

ISSN 1563-034X
Индекс 75880; 25880

ӘЛ-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТИ

ХАБАРШЫ

Экология сериясы

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АЛЬ-ФАРАБИ

ВЕСТНИК

Серия экологическая

AL-FARABI KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY

EURASIAN JOURNAL

of Ecology

№3 (56)

Алматы
«Қазақ университеті»
2018

МРНТИ 34.27.00.

¹Акмуханова Н.Р., ²Болатхан К., ³Бауенова М.О., ⁴Садвакасова А.К., ⁵Заядан Б.К.

¹к.б.н., и.о. доцента, преподаватель, Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Казахстан, г. Алматы, e-mail: akmukhanova.nurziya@gmail.com

²PhD доктор, постдокторант, Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Казахстан, г. Алматы, e-mail: kenge83@mail.ru

³PhD-докторант, преподаватель, Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Казахстан, г. Алматы, e-mail: bauyen.meruyert@gmail.com

⁴к.б.н., доцент, преподаватель Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Казахстан, г. Алматы, e-mail: asem182010@gmail.com

⁵д.б.н., профессор, преподаватель, Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Казахстан, г. Алматы, e-mail: zbolatkhan@gmail.com

БИОИНДИКАЦИЯ НА ОСНОВЕ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ РЕКРЕАЦИОННЫХ РАЙОНОВ ОЗЕРА АЛАКОЛЬ

Одним из наиболее репрезентативных индикаторов состояния водных экосистем является структура фитопланктона, структурные характеристики которого используются в системе биомониторинга достаточно широко. Объектом исследования было соленое озеро Алаколь вблизи сел Акши, Коктума, Кабанбай и Коктал. Данные районы, в процессе рекреационного использования, подвержены наибольшему антропогенному воздействию, поэтому биологическая оценка воды озера именно в этих районах представляется наиболее актуальной. В связи с этим целью нашей исследовательской работы явилось изучение видового разнообразия альгофлоры озера Алаколь. Анализ флористического состава альгофлоры озера Алаколь выявил, что видовое разнообразие альгофлоры в них определяют диатомовые, зеленые, сине-зеленые, евгленовые и криптофитовые водоросли, составляющие более 89 видов. Проведенная оценка качества воды с использованием индикаторных организмов выявила мезосапробный характер воды, что позволило сделать вывод об умеренном загрязнении обследованных районов озера. Научная значимость проведенного исследования заключается в изучении видового разнообразия микроводорослей и цианобактерий данного объекта. Практическая значимость исследований заключается в том, что полученные результаты необходимы для прогнозирования и выработки рекомендаций по сохранению и нормальному функционированию природных комплексов.

Ключевые слова: биоиндикация, альгофлора, Алаколь, микроводоросли, сапробность.

¹Акмуханова Н.Р., ²Болатхан К., ³Бауенова М.Ө., ⁴Садвакасова Э.К., ⁵Заядан Б.К.

¹б.ғ.к., доцент қ.а., оқытушы, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Қазақстан, Алматы қ., e-mail: akmukhanova.nurziya@gmail.com

²PhD доктор, постдокторант, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Қазақстан, Алматы қ., e-mail: kenge83@mail.ru

³PhD докторант, оқытушы, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Қазақстан, Алматы қ., e-mail: bauyen.meruyert@gmail.com

⁴б.ғ.к., доцент, оқытушы, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Қазақстан, Алматы қ., e-mail: asem182010@gmail.com

⁵б.ғ.д., профессор, оқытушы, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Қазақстан, Алматы қ., e-mail: zbolatkhan@gmail.com

Алакөл көлі рекреациялық аудандарының микробалдырылар негізіндегі биоиндикациясы

Су экожүйелері жағдайларының репрезентативті жағдайларының бірі фитопланктонның құрылымы болып табылады, оның құрылымдық сипаттамасы биомониторинг жүйесінде жеткілікті кең пайдаланылады. Зерттеу объектісі ретінде Ақши, Қектума, Қабанбай және Қектал ауылдарына

жақын орналасқан Алакөл көлі алынды. Атамыш аудандар рекреационды пайдалану үрдісінің нәтижесінде антропогендік әсерге қатты ұшыраған, сол себепті осы аймақтардағы көлдің сүйн биологиялық бағалау өзекті мәселелердің бірі болып табылады. Осылан байланысты біздің зерттеу жұмысымыздың мақсаты Алакөл көлі альгофлорасының түрлік ауантүрлілігін зерттеу. Алакөл көлі альгофлорасының флористикалық құрамының сараптамасы бойынша, альгофлораның түрлік ауантүрлілігіне диатомды, жасыл, көк-жасыл, евгленалы және криптофитті сияқты 89 түрден тұратын балдырлар жататындығы анықталды. Индикаторлы ағзаларды пайдалана отырып, судың сапасына бағалау жүргізу кезінде су-мезосапробы сипаттамаға ие болды, ол көлдің зерттелінген аймақтарының орташа ластанғаны жайлы қорытынды жасауға болады. Жүргізілген зерттеудің ғылыми маңыздылығы атамыш объектінің микробалдырлары және цианобактерияларының түрлік ауантүрлілігін зерттеумен сипатталады. Зерттеудің практикалық маңыздылығы, алынған нәтижелер табиги кешендерді сактаудың және қызметтің қалыптылығы бойынша болжауға және ұсыныстар құрастыру үшін қажеттілігімен сипатталады.

Түйін сөздер: биоиндикация, альгофлора, Алакөл, микробалдырлар, сапробтылық.

¹Akmukhanova N.R., ²Bolatkhan K., ³Bauyenova M.O., ⁴Sadvakasova A.K., ⁵Zayadan B.K.

¹Candidate of Biological Sciences, assistant professor, lecturer, Al-Farabi Kazakh national university, Kazakhstan, Almaty, e-mail: akmukhanova.nurziya@gmail.com

²PhD, postdoctoral student, Al-Farabi Kazakh national university, Kazakhstan, Almaty, e-mail: kenge83@mail.ru
³PhD student, assistant, Al-Farabi Kazakh national university, Kazakhstan, Almaty, e-mail: bauen.meruyert@gmail.com

⁴Candidate of Biological Sciences, associate professor, lecturer, Al-Farabi Kazakh national university, Kazakhstan, Almaty, e-mail: asem18201@gmail.com

⁵Doctor of Biological Sciences, professor, lecturer, Al-Farabi Kazakh national university, Kazakhstan, Almaty, e-mail: zbolatkhan@gmail.com

Bioindication on the basis of microalgae of recreational areas of Lake Alakol

One of the most representative indicators of the state of aquatic ecosystems is the structure of phytoplankton, the structural characteristics of which are widely used in the biomonitoring system. The object of study was the salt Alakol lake near the villages of Akshi, Koktuma, Kabanbay and Koktal. These areas, in the process of recreational use, are subject to the greatest anthropogenic impact, so the biological assessment of lake water in these areas is most relevant. In this regard, the purpose of our research work was to study the species diversity of the algal flora of Lake Alakol. An analysis of the flora composition of the algal flora of Lake Alakol revealed that the species diversity of the algoflora in them determines the diatoms, green, blue-green, euglenic and cryptophyte algae that make up more than 89 species. The conducted water quality assessment using indicator organisms revealed -mesosaprobic character of water, which allowed to conclude about moderate contamination of the surveyed lake areas. The scientific significance of the study is to study the species diversity of microalgae and cyanobacteria of this object. The practical significance of research is that the results obtained are necessary for forecasting and developing recommendations for the conservation and normal functioning of natural complexes.

Key words: bioindication, algoflora, Alakol, microalgae, saprobity.

Фитопланктон является одним из важнейших компонентов водных экосистем, который формирует первичную биологическую продукцию и является основой существующих в водной экосистеме пищевых цепей [1-2]. Он активно участвует в процессах самоочищения водоемов, а многие представители микроводорослей являются важными индикаторами степени загрязнения вод [3-5]. Одним из наиболее репрезентативных индикаторов состояния водных экосистем является структура фитопланктона [6-7]. Структурные характеристики фитопланктона используются в системе мониторинга достаточно широко. Методические подходы к исследованию фитопланктона как показателя эвтрофирования основаны на наблюдении за видовой структурой сообщества [8-9]. Применение фитопланк-

тона в индикации загрязнения вод основано на его чувствительности к изменению физико-химических свойств воды и быстрому отклику, благодаря короткому жизненному циклу [10-11]. Они участвуют в образовании органического вещества, круговороте соединений биогенных элементов. Нередко являются ценозообразующей группой организмов, особенно в местообитаниях с экстремальными условиями и в антропогенно измененных биоценозах [12-13]. Изучение водорослей представляет большой интерес для оценки биоразнообразия и мониторинга состояния водных экосистем, находящихся под угроузой или уже подверженных антропогенному воздействию, для прогнозирования и выработки рекомендаций по сохранению и нормальному функционированию природных комплексов [14-15].

15]. Последнее актуально для рекреационных водоемов, т.к. увеличивается темп урбанизации прибрежных территорий озер, что в свою очередь способствует росту объемов поступления биогенных элементов в экосистему водоема.

Одним из ключевых мест туристического интереса для развития пляжного отдыха является озеро Алаколь. Алаколь – соленое бессточное озеро, расположенное на Балхашко-Алакольской низменности, что находится на границе Алматинской и Восточно-Казахстанской областей, в восточной части Балхаш-Алакольской котловины. Вместе с озерами Сасыкколь, Уялы, Жаланашколь и другими, более мелкими, образует Алакольскую озерную систему. Берега сильно изрезаны многочисленными полуостровами, мысами, заливами, бухтами. Озеро Алаколь расположено на высоте 347 метров над уровнем моря. Площадь водной поверхности составляет 2650 км² (длина – 104, ширина – 52 км, наибольшая глубина – 54 м, средняя – 22,1). Озеро солёное, минерализация воды изменяется от 1,2 до 11,6 г/кг. Наибольшая минерализация отмечается в центральной глубоководной части акватории, вблизи устьев рек вода опреснённая. Для озера Алаколь характерно циклическое повышение и понижение уровня воды как по сезонам, так и в многолетнем аспекте [16]. Вода озера Алаколь имеет ту же структуру, что и морская: сульфат-хлорид натрия [17-19]. Территориальные рекреационные системы, расположенные на берегу озера вблизи сел Акши, Коктума, Кабанбай, Коктал, в процессе рекреационного использования подвергаются наибольшему антропогенному воздействию, поэтому биологическая оценка воды озера именно в этих районах представляется наиболее актуальной. Кроме того, данные о видовом разнообразии микроводорослей и цианобактерий озера Алаколь в литературе отсутствуют. В связи с этим целью нашей исследовательской работы явилось изучение видового разнообразия альгофлоры озера Алаколь.

Материалы и методы исследований

Объект исследования – озеро Алаколь. Сбор альгологических проб, изучение таксонов осуществляли в районе 2 сел – Акши и Коктума. Альгологические образцы собирали летом. В процессе исследования проводили полевые сборы и лабораторные анализы, используя методы, общепринятые в альгологической практике. Всего собрано 48 альгологических проб, в том

числе образцов планктона, бентоса, перифитона. На момент отбора альгологических проб температура воды была в пределах 18-20° С, pH 5,8-6,3, прозрачность – 0,5-1 м, глубина – от 0,5 до 1,5-2 м. Количественные пробы отбирали с использованием рамки ($S = 0,01 \text{ м}^2$). Обрастиания соскабливали с субстрата с помощью щетки, фиксировали раствором Люголя в модификации Г.В. Кузьмина [20]. Просматривали 50 полей зрения не менее чем на 3 препаратах. Результаты выражали в количестве клеток на 1 мл воды. Число организмов оценивали по шкале частот после перечисления на 100 полей зрения [21]. Частоту встречаемости учитывали по девятибалльной шестиступенчатой шкале частот со следующими обозначениями: 1 – очень редко; 2 – редко; 3 – нередко; 5 – часто; 7 – очень часто; 9 – масса [22]. Определение видов водорослей проводили в живом и фиксированном состоянии. В качестве фиксатора использовали 4% раствор формальдегида. Одновременно со сбором проб измеряли температуру, кислотность и прозрачность воды. Водоросли изучали с помощью световых микроскопов «Premere» и «Micros Austria» с увеличением от 40 до 100 раз. Виды микроводорослей устанавливали с использованием определителей [24-27]. Индекс сапробности водоема вычисляли по методу Пантле и Букка в модификации [28]. Индикаторная значимость отдельных видов водорослей оценивалась по спискам сапробных организмов [29].

Результаты и их обсуждение

Водоросли встречаются в озерах при любой концентрации солей воды, вплоть до самосадочных озер включительно. Они представляют группу скорее экологическую, объединенную водным образом жизни; общее для всех них – наличие хлорофилла и обусловленное этим автотрофное питание – способность синтезировать на свету органические вещества из неорганических [30].

Видовой состав водорослей является отражением всех процессов, происходящих в одном объекте, его экосистеме. В озере Алаколь основную биомассу составили водоросли отдела *Chlorophyta* (39,32 %) (Рис. 1). Это объясняется присутствием в данном таксоне широко распространенных галофильных видов водорослей рода *Dunaliella*. В озере Алаколь всего обнаружено 89 видов водорослей, относящихся к пяти отделам (*Bacillariophyta* – 24, *Cyanoproctaryota* – 22, *Chlorophyta* – 35, *Euglenophyta* – 7,

Cryptophyta – 1), 12 классам, 36 семействам и 55 родам (табл. 1, 2). Евгленовые и криптофитовые водоросли встречались эпизодически, что свидетельствует об их низкой приспособленности к условиям нарастающей минерализа-

ции. Только представители отделов *Chlorophyta*, *Bacillariophyta* и *Cyanoproctota* встречались во всех исследуемых образцах, что объясняется их широкой экологической валентностью, способствующей выживанию в условиях солености воды.

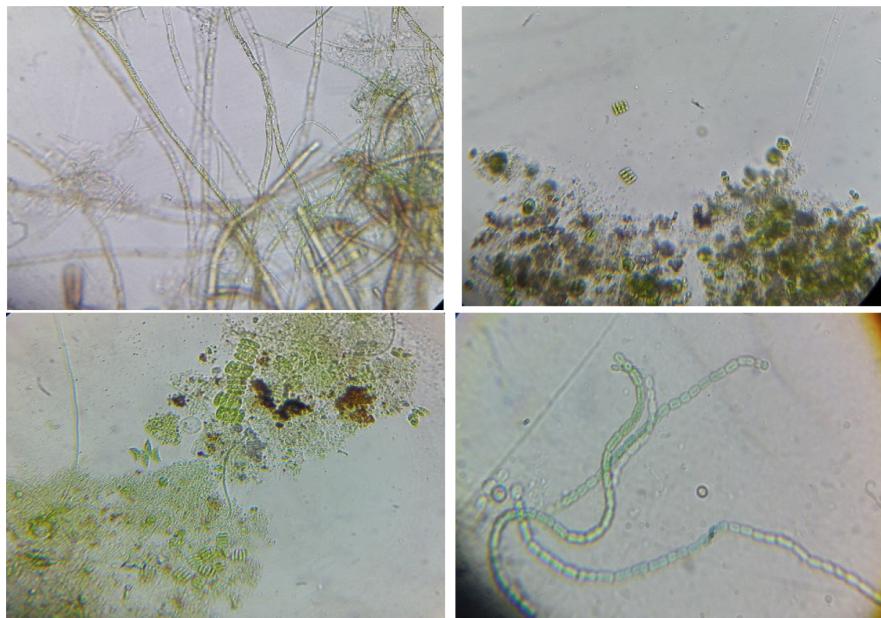


Рисунок 1 – Смешанные микроводоросли в пробах воды из озера Алаколь (при увеличении х100)

Первое место по числу видов занимает отдел *Chlorophyta* (35 видов), включающий пять классов *Chlorococcophyceae*, *Ulothrichophyceae*, *Volvocophyceae*, *Siphonocladophyceae*, *Conjugatophyceae*. Из класса *Volvocophyceae* обнаружено два представителя – *Dunaliella salina*, *Chlamydomonas monadina* (Рис. 2). Класс *Chlorococcophyceae* объединяет 9 семейств, 20 видов. Ведущими являются семейства *Scenedesmaceae*, *Chlorococaceae*. Из сифонокладовых выявлены *Cladophora glomerata* (L.) Kütz., *Rhizoclonium hieroglyphicum* (Ag.) Kütz. Среди *Ulothrichophyceae* всего обнаружено 5 видов, разновидностей и форм, наиболее распространены семейства *Ulotrichaceae* (роды *Ulothrix* и *Uronema*). Из конъюгатов выделяется род *Cosmarium*.

Подавляющее число диатомовых, обнаруженных в озере Алаколь, принадлежат классу *Pennatophyceae*. Выделяются роды *Fragilaria* и *Synedra*. Из порядка *Raphales* наиболее представительными являются *Naviculaceae*, *Nitzchiaceae*, *Cymbellaceae*. Такие виды диатомовых водорослей, как *Synedra vaucheriae*, *Cym-*

bella cistula, *Achnantes minutissima*, *Navicula hungarica*, в разном соотношении формируют доминирующий по численности комплекс на всех исследованных образцах воды озера Алаколь.

Сине-зеленые водоросли по видовому составу занимают третье место, объединяют 22 вида из 10 родов, 12 семейств. Хроококковые включают 7 видов, наиболее богато представлен род *Gloeocapsa*. Гормогониевые более разнообразны – 15 видов. Более высокому разнообразию осцилляториевых над другими порядками сине-зеленых водорослей способствует повышенная минерализация вод большей части озера. Ведущим семейством является *Oscillatoriaceae* (8) с преобладающими родами *Phormidium*, *Spirulina*. Цианобактерии достигают большого развития в соленных озерах, где выполняют ведущую роль в составе планктонных и бентосных группировок.

Евгленовые водоросли в озере Алаколь представлены одним классом *Euglenophyceae*, семейством *Euglenaceae*, родами *Eutreptia*, *Euglena*, которые включают 7 видов. Отдел *Cryptophyta* содержит 1 вид – *Cryptomonas salina*, характерный для соленых озер.

Таблица 1 – Систематический состав альгофлоры озера Алаколь

Отдел	Число видов	Доля от общего числа видов, %
<i>Bacillariophyta</i>	24	27
<i>Cyanoproctota</i>	22	24,7
<i>Chlorophyta</i>	35	39,32
<i>Euglenophyta</i>	7	7,86
<i>Cryptophyta</i>	1	1,12
Всего	89	100

Таблица 2 – Список видов микроводорослей и цианобактерий озера Алаколь

Таксон	Место нахождения		Отношение к солености	Сапробность
	Акши	Коктумба		
<i>Chlorophyta</i>				
<i>Dunaliella salina</i>	+	+	Галофил	-
<i>Chlamydomonas monadina</i>	+	+	Галофил	-
<i>Cladophora glomerata</i>		+	Индифферент	β
<i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i> (Ag.)	+	+		-
<i>Vaucheria sp</i>	+	+		-
<i>Ulothrix tenerrima</i>	+			β
<i>Chlorella vulgaris</i> Beijer.	+	+	Космополит	ρ-
<i>Chlorella mucosa</i> Korsch	+			
<i>Oocystis submarina</i>		+	Индифферент	
<i>Oocystis lacustris</i>	+		Космополит	
<i>Ulothrix implexa</i> (Kütz.) Kütz.,	+	+		
<i>Enteromorpha prolifera</i> (O.F. Müll.) J.Ag.				
<i>Scenedesmus acutus</i> Meyen,	+	+		
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.) Breb. var. <i>quadricauda</i>	+	+		
<i>Scenedesmus acuminatus</i>		+		
<i>S. arcuatus</i> Lemm. var. <i>arcuatus</i>	+			
<i>S. obliquus</i> (Turp.) Kütz.		+		
<i>S. striatus</i> var. <i>apiculatus</i> Deduss.	+			
<i>Coelastrum microporum</i>	+	+		
<i>Coelastrum intermedium</i>	+			
<i>Dunaliella viridis</i>	+	+		
<i>Ankistrodesmus acicularis</i>				
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs	+	+	Космополит	
<i>Ankistrodesmus longissimus</i> (Lemm.) Will. var. <i>longissimus</i>		+	Галофоб	
<i>Ankistrodesmus minutissimus</i> Korsch.		+	Индифферент	
<i>Coenochloris ovalis</i> Korsch.	+	+		
<i>Oocystis borgei</i> Snow var. <i>borgei</i>				
<i>Oocystis lacustris</i> Chod	+	+		
<i>Oocystis pseudocoronata</i> Korsch.	+	+		
<i>Pediastrum boryanum</i>	+		Космополит	
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	+	+	Космополит	
<i>Pediastrum simplex</i> Meyen	+	+	Космополит	
<i>Closterium aciculare</i>		+	Космополит	
<i>Cosmoastrum punctulatum</i>	+	+	Космополит	
<i>Desmidium</i> Ag. sp.		+		
		+		
<i>Bacillariophyta</i>				

<i>Synedra vaucheriae</i> , <i>Synedra acus</i> Kütz <i>Synedra ulna</i> <i>Synedra capitata</i> Ehrenb <i>Cymbella cistula</i> , <i>Achnantes minutissima</i> <i>Achnanthes triconfusa</i> <i>Navicula hungarica</i> <i>Navicula digitoradiata</i> (Greg.) <i>Navicula cryptocephala</i> <i>Navicula digitoradiata</i> <i>Amphora ovalis</i> <i>Amphora delicatissima</i> Krasske <i>Nitzschia lorenziana</i> var. <i>incurva</i> Grun. <i>Nitzschia gracilis</i> <i>Nitzschia epithemoides</i> <i>Nitzschia hungarica</i> <i>Nitzschia hungarica</i> <i>Nitzschia petitiana</i> <i>Fragilaria capucina</i> <i>Fragilaria tenera</i> <i>Fragilaria intermedia</i> Grun. <i>Diatoma tenue</i> Ag. <i>Diatoma vulgare</i> Bory	+	+	Алкалифилл Галофилл	β χα χ-
<i>Cyanoprokaryota</i>				
<i>Gloeocapsa turgida</i> <i>Gloeocapsa minuta</i> <i>Synechocystis minuscula</i> Woronich., <i>Synechocystis salina</i> <i>Merismopedia minima</i> <i>Merismopedia punctata</i> Meyen <i>Merismopedia tenuissima</i> <i>Oscillatoria agardhii</i> <i>Oscillatoria amphibia</i> <i>Oscillatoria kissalevii</i> <i>Oscillatoria laetevirens</i> <i>Oscillatoria limosa</i> <i>Oscillatoria mougeotii</i> <i>Oscillatoria neglecta</i> <i>Oscillatoria subtilissima</i> <i>Oscillatoria tenuis</i> <i>Phormidium ambiguum</i> <i>Phormidium tenue</i> <i>Spirulina tenuissima</i> <i>Spirulina major</i> <i>Anabaena Bergii</i> Ostenf. f. <i>minor</i> <i>Anabaena knipowitschii</i>	+	+	Галофил Галофил	0-
<i>Euglenophyta</i>				
<i>Eutreptia globulifera</i> <i>Eutreptia viridis</i> <i>Euglena acus</i> <i>Euglena viridis</i> <i>Euglena oxyuris</i> f. <i>lata</i> <i>Euglena clara</i> <i>Euglena gracilis</i>	+	+		- β β-
<i>Cryptophyta</i>				
<i>Cryptomonas salina</i>	+	+	Галофил	-

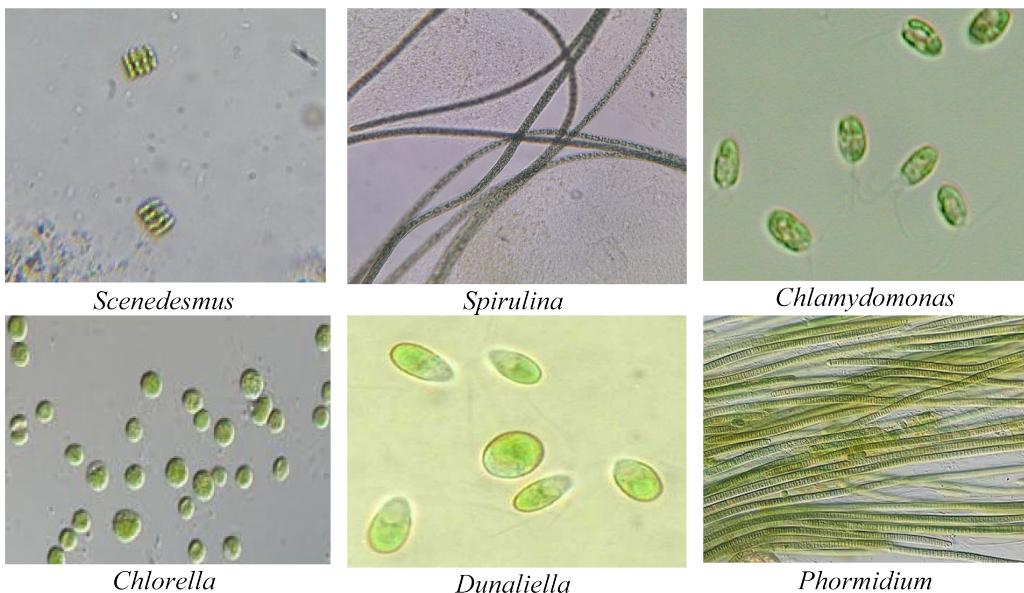


Рисунок 2 – Микрофотографии часто встречающихся фототрофных микроводорослей в озере Алаколь (при увеличении х100)

В целом все биоразнообразие микроводорослей, обнаруженное в озере Алаколь, условно можно разделить на три группы. Первая группа – типичные представители соленой воды, совершенно не встречающиеся в пресных водоемах. Эта группа малочисленна и включает 18% всех определенных видов микроводорослей. Сюда входят такие виды, как *Synedra capitata Ehrenb*, *Synechocystis salina*, *Dunaliella salina*, *Synechocystis minuscula*, *Anabaena Bergii Ostenf. f. minor*, *Anabaena knipowitschii*, *Cryptomonas salina*.

Вторая группа микроводорослей, приспособившихся к галофильному образу жизни. Сюда относятся пресноводные виды, которые лишь временно адаптировались к жизни в соленых озерах. Это в основном индифферентные виды микроводорослей, такие как *Oscillatoria subtilissima*, *Ankistrodesmus longissimus (Lemm.) Will. var. longissimus*, *Oocystis submarina*, *Cladophora glomerata*.

Третья группа представлена видами, которые обитают в пресной воде и лишь случайно заносятся в соленые водоемы, где некоторые из них могут переносить высокие концентрации солей, не изменяя своей морфологии. Этую группу составили 7,8%, в основном космополиты, такие как *Scenedesmus acutus Meyen*, *Scenedesmus quadricauda (Turp.) Breb. var. quadricauda*, *Chlorella vulgaris Beijer*.

Таким образом установлено, что альгофлора озера Алаколь складывается из видов-эндемиков, постоянно обитающих в данном озере и

формирующих ядро сообщества, и видов-пришельцев, поступающих в озера из окружающей среды. Последняя группа является непостоянным компонентом озера, и их развитие связано с сезонными колебаниями и различными видами рекреационной деятельности.

Степень органического загрязнения воды в обследованных районах озера оценивалась по 38 выявленным видам-индикаторам сапробности, что составляет 42,6% от общего списка микроводорослей. Определено, что большинство индикаторно-сапробных видов (19 видов – 50%) относится к β-мезосапробным формам. Ксеносапробы и олигосапробы, являющиеся показателями очень чистых вод, малочисленны. В основном, это представители диатомовых – *Synedra acus Kütz*, *Synedra ulna*, *Amphora ovalis*. Мало в фитопланктоне озер и видов, характеризующих более сильное загрязнение (полисапробные условия). Ими являются представители синезеленых – *Oscillatoria limosa*, зеленые водоросли – *Chlorella vulgaris Beijer* и эвгленовые – *Euglena viridis*.

Оценка качества воды с использованием индикаторных организмов по Пантле-Букку в модификации Сладечека выявила β-мезосапробный тип воды в обследованных районах озера Алаколь, что позволило отнести их к разряду вполне чистых или слабо загрязненных. Рассчитанные индексы сапробности находились в пределах значений 1,5–2,5. Как и предполагалось, выявленное некоторое повышение

сапробности в озере связано с тем, что данные районы подвергаются наибольшему антропогенному воздействию в процессе рекреационного использования.

Таким образом, анализ флористического состава альгофлоры озера Алаколь выявил, что видовое разнообразие альгофлоры в них определяют диатомовые, зеленые, сине-зеленые, евгленовые и криптофитовые водоросли, составляющие более 89 видов. Экологогеографический анализ альгофлоры показал,

что для озера Алаколь характерно преобладание галофильных видов. Кроме того, выявлено, что в озере встречаются виды микроводорослей, индифферентные по отношению к солености среды. Большинство видов-индикаторов сапробности относится к β -мезосапробным формам. Проведенная оценка качества воды с использованием индикаторных организмов выявила β -мезосапробный характер воды, что позволило сделать вывод об умеренном загрязнении обследованных районов озера.

Литература

- 1 Абакумов В.А. К истории контроля качества вод по гидробиологическим, показателям // Научные основы контроля качества вод по гидробиологическим показателям: Тр. Всесоюз. конф. – Л.: Гидрометеоиздат, 1981. – С. 46–74.
- 2 Takamura N., Kadono Y., M. Fukushima, M. Nakagawa, B.-H. O. Kim. Effects of aquatic macrophytes on water quality and phytoplankton communities in shallow lakes // Ecological Research. – 2003. – Vol. 18. – P. 381–395.i
- 3 Алисов Д.А. Административные центры Западной Сибири: городская среда и социально-культурное развитие (1870-1914 гг.): монография / Д.А. Алисов. – Омск: Изд-во ОмГУ, 2006. – 337 с.
- 4 Баженова О.П. Фитопланктон Верхнего и Среднего Иртыша в условиях зарегулированного стока: монография / О.П. Баженова. – Омск, 2005. – 248 с.
- 5 Ivanova M. B., Baluskin E. B., Basova S. L. Structural-functional reorganization of ecosystem of hyperhaline lake Saki (Crimea) at instead salinity // Russian Journ. Aquat. Ecol. – 1994. – 3, № 2. – P. 111–126.
- 6 Balushkina E.V. Characteristic features of ecosystems of hyperhaline lakes of the Crimea E.V. Balushkina, S.M. Golubkov, M.S. Golubkov, L.F. Litvinchuk, N.V. Shadrin // Proc. Zool. Inst. Russ. Acad. Sci.. – 2005. – Vol. 308. – P. 5-12.
- 7 Hasle G. R., Syversten E. E. Identifying Marine Phytoplankton / Ed. C. R. Tomas. – Chapter 2. Marine Diatoms. – Academic Press. – 1997. – P. 5–386.
- 8 Reynolds C.S. The ecology of freshwater phytoplankton. Cambridge e.t.e.: Cambridge Univ. Press. – 1984. – P.384.
- 9 Danilov R.A. Phytoplankton communities at different depths in two eutrophic and two oligotrophic temperate lakes at higher-latitude during the period of ice cover / R. AvDanilov, N.G.A. Ekelund // Acta Protozool: – 2001. – Vol. 40.
- 10 Williamson D.B. The desmid floras of small temporary pools // Microscopy, – 1991.-Vol. 36, №7.-P. 539-544.
- 11 Hörnström E. Phytoplankton in 63 limed lakes in comparison with the distribution in 500 untreated lakes with varying pH // Hydrobiologia. – 2002. – Vol. 470. – P. 115-126.
- 12 John D.M., Whitton B.A., Brook A.J. The Freshwater Algalflora of the British Isles. An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae. Cambridge University Press7 – 2002. – 704 pp.
- 13 Randhawa M. S. Zygnemaceae. I. C. A. R. Monographs on algae. Indian council of agricultural research. New Delhi. – 1999. – P. 478.
- 14 Swale E. M. F. A study of the phytoplankton of a calcareous river // J. Ecol. – 2004. – Vol. 52, № 2. – P. 433-446.
- 15 Мукаев Ж.Т. Геэкологическая оценка территориально-рекреационных систем бассейна озера Алаколь: Диссертация на соискание ученой степени доктора философии (PhD). – 2015. – 170 с.
- 16 Иващенко А.А. Заповедники и национальные парки Казахстана. – Алматы: ТОО «Алматы кітап», 2006. – 284 с.
- 17 Актымбаева А.С. Оценка экологической устойчивости бассейна озера Алаколь в условиях антропогенного воздействия: автореф. канд. геогр. наук. – Алматы, 2007. – 17 с.
- 18 Николаева О.П., Дирин Д.А. Теоретико-методологическое основы исследований территориальных систем рекреационного природопользования // Известия Алтайского государственного университета. – 2011. – №3. – С. 103-107.
- 19 Мукашева Ж.Н., Мухамадиева А.К. К истории развития ландшафттов Алакольской котловины // Вестник КазНУ. Серия географическая. – Алматы, 2003. – Т. 17, №2. – С. 17-20.
- 20 ГОСТ 17.1.3.07-82. 1982. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков.
- 21 Биоиндикация: теория, методы, приложения / под ред. Г.С. Розенберга. – Тольятти: Интер-Волга, 1994. – 266 с.
- 22 Мелехова О.П., Сарапульц Е.И., Евсеева Т.И. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 288 с.
- 23 Голлербах М. М., Полянский В.Н. Пресноводные водоросли и их изучение. – М.: Изд-во «Сов. наука», 2001. – 200 с.
- 24 Масюк Н. П., Кондратьева Н.В., Вассер С.П. Водоросли. – Киев, 1989. – 608 с.
- 25 Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 4. Диатомовые водоросли. – М.: Изд-во «Сов. наука», 1951. 618 с.
- 26 Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 2. Синезеленые водоросли. – М.: Изд-во «Сов. наука», 1953. 646 с.

- 27 Определитель пресноводных водорослей СССР. Зеленые водоросли. – Л.: Изд-во «Наука», 1982. – Вып. 11(2). 624 с.
- 28 Sladecek V. System of water quality from the biological point of view // Ergebnisse der Limnol. – 1973. – Vol. 7. – P. 218.
- 29 Унифицированные методы исследования качества вод. Ч. III. Методы биологического анализа вод. – 3-е изд. Приложение 2. Атлас сапробных организмов. – М.: СЭВ, 1977. – С. 42–141.
- 30 Bondarenko N.A., Sheveleva N.G., Domysheva V.M. Structure of plankton communities in Ilchir, an alpine lake in eastern Siberia // Limnology. – 2002. – Vol. 3. – P. 15-22.

References

- 1 Abakumova V.A. (1981) K istorii kontrolya kachestva vod po gidrobiologicheskim pokazatelyam [To the history of water quality control according to hydrobiological indicators] Scientific fundamentals-quality control'water on hydrobiological indicators: Tr. All-Union. Conf. – L.: Gidrometeoizdat, pp. 46—74.
- 2 Alisov D.A. (2006) Administrativnye centry Zapadnoi Sibirii gorodskaya sreda i sociolno-culturnoe razvitiye (1870-1914 yy.) [Administrative centers of Western Siberia: urban environment and socio-cultural development]. Monograph, D.A. Alisov: Omsk: Izd-vo Omsk State University, pp. 337.
- 3 Aktymbaeva a.S. (2007) Ocenka ekologicheskoi ustoichivosti basseina ozera Alakol v usloviyah antropogenного vozdeistviya [Estimation of ecological stability of the Alakol lake basin under anthropogenic impact] Author's abstract. Cand. geogr. sciencies. – Almaty, pp.17.
- 4 Bazhenova O.P. (2005) Fitoplankton Verhnogo I srednego Irtysha v usloviyah zaregistrirovannogo stoka [Phytoplankton of Upper and Middle Irtysh in conditions of regulated runoff] Monograph O.P. Bazhenov. Omsk, pp. 248.
- 5 Balushkina E.V. (2005) Characteristic features of ecosystems of hyperhaline lakes of the Crimea E.V. Balushkina, S.M. Golubkov, M.S. Golubkov, L.F. Litvinchuk, N.V. Shadrin. Proc. Zool. Inst. Russ. Acad. Sci. vol. 308, pp. 5-12.
- 6 Bondarenko N.A., Sheveleva N.G., Domysheva V.M. (2002) Structure of plankton communities in Ilchir, an alpine lake in eastern Siberia. Limnology., vol. 3.
- 7 Bioindikacia: teoria, metody, prilozhenia (1994) [Bioindication: theory, methods, applications / sub-projects]. G.S. Rosenberg. – Togliatti: Inter-Volga., pp.266.
- 8 Danilov R.A. (2001) Phytoplankton communities at different depths in two eutropic and two oligotrophic temperate lakes at higherlatitude duringthe period of ice cover. R.AvDanilov, N.G.A. Ekelund, Acta Protozool, vol. 40.
- 9 Gollerba M.M., Polyanskii V.N. (2001) Presnovodnye vodorosli ih izuchenie [Freshwater algae study them] – Moscow: Izd-vo Sov. the science”, pp.200.
- 10 GOST 17.1.3.07-82. 1982. Ohrana prirody. Gidrosphera. Pravila kochestva vody vodoemov i vodotokov [Protection of Nature. Hydrosphere. Rules for water quality control of water bodies and streams].
- 11 Hörnström E. (2002) Phytoplankton in 63 limed lakes in comparison with the distribution in 500 untreated lakes with varying pH, Hydrobiologia, vol. 470, pp. 115-126.
- 12 John D.M., Whitton B.A., Brook A.J. (2002) The Freshwater Algalflora of the British Isles. An Identification Guid to Freshwater and Terrestrial Algae. Cambridge University Press, pp. 704.
- 13 Ivanova M. B., Baluskina E. B., Basova S. L. (1994) Structural- functional reorganization of ecosystem of hyperhaline lake Saki (Crimea) at instead salinity. Russian Journ. Aquat. Ecol, vol. 3, № 2, pp. 111– 126.
- 14 Ivashenko A.A. (2004) Zapovedniki I nacionalnye parki Kazakhstana [Reserves and national parks of Kazakhstan]. Almaty: LLP Almaty KITAP, pp. 284.
- 15 Mukasheva Zh.N., Muhamedieva A.K. K istorii razvitiya landshavtov Alakolskoi katlaviny [Towards a history of landscape development in the Alakol hollow] Bulletin of KazNU. Geographic series, Almaty., vol. 17, №2, pp.17-20.]
- 16 Melehova O.P., Sarapulc E.I., Evseeva T.I. (2008) Biologicheski kontrol okruzhaishii sredy: bioindikacia I biotestirovanie [Biological control of the environment: bioindication and biotesting] Publishing Center “Academy”, pp. 288.
- 17 Masuk N.P., Kondrateva N.V. Vasser S.P. (1989) Vodorosli [Algae]. Kiev. pp. 608.
- 18 Nikolayleva O.P., Dirin D.A. (2011) Teoretiko- metodologicheskoe osnovy issledovanii teritorialnyh system rekreacionno- go prirodopolzovaniye [Teoretiko-methodological bases of researches of territorial systems of recreational wildlife management] Proceedings of the Altai State University, №3, pp. 103-107.
- 19 Mukaev Zh.T. (2015) Geoecologicheskaya ocenka territorialno rekrekacionnyh system basseina ozera Alakol [Geoecological assessment of territorially recreational systems of the Alakol lake basin] Thesis for the degree of Doctor of Philosophy (PhD), pp. 170.
- 20 Opredelitel presnovodnyh vodoroslei SSSR. (1961) [The determinant of freshwater algae of the USSR] Issue. 4. Diatoms. – Moscow: Izd-vo Sov. the science”, pp. 618.
- 21 Opredelitel presnovodnyh vodoroslei SSSR. (1953) [The determinant of freshwater algae of the USSR] Issue. 2. Blue-green algae. – Moscow: Izd-vo Sov. the science”, pp. 646.
- 22 Opredelitel presnovodnyh vodoroslei SSSR. (1982) [The determinant of freshwater algae of the USSR] Issue. 11 (2). Green algae. – Moscow: Izd-vo “Science”, pp. 624.
- 23 Randhawa M. S. Zygnemaceae. I. C. A. R. (1999) Monographs on algae. Indian council of agricultural research. New Delhi, pp. 478.
- 24 Sladecek V. (1973):System of water quality from the biological point of view. – Ergebnisse der Limnol., vol. 7, pp. 218.
- 25 Swale E. M. F. (2004) A study of the phytoplankton of a calcereous river. J. Ecol. vol. 52, № 2, pp. 433-446.

- 26 Takamura N., Kadono Y., M. Fukushima, M. Nakagawa, B.-H. O. Kim. (2003) Effects of aquatic macrophytes on water quality and phytoplankton communities in shallow lakes. Ecological Research, vol. 18, pp. 381-395.
- 27 Unificirovannye metody issledovaniya kachestva vod (1977) [Unified methods for the study of water quality]. Part III. Methods of biological water analysis. 3_e ed. Appendix 2. Atlas of saprobic organisms. Moscow: SEV., pp.42-141.
- 28 Williamson D.B.(1991) The desmid floras of small temporary pools, Microscopy, vol. 36, №7, pp. 539-544.

МАЗМҰНЫ – СОДЕРЖАНИЕ

1-бөлім	Раздел 1
Қоршаған ортаны қорғау және қоршаған ортаға антропогендік факторлардың әсері	Воздействие на окружающую среду антропогенных факторов и защита окружающей среды
<i>Akmukhanova N.R., Kokocinski M., Bauyenova M.O., Bolatkhan K., Sadvakasova A.K., Zayadan B.K. Opportunities to use the consortium of higher aquatic plants and microalgae in the treatment of polluted aquatic ecosystems</i>	<i>4</i>
<i>Буркитбаев М.М., Курманбаева М.С., Бачилова Н.В., Ережепова Н.Ш., Джумаханова Г.Б., Ходжасабаева Д.А. Эффективность влияния серосодержащих нанокомпозитов и препаратов на продуктивность пшеницы (<i>Triticum L.</i>).....</i>	<i>12</i>
<i>Мамутов Ж.Ү., Бірімжанова З.С., Абдрахимова Ә.О. Биогумусты пайдаланудың тиімді тәсілдерін іздестіру нәтижелері</i>	<i>23</i>
<i>Нұржанова А.А., Пидлинук В., Муратова А.Ю., Бержанова Р.Ж., Абит К., Нұрмагамбетова А., Нұржанов Ч., Мукашева Т.Д., Бектилеуова Н.К. Фиторемедиация загрязненных металлами почв с помощью биоэнергетического вида <i>Miscanthus X Giganteus</i>.....</i>	<i>32</i>
2-бөлім	Раздел 2
Қоршаған орта ластаушыларының биотаға және түрғындар денсаулығына әсерін бағалау	Оценка действия загрязнителей окружающей среды на биоту и здоровье населения
<i>Alybayeva R.A., Kruzhayeva V., Abdrazakova G., Atabayeva S., Asrandina S. Investigation of the influence of genotypic factors on the accumulation of heavy metals by wheat</i>	<i>48</i>
<i>Акмуханова Н.Р., Болатхан К., Бауенова М.О., Садвакасова А.К., Заядан Б.К. Биоиндикация на основе микроводорослей рекреационных районов озера Алаколь</i>	<i>58</i>
<i>Имангалиева А.Н., Ишанова М.Н., Сейтханова Г.А. Композитные материалы на основе шрота расторопши для очистки водных растворов от ионов Pb²⁺ и Cd²⁺.....</i>	<i>68</i>
<i>Жубанова А.А., Уалиева П.С., Абдиева Г.Ж., Малик А.М., Тастамбек К.Т., Акимбеков Н.Ш. Изучение микробного разнообразия почв и воды, загрязненных стойкими органическими загрязнителями</i>	<i>77</i>
3-бөлім	Раздел 3
Биологиялық алуантурлілікті сақтаудың өзекті мәселелері	Актуальные проблемы сохранения биологического разнообразия
<i>Алексюк П.Г., Алексюк М.С., Богоявленский А.П., Березин В.Э. Изучение биоразнообразия бактериофагов в экологически неблагополучной пресноводной экосистеме...<i></i></i>	<i>90</i>
<i>Амалова А., Курманбаева М., Туруспеков Е., Иващенко А., Абидкулова К. Онтогенетическая структура ценопопуляций <i>Tulipa Ostrowskiana</i> Regel в Заилийском Алатау.....</i>	<i>101</i>
<i>Аметов А., Чилдибаева А., Сулейменова Н., Елебай Г. Қапшағай су электростанциясынан төмөнгі ағысы аңғарының флорасы мен өсімдіктер жабынының трансформациялануы</i>	<i>115</i>
<i>Burashev Y.D., Sultankulova K.T., Strochkov V.M., Sansyzbay A.R., Sandybayev N.T., Orynbayev M.B. Phylogenetic analysis of surface HA gene, of equine influenza A/equine/LKZ/09/2012 (H3N8) virus strains.....</i>	<i>124</i>
<i>Сулейменова Н.Ш., Куандыкова Э.М. Экологические проблемы агроэкосистемы сои в условиях юго-востока Казахстана</i>	<i>132</i>