



УДК 58.001

МРНТИ 34.29.01

DOI 10.37238/2960-1371.2960-138X.2026.102(2).50

¹Инелова З.А.*, ¹Заядан Б.К., ^{1,2,3}Үсен С., ¹Ахметова Г.А.,
¹Санатов С.С., ^{1,2}Дәуітбай А.

¹Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, Алматы, Казахстан

²Институт ботаники и фитоинтродукции, Алматы, Казахстан

³Иле-Алатауский государственный национальный природный парк,
Алматы, Казахстан

*Автор-корреспондент: zarina.inelova@kaznu.edu.kz

ИЗУЧЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ РАСТЕНИЙ И ВОДОРΟΣЛЕЙ УЩЕЛЬЕ АЮСАЙ, АЛМАТЫ

Аннотация. В работе представлен комплексный анализ флоры ущелья Аюсай за 2026 год, включающий оценку таксономической структуры, жизненных форм и хозяйственной значимости растений. Установлено, что флора характеризуется высоким уровнем разнообразия и включает 216 видов, относящихся к 58 семействам. Ведущее положение занимает отдел покрытосеменных (*Magnoliophyta*), на долю которого приходится 96,76 % всех видов, тогда как голосеменные (*Pinophyta*) и папоротниковидные (*Polypodiophyta*) представлены незначительно.

Анализ систематической структуры показал, что наибольшим видовым богатством отличаются семейства *Asteraceae*, *Rosaceae* и *Fabaceae*, формирующие основу флоры региона. Десять ведущих семейств объединяют более 60 % всех видов, что свидетельствует о выраженной неравномерности распределения флористического разнообразия. На родовом уровне выделяются такие крупные роды, как *Astragalus*, *Allium*, *Artemisia* и *Geranium*, в которых сосредоточена значительная часть видового состава.

Исследование жизненных форм растений выявило доминирование многолетних травянистых видов (70,83 %), что типично для горных и предгорных экосистем. Значительную роль также играют кустарники и однолетние растения, отражающие разнообразие экологических условий и степень антропогенного воздействия.

Полученные результаты свидетельствуют о богатстве и специфике флоры ущелья Аюсай, а также о её уязвимости к антропогенному воздействию. Подчеркивается необходимость дальнейшего мониторинга и разработки мер по сохранению биоразнообразия региона в условиях возрастающей рекреационной нагрузки.

В ущелье Аюсай выявлено 25 видов водорослей, относящихся к пяти отделам: диатомовые (*Bacillariophyta*) - 48%, Зелёные (*Chlorophyta*) -24%, Синезеленые или цианобактерии (*Cyanophyta*) -16), Желто-зеленые (*Xanthophyta*) -8% и Эвгленовые (*Euglenophyta*)- 4%.

Среди выявленных микроводорослей и цианобактерий наиболее часто встречались *Scenedesmus sp.*, *Chlorella vulgaris*, *Navicula sp.* и *Phormidium sp.*, что отражает особенности видового состава исследуемого ущелья. Данные представители широко распространены в пресных водах и участвуют в формировании как планктонных, так и прикрепленных сообществ. Следует отметить, что виды *Spirogyra varians* и *Closterium moniliferum* преимущественно встречались в участках с пониженной скоростью течения, что связано с их экологическими особенностями и предпочтением более спокойных условий среды.



Ключевые слова: флора ущелья Аюсай; биоразнообразие: таксономическая структура; жизненные формы растений; антропогенное воздействие; горные экосистемы; альгофлора; фитоиндикаторов; микроводоросли; цианобактерии.

Введение

Изучение флористического разнообразия является одной из ключевых задач современной ботаники и экологии, поскольку позволяет оценить состояние природных экосистем, выявить закономерности их формирования и определить направления их рационального использования и охраны. Горные экосистемы отличаются высоким уровнем биоразнообразия, мозаичностью растительного покрова и значительной чувствительностью к антропогенным воздействиям, что делает их особенно важными объектами научных исследований.

В условиях нарастания темпов антропогенной нагрузки, происходящих климатических изменений, учитывая неустойчивость и ранимость наземных и водных экосистем, все больше внимания уделяется получению информации по фоновым показателям биологического разнообразия и изучению его антропогенной динамики.

Наиболее информативное звено состояния трофических цепей – водные и почвенные водоросли, имеющие высокую скорость воспроизводства. Их экологические группировки обладают относительно высокой чувствительностью к уровню загрязнений, что позволяет им быстро реагировать на изменяющиеся условия среды.

Изучение альгофлоры водных объектов – важная задача, решение которой позволит более четко охарактеризовать не только саму биоту, но и показать экологическое и санитарно-биологическое состояние вод, выделить виды – индикаторы для мониторинга. Водоросли являются очень чувствительным показателем суммарного загрязнения водоемов. Особенно перспективным является поиск и разработка методики использования в качестве фитоиндикаторов видов местной альгофлоры – региональных фитоиндикаторов [1].

Ущелье Аюсай, расположенное в пределах Заилийского Алатау, представляет собой уникальную природную территорию с разнообразными экологическими условиями, обусловленными сложным рельефом, высотной поясностью и климатическими особенностями региона. Эти факторы способствуют формированию богатой и своеобразной флоры, включающей широкий спектр таксонов и жизненных форм растений. Одновременно территория испытывает значительное антропогенное воздействие, связанное с рекреационной нагрузкой, развитием туризма и хозяйственной деятельностью, что приводит к трансформации растительного покрова и снижению устойчивости природных сообществ.

Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью комплексной оценки современного состояния флоры ущелья Аюсай, выявления её таксономической структуры, биоморфологического разнообразия и хозяйственной значимости. Особое значение имеет анализ распределения видов по жизненным формам и полезным группам, что позволяет определить экологические особенности флоры и её потенциал для практического использования.

Целью работы является всестороннее изучение биоразнообразия растений и водорослей ущелья Аюсай за 2026 год. В соответствии с поставленной целью были определены следующие задачи: анализ видового состава и систематической структуры флоры; выявление ведущих семейств и родов; исследование спектра жизненных форм



растений по классификации И. Г. Серебрякова [2]; оценка хозяйственно-ценных групп растений, а также выявление сорных видов и степени антропогенного воздействия.

При оценке состояния водных экосистем важно учитывать не только структурные характеристики фитопланктоноценозов но и функциональные. Одновременное увеличение первичной продукции и видового разнообразия фитопланктона является надежным показателем экологического прогресса. При значительных уровнях антропогенных нагрузок, ведущих к увеличению первичной продукции, происходит сокращение видового разнообразия фитоценоза - метаболический прогресс в этом случае достигается путем экологического регресса фитоценоза

Перспективным является поиск и разработка методики использования в качестве фитоиндикаторов видов местной альгофлоры – региональных фитоиндикаторов. Биологические методы индикации занимают все более важное место в решении проблемы загрязнения природных вод [3].

Полученные результаты могут служить научной основой для разработки мероприятий по охране растительного покрова, сохранению биоразнообразия и рациональному использованию природных ресурсов региона.

Материалы и методы исследования

Исследование флоры ущелья Аюсай проводилось в 2026 году с применением комплекса полевых и камеральных методов, общепринятых в области ботаники и флористики [2-14].

Полевые исследования включали маршрутно-рекогносцировочные и детально-маршрутные обследования территории. Сбор растительного материала осуществлялся в различные фазы вегетационного периода с целью наиболее полного охвата видового разнообразия. Для каждого выявленного вида фиксировались местообитание, экологические условия произрастания и встречаемость. Гербаризация растений проводилась по стандартной методике с последующей обработкой и систематизацией образцов [3-5].

Определение видов осуществлялось с использованием определителей растений и сравнительного анализа гербарных образцов. Таксономическая принадлежность видов уточнялась в соответствии с современными системами классификации. При анализе флоры применялись методы систематического анализа, включающие выделение ведущих семейств и родов, а также оценку видового богатства.

Оценка хозяйственно-ценной флоры выполнялась путем отнесения видов к различным полезным группам (лекарственные, кормовые, декоративные и др.) на основе литературных источников и справочных данных. Дополнительно проводился анализ сорных видов с целью выявления степени антропогенного воздействия на растительный покров.

Полученные данные обрабатывались с использованием методов количественного анализа, включая расчет процентного соотношения видов по таксономическим группам, жизненным формам и хозяйственной значимости, что позволило выявить основные закономерности структуры флоры исследуемой территории.

Результаты и их обсуждение

Определение видового состава высших сосудистых растений ущелья Аюсай

По видовому составу во флоре ущелья Аюсай в 2026 году доминирует отдел Magnoliophyta, на долю которого приходится 209 видов (96,76%), тогда как на отделы

Pinophyta и Polypodiophyta приходится соответственно 4 (1,85%) и 3 (1,39%) вида, что в сумме составляет 3,24% от общего числа видов (рисунок 1, табл. 1).



Рисунок 1 - Общий состав флоры ущелья Аюсай

На территории ущелья Аюсай выявлено 58 семейств. Анализ крупнейших семейств флоры ущелья Аюсай позволил выделить 10 крупнейших семейств по наибольшему числу видов.

Первая десятка семейств содержит в своем составе 129 видов, что составляет около 64,3% от общего количества видов.

Таблица 1 – Доминантные семейства флоры Аюсай

Семейства	Кол-во родов	Кол-во видов
<i>Asteraceae</i> Dumort.	20	27
<i>Rosaceae</i> Juss.	12	22
<i>Fabaceae</i> Lindl.	9	17
<i>Poaceae</i> Barnhart	9	15
<i>Ranunculaceae</i> Juss.	7	13
<i>Lamiaceae</i> Lindl.	8	10
<i>Liliaceae</i> Juss.	2	7
<i>Apiaceae</i> Lindl.	5	7
<i>Alliaceae</i> J. Adardh.	1	6
<i>Geraniaceae</i> Juss.	1	5

На рисунке 2 показан спектр наиболее крупных 10 семейств флоры Аюсай.

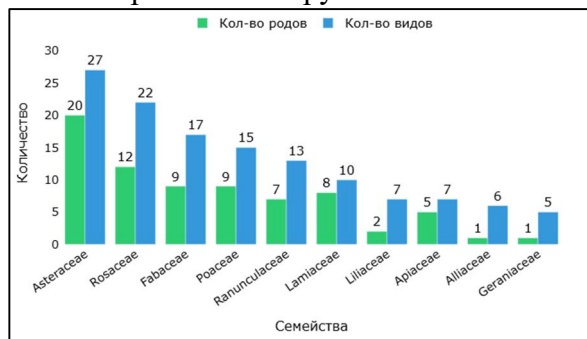


Рисунок 2 - Число видов и родов в 10 ведущих семействах флоры ущелья Аюсай

По результатам анализа таксономической структуры флоры 2026 года установлено, что ведущим семейством по числу видов является *Asteraceae*, включающее 27 видов и 20 родов, что составляет около 13,3 % от общего видового состава исследуемой флоры. Данное семейство также характеризуется наибольшим



родовым разнообразием и занимает устойчивое первое место в спектре ведущих таксонов региона.

На втором месте находится семейство Rosaceae, представленное 22 видами и 12 родами (около 10,8 %), что отражает его значительную роль в формировании флористического разнообразия региона и высокую экологическую пластичность представителей данного таксона.

Третью позицию занимает семейство Fabaceae, включающее 17 видов и 9 родов (около 8,4 %). Данное семейство отличается высоким уровнем адаптивности и значительным вкладом в структуру растительного покрова.

Таким образом, десять ведущих семейств в совокупности охватывают значительную долю флористического разнообразия региона и формируют его основной таксономический каркас, определяя более 60 % общего видового состава.

Остальные семейства характеризуются сравнительно низким числом видов и родов и формируют вспомогательную часть флоры, однако они важны для поддержания общего уровня биоразнообразия и экологической устойчивости растительных сообществ.

В анализе родовой структуры наиболее крупными родами флоры являются *Astragalus* (9 видов) и *Allium* (6 видов), которые выступают ведущими по видовому богатству. Далее следуют *Artemisia* и *Geranium* (по 5 видов), а также *Viola*, *Tulipa* и *Poa* (по 4 вида). К числу заметных по видовому разнообразию родов также относятся *Delphinium*, *Primula* и *Potentilla* (по 3 вида) (табл. 2).

Таким образом, структура ведущих родов демонстрирует выраженную концентрацию видового разнообразия в ограниченном числе таксонов, что является характерной чертой флор горных регионов и свидетельствует о неравномерности распределения видов по родам.

Таблица 2 - Число видов в наиболее крупных родах флоры ущелья Аюсай

Род	Количество видов	% от общего числа видов
<i>Astragalus</i>	9	4,15
<i>Allium</i>	6	2,76
<i>Artemisia</i>	6	2,76
<i>Geranium</i>	5	2,30
<i>Viola</i>	4	1,84
<i>Tulipa</i>	4	1,84
<i>Poa</i>	4	1,84
<i>Delphinium</i>	3	1,38
<i>Primula</i>	3	1,38
<i>Potentilla</i>	3	1,38
Всего: родов - 10	47	21,66

Таким образом, на 10 родов приходится 47 видов флоры ущелья Аюсай.

Также в ходе исследования была проанализирована структура жизненных форм флоры ущелья Аюсай за 2026 год (табл 5). Жизненная форма растений представляет собой внешний облик растения, сформированный в процессе эволюции и отражающий его приспособленность к конкретным условиям окружающей среды. В основе классификации использована система жизненных форм И. Г. Серебрякова [1].

Анализ жизненных форм выявил, что флора исследуемой территории характеризуется широким спектром жизненных стратегий и включает практически все



основные категории: многолетние и однолетние травянистые растения, двулетники, деревья, кустарники, полукустарники, полукустарнички, кустарнички, а также лианы.

Распределение видов по жизненным формам показывает явное доминирование многолетних травянистых растений, которые представлены 153 видами (70,83 % от общего числа видов). Данная группа формирует основу растительного покрова и определяет структуру большинства растительных сообществ региона.

Второе место по численности занимают кустарники — 27 видов (12,5 %), что свидетельствует о значительной роли древесно-кустарникового яруса в формировании ландшафтной структуры ущелья.

Третью позицию занимают однолетние растения, представленные 23 видами (10,65 %), которые характерны для нарушенных местообитаний, открытых участков и антропогенно трансформированных территорий.

Деревья представлены 9 видами (4,17 %), что отражает ограниченность лесных формаций в условиях горного рельефа и специфических климатических условий региона.

Наименьшее разнообразие характерно для таких жизненных форм, как кустарнички, полукустарники, полукустарнички и лианы, каждая из которых представлена единичными видами (по 1 виду, что составляет около 0,46 % для каждой группы). Несмотря на низкую численность, данные жизненные формы имеют важное экологическое значение, участвуя в формировании микроструктуры растительных сообществ и повышая общее биоразнообразие территории (табл. 3).

Таким образом, спектр жизненных форм флоры ущелья Аюсай в 2026 году характеризуется выраженным преобладанием многолетних травянистых растений при значительном участии кустарников и однолетников, что отражает типичную структуру горных и предгорных флористических комплексов.

Таблица 3 – Распределение видов флоры ущелья Аюсай по И.Г.Серебрякову [1]

Жизненная форма	Количество видов	% от общего числа видов
I. Деревья	9	4,17
II. Кустарники	27	12,5
III. Кустарнички	1	0,46
IV. Полукустарники и полукустарнички	2	0,93
V. Травянистые поликарпики	153	70,83
VI. Сапрофитные и паразитные травянистые многолетники	1	0,46
VII. Монокарпические травы	23	10,65
Всего:	216	100

В настоящее время в Казахстане проблема сохранения и восстановления биоразнообразия приобретает особую актуальность. Одним из ключевых направлений её решения является комплексное изучение флоры и охрана ботанических объектов [16-17]. Под воздействием прямых и косвенных антропогенных факторов многие виды природной флоры республики становятся редкими или исчезающими в отдельных регионах.

Территория исследования на протяжении длительного времени испытывает значительное антропогенное воздействие, связанное, в частности, с неконтролируемым и стихийным туризмом, что оказывает заметное влияние на состояние растительного покрова Заилийского Алатау.



В результате проведённого исследования установлено, что флора ущелья Аюсай в 2026 году отличается высоким уровнем разнообразия и включает 216 видов растений, относящихся к 58 семействам, что свидетельствует о значительном флористическом потенциале территории. В таксономической структуре флоры доминирует отдел покрытосеменных (Magnoliophyta), составляющий подавляющее большинство видов (96,76 %), тогда как участие других отделов незначительно, что отражает общую закономерность флор умеренного пояса.

Выявлено, что ведущими по видовому богатству являются семейства Asteraceae, Rosaceae и Fabaceae, формирующие основу флористического состава. При этом десять крупнейших семейств объединяют более 60 % всех видов, что указывает на выраженную неравномерность распределения флористического разнообразия. На родовом уровне отмечается концентрация значительного числа видов в ограниченном числе родов, среди которых выделяются *Astragalus*, *Allium*, *Artemisia* и *Geranium*, что является характерной особенностью горных флор.

Анализ жизненных форм показал выраженное преобладание многолетних травянистых растений (70,83 %), при заметной роли кустарников и однолетников, что отражает адаптацию растительности к условиям горного рельефа и климатическим особенностям региона.

Установлено, что среди хозяйственно-ценных растений преобладают лекарственные виды (34,93 %), что свидетельствует о высоком ресурсном и фармакологическом потенциале флоры. Значительную роль также играют кормовые, декоративные, медоносные и пищевые растения.

Выявление 31 сорного вида указывает на наличие антропогенного воздействия, связанного с рекреационной нагрузкой и хозяйственной деятельностью, что приводит к трансформации растительного покрова. В целом флора ущелья Аюсай характеризуется богатством, структурной неоднородностью и высокой хозяйственной значимостью, однако испытывает существенное влияние антропогенных факторов, что обуславливает необходимость проведения мероприятий по её охране и рациональному использованию.

Определение видового состава водорослей ущелья Аюсай

Объектом исследования являлось ущелье Аюсай. Ущелье Аюсай расположено в пределах Иле-Алатауского национального парка на северном склоне Заилийского Алатау и находится в 15–20 км к югу от города Алматы. Ущелье относится к горным экосистемам с проточными холодными водами, что оказывает влияние на формирование видового состава водорослей.

Сбор альгологических проб и изучение таксономического состава водорослей проводились на территории ущелья Аюсай. В ходе исследования были выполнены полевые сборы и последующий лабораторный анализ проб с использованием методов, общепринятых в альгологической практике [7–17]. Отбор проб воды проводился в 4 точках на территории ущелья Аюсай (рисунок 4).

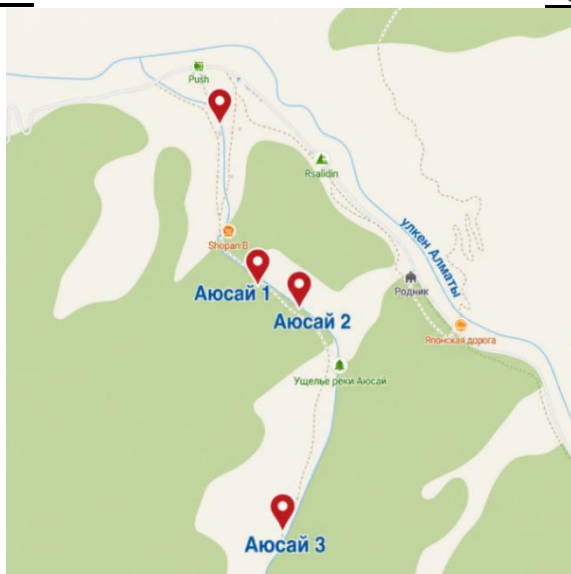


Рисунок 4 – точки отбора проб воды в ущелье Аюсай

На момент отбора температура воды составляла 14-16°C, значение pH - 6,5, прозрачность воды достигала дна, что характерно для горных водотоков.

Для изучения микроводорослей использовались световые микроскопы Premere и Betical с увеличением от $\times 40$ до $\times 100$ и возможностью вывода изображения на монитор. В каждой пробе анализировали 30–40 полей зрения не менее чем на пяти препаратах. Количество обнаруженных клеток выражали в числе клеток на 1 мл воды.

Определение видового состава проводилось как в нативном, так и в фиксированном состоянии клеток. В качестве фиксаторов использовали 4%-ный раствор формальдегида и раствор Люголя. Видовая идентификация осуществлялась с использованием определителей [9–14].

В результате проведенных исследований в ущелье Аюсай было выявлено 25 видов водорослей, относящихся к пяти отделам: *Bacillariophyta* (48%), *Chlorophyta* (24%), *Cyanophyta* (16%), *Xanthophyta* (8%) и *Euglenophyta* (4%) (рисунок 5, таблица 5).

Таблица 5- Систематический состав альгофлоры ущелья Аюсай

Отдел	Число видов	Доля от общего числа видов, %
Диатомовые водоросли (<i>Bacillariophyta</i>)	12	48
Зелёные водоросли (<i>Chlorophyta</i>)	6	24
Сине-зелёные (Цианобактерии) (<i>Cyanophyta</i>)	4	16
Желто-зелёные водоросли <i>Xanthophyta</i>	2	8
Эвгленовые водоросли (<i>Euglenophyta</i>)	1	4
Всего	25	100

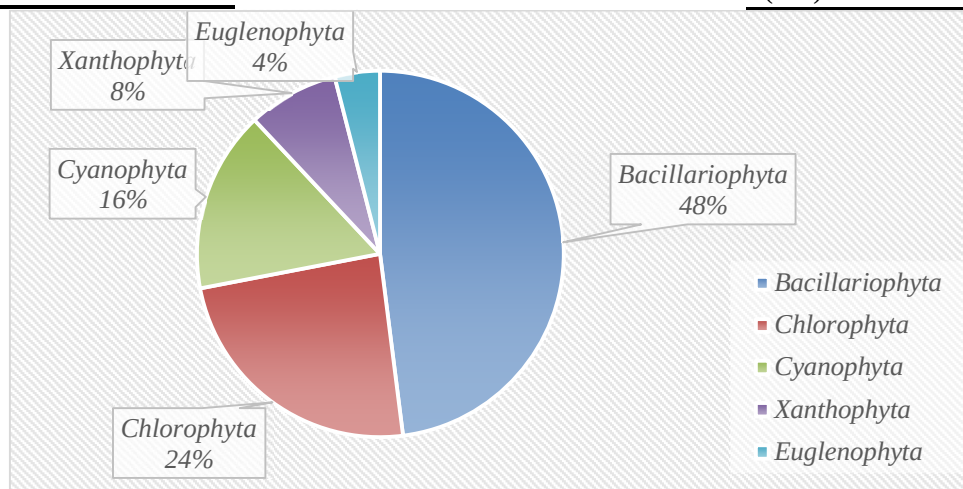


Рисунок 5 – Процентное соотношение отделов водорослей ущелья Аюсай

По видовому составу в альгофлоре ущелья Аюсай в 2026 году доминирует отдел диатомовых водорослей (*Bacillariophyta*), на долю которого приходится 12 видов (48%). На отдел зелёных водорослей (*Chlorophyta*) приходится 6 видов (24%), сине-зелёных (*Cyanophyta*) — 4 вида (16%), жёлто-зелёных (*Xanthophyta*) — 2 вида (8%), а эвгленовых (*Euglenophyta*) — 1 вид (4%) от общего числа выявленных видов (рисунок 5, табл. 5).

Среди диатомовых водорослей (*Bacillariophyta*) наиболее часто встречались *Fragilaria ulna*, *Nitzschia acicularis* и *Nitzschia palea*, *Navicula sp.* Представители данных родов широко распространены в пресноводных экосистемах и характерны для хорошо аэрированных проточных водоёмов, особенно в условиях горных рек.

Зелёные водоросли (*Chlorophyta*) включали виды *Scenedesmus sp.*, *Chlorella vulgaris*, *Spirogyra varians* и *Closterium moniliferum*. Данные представители широко распространены в пресных водах и участвуют в формировании как планктонных, так и прикреплённых сообществ. Следует отметить, что виды *Spirogyra varians* и *Closterium moniliferum* преимущественно встречались в участках с пониженной скоростью течения, что связано с их экологическими особенностями и предпочтением более спокойных условий среды.

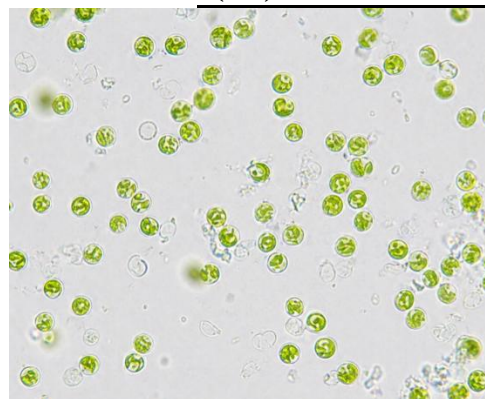
Сине-зелёных (Цианобактерии) (*Cyanophyta*) были представлены видами *Nostoc linckia*, *Phormidium sp.*, *Oscillatoria sp.* и *Synechocystis sp.*, **которые относятся к типичным бентосным формам** и развиваются на каменистых субстратах в условиях быстрого течения.

Среди жёлто-зелёных водорослей (*Xanthophyta*) выявлен вид *Actidesmium hookeri* и *Tribonema sp.*, характерные для пресноводных экосистем. Эвгленовые водоросли (*Euglenophyta*) были представлены единичными видами, среди которых отмечена *Euglena sp.* (рисунок 6).

Встречающиеся представители микроводорослей и цианобактерий, выявленные в ходе исследования, представлены на рисунке 6.



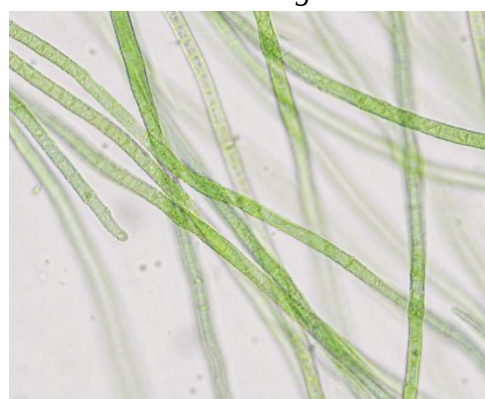
Scenedesmus sp.



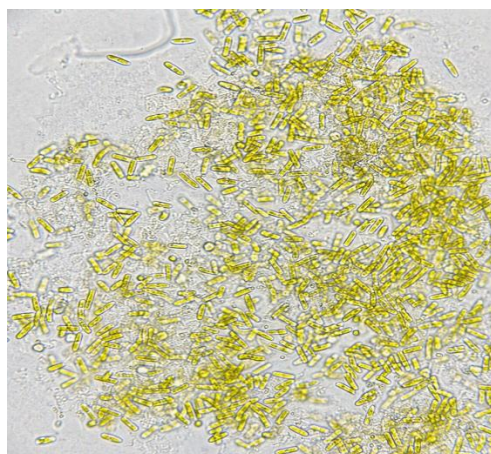
Chlorella vulgaris



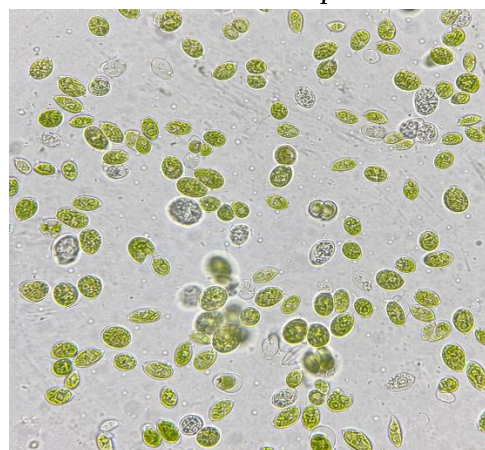
Nostoc linckia



Phormidium sp.



Navicula sp.



Euglena sp.

Рисунок 6 – Микрофотографии встречаемых микроводорослей и цианобактерий в ущелье Аюсай (при увеличении $\times 100$)

Распределение микроводорослей и цианобактерий по исследуемым пробам было неравномерным. Видовой состав варьировал в зависимости от условий отбора проб и особенностей микробиотопов, включая скорость течения, освещённость и характер субстрата.

Таким образом, в ущелье Аюсай установлен видовой состав водорослей, представленный 25 видами, относящимися к пяти отделам. Основную долю составляют



диатомовые водоросли, что характерно для горных пресноводных экосистем с холодной проточной водой.

1. В ущелье Аюсай выявлено 25 видов водорослей, относящихся к пяти отделам: диатомовые (Bacillariophyta) - 48%, Зелёные (Chlorophyta) - 24%, Синезеленые или цианобактерии (Cyanophyta) - 16%, Желто-зеленые (Xanthophyta) - 8% и Эвгленовые (Euglenophyta) - 4%.

2. Среди выявленных микроводорослей и цианобактерий наиболее часто встречались *Scenedesmus sp.*, *Chlorella vulgaris*, *Navicula sp.* и *Phormidium sp.*, что отражает особенности видового состава исследуемого ущелья Аюсай.

Благодарность

Авторы выражают искреннюю благодарность ТОО «Туранга Групп» за финансовую поддержку исследования, посвящённого изучению биоразнообразия растений и водорослей ущелья Аксай.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Баринова С.С. Методические аспекты анализа биологического разнообразия водорослей /С. С. Баринова // Водоросли-индикаторы в оценке качества окружающей среды. – М. ВНИИ прир-ды, 2000. – С. 4–60.

[2] Серебряков И. Г. Структура и ритм в жизни цветковых растений // Бюл. МОИП. Отд. биол. — 1948. — Т. 53, вып. 2. — С. 49—66.

[3] Денисов Д.Б. Динамика водорослевых сообществ горных субарктических водоемов // Экологические проблемы северных регионов и пути их решения: Ма. Всеросс. научн. конф. Апатиты: КНЦ РАН, 2008. - Ч. I. - С. 205 - 210.

[4] Серебряков И. Г. Структура и ритм в жизни цветковых растений // Бюл. МОИП. Отд. биол. — 1949. — Т. 54, вып. 1. — С. 47—62.

[5] Флора Казахстана. – Т. 1-9. – Алма-Ата: Наука, 1956–1966.

[6] Быков Б.А. Геоботаника. – Алма-Ата: Из-д-во АН КазССР, 1953. – 455 с.

[7] Быков Б.А. Геоботаника. – Алма-Ата: Наука, 1957. – 237 с.

[8] Быков Б.А. Геоботаника. – Алма-Ата: Наука, 1978. – 288 с.

[9] Голлербах М.М., Полянский В.Н. Определитель пресноводных водорослей СССР. — М.: Советская наука, 1951. — 200 с.

[10] Музафаров А.М., Эргашев А.Э., Халилов С. Определитель синезеленых водорослей Средней Азии. — Ташкент: ФАН, 1988. — Т. 3. — С. 390–900.

[11] Забелина И.А. и др. Диатомовые водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР. — М.: Советская наука, 1979. — Вып. 4. — 752 с.

[12] Курсанов И.А. Определитель низших растений. Водоросли. — М.: Советская наука, 1953. — Т. 2. — 390 с.

[13] Эргашев А.Э. Определитель протококковых водорослей Средней Азии. — Ташкент: Фан, 1979.

[14] Царенко П.М. Краткий справочник по хлорококковым водорослям Украинской ССР. — Киев: Наукова думка, 1990. — 208 с.

[15] Зинова А.Д. Определитель зелёных, бурых и красных водорослей южных морей СССР. — Л.: Наука, 1967. — 398 с.

[16] CyanoDB — The Online Database of Cyanobacterial Genera.

[17] CyanoBase — Cyanobacteria Genome Database.



[18] Заядан Б.К. Коллекция микроводорослей и методы культивирования. — Алматы: Литер, 2013. — 160 с.

[19] Байтулин И.О. Состояние и перспективы охраны растений Казахстана // Охрана редких видов растений и растительности Казахстана. – Алма-Ата, 1987. С.3–19

REFERENCES

[1] Barinova, S.S. (2000). Metodicheskie aspekty analiza biologicheskogo raznoobrazii vodoroslei [Methodological aspects of the analysis of biological diversity of algae]. Vodorosli-indikatory v otsenke kachestva okruzhaiushchei sredy [Algae-indicators in environmental quality assessment]. Moscow: VNIi prirody, 4–60 [in Russian].

[2] Serebriakov, I.G. (1948). Struktura i ritm v zhizni tsvetkovykh rastenii [Structure and rhythm in the life of flowering plants]. Biul. MOIP. Otd. biol. – Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological Department, Vol. 53, 2, 49–66 [in Russian].

[3] Denisov, D.B. (2008). Dinamika vodoroslevykh soobshchestv gornykh subarkhticheskikh vodoemov [Dynamics of algal communities of mountain subarctic water bodies]. Ekologicheskie problemy severnykh regionov i puti ikh resheniia – Ecological problems of northern regions and ways of their solution: Proceedings of the All-Russian Scientific Conference. (Part I, pp. 205–210). Apatity: KNTs RAN [in Russian].

[4] Serebriakov, I.G. (1949). Struktura i ritm v zhizni tsvetkovykh rastenii [Structure and rhythm in the life of flowering plants]. Biul. MOIP. Otd. biol. – Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological Department, Vol. 54, 1, 47–62 [in Russian].

[5] Flora Kazakhstana [Flora of Kazakhstan]. (1956–1966). (Vols. 1–9). Alma-Ata: Nauka [in Russian].

[6] Bykov, B.A. (1953). Geobotanika [Geobotany]. Alma-Ata: Izd-vo AN KazSSR [in Russian].

[7] Bykov, B.A. (1957). Geobotanika [Geobotany]. Alma-Ata: Nauka [in Russian].

[8] Bykov, B.A. (1978). Geobotanika [Geobotany]. Alma-Ata: Nauka [in Russian].

[9] Gollerbach, M.M., & Polianskii, V.N. (1951). Opredelitel presnovodnykh vodoroslei SSSR [Guide to freshwater algae of the USSR]. Moscow: Sovetskaia nauka [in Russian].

[10] Muzafarov, A.M., Ergashev, A.E., & Khalilov, S. (1988). Opredelitel sinezelenykh vodoroslei Srednei Azii [Guide to blue-green algae of Central Asia]. (Vol. 3). Tashkent: FAN [in Russian].

[11] Zabelina, I.A. et al. (1979). Diatomovye vodorosli [Diatom algae]. Opredelitel presnovodnykh vodoroslei SSSR [Guide to freshwater algae of the USSR]. Moscow: Sovetskaia nauka, Vol. 4 [in Russian].

[12] Kursanov, I.A. (1953). Opredelitel nizshikh rastenii. Vodorosli [Guide to lower plants. Algae]. (Vol. 2). Moscow: Sovetskaia nauka [in Russian].

[13] Ergashev, A.E. (1979). Opredelitel protokokkovykh vodoroslei Srednei Azii [Guide to protococcal algae of Central Asia]. Tashkent: FAN [in Russian].

[14] Tsarenko, P.M. (1990). Kratkii spravochnik po khlorokokkovym vodorosliam Ukrainskoi SSR [Brief handbook on chlorococcal algae of the Ukrainian SSR]. Kiev: Naukova dumka [in Russian].

[15] Zinova, A.D. (1967). Opredelitel zelenykh, burykh i krasnykh vodoroslei iuzhnykh morei SSSR [Guide to green, brown and red algae of the southern seas of the USSR]. Leningrad: Nauka [in Russian].



[16] CyanoDB — The Online Database of Cyanobacterial Genera. (n.d.). Retrieved from <http://www.cyanodb.cz>

[17] CyanoBase — Cyanobacteria Genome Database. (n.d.). Retrieved from <http://genome.microbedb.jp/cyanobase>

[18] Zaiadan, B.K. (2013). Kolleksiia mikrovdoroslei i metody kultivirovaniia [Collection of microalgae and cultivation methods]. Almaty: Liter [in Russian].

[19] Baitulin, I.O. (1987). Sostoianie i perspektivy okhrany rastenii Kazakhstana [State and prospects of plant protection in Kazakhstan]. Okhrana redkikh vidov rastenii i rastitelnosti Kazakhstana [Protection of rare plant species and vegetation of Kazakhstan]. Alma-Ata, 3–19 [in Russian].

**Инелова З.А., Заядан Б.К., Үсен С., Ахметова Г.А., Санатов С.С., Дәуітбай А.
АЮСАЙ ШАТҚАЛЫ, АЛМАТЫ ӨСІМДІКТЕРІ МЕН БАЛДЫРЛАРЫНЫҢ
БИОАЛУАНТҮРЛІЛІГІН ЗЕРТТЕУ**

Аңдатпа. Жұмыста 2026 жылға арналған Аюсай шатқалы флорасының таксономиялық құрылымын, өсімдіктердің тіршілік формаларын және шаруашылық маңызын бағалауды қамтитын кешенді талдау ұсынылған. Зерттеу нәтижесінде флораның жоғары деңгейдегі алуан түрлілігімен сипатталатыны және 58 тұқымдасқа жататын 216 түрді қамтитыны анықталды. Жабық тұқымдылар бөлімі (Magnoliophyta) жетекші орын алады, оның үлесіне барлық түрлердің 96,76 %-ы тиесілі, ал ашық тұқымдылар (Pinophyta) мен қырықжапырақтәрізділер (Polypodiophyta) мардымсыз деңгейде ғана кездеседі.

Жүйелік құрылымды талдау барысында Asteraceae, Rosaceae және Fabaceae тұқымдастары түрлік байлығы жағынан ерекше көзге түсетіні және аймақ флорасының негізін құрайтыны анықталды. Жетекші он тұқымдас барлық түрлердің 60 %-дан астамын біріктіреді, бұл флоралық әртүрліліктің біркелкі таралмайтынын көрсетеді. Туыс деңгейінде Astragalus, Allium, Artemisia және Geranium секілді ірі туыстар ерекшеленіп, оларда түрлік құрамның едәуір бөлігі шоғырланған.

Өсімдіктердің тіршілік формаларын зерттеу көпжылдық шөптесін түрлердің басым екенін көрсетті (70,83 %), бұл таулы және тау етегіндегі экожүйелерге тән құбылыс. Сонымен қатар бұталар мен біржылдық өсімдіктер де маңызды рөл атқарып, экологиялық жағдайлардың алуандығы мен антропогендік әсер деңгейін бейнелейді.

Алынған нәтижелер Аюсай шатқалы флорасының байлығы мен өзіндік ерекшелігін, сондай-ақ оның антропогендік ықпалға осалдығын дәлелдейді. Рекреациялық жүктеменің артуы жағдайында аймақтың биоалуантүрлілігін сақтау шараларын әзірлеу және әрі қарай мониторинг жүргізу қажеттігі атап өтіледі.

Аюсай шатқалында бес бөлімге жататын балдырлардың 25 түрі анықталды: диатомды балдырлар (Bacillariophyta) – 48%, жасыл балдырлар (Chlorophyta) – 24%, көк-жасыл балдырлар немесе цианобактериялар (Cyanophyta) – 16%, сары-жасыл балдырлар (Xanthophyta) – 8% және эвгленалы балдырлар (Euglenophyta) – 4%. Анықталған микробалдырлар мен цианобактериялардың ішінде ең жиі кездескендері — Scenedesmus sp., Chlorella vulgaris, Navicula sp. және Phormidium sp., бұл зерттелген шатқалдың түрлік құрамының ерекшеліктерін көрсетеді. Аталған өкілдер тұщы суларда кең таралған және планктондық әрі бекініп тіршілік ететін қауымдастықтардың қалыптасуына қатысады. Сонымен қатар Spirogyra varians және Closterium moniliferum түрлері көбінесе ағыс жылдамдығы төмен учаскелерде кездескені байқалды, бұл олардың экологиялық ерекшеліктерімен және тынық орта жағдайларын артық көруімен байланысты.

Кілт сөздер: Аюсай шатқалының флорасы; биоалуантүрлілік; таксономиялық құрылым; өсімдіктердің тіршілік формалары; антропогендік әсер; таулы экожүйелер; альгофлора; фитоиндикаторлар; микробалдырлар; цианобактериялар.



Zarina Inelova, Bolatkhan Zayadan, Serikbay Ussen, Gulnaz Akhmetova,
Sanzhar Sanatov, Aizere Dauitbay

**STUDY OF THE BIODIVERSITY OF PLANTS AND ALGAE
IN THE AYUSAI GORGE, ALMATY**

Annotation. This study presents a comprehensive analysis of the flora of the Ayusai Gorge for 2026, including an assessment of the taxonomic structure, life forms, and economic significance of plants. The flora was found to be characterized by a high level of diversity and includes 216 species belonging to 58 families. The dominant position is occupied by the angiosperm division (Magnoliophyta), which accounts for 96.76% of all species, whereas gymnosperms (Pinophyta) and ferns (Polypodiophyta) are represented insignificantly.

Analysis of the systematic structure showed that the families Asteraceae, Rosaceae, and Fabaceae possess the greatest species richness and form the basis of the regional flora. The ten leading families comprise more than 60% of all species, indicating a pronounced unevenness in the distribution of floristic diversity. At the genus level, large genera such as *Astragalus*, *Allium*, *Artemisia*, and *Geranium* stand out, concentrating a significant proportion of the species composition.

The study of plant life forms revealed the dominance of perennial herbaceous species (70.83%), which is typical of mountain and foothill ecosystems. Shrubs and annual plants also play a significant role, reflecting the diversity of ecological conditions and the degree of anthropogenic impact.

The obtained results demonstrate the richness and specificity of the flora of the Ayusai Gorge, as well as its vulnerability to anthropogenic influence. The necessity of further monitoring and the development of measures for biodiversity conservation in the region under increasing recreational pressure is emphasized.

In the Ayusai Gorge, 25 species of algae belonging to five divisions were identified: diatoms (Bacillariophyta) – 48%, green algae (Chlorophyta) – 24%, blue-green algae or cyanobacteria (Cyanophyta) – 16%, yellow-green algae (Xanthophyta) – 8%, and euglenoids (Euglenophyta) – 4%. Among the identified microalgae and cyanobacteria, the most frequently encountered species were *Scenedesmus* sp., *Chlorella vulgaris*, *Navicula* sp., and *Phormidium* sp., reflecting the characteristics of the species composition of the studied gorge. These representatives are widespread in freshwater environments and participate in the formation of both planktonic and attached communities. It should also be noted that the species *Spirogyra varians* and *Closterium moniliferum* were predominantly found in areas with reduced water flow velocity, which is related to their ecological characteristics and preference for calmer environmental conditions.

Keywords: flora of the Ayusai Gorge; biodiversity; taxonomic structure; plant life forms; anthropogenic impact; mountain ecosystems; algoflora; phytoindicators; microalgae; cyanobacteria.