (pine, oak, spontaneous- dominated by cottonwood) were available in Sahare and Pyramide. Species composition and abundance of algae were studied by direct epifluorescence microscopy and cultivation methods.

Green algae prevailed in all studied sites, followed by diatoms and cyanobacteria, common soil species predominated. Species richness, the proportion of main algal groups and total algal abundance differed in the dependence on particular tree plantation, big variability was also observed among individual plots inside one plantation type. In the Sokolov area, the highest total number of isolated algal taxa, as well as the highest average total abundance were found in soils below pine and spruce plantations and spontaneously grown woods (65–60 species, 275–150 $x10^3$ cells g^{-1} dry soil). A similar pattern was observed in Illinois, where spontaneously succeeded plots, followed by pine plantations supported the most diverse algal communities. Factors influencing the variability of algal communities will be discussed.

M.A. MAMKAEVA, K.A. MAMKAEVA

Saint-Petersburg State University, laboratory of microbiology,
Oranienbaumskoye sh.2, 199504 Saint-Petersburg, Russia
e-mail: art-bio@yandex.ru

MORPHOLOGY AND ECOLOGY OF THE *RHIZOPHYDIUM MAMMILATUM* (BRAUN) FISHER – A PARASITIC CHYTRID FUNGUS. ISOLATION AND CULTIVATION METHODS

Chytrids are widespread microorganisms in nature. A lot of species inside the phyla Chytridiomycota are parasites of freshwater algae. The laboratory of Microbiology (Saint-Petersburg State University) has a collection of microorganisms, Including parasitic forms of chytrids (CALU). One of the most frequently observed parasite of filamentous algae in the North-West of Russian Federation is *Rhizophydium mammilatum* (Braun) Fisher. Methods for the detection, isolation and cultivation of this parasitic fungus have been developed. The isolation and the further cultivation is carried out using the freshwater alga *Tribonema gayanum* Pascher Strain CALU-20. 4 strains of *Rh. mammilatum* have been isolated. Morphology and physiology of these strains was investigated. All stages of the life cycle were described in culture and the dynamics of parasite in culture was examined.

The ultrastructure of sporangium, zoospore and rhizoid was obtained. It was shown that some of characters like a papilla sizes, the character of the zoospore exit from the sporangium, host-specificity, and dynamics of development may vary in different strains of one species.

The ecological studies have shown that the *Rh. mammilatum* is a widespread parasite of algae.

It was examined the quantity of this parasite in a few natural ponds of the North -West of Russian Federation. Obviously that *Rh. mammilatum* plays an important role in the biocenosis and may influence on the tolerance of the host algae in natural waters.

G. MIJIT, X. OBUL, A. BEKRI, M. SEMET

College of Life Science &Technology, Xinjiang University,
Sheng Li Road No.14, 830046 Urumqi, China
e-mail:gmijit@sina.com

DIVERSITY ANALYSIS OF GREEN ALGAE IN DESERT SOIL OF TURPAN AND LOPNUR; THE TYPICAL EXTREAM ENVIRONMENT OF XINJIANG, CHINA

In this study, 58 strains of green algae were isolated firstly from the desert soil area of Ayding Lake and Yalkun Mountain in Turpan. Xinjiang Uyghur Autonomous Region, respectively. The 15 strains of 58 isolations which are resistant to the temperature, salinity, and heavy metals were screened out by using the blot method, preliminarily, and also RAPD analysis were carried out.

The results showed that the genetic relationships of RAPD analysis of desert soil green algae were corresponding to its original and morphological characteristics. The random amplified polymorphic DNA (RAPD) technology was used to estimate the genetic diversity and relationships of 15 strains among them. 8 primers which can produce polymorphic and reproducible clear bands were screened out from 20 random primers. The size of the DNA amplified products were mainly ranged from 300 to 2000bp, and formed various RAPD finger prints with different band patterns and sizes. The results showed that the desert soil green algae has a relative high level of genetic diversity with 71 polymorphic bands among total 74 and the percentage of polymorphic loci was 95.95 %. A dendrogram based on genetic distances using UPGMA method showed that the desert soil green algae were clearly divided into two groups which are corresponding with its origin, namely the strain relationships and traditional classification results.

Secondly, 30 strains of desert soil green algae isolated from the desert soil area of lopnur (GPS positioning: N41.33', E53.21'), Xinjiang. They were cultured in MABM, TAP culture medium respectively which depends on morphology and growth chracteristics in culture and purificated. Their growth rate were tested under different temperatures and pH conditions. The optimum growth temperatures were 24 ºC and 32 ºC respectively, the maximum tolerated temperature was 40 ºC, optimum growth pH was 9.0. One of the strains named XLD-B-12 showed the highest tolerance to pH (13.0) in BM liquid culture .

18s rDNA of 30 isolations were amplified using modern molecular methods and 24 of them were sequenced successfully. Sequences were stitched using SeqMAN software, aligned using NCBI blustn program and regestered in Gene Bank. A phylogenetic trees generated using MEGA version 4.0 with default parameters show that 5 strains of them belong to Chlorophyceae, 10 – *Chlorosarcinopsis*; 6 – *Chlorella*; 3 – C*hlorosarcina*; 3 – *Protosiphone*, 1 – *Chlamydomonas*; 1 – M*arvania*. They were registered in the Gene Bank, (registration number JN086466, JN086468-JN086489).

These studies show that exists a tremendous amount of extreme environmental green algae resources in Xinjiang, and accordingly this may provide more specific gene resources,which are in relation to anti- drought, anti-heat, anti-heavy metals and so on. So far, there are few studies on these green algae from the extreme environment. However, these preliminary studies on the diversity of these extreme environment green algae, will be a theroritical basic for further in-depth study at cellular level to reveal that why they can grow in extreme environments and at the molecular level to provide new type special and functional gene resources.

This project was supported by Nature Science Foundation of China (30470917, 30860119).

T. MIKHAILYUK[1], T. PRÖSCHOLD[2], A. HOLZINGER[3], U. KARSTEN[2]

[1]M.H. Kholodny Institute of Botany, NAS of Ukraine,
2, Tereschenkivska St., 01001 Kyiv, Ukraine
e-mail: t-mikhailyuk@ukr.net
[2]Institute of Biological Sciences, Applied Ecology, University of Rostock,
Albert-Einstein-Strasse 3, D-18057 Rostock, Germany
[3]Department of Physiology and Cell Physiology of Alpine Plants, Institute of Botany,
University of Innsbruck, Sternwartestrasse 15, A-6020 Innsbruck, Austria

BIODIVERSITY OF *KLEBSORMIDIUM* P.C. SILVA et al. FROM HIGHLAND SOIL CRUSTS (ALPS, TYROL, AUSTRIA)

Klebsormidium P.C. Silva et al. is a widely distributed streptophycean algal genus that plays a great role in terrestrial ecosys tems. The ability of *Klebsormidium* to survive and develop high biomass in extremely dry, insolated, hot, or cold terrestrial conditions is not completely understood and therefore still an interesting subject for investigation.

Forty strains of *Klebsormidium* isolated from soil crusts collected in mountain region on different altitudes (Alps, Tyrol, Austria, between 600 and 3000 m altitude) were analysed using an integrative approach. The molecular phylogeny of ITS rDNA sequences showed that these strains belong to five clades (B, C, D, E and F) previously described by Rindi et al. (2011). Eight morphotypes have been observed among alpine *Klebsormidium* strains, four of which correspond with molecular clades: *Klebsormidium flaccidum* (Kütz.) P.C. Silva et al. (East Europe; clade B), *K. flaccidum* (West Europe; clade C), *K. bilatum* Lokhorst (clade D) and *K. crenulatum* (Kütz.) Lokhorst (clade F). Most of the strains belonged to the clade E, which represents four different morphotypes: *K. nitens* (Menegh.) Lokhorst (corresponds partially clade E2 *sensu* Rindi et al.), *K.* sp. (partially clade E2), *K. fluitans* (F. Gay) Lokhorst (clade E3), and *K. dissectum* (F. Gay) Lokhorst (clade E4). The data indicate a high diversity of alpine *Klebsormidium* species that includes most of the known genetic and morphological diversity described for the genus. Only representatives of clade G (involves strains from arid desert environment) and some subclades of clade E (E1, E5 and E6, mostly containing freshwater strains) were absent among alpine isolates.

Most *Klebsormidium* strains from alpine soil crusts (about 75 %) are belonged to E clade which represent the most humid lineage among *Klebsormidium* species according to previous phylogenetic, morphological and ecophysiological data (Karsten & Holzinger, 2011; Rindi et al. 2011). The representatives of the most xerophytic lineages – clades G and F (Karsten et al., 2010; Holzinger et al., 2011; Rindi et al. 2011), are completely absent or are represented by only one strain in alpine soil crusts. The representatives of temperate conditions (clades B, C and D) are found in low numbers (1–6 strains). Thus most of the alpine *Klebsormidium* strains belong to the most humid group despite of often dry environmental conditions in the higher Alps. Perhaps these severe conditions are not concerned with low amount of water, but

with strong temperature drops and low temperature during long period, high light intensity etc. (Karsten et al., 2010).

The distribution of the investigated strains along elevation gradients is not regular. Strains corresponding to clade E3 are the most abundant in soil crusts at relatively low altitudes (609–1280 m a.s.l.), in habitats with high humidity (pine forest). It is interesting that these strains have *K. fluitans* morphotype at altitudes up to 1000 m a.s.l., but in samples from higher altitudes (1046–1280 m a.s.l.) some E3 strains have *K. nitens* morphology. Strains of *K. dissectum* morphotype (clade E4) occurred at low altitudes in more arid environments (e.g. on concrete basement) as well as in soil crusts in high mountains (1280–2363 m a.s.l.). Strains of *K. bilatum* (clade D), *K. crenulatum* (clade F), *K. flaccidum* West Europe (clade C) and *K. flaccidum* East Europe (clade B) morphotypes occurred sporadically at higher altitudes (1548-2843 m a.s.l) probably in places with the most favorable microclimatic conditions for these representatives.

G.G. MINICHEVA

A.O. Kovalevskiy Institute of Biology of Southern Seas NASU, Odessa Branch
Pushkinskaya Str., 37, 65125 Odessa, Ukraine
e-mail: minicheva@ukr.net

ESTIMATION OF ECOLOGICAL STATUS OF MARINE COASTAL ECOSYSTEM ON THE BASIS OF ALGAE COMMUNITY OF MORPHO-FUNCTIONAL INDEXES

The physiological organization and ecological function of algae is to serve as sensitive bioindicators of water quality estimation. In marine coastal ecosystems, which are under the most anthropogenic loading the seaweeds community can be used as a reliable tool for monitoring and examination of ecological status of water area.

Transboundary effects of economic activities on coastal ecosystems of European Seas is the main reason to assess the ecological status of coastal ecosystems in universal terms, which requires the harmonization of national approaches to European standards of the European Union Water Framework Directive (EU Directive 2000/60 EC; REFCOND,2003). In accordance with the requirements of WFD, the Macroalgae is defined as Biological Quality Element for estimation of Ecological Status Class (ESC) of marine ecosystems. In order to universalize international research, the estimation of ESC is based the Ecological Evaluation Index (EEI), which should be able to reflect the ecological peculiarity of macroalgae, to the sensitive to anthropogenic changes and be easily monitored. It uses the standard 5- Class quality of marine ecosystem (High, Good, Moderate, Poor, Bad) and universal indexes (Ecological Quality Ratio), which help of which it express different values for EEI to the scale [1-0], where the state close to 1 is defined as the Referent Condition.

The most important part of the practical application of the WFD, which will express the EEI is to select indexes of the coastal communities of macrophytes. Development of European experts has done a lot of good in the direction which is based on the idea of life strategies of Early- and Late-succession species (r- species, k- species) (Orfanidis, Panayuotidis and all, 2001, 2003, 2011). Morpho-functional evaluation approach of aquatic vegetation, including all life forms of algae developed in Ukraine (Minicheva, 1998, 2004), opens up new possibilities of expression of EEI. Ecological activity of algae, which has different morphological shapes and sizes, can be expressed in terms of coefficients of specific surface of their populations (S/W_p). For each species of macrophytes, discrete values of S/W_p, can move from qualitative to the quantitative evaluation of EEI level.

To identify a phase for macroscale estimation of regional ecosystems it is suggested to express the EEI as arithmetical mean of the value of specific surface with the first three dominants of community [Dominant's Method - $\sum (S/W)_{3Dp/3}$]. In order to monitor seasonal and inter annual local ecosystems of the ESC it is suggested to express the EEI with the use of percent contribution of cenopopulations into biomass or project coverage of phytocenouses, with a glance of specific surface of composing structure species [Complete Structure Method - $\sum P\% (B_{pi} \text{ or } C_{pi}) \times (S/W)_{pi}$].

The ESC 26-ecosystems of the coast of Black Sea of Ukraine was assessed by the use of Dominant's Method. On morpho-functional state of macrophytobenthos identify area with the referent conditions (Tendrovskiy, Karkinitskiy, Egorlytskiy bays; Donuzlav, Karadag coast) and ecosystems with the lowest ESC (Kuyal'nitskiy, Hadzibeyskiy estuaries). The water body of Ukrainian coast percentage of the five classes for the 26 study make up of: High – 19, Good – 22, Moderate – 37, Poor – 15, Bad – 7 (%).

E.YU. MITROFANOVA

Institute for Water and Environmental Problems SB RAS,
1, Molodezhnaya St., Barnaul 656038, Russia
e-mail: emit@iwep.asu.ru

CHRYSOPHYCEAN STOMATOCYSTS IN PLANKTON AND BOTTOM SEDIMENTS OF DEEP OLIGOTROPHIC LAKE TELETSKOYE (ALTAI MOUNTAINS, RUSSIA)

Chrysophycean algae are widely spread in oligotrophic lakes around the world. Usually they form a group of more essential algae in the lake phytoplankton. Their resting stages, named as stomatocysts or cysts, are usually produced in spring and autumn, have siliceous ornamented or unornamented walls and are of different size – from 3–4 to 12–15 µm. Cysts are preserved in bottom sediments and could be used as records of climate and environmental conditions like frustules of diatoms. It was noticed that stomatocysts could be a

potential tool for both nutrient and seasonal paleoclimate reconstruction for high alpine lakes (Kamenik et al., 2001).

Stomatocysts were investigated in Lake Teletskoye phytoplankton and bottom sediments with scanning electron microscope Hitachi 3400N. The lake is a deep (maximum depth is 323 m (Selegei et al., 2001)) oligotrophic reservoir in the south of Western Siberia elevated at 434 m a.s.l. Phytoplankton samples were taken in different seasons and different parts of the lake water area, different layers from upper till bottom during the period from 1990 till 2011. Bottom sediments were investigated in two cores sampled from the lowest part, near the mouth of Korbu River (320 m depth and 1.5 m core length), and in the highest one, on the top of underwater Sophia Lepneva Ridge (91 m depth and 1.9 m core length).

A total of 23 stomatocyst types were found in the plankton of Lake Teletskoye. The most part of cysts were ornamented. The unornamented cysts were not diverse. The largest variety of cyst morphotypes was obtained on two lake water areas – Jailu, a pelagic zone, and Kamga Bay, the littoral one. The preliminary study of some layers of bottom sediments (0–3 mm layer from the core near Korbu River mouth, and 10–15 mm and 345–350 mm layers from the Sophia Lepneva Ridge core) showed the presence of 12 stomatocyst morphotypes. The number of cyst types was almost the same in different layers of cores – four-five morphotypes, but the ratio of ornamented and unornamented stomatocysts was different. At the top layer of the core near Korbu River mouth the unornamented stomatocysts prevailed in total number – 1:6 (two stomatocysts were not identified). In the upper layer of the core from the Sophia Lepneva Ridge (10–15 mm) and at the second one (345–350 mm) the ratio between ornamented and unornamented cysts was practically equal: 3:2 and 2:2, respectively.

The cyst composition in bottom sediments reflects the one in the lake phytoplankton. All types of cysts found in bottom sediments during the study were observed in the water column of the lake. The sedimentation rate in Lake Teletskoye near the Korbu mouth is 1.41 mm per year (Kalugin et al., 2000), for Sophia Lepneva Ridge – 0.45 mm per year (Kalugin et al., 2009). Thus, the age of the deepest core layers approximates 1000 and 4000 years, respectively. A 350 mm layer from the Sopia Lepneva Ridge core corresponds to the Small Glacier period in Middle Ages. The presence of all cyst types from the sediment layers under study in modern plankton could indicate of some stability of the lake ecosystem. But it is the first step in the study of cysts in bottom sediments. The investigation of other layers could help us to analyze the last 4000 years of the Lake Teletskoye history and compare the data obtained with the ones from diatom analysis for this lake as well as for other deep and large lakes around the world.

A. NEORI

National Center for Mariculture, Israel Oceanographic and Limnological Research
North Beach Rd., POB 1212, Eilat 88112, Israel
e-mail: aneori@gmail.com

MICROALGAE AS THE DRIVING FORCE IN 'GREEN WATER' POLYCULTURE, THE LARGEST SECTOR IN WORLD SEAFOOD PRODUCTION

At least 240 million metric ton (mmt) live weight of 'green water' microalgae were cultured in the world in 2007, to feed phytoplanktivorous and zooplanktivorous fish and shrimp. This quantity is nearly quadruple the combined world aquaculture production of fish, crustaceans, mollusks and seaweeds, as reported by the FAO (Food and Agriculture Organization of The United Nations). The quantity of 240 mmt microalgae is the product of pond production of filter feeder species (17 mmt, mainly in Asia) and their respective published food conversion ratios (FCR, which is the algal biomass consumed relative to filter feeder biomass produced; FCR in filter feeder fish averages 14). The leading filter feeding fish in world aquaculture and their respective 2007 production were Silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*), 4mmt, and Gibelion catla (*Catla catla*), Bighead carp (*Hypophthalmichthys nobilis*), Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and Crucian carp (*Carassius carassius*), each at 2mmt. ‘Green water’ plankton includes mainly green microalgae, bacteria, fungi, protozoa and small zooplankton. The plankton populations are cultured by aquaculturists in man-made water impoundments, which are fertilized by manure, other village waste and occasionally by supplementary feeding with prepared feeds. Mariculture of bivalves (>10 mmt a year) also depends to a large extent on phytoplankton populations, which develop naturally in coastal water. This water is often enriched by nutrients from adjacent operations of fish culture, agriculture runoff and other anthropogenic sources.

'Green water' plankton supports the growth of different fish/shrimp/shellfish species in the world's most widespread aquaculture approach, termed «polyculture». The populations of these organisms in a polyculture pond are fine-tuned, to complement each other with respect to their feeding. Balanced feeding by the planktivores of the different plankton categories, and controlled rates of waste loading and water exchange in the pond, are the management tools of 'green water' production. A well-tuned combination of species-and-densities optimize pond resource use and maximize seafood biomass production and revenues. The practiced species-and-density combinations vary with regional traditions, which are influenced by climate, local species, resources and markets.

The sustainability and the profitability of large-scale polyculture of filter feeders is the outcome of two factors: (a) the low cost of growing 'green water' plankton on village waste and, (b) the plankton–filter feeder ecosystem functions as a disposal system for the farms' waste; this function can be economically as valuable to the farms as the revenues generated by the produced filter feeders. Therefore, 'green water' aquaculture often produces cheap organisms, mainly

fish, whose low value allow them to supply large markets. Planktivorous species should therefore be environmentally and economically attractive for domestication programs.

In summary, planktonic microalgae drive much of the world's seafood production. Better phycological understanding of freshwater and marine 'green water' plankton production and its inter-relationships with growth of fish, crustaceans and shellfish in polyculture and other approaches (like integrated multi-trophic aquaculture, or IMTA) is necessary. Availability of domesticated marine planktivores and an understanding of the functioning of 'green water' food chains can aid the sustainable expansion of low cost – large scale seafood production in both freshwater and marine farms.

O. OLAN[1], V. BULIMAGA[2],V. RUDIC[1], V. TSAPCOV[2], A. GULEA[2]

[1]Institute of Microbiology and Biotechnology, Academy of Sciences of Moldova,
Academiei St., 3, 2028 Chisinau, Moldova
[2]Moldova State University,
Kogălniceanu St., 60a, 2008 Chisinau, Moldova
e-mail olgaolan2008@gmail.com;acadrudic@yahoo.com

SYNTHESIS OF SULFATED EXOPOLYSACCHARIDES AT *SPIRULINA PLATENSIS* (GOMONT) GEITLER CNM-CB-02 CULTIVATION

In recent years the attention of researchers is directed to industrial obtaining of bioactive polysaccharides from natural sources, in special sulfated polysaccharides, because of its multiple applications in various branches of medicine. Sulfated polysaccharides are anionic biopolymers, which assign special biological properties with high curative effect, due to the presence of uronic acid and sulfated groups. These polysaccharides have great biomedical significance because of their antiviral (against herpes viruses, human immunodeficiency virus) and anticancer activities, as well as immunity stimulators. The blue-green algae *Spirulina platensis* (Gomont) Geitler is important source of sulfated polysaccharides. Our previous researches have demonstrated the ability of spirulina to stimulate the synthesis of endo-and exopolysaccharides at it cultivation in the presence of CuSO4. Apllication of some coordination compounds of Cu (II) as regulators of the synthesis of sulfated exopolysaccharides at *S. platensis* cultivation can be an alternative way sulfated polysaccharides production. The aim of the present research was to establish the effect of the coordination compounds of Cu (II) on the exopolysaccharides accumulation by a blue-green algae *S. platensis* CNM-CB-02.

The object of the research was a blue-green algae *S. platensis* CNM-CB-02, stored in the National Collection of Nonpathogenic Microorganisms from Institute of Microbiology and Biotechnology of the ASM. 5 coordination compounds of Cu (II) with condensation-products obtained from 2-amino 2-methyl 1,3-propanediol and substituted salicylaldehyde (I – C11H16ClCuNO4, II – C15H18ClCuNO4, III – C11H19BrClCuNO6, IV – C11H19ClCuN2O8, V

– C11H12Br2ClCuNO3) were used as stimulators of exopolysaccharides synthesis. The metallocomplexes have been supplemented in the concentrations from 1 to 6 mg/l in the first day of cultivation. All tested compounds showed an inhibitory effect on productivity, being recorded the decreasing values with increasing compounds concentration. These values were lower in comparison with blank (the spirulina biomass cultivated in standard conditions).The results on synthesis of sulphated exopolysaccharides at spirulina cultivation in the presence of coordination compounds of Cu (II) showed an obvious influence on the process of their accumulation. A maximum content of sulfated exopolysaccharides is observed at spirulina cultivation in presence of the compound III (6 mg/l), , the value being 4 times higher (43.41 mg/l) than the control value (10.26 mg/l). A relatively high content of sulphated exopolysaccharides – 34.23 and 37.69 mg/l, respectively, was tested for the compounds II and I also, at the concentrations of 5 and 6 mg/l. The accumulation of exopolysaccharides in liquid culture at spirulina cultivation in the presence of coordination compounds of copper with condensation-products obtained from 2-amino 2-methyl 1,3-propanediol and substituted salicylaldehyde is increasing in the series: V(23,86mg/l) < IV (27,89 mg/l) < I (34,23mg/l) < II (37.69 mg/l) < III (43,42 mg/l).

The results of investigations demonstrate the possibility of application of coordination compounds of Cu (II) for stimulation of exopolysaccharides production by the spirulina.

A. PASZTALENIEC

Institute of Environmental Protection-National Research Institute,
Kolektorska Str., 4, 01-692 Warsaw, Poland
e-mail: paszta@ios.edu.pl

PHYTOPLANKTON TAXONOMIC METRICS *VERSUS* ABUNDANCE METRICS – DO THEY SHOW SIMILAR RESPONSE TO EUTROPHICATION?

Phytoplankton is one of the four key biological quality elements to be used in the ecological classification of lakes in Europe according to the Water Framework Directive (EC, 2000). Phytoplankton biomass, composition and abundance, together with frequency and intensity of blooms, are the metrics to be assessed according to the WFD. Recently, several new or modified phytoplankton indices were elaborated by the EU member states. The most common are based on algal abundance expressed as chlorophyll *a* concentration and/or the total biomass. Nevertheless, some indices based on phytoplankton quality composition were developed. Taxonomic metrics use different aspect of phytoplankton assemblages i.e. taxonomy groups, functional groups, taxonomic size spectrum, indicator taxa, species richness and evenness. The presentation will focus on analysis of sensitivity of different types of phytoplankton abundance and taxonomic metrics to proxies of eutrophication. The general

objective is to state which metric best expresses the eutrophication process and is the most reliable for the lake ecological status assessment. Phytoplankton data and environmental variables were collected from deep and shallow lakes of north-eastern Poland in years: 2006–2010. The newly developed Phytoplankton Metric for Polish Lakes (PMPL), the German phytoplankton PTSI, the Norwegian phytoplankton trophic index (TI), Estonian PCQ index and the Hungarian assemblage index (index Q) will be applied.

ACKNOWLEDGMENTS. Data of Chief Inspectorate of Environmental Protection obtained within the framework of National Environmental Monitoring were partly used.

O. PETLOVANY

Taras Shevchenko National University of Kyiv,
64/13, Volodymirska Str., 01601 Kyiv, Ukraine

ZYGNEMATALES OF UKRANE

According to our original and literature data, diversity of order Zygnematales on the territory of Ukraine is represented by 4 families, 15 genera, 112 species, 135 varieties and 137 forms. The size and the system of the order at the level of families and genera are presented according to L.A. Rundina (1998), G.M. Palamar-Mordvintseva and O.A. Petlovany (2009), considering additions and emendations (Gontcharov, Melkonian, 2010; Petlovany, 2011 a). Synonymy of the species and infraspecific taxa presented based on original critical, systematic and nomenclature analysis according to ICBN (2006), taking in account world diversity of the order. It includes 15 new nomenclature-taxonomical changes, which will be presented in the monograph (Algae of Ukraine…, Vol. 4). Accepted conception of the species is polytype, criteria are morphological with reference to molecular phylogenetic data (McCourt et al., 2000; Gontcharov et al., 2002; Gontcharov, Melkonian, 2004 a, b, 2008, 2010; Drummond et al., 2005; Gontcharov, 2005, 2008, 2009).

Synopsys of the representatives of Zygnematales cited in Ukraine for families and genera: **Mesotaeniaceae** Oltm. [28 species (35 infraspecific taxa), that belong to 8 genera]: *Cylindrocystis* Menegh. ex De Bary – 3 species (4 varieties / 4 forms), *Mesotaenium* Nägeli – 8 (10/10), *Netrium* (Nägeli) Itzigs. et Rothe in Rabenh. emend. Gontcharov et Melkonian – 6 (7/7), *Nucleotaenium* Gontcharov et Melkonian – 1 (1/1), *Planotaenium* (Ohtani) Petlov. et Pal.-Mordv. in Pal.-Mordv. et Petlov. – 1 (2/2), *Roya* West et G.S. West – 2 (3/3), *Spirotaenia* Bréb. ex Ralfs – 3 (4/4), *Tortitaenia* Brook – 4 (4/4); **Zygnemataceae** Kütz. [14 (14), 2 genera]: *Zygnema* C. Agardh in Liljeblad – 13 (13/13), *Zygogonium* Kutz. – 1 (1/1); **Mougeotiaceae** Black. et Tensley [15 (16), 3 genera]: *Debarya* Wittr. emend. Transeau – 1 (1/1), *Mougeotia* C. Agardh – 13 (14/14), *Mougeotiopsis* Palla – 1 (1/1); **Spirogyraceae** Black. et Tensley [55 (70), 2 genera]: *Sirogonium* Kutz. – 1 (2/2), *Spirogyra* Link in Nees – 54 (68/70).

Five genera are the basis of floristic spectrum of Zygnematales on the territory of Ukraine (infraspecific level): *Spirogyra* – 51,1 %, *Mougeotia* –

10,2 %, *Zygnema* – 9,5 %, *Mesotaenium* – 7,3 %, *Netrium* – 5,1 %. Diversity of the rest of genera is not significant and comprises less than 5 %.

Species, varieties and forms of Zygnematales cited on the territory of Ukraine are classified based on the type of area: European – 14, Euro-American – 3, Eurasian-American – 19, Eurasian-American-African – 19, Eurasian-American-Australian – 3, Subcosmopolitan – 17, Cosmopolitan – 62.

According to geographical elements, distribution of Zygnematales cited on the territory of Ukraine is the following: Pontic – 2, Boreal – 22, Boreal-mountain – 12, Notoboreal-mountain – 2, Antarctic (?) – 1, Multiregional – 98.

In pales of physiographical zones and mountain countries of Ukraine cited: Forest – 70 species (82 varieties / 84 forms) that belong to 13 genera, Forest-Steppe – 68 (74/74), 13 genera, Steppe – 48 (54/54), 9 genera, Ukrainian Carpathians – 43 (46/46), 11 genera, Mountain Crimea – 16 (18/18), 4 genera.

Representatives of Zygnematales were found in distinct ecological conditions. There are reliable data that the diversity of their localities extends from lowlands bogs to mountain streams, they were found in biotopes from plankton (tychoplankton) to aero-, edaphyton and tolerates a wide pH range of waters (2,8–9,8). On the territory of Ukraine different representatives of Zygnematales exhibit a strong specificity to the ecological conditions of development, what is demonstrated even at the level of genera. According to the literature data different species exhibit different properties if appeared in distinct conditions (e.g. in polar and tropical zones). For instance, in case of pH requirements, most of the species of moderate zone are originally acidophilic (sphagnophilic), but they appear in alkaline waters in subarctic and tropic zones (see: Förster, 1982). Approaches to classification of this group of algae in regard to ecological confinement must rely on the following two conceptions. 1. High ecologic plasticity together with low competitiveness. As the result most of the species may be misclassified as ubiquitous or extremophilic. 2. High morphological convergence at vegetative stage is a specific feature of representatives of Zygnematales, what may lead to confusion in identification.

On the territory of Ukraine most of the species were cited in bog-lakes ecosystems (that are common in Forest zone), flood lands water bodies of the large rivers of flat regions, in streams of Ukrainian Carpathians and also aeric or subaeric. Although 45 taxa of Zygnematales are described in literature as representatives of the edaphiton, there are only 9 species are found in soils in Ukraine. Data on representatives of Zygnematales in cascade of Dnieper reservoirs may need to be revised (see: Petlovany, 2011 b).

Regularities of distribution of representatives of the order Zygnematales within the pale of Ukraine and their specific features: 1. The major diversity is formed by cosmopolitan species, that belong to multiregional geographic element, Boreal and Boreal-Mountain elements are also highly represented. 2. Floristic spectrum comprises 5 genera that represent all families of the order. Systematic structure of the family does not influence the isolation of main genera. 3. The major diversity of Zygnematales is found in Forest zone, the lowest diversity of the order is specific to Mountain Crimea. 4. Representation of species, varieties and forms descends from North to South of Ukraine.

5. Diversity of Zygnematales in mountain countries is lower than in flat regions.
6. Lowland bog-lake ecosystems of Forest zone and various water ecosystems of Ukrainian Carpathians are the centers of diversity of Zygnematales.

O. PETLOVANY

Taras Shevchenko National University of Kyiv,
64/13, Volodymirska Str., 01601 Kyiv, Ukraine

ZYGNEMATALES OF UKRAINE: RED LIST DATA

Algae were included into the Second edition of the Red Data Book of Ukraine (1996) for the first time. They are represented by 17 species of macrophytes and filamentous forms only. In the Third edition of RDBU (2009) 60 species of algae were presented, including microscopic unicellular forms. Two species, only from Zygnematales, were presented in RDBU (2009): *Roya anglica* G.S. West in Hodgetts (Petlovany & Tsarenko, 2009: p. 665) and *Spirogyra reinhardii* V. Chmiel. (Petlovany et al., 2009: p. 666).

According to summarized literature data (Algae of Ukraine ..., 2005, 2009, 2011) and original data on Zygnematophyceae (722 species, 1057 infrasp. taxa), diversity of algae of Ukraine includes 5248 species (6318 infrasp. taxa). Thus, only 1,1 % of species diversity of the algal flora of Ukraine is presented in RDBU to date, what does not reflect the real situation.

Our cumulative data are based on recommendations of IUCN: Red List Categories and Criteria (2001), which include 7 categories ("CR" – critically endangered, "EN" – endangered, "VU" – vulnerable, "NT" – near threatened, "LC" – least concern, "DD" – data deficient, "NE" – not evaluated). All taxa of *Zygnematales* that cited on the territory of Ukraine, have been analyzed with regard to their type of area, geographic element and features of world distribution.

Totally 93 taxa do not require insertion into RDBU: "NT" – 20 taxa, "LC" – 29, "DD" – 23, "NE" – 21. We recommend 44 taxa, which belong to 3 Categories ("CR", "EN", "VU"), for insertion into RDBU (Forth edition). List of these taxa is presented below.

Category "CR" – 6 taxa (with data on number of localities): Mesotaeniaceae (5 taxa): *Roya obtusa* (Bréb.) West et G.S. West var. *montana* West et G.S. West (Forest-Steppe zone – 1 locality cited), *Tortitaenia alpina* (Schmidle) Brook (Ukrainian Carpathians – 1), *T. luetkemuelleri* (Brook) Brook (Forest, Ukrainian Carpathians – 1 in each), *T. obscura* (Ralfs) Brook (Forest, Forest-Steppe – 1 in each, Steppe – 2), *T. trabeculata* (A. Braun) Brook (Forest – 3); Spirogyraceae (1 taxon): *Spirogyra wittrockii* Alexenko (Forest-Steppe – 1).

Category "EN" – 8 taxa (with data on number of localities): Mesotaeniaceae (6 taxa): *Netrium digitus* (Ehrenb. ex Ralfs) Itzigs. et Rothe var. *parvum* (Borge) Willi Krieg. (Forest – 1), *Planotaenium interruptum* (Bréb. ex Ralfs) Petlov. et Pal.-Mordv. in Pal.-Mordv. et Petlov. (Forest – 1, Forest-Steppe – several localities, Ukrainian Carpathians – 3), *P. interruptum* var. *minus* (Borge) Petlov. et Pal.-Mordv. in Pal.-Mordv. et Petlov. (Ukrainian Carpathians – 2), *Roya anglica* G.S. West in Hodgetts (Forest – 4, Ukrainian Carpathians – 2), *R. obtusa*

(Bréb.) West et G.S. West (Forest-Steppe – 4), *Spirotaenia condensata* Bréb. ex Ralfs (Forest-Steppe – several localities, Steppe – 3, Ukrainian Carpathians – 2); Mougeotiaceae (2 taxa): *Mougeotia microverrucosa* H. Krieg. (Forest, Ukrainian Carpathians – 1 in each), *Mougeotiopsis calospora* Palla (Forest-Steppe – 2).

Category "VU" – 30 taxa: Mesotaeniaceae (8 taxa): *Cylindrocystis brebissonii* (Menegh. ex Ralfs) De Bary var. *minor* West et G.S. West, *Mesotaenium caldariorum* (Lagerh.) Hansg., *M. endlicherianum* Nägeli var. *grande* Nordst. in Wittr. et Nordst., *M. kramstae* Lemmerm., *Netrium naegelii* (Bréb. ex W. Archer) West et G.S. West, *N. oblongum* (De Bary) Lütkem., *N. oblongum* var. *cylindricum* West et G.S. West, *Nucleotaenium cylindricum* Gontcharov et Milkonian; Zygnemataceae (3 taxa): *Zygnema chalybeospermum* Hansg., *Z. conspicuum* (Hassall) Transeau in Transeau et al., *Z. decussatum* (Vaucher) C. Agardh; Mougeotiaceae (2 taxa): *Mougeotia genuflexa* (Roth) C. Agardh var. *genuflexa* f. *reinschii* (Transeau) Rundina, *M. gracillima* (Hassall) Wittr.; Spirogyraceae (17 taxa): *Sirogonium sticticum* (J.E. Sm.) Kutz. var. *sticticum* f. *tenuius* Rundina, *Spirogyra borysthenica* Kasan. et S. Smirn., *S. crassoidea* (Transeau) Transeau in Tiffany, *S. daedalea* Lagerh., *S. decimina* (O.F. Mull.) Dumortier var. *decimina* f. *circumcissa* (Czurda) V.I. Poljansky, *S. diversizygotica* (V.I Poljansky) Rundina, *S. elliptica* C.C. Jao, *S. fluviatilis* Hilse var. *fluviatilis* f. *ramosa* (Svirenko) V.I. Poljansky, *S. foveolata* (Transeau) Czurda, *S. gallica* Petit, *S. heeriana* Nägeli ex Kütz., *S. heeriana* var. *heeriana* f. *ucrainica* (S. Smirn.) V.I. Poljansky, *S. pseudogranulata* Ley, *S. reinhardii* V. Chmiel., *S. reticulata* Nordst. in Wittr. et Nordst. var. *reticulata* f. *acanthophora* (Skuja) V.I. Poljansky, *S. reticulata* var. *reticulata* f. *nawaschini* (Kasan.) V.I. Poljansky, *S. subcrassa* Woronich.

T. PRÖSCHOLD[1], A.W. COLEMAN[2]

[1]University of Rostock, Department Applied Ecology,
Albert-Einstein-Str. 3, D-18059 Rostock, Germany
[2]Brown University, Department BioMed,
Providence RI-02912, USA

DNA BARCODING VERSUS TAXONOMY. IS THERE A CONFLICT?

DNA sequences are a powerful tool in systematics and molecular phylogeny of protists and have given new insights into the evolution of this group of organism. However, it has not yet proven as rewarding for taxonomic categorization. DNA Barcoding might close this gap. The goal of the International Barcoding Initiative is to find a single, universal, short DNA fragment, which is easy to sequence and leads to a clear species identification. The mitochondrial cytochrome oxidase subunit I (coxI) was proposed by the barcoding initiative and is mostly used by zoologists. However, for certain groups like higher plants and several groups of microalgae coxI is too conserved to separate organism at the species level. Therefore, several other markers such as rbcL and matK have been proposed as suitable barcodes. But there is a conflict, then the search for best barcode marker and DNA Barcoding in general

are still under controversial discussion. Especially the high number of submitted barcodes showing that the biodiversity is much higher than expected is in contrast to the limits of traditional taxonomy, which requires long term investigations and experiences. In addition, especially for microalgae and protists the question about which species concept should be used, is still not answered to full satisfaction.

To solve these conflicts, we used in our study the second Internal Transcribed Spacer (ITS-2) of the nuclear ribosomal gene cistron. This locus has suggested a high degree of predictability across eukaryotes, is easy to sequence, and its secondary structure can be used for comparison at species and generic level, which is common practice by taxonomists. The main objection to the ITS-2 usage as barcode marker was the difficulty in aligning these sequences and the prediction of the secondary structure. However, with the help of the new computer programmes and the easy recognition of two hallmarks in the secondary structure, these problems are resolved. ITS-2 also gives additional information about the species concept. For example, compensatory base changes (CBC) in the 30 bp highly conserved region of Helix III of ITS-2 correlate with the extent of sexual compatibility. A difference of even one CBC in this region predicts a total failure of crossing. The question is whether use of addition of highly conserved region of ITS-2 can be used as DNA Barcode marker for describing species of protists.

R. RAMUKHWATHO, D. MAHARAJH

Council for scientic and industrial research (CSIR) Biosciences,
261 Mulenzhe, Thohoyandou, Limpopo, 0947, 0002 Pretoria, South Africa

BIO PROSPECTING FOR HIGH LIPID-PRODUCING INDIGENOUS ALGAE

Algal biofuel production has gained renewed interest, but is still not economical due to high costs for producing algal biomass and processing oleaginous biomass into biofuel. Micro algae have the ability to grow rapidly, as well as synthesize and accumulate a large amount of neutral lipid stored in cytosolic lipid bodies. A successful and economically viable algal based biofuel industry mainly depends on the selection of appropriate algal strains. The main focus of bio prospecting for microalgae is to identify unique high lipid producing microalgae from different habitats. Many researchers believe that algal biodiesel production can be successfully implemented on a large scale if the right species is found. Thus, many environmental samples are being collected for the screening and isolation of individual strains of algae for biodiesel production. Isolation, purification and identification of natural micro algal assemblages using conventional techniques are time consuming. However, the recent use of streaking method as a rapid isolation tool allows for higher screening throughput. This protocol successfully combines traditional isolation techniques with the automated techniques such as flow cytometric cell sorting. Strains isolated demonstrated high purity and viability. The protocol was tested

on 45 natural samples obtained from the Western Cape. All isolates were recovered within a 3 month period, presenting a recovery rate of 3 isolates per day. All samples were screened for qualitative lipid content using fluorescent microscopic analysis in conjunction with Nile Red dye. Forty six percent of the unicellular green algae had high lipid contents. This study makes a valid contribution to the field of biodiesel production as it demonstrates a medium to high throughput isolation and purification protocol for potential biodiesel algal isolates. Sample A23.2 produce a lot of lipid and is now on the ponds for further studies on how they require nutrients and on which temperature.

K. ŘEHÁKOVÁ[1,5], P. HROUZEK[3], P. RYCHTECKÝ[1,2], E. ZAPOMĚLOVÁ[1], O. KOMÁREK[3,4], V. BŘEZINA[4], J. JEZBEROVÁ[1], K. BERNARDOVÁ[1,2], J. KOMÁRKOVÁ[1], K. JANATKOVÁ[2,5]

[1]Biology Centre v.v.i, Institute of Hydrobiology
[2]University of South Bohemia, Faculty of Science
[3]Institute of Microbiology, AS CR, Department of Autotrophic Microorganisms
[4]Institute of Physical Biology, University of South Bohemia, Czech Republic
[5]Institute of Botany AS CR, Czech Republic
e-mail:k.janatkova@gmail.com

HOW TO BECOME WINNER IN THE COMPETITION BATTLE IN WATER BLOOM?

Water blooms are very actual problem of many freshwater reservoirs world around for decades. Though the intensive investigation has been conducted, we still do not know, why some taxa of phytoplankton are the dominant in the water-bloom community. Our team studied the ability of phytoplankton community to produce extracellular phosphatases and secondary metabolites (MW = 100–2000). If these capability could help to some taxa be more competitive and more succesful in the fight in the water ecosystem and become dominat and more important member of community.

The production of phosphatases and metabolites were detected in the natural community during 2 vegetation seasons and also in derived cultures from the natural assemblage. The analyses of metabolites detected 36 compounds in the community during sampling season. Number of metabolites rapidly increased during June,when was observed first occurence of cyanobacteria. We could concluded that the most metabolites was produced by cyanobacteria, with exception of 2 products, whose were specific for the spring phytoplankton. The spectrum of produced metabolites was compared between natural community and strains isolated from the community at the certain time. We found very low congruence between metabolites content of natural community and in cyanobacterial cultures. We found out that the strains from cultures produced more metabolites that we are able detect in complex assemblage. It could be caused by the relatively low biomass of single taxa in water bloom and

consequently the concentration of secondary products was bellow detection limit of HPLC analyses. Second explanation could be the quorum sensing in the monoclonal cultures, where the concentration of cells is high.

Phytoplankton in Lipno Reservoir was created by 28 planktonic species, from which only 10 taxa produced extracellular phosphatase. Enzyme was produced by the taxa, which rarely dominated and does not seem to be necessary for success in competition. Also seasonal changes in enzymatic activity of single taxa was not correlated with concentrations of phosphorus. The ELF analyses of strains showed that more taxa is able to produce phosphatase, but they do not create this enzyme in the nature conditions. The production of studied secondary metabolites and extracellular phosphateses are not good tool be winner of the competion fight.

H. RIAHI[1], A.R. GHASSEMPOUR[2], F. NAGAFI, M. KHANGIR[1] , M. HASHTROUDI[2], Z. SHARIATMADARI[1]

[1]Faculty of Biosciences, Shahid Beheshti University, G.C. Tehran, Iran
[2]Medicinal plants and drugs research institute, Shahid Beheshti University, G.C. Tehran, Iran
e-mail: H-Riahi@cc.sbu.ac.ir

THE EFFECT OF CYANOBACTERIAL CULTURE ON CROPS AND MEDICINAL PLANTS

Cyanobacteria or blue-green algae (BGA) produce a wide array of secondary metabolites including antibiotics, algicides, toxins, pharmaceuticals and plant growth regulators. The effect of cyanobacterial culture on the growth and development of three vegetables (cucumber, tomato and squash) and three medicinal plants (chamomile, garden savory and water mint) was investigated. Soil samples were collected from different paddy fields. Unialgal was grown in axenic conditions at 25 °C in a 12:12 h light-and-dark cycle in liquid medium BG-11 without nitrogen. After two weeks incubation culture was used as an inoculum. From the results described in this paper, it is clearly showed that the algal culture contained some substances that can promote growth of and increase active substances of the plants. Plants Shoot, root lengths, fresh and dry weights was enhanced significantly by the cyanobacterial culture. Data were subjected to analysis of variance (ANOVA) revealed that the amount of essence in the medicinal plants increased as compare to control due to addition of cyanobacterial culture. The results of using high performance liquid chromatography equipped HPLC with fluorescence detector showed presence of Indol acetic acid (IAA), Indol propionic acid (IPA) and Indol butyric acid (IBA) in cyanobacterial culture.

SH. ROOZBEHANY[1], B. ZAREI-DARKI[2], M. MIRZAEI[1]

[1]Islamic Azad University, Department of biology, Falavarjan Branch, Esfahan, Iran
e-mail: roozbehani@iaufala.ac.ir
[2]Department of Marine Biology, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Iran
e-mail: zarei@mail.ru

STUDY OF PLANKTON AT LOWER SECTION OF THE ZAYANDEHRUD RIVER (IRAN)

The Zayandehrud River is the main water source in the Central Iran that provide for drinking water four large-scale provinces (ostans) as the Esfahan, Kerman, Yazd and Qom. River mouth springs from the Zardkuh Bakhtiari Mountains located to 400 km from its delta in another ostan of the Chahar mahal va Bakhtiyari at height of 4221 m above sea level. River together with others streams that flowing down from mountains forms the Zayandehrud Reservoir. Then water flow is regulated waterworks which are influence on river hydrological regime. River sections located downstream from reservoir were object of our study.

An investigation of the river was carried out from November of 2009 to February 2011. Samples were collected from eight sections beginning at a dam and ending to section adjacent to delta of the river. In general, it has been collected 88 plankton samples. Qualitative sample was collected by immersion of a planktonic net in the middle of river during three-five minutes and quantitative samples were fulfilled by bathometer. The collected samples were taken for microscopy both in alive and in the fixed form. Parameters like temperature, salinity, the EC, DO, pH were taken during sampling. Analysis of the collected specimens was carried out in the Laboratory of the Biology Laboratory of Falavarjan Islamic Azad University (Iran) by standard methods accepted in hydrobiology.

As a result of processing the data over an investigated length of river, 163 infraspecific taxa belonging 8 divisions and 116 taxa of invertebrate were revealed. The distribution of phytoplankton by divisions was as follows: Cyanoprokaryota – 35 (16.44 %), Bacillariophyta – 93 (43.67 %), Euglenophyta – 11 (5.17 %), Chrysophyta – 2 (0.94 %), Xanthophyta – 5 (2.35 %), Dinophyta – 7 (3.29 %), Cryptophyta – 2 (0.94 %), Chlorophyta – 39 (18.31 %) and Streptophyta – 19 (8.93 %). Species composition of microzooplankton represented 116 taxa (62 %) of type of Protozoa first of all thanks to genera of Ciliata and Testaceae; Metazoa include 72 (38 %) taxa relating to10 phylum. Among leading phylum were *Rotifera* and *Crustacea* that makes 76.4 % of the total diversity of this group in river.

Usual widespread species that revealed during the all seasons were *Arcella vulgaris* Ehrenb. from invertebrate and *Ulnaria ulna* (Nitzsch) P. Compère in Jahn et al. from algae. Among species which identified in the four seasons was only *Mayorella* sp. As a whole, it should be noted that species diversity both zooplankton and phytoplankton was richer in the summer than in other seasons. Taxa from zooplankton as *Holosticha navicularum* Kahl,

Cyphoderia ampula Gray, *Paramecium caudatum* Ehrenb., *Stylonychia mytilus* (O. Müll.), *Vorticella campanula* Ehrenb., *Centropyxis marsupiformis* and species from phytoplankton *Asterionella formosa* Hassall, *Cocconeis placentula* Ehrenb., *Cyclotella ocellata* Pantocsek, *Diatoma vulgare* Bory et al. are having the greatest values in this season. In the water column, it often was possible to meet both typical inhabitants of benthos: *Didymosphenia geminata* (Lyngbye) M. Schmidt, *Stigeoclonium tenue* (C. Agardh) Kütz. and upstream like *Ceratium hirundinella* (O. Müll.) Dujardin and *Closterium pronum* Bréb.

In general, the analysis of taxonomic composition of algae and invertebrates showed that their number and diversity depends on the hydrodynamic and hydrochemical conditions of the river Zayenderud. For the investigated period, the number of species composition was lower than in preceeding survey works that we associate with the shallow water and even drying up of the river at some investigated section of river.

E. SZELĄG-WASIELEWSKA, S. BAZALUK

Department of Water Protection, Faculty of Biology, Adam Mickiewicz University, Umultowska 89, 61-614 Poznań, Poland
e-mail: eszelag@amu.edu.pl

SEASONAL CHANGES IN GREEN ALGAE AND CRYPTOPHYTES IN AN EARTH POND IN DRWĘSA (WEST POLAND)

Planktonic green algae and cryptophytes in a pond in the village of Drwęsa near Poznań (Wielkopolska Lakeland, Poland) were examined for one year, from August 2008 to September 2009 (25 sampling dates). The composition, abundance, and biomass of these algal groups were taken into account. This small (0.03 ha) and shallow (max. depth 1.9 m) water body was formed in the 1990's as a result of deepening of a small depression, for retention of rainfall from the village. It has a nearly rectangular shape and is shaded by trees and bushes. Water samples, collected biweekly or monthly from the surface (0.2 m) in the pelagic zone, were preserved with Lugol's solution or formaldehyde. Algae were analysed under an inverted microscope (magnifications 40, 150, and 600×) after sedimentation in cylindric chambers. The biovolume of each species was calculated on the basis of cell shape, size, and number. Biomass was expressed as wet weight, estimated assuming that the biovolume of 10^9 m^3 is equivalent to 1 mg. In the field, some environmental parameters were analysed: water temperature, pH, and conductivity. In total, 59 taxa of green algae and 7 taxa of cryptophytes were identified. Green algae were the most diverse (32 taxa) in late June and cryptophytes (6 taxa) in mid September. Three times the same number of taxa was observed within both investigated algal groups. Total abundance (of both the groups jointly) ranged from 0.2×10^3 to 14.47×10^3 cells ml^{-1} (mean 3.8×10^3 cells ml^{-1}) and biomass varied from 0.9 to 27.6 mg l^{-1} (mean 4.8 mg l^{-1}). Green algae more often dominated in respect of abundance but cryptophytes in respect of biomass. Only 8 taxa sometimes exceeded the abundance of 10^3 cells ml^{-1} (*Coelastrum*

microporum Nägeli, *Dictyosphaerium chlorelloides* (Nauman) Komárek et Perman, *Monoraphidium contortum* (Thuret) Komàrk.-Legn., *Scenedesmus sempervirens* Chodat, *Spermatozopsis exultans* Korschikov, *Tetrastrym glabrum* (Rool) Ahlstrom et Tiffany, *Westella botryoides* (W. West) De Wildeman, *Cryptomonas rostratiformis* Skuja). The highest biomass was recorded in November, mainly due to the higher abundance of microplanktonic organisms, including some species of cryptophytes. The abundance and biomass of green algae and cryptophytes were usually low and not significantly correlated with water temperature, pH, and conductivity. By contrast, the number of taxa was high and significantly correlated with pH and conductivity.

A. VOYTSEKHOVICH[1], A. BECK[2]

[1]M.G. Khologny Institute of botany NAS Ukraine,
Tereschenkivska str. 2, 01601 Kyiv, Ukraine
e-mail: trebouxia@gmail.com
[2]Botanische Staatssammlung München,
Menzinger Str. 67, D-80638 München, Germany

LICHEN PHOTOBIONTS OF THE ROCKY OUTCROPS OF KARADAG NATURE RESERVE (CRIMEA, UKRAINE)

The samples of 83 lichen taxa presented by 128 specimens were selected and analyzed in present study. A total 25 taxa of lichen photobionts related to 9 genera (*Asterochloris* Tscherm.-Woess, *Chloroidium* Nadson, *Dilabifilum* Tscherm.-Woess, *Diplosphaera* Bial., *Myrmecia* Printz, *Nostoc* Vaucher ex Bornet et Flahault, *Stichococcus* Nägeli, *Trebouxia* Puym. and *Printzina* Thompson et Wujek), from two divisions – Cyanoprokaryota and Chlorophyta (classes Trebouxiophyceae and Ulvophyceae) were revealed. Four of them (*Trebouxia decolorans* Ahmadjian, *T. jamesii* (Hildreth et Ahmadjian) Gärtner, *T. gelatinosa* Ahmadjian ex Archibald, *T.* cf. *impressa* Ahmadjian) are new species for Ukrainian flora, eleven species (including four previously indicated and *Asterochloris irregularis, A. excentrica*, *Printzina lagenifera*, *Trebouxia crenulata* Archibald, *T. gigantea* (Hildreth et Ahmadjian) Gärtner, *T. incrustata* Ahmadjian ex Gärtner and *T. simplex* Tscherm.-Woess) – are new for Karadag Nature Reserve. Three taxa (*Trebouxia* sp. 1, *Trebouxia* sp. 2 and *Trebouxia* sp. 3) are species probably new for science.

The analysis of ITS regions of lichen photobionts of this genus revealed the presence of at least 14 genetically distinct species of *Trebouxia* within the lichen photobionts. These species are related to three main clades – «Arboricola» (presented in 93,75 % specimens of epilitic lichens), «Impressa» (2,5 %) and «Simplex» (3,75 %).

For 24 lichen species (*Anaptychia setifera, Aspicilia cinerea, Caloplaca aurantia, C. crenulatella, C. erythrocarpia, C. flavescens, C. rubelliana, C. tegularis* (syn. *C. saxicola*), *C. squamulosa, C. teicholyta, Leproplaca xantholyta* (syn. *Caloplaca xantholyta*), *C. xerica, Candelariella medians, Dirina massiliensis* f. *sorediata, Lecanora albescens, L. frustulosa, L. swartzii*

ssp. *caulescens, Leprocaulon microscopicum, Parmelia koflerae, Porpidia crustulata, Ramalina capitata, R. pontica, Rusavskia papillifera* and *Umbilicaria hirsuta*) the name of the photobiont is adduced for the first time.

It was observed that physical and chemical properties of substrate on which the lichen is growing do not have any significant impact on the photobiont composition. In contrast, it was revealed that the photobiont composition was determined by the selectivity of the mycobiont. The mycobiont's selectivity of the most frequent lichens of Karadag Nature Reserve was identified. In general, lichens are characterized by different levels of selectivity, although the prevalent were high and middle levels. Such selectivity in addition to the deficit of free-living *Trebouxia* species in nature conditions, in our opinion, are presume the presence of competition among lichens that led to the appearance of lichenicolous states at least in some lichen groups. Several lichen species were found to have two photobionts at the same time. The presence of additional photobiont can be explained by parasitic behavior of the lichen.

B. ZAREI-DARKI[1], L. ZAREI-DARKI[2], H.R. AKKAFI[2]

[1]Department of Marine Biology, Faculty of Marine Sciences,
Tarbiat Modares University, Iran
e-mail: zarei@mail.ru, zareidarki@modares.ac.ir
[2]Islamic Azad University, Department of biology, Falavarjan Branch, Esfahan, Iran
e-mail: leilazarei57@gmail.com, zareidarki@iaufala.ac.ir

ESTIMATION OF ECOLOGICAL STATE BY INDICATED SPECIES IN THE ZAYANDEHRUD RIVER (IRAN)

We appeal to the bioindication which makes it possible to solve problems of environmental monitoring when factors of anthropogenic pressure on the biocenosis are directly measured difficult or uncomfortable. The species composition of algal communities is the most essential element in the bioindication methods (Barinova, 2006).

Having determined the species composition of algae of the Zayandehrud River during six seasons from 2009 to 2011 and having compared the taxonomic checklist of river algal flora with the list of organisms–indicators of saprobity, it is possible to analyzed the ecological state of this water body along the whole length of the Zayandehrud River beginning at a dam and ending to section adjacent to delta of the river. In general, it has been collected 176 algological samples. The results were a few understated as compared with the physicochemical parameters at the polluted sections of the river. Moreover, many of the species have repeatedly been revealed in zones which is not corresponding with literature data, are as follows: *Diatoma vulgare* Bory (it is usually met in oligo-saprobity zone while it is gave in references as β-α, that is o/β-α), *Didymosphenia geminata* (Lyngbye) M. Schmidt in A. Schmidt (o/x), *Cocconeis placentula* Ehrenberg (o/β), *Nitzschia tryblionella* Hantzsch var. *obtusiuscula* Grunow (p/o), *Euglena anabaena* Mainx (p/β) and others.

Evidently, saprobiological characteristics of species are not constant in different geographic regions and in different types of water bodies. This can distort the results of analysis (Shitikov, 2004). Therefore, the aim of our study was to create an atlas of indicators for express-evaluation of the ecological state of Zayandehrud Rivers which is an important source of water in the Central part of Iran and provides with water resources four large-scale provinces as Esfahan, Kerman, Yazd and Qom.

Bioindication methods develop at the beginning of 20th century but all of they are usually modifications of the system by the Kolkwitz and Marson (Barinova, 2006). The method of Zelinka and Marvan are considered most improved modification since it is possible to forecast the class of single section and water body as a whole despite the fact that the many of species can found in two or even three zones of saprobity (Makrushin, 1973; Oleksiv, 1991).

At first for each investigated station, a class of water quality in accordance with the normative qualities for surface water from an environmental position by aggregate physico-chemical parameters was estimated (Oleksiv, 1992). Then saprobity of species found at each station in a given season was determined. According to the formula proposed by Ts.M. Tsimdinem and transformed by V.K. Shitikov (2004), saprobic valences and indicator weights for the species with the frequency of occurrence which allows this to make, were calculated.

Thus, 93 indicated species of algae inhabiting in the Zayandehrud River with calculated valences saprobity and indicator weights were offered including Cyanoprokaryota – 5, Bacillariophyta – 48, Euglenophyta – 7, Chrysophyta and Xanthophyta – in ones, Dinophyta – 2, Chlorophyta – 16 and Streptophyta – 5 species. Of course, it is only 57 % of total of the revealed species in the river. However, further work especially, in the summer makes it possible to extend the list of indicators of the Zayandehrud River.

L. ZAREI-DARKI[1], Z. BAHARLOUEI[2], M. ZAREI-DARKI[2]

[1]Department of Biology, Islamic Azad University, Falavarjan Branch, Esfahan, Iran,
e-mail: zareidarki@iaufala.ac.ir
[2]Department of Environmental Science, Islamic Azad University, Maybod Branch, Yazd, Iran
e-mail: leilazarei57@gmail.com

STUDY OF BLUE-GREEN ALGAE IN THE BIOLOGICAL PONDS OF ESFAHAN SEWAGE TREATMENT WORKS (IRAN)

Algae are one of effective factors in outofiltration of wastewater that identifying algal flora of biological ponds can be helpful for optimum purification of these water bodies. Now considering the irregular growth of population, both correct purification and preventing of loss water are one of basic necessity. Nearly all of filtration methods are expensive and need professional manpower however biological pond as beneficial and economical method is important. Sampling has been performed on last biological pond of

these 3 sewage treatment works earlier in October 2006 till in mid October 2007 and also an occasional sampling has been done in summer of 2011.

In each station, both phytoplanktonic and microphytobenthos algae were collected according to standard methods. In this study on biological ponds of Shahin-Shahr, Sharq and Sepahan-Shahr sewage treatment works of Isfahan, generally 21 blue-green algae species (22 infraspecific taxa) identified which belonged to 2 classes, 3 orders, 6 families and 9 genera. Among them species *Oscillatoria* with 7 genera and *Phormidium* with 3 genera have the most diversity. Species of *Phormidium foveolarum* Montagne ex Gomont*, Microcystis marina* (Hansgirg) P.C. Silva, *Dactylococcopsis smithii* R. Chodat et F. Chodat, *Rhabdoderma lineare* Schmidle et Lauterborn were found only in benthos in all times of sampling. Species as *Oscillatoria tenuis* C. Agardh was met in benthos in all months. Most frequency species belongs to *Gloecapsa minuta* (Kütz.) Hollerbach and *Oscillatoria splendida* Grev. Thus, during present studies on these water bodies both Shahin-Shahr and Sharq sewage treatment works had the highest blue-green algae diversity.

IV МІЖНАРОДНА КОНФЕРЕНЦІЯ

«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОЇ АЛЬГОЛОГІЇ»

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

23-25 травня 2012 р., Київ, Україна