

АННОТАЦИЯ

диссертации на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе «8D05108-Геоботаника»

Запариной Елены Геннадьевны «Изучение биоразнообразия высших водных и прибрежно-водных растений соленых и содовых озер Алматинской области»

Общая характеристика работы. Диссертационная работа посвящена комплексному исследованию биоразнообразия высших водных и прибрежно-водных растений соленых и содовых озер Алматинской области (Алаколь, Сасыкколь, Жаланашколь, Балхаш и Ушколь). Основной акцент направлен на выявление таксономического состава высших водных растений исследуемых озер, а также на изучение и выявление индикаторных видов, специфичных для соленой и щелочной среды. Кроме того, в рамках данной работы были проанализированы физические и химические свойства воды и изучен почвенный состав прибрежной зоны исследуемых озер.

Актуальность исследования. Изучение биоразнообразия высших водных и прибрежно-водных растений в соленых и содовых озерах Алматинской области является важной задачей мониторинга в рамках программы устойчивого управления природными ресурсами, проведение которого актуально, согласно целям устойчивого развития (ЦУР) №14 «Сохранение морских экосистем», №15 «Сохранение экосистем суши условиях антропогенного воздействия». С экологической точки зрения, соленые и содовые экосистемы считаются экстремальными местообитаниями для произрастания высших водных и прибрежно - водных растений. Сильная минерализация, стабильно высокий pH являются основными структурирующими факторами, которые оказывают значительное влияние на видовое разнообразие растительного покрова. Адаптация растений, устойчивых к соли (галофиты) и щелочи (алкалофиты) обусловлена различными механизмами, включая ионную компартментализацию, осмотическую регуляцию, суккулентность, работу антиоксидантных систем, поддержание окислительно-восстановительных реакций, выведение поглощенных солей. Наличие вышеперечисленных механизмов делает галофиты и алкалофиты способными не только выживать в экстремальных условиях, но и проходить весь свой жизненный цикл, тогда как растения, не способные адаптироваться - погибают. Таким образом, высокая концентрация солей и щелочей существенно влияют на видовой состав и структуру растительных сообществ, вызывая доминирование специфичных видов растений, способных к адаптации и произрастанию в таких условиях. Понимание этих изменений позволит прогнозировать последствия засоления и защелачивания почв и водоемов, а также разрабатывать стратегии для сохранения биоразнообразия в экстремальных средах. Следует отметить, что в условиях нарастающих экологических вызовов, таких как изменение уровня солености и щелочности водоемов, становится все более актуальным выявление и изучение специфических видов растений, способных выступать в

качестве индикаторов состояния изменения экосистем. Исследование, направленное на выявление индикаторных видов, характерных для соленой и щелочной среды, позволит создать эффективные методы мониторинга и оценки состояния водоемов. Использование таких видов в качестве биомаркеров может значительно упростить процессы мониторинга, позволяя оценивать состояние водоемов без необходимости применения специального оборудования и проведения сложных и дорогостоящих анализов. Таким образом, исследование биоразнообразия высших водных и прибрежно-водных растений в соленых и содовых озерах Алматинской области, а также выявление индикаторов соленой и щелочной среды, является актуальной и необходимой задачей.

Объект исследования: высшие водные и прибрежно – водные растения, вода, почва.

Цель исследования: изучение современного состояния биоразнообразия высших водных и прибрежно-водных растений соленых и содовых озер Алматинской области.

Задачи исследования:

1. Исследовать физические параметры и химический состав воды соленых и содовых озер Алматинской области (Алаколь, Сасыкколь, Жаланашколь, Балхаш, Ушколь);
2. Изучить почвенный состав прибрежной зоны исследуемых озер;
3. Проанализировать видовое разнообразие высших водных и прибрежно-водных растений содовых и соленых озер Алматинской области;
4. Охарактеризовать таксономический состав выявленной высшей водной флоры и провести экологический анализ;
5. Идентифицировать индикаторные виды из высших водных и прибрежно-водных растений засоленной и щелочной среды обитания.

Методы исследования. Для проведения исследований использовались классические геоботанические и флористические методы, в частности маршрутно – рекогносцировочный. Забор проб воды и почвы проводился в соответствии с ГОСТ 17.1.5.05-85 и ГОСТ 17.4.4.02-84. Для проверки достоверности полученных данных были использованы современные статистические методы анализа и программные обеспечения (Past 4, Statistics 6, ANOVA).

Научная новизна исследования.

– Впервые уточнен современный таксономический состав высших водных растений трех соленых (Алаколь, Сасыкколь, Балхаш) и двух содовых озер (Жаланашколь, Ушколь);

– Впервые применен комплексный подход к изучению озера Ушколь, который включает физический и химический анализы воды, исследование механического, агрохимического почвенного состава, изучение высших водных и прибрежно-водных растений;

– Впервые доказано, что видовое разнообразие прибрежно - водных растений озер Алаколь, Сасыкколь, Жаланашколь, Балхаш и Ушколь выше в щелочной среде обитания, чем в засоленной;

–Впервые, в рамках крупномасштабного географического исследования, выявлены индикаторные виды, характерные для соленой среды: *Juncus gerardi* Loisel., *Salicornia europaea* L., *Suaeda salsa* L.Pall и содовой (щелочной) среды: *Tripolium pannonicum* (Jacq.) Dobrocz., *Puccinellia dolicholepis* (V.I.Krecz.) Pavlov, *Suaeda physophora* Pall.

Теоретическая значимость. Комплексный подход выполненной работы объединяет таксономический, экологический и химический анализы, что позволяет выявить взаимосвязи между физико-химическими характеристиками водоемов, почвы и распространением высших водных и прибрежно – водных растений. Это дает более глубокое понимание экосистемных процессов и адаптационных механизмов растений к специфическим условиям среды, а также экологических связей, что создает новую методологическую основу для дальнейших исследований водных экосистем, особенно в экстремальных условиях. Выявление индикаторных видов для соленых и содовых озер позволит лучше понимать процессы, происходящие в этих экосистемах, и определять их влияние на биоразнообразие. Полученные результаты станут основой для расширения представления о высших водных и прибрежно – водных растениях в экстремальных условиях.

Практическая значимость работы. Полученные в ходе выполнения диссертационной работы результаты могут быть использованы для разработки стратегий сохранения биоразнообразия растений и устойчивого управления водными ресурсами. Результаты по изучению высших водных и прибрежно-водных растений могут стать основой для развития «гидробиологии», как самостоятельной науки в Казахстане. Коллекционный гербарный материал может быть использован для проведения практических занятий для бакалавров, магистрантов и докторантов высших учебных заведений. Идентифицированные в ходе работы индикаторные виды могут быть использованы в качестве биомаркеров для мониторинга экологического состояния соленых и содовых озер. Это поможет выявить ранние изменения в экосистемах и принять своевременные меры по их охране. Индикаторные виды соленой и содовой среды позволяют определять тип почвы и водоемов быстрым экспресс – методом биомониторинга, используя визуальное наблюдение, без использования дорогостоящего оборудования и химических лабораторных анализов.

Основные положения, выносимые на защиту:

– Определен современный состав (102 вида) высших водных растений трех соленых (Алаколь, Балхаш, Сасыкколь) и двух содовых озер (Жаланашколь, Ушколь) с уточнением 13 толерантных видов.

– В ходе исследования выявлены факторы, положительно влияющие на разнообразие прибрежно – водных растений - pH и карбонаты (CO_3^{2-} , HCO_3^-), ингибирующие – хлор и сульфаты (Cl^- , SO_4^{2-}).

– Идентифицированы 3 вида - индикатора для соленой среды: *Juncus gerardi* Loisel., *Salicornia europaea* L., *Suaeda salsa* L.Pall и 3 вида индикатора

для содовой: *Tripolium pannonicum* (Jacq.) Dobrocz., *Puccinellia dolicholepis* (V.I.Krecz.) Pavlov, *Suaeda physophora* Pall.

Связь с планом основных научных работ: Диссертационная работа выполнена в рамках проектов грантового финансирования МНВО РК AP08856160 «Оценка экологического состояния уникальных содовых и солёных экосистем Казахстана» и AP19674623 «Инновационный мультипространственный комплексный подход к биомониторингу соленых экосистем озера Алаколь». Научный руководитель: Инелова З.А.

Основные результаты и выводы исследования. Полученные в ходе проведения исследований результаты по изучению высших водных и прибрежно – водных растений соленых и содовых озер Алматинской области позволяют сделать следующие выводы:

1. Изучены физические свойства и исследован химический состав воды соленых (Алаколь, Балхаш, Сасыкколь) и содовых (Жаланашколь, Ушколь) озер Алматинской области. Уровень pH во всех отобранных образцах проб воды варьирует в пределах от 7,5 до 10, что свидетельствует о щелочном типе воды. Степень засоленности колебалась в суб-гипо-мезо-гиперсоленом диапазоне (1,3–526 г/л).

2. Анализ почвенного состава прибрежной зоны исследуемых озер показал, что уровень pH во всех образцах больше 7, что позволяет отнести все почвы к щелочным. Данные водной вытяжки продемонстрировали разную степень засоления почв. Высокая степень засоления характерна для озера Алаколь, слабозасоленная – для озера Сасыкколь, средnezасолённая – для озера Балхаш, незасоленная степень свойственна почвам прибрежной зоны Жаланашколь и Ушколь.

3. Флора высших растений озер Алаколь, Сасыкколь, Жаланашколь и прилегающих территорий включает 288 видов из 133 родов и 39 семейств. Флора высших растений озер Балхаш, Ушколь и прилегающих территорий включает 351 вид из 189 родов и 45 семейств.

4. Таксономический анализ водной флоры выявил 102 вида высших водных растений, относящихся к 30 семействам и 42 родам. Максимальный индекс гидрофитности был отмечен для озер Алаколь $I_{hd} = 0,7$ и Балхаш $I_{hd} = 0,68$. Сравнение видового разнообразия 5 озер не выявило явных различий по составу высших водных растений. Вместе с этим отмечено – 13 толерантных видов. Наиболее высокие индексы разнообразия (Симпсон, Шеннон, Маргалеф, Менхиник) отмечены для озер Алаколь и Балхаш, наименьшие для озер – Жаланашколь и Ушколь. Выявленные высшие – водные растения представлены в виде двух жизненных форм: многолетники 85 видов и однолетники 17 видов. Экологический анализ показал распределение высших водных растений по 2 типам и 3 подтипам: 1. многолетние поликарпики (укореняющиеся – 87 видов, свободноплавающие – 9 видов); 2. однолетние монокарпики (укореняющиеся однолетники – 6 видов).

5. Впервые выявлены индикаторные виды растений, из которых 3 вида индикатора для соленой среды *Juncus gerardi*, *Salicornia europaea*, *Suaeda*

salsa и 3 вида индикатора для содовой: *Tripolium pannonicum*, *Puccinellia dolicholepis*, *Suaeda physophora*.

Апробация работы. Результаты диссертационной работы представлены и обсуждены на международных научно – практических конференциях: - Международная конференция студентов и молодых ученых «Фараби элемі», 2021-2024 гг, Алматы, Казахстан;

- Международная научно–практическая конференция, посвященная «30-летию независимости Казахстана: Аспекты сохранения биоразнообразия», 2021г., Алматы, Казахстан;

-Международная научно-практическая конференция «Проблемы опустынивания территории РК и вопросы их решения», 2023 г., Алматы, Казахстан;

- International Scientific Forum «Modern Trends in Sustainable Development of Biological Sciences» BIO Web of Conferences 100, 04015, 2024 г., Алматы, Казахстан;

- Международная научно-практическая конференция молодых ученых: «Идеи Н.В. Павлова глазами нового поколения ботаников», посвященная 130-летию со дня рождения академика Николая Васильевича Павлова, 2024 г., Алматы, Казахстан;

- Международная научная конференция «International Conference on Plant Biology and Biotechnology (ICPBV 2024)», 3-6 июня 2024 г., Алматы, Казахстан;

Публикации. Основное содержание диссертации опубликовано в 13 печатных работах, в том числе: 2 статьи в международных рецензируемых журналах с импакт-фактором, индексируемых в Scopus и/или Web of Science: 1 статья опубликована в научном журнале, имеющем импакт-фактор по данным JCR – 1,2 (Q3, 52-й перцентиль), 2-ая статья в журнале, имеющем импакт-фактор по данным JCR – 1,6 (Q1, 96-й перцентиль); 2 статьи в изданиях, входящих в перечень научных изданий, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере образования и науки (КОКСОН) МНВО РК, 9 тезисов в материалах международных конференций. Результаты диссертационной работы частично включены в отчеты о научно – исследовательской работе по проектам AP08856160 и AP19674623.

Личный вклад докторанта заключался в сборе данных по теме исследования, выполнении основного объема теоретических и экспериментальных исследований, включая анализ, интерпретацию, оформление полученных результатов, подготовку рукописей для публикаций и написание диссертационной работы.

Объём и структура диссертации. Диссертация изложена на 156 страницах и состоит из разделов, включающих обозначения и сокращения, введение, обзор литературы, материалы и методы, результаты и обсуждения, заключение, список использованных источников из 196 наименований из них 112 на английском языке. Диссертационная работа содержит 35 таблиц, 47 рисунков, 3 приложения.