

ОТЗЫВ

официального оппонента кандидата биологических наук **Евлакова Петра Михайловича** на диссертацию **Тумуржав Шинэхуу** «Влияние климатических и антропогенных факторов на функциональное разнообразие растений степей Южной Сибири и Северной Монголии», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.15. – Экология (биологические науки)

Актуальность исследования, теоретическая и практическая значимость и новизна работы. В условиях глобальных климатических изменений и увеличивающегося антропогенного воздействия на природные экосистемы **актуальной** является разработка подходов к оценке функционального состояния растительности. Это позволит не только анализировать текущее состояние экосистем, но и прогнозировать их изменения в будущем, выявлять уязвимые виды и экосистемы, что критически важно для сохранения биоразнообразия. С изменением климатических условий важно не только отслеживать, как меняется набор видов и таксономическое разнообразие в экосистемах, но и понимать, как эти изменения влияют на функциональные свойства растений. Функциональное разнообразие включает в себя различные характеристики, такие как фотосинтетическая активность, устойчивость к стрессам и конкурентоспособность, которые определяют, как растения взаимодействуют с окружающей средой. Данная диссертационная работа посвящена изучению функционального разнообразия растений степей обширного географического региона, объединяющего степные районы Южной Сибири и Северной Монголии. Эти территории с засушливым климатом уже сегодня сталкиваются с серьезными проблемами, и эта ситуация усугубляется антропогенной нагрузкой, в первую очередь вследствие интенсивного выпаса животных и пахоты. В работе Тумуржав Шинэхуу **впервые** изучено разнообразие значений функциональных признаков степных растений не

Общий отдел ИЭРиЖ
УрО РАН
Вх. № 226
От 22.11.2024 г.

только для отдельных видов, но и на уровне функциональных свойств растительных сообществ. Использование комплексного подхода, включающего широкий спектр структурных и физиологических показателей листьев, тканей, клеток и хлоропластов, позволило автору продемонстрировать пределы варьирования функциональных показателей, зависимость их от вида растения и от условий среды. Диссертация Тумуржав Шинэхуу одна из немногих работ, где одновременно рассмотрено влияние на функциональные признаки растений сразу нескольких факторов – и климатических, и антропогенных. Кроме того, в работе **впервые** для данного региона установлена связь между продуктивностью степных сообществ и функциональными показателями преобладающих в них видов. Результаты исследования не только углубляют знания о механизмах адаптации растений к климату и антропогенному воздействию, но и способствуют разработке **практических** рекомендаций для оценки и прогнозирования продуктивности и функционального состояния степных экосистем.

Степень достоверности и апробация работы. Достоверность положений и выводов основана на обширном фактическом материале, собранном в пяти различных климатических районах вдоль 600 км широтного трансекта. В каждом из районов исследованы не менее 3 сообществ с разной степенью антропогенной трансформации, а в каждом сообществе изучены все доминанты, а также наиболее обильные виды растений, все вместе составляющие не менее 70% от общего проективного покрытия сообщества. Для получения результатов автором использованы современные методические подходы к анализу внутренней структуры, газообмена и пигментного состава листьев. Тумуржав Шинэхуу провел корректную статистическую обработку полученных многочисленных данных с использованием методов основной и многомерной статистики. Результаты исследований апробированы на нескольких научных конференциях и опубликованы в ведущих научных журналах, в том числе из перечня ВАК при Министерстве образования и науки РФ и индексируемых в базах Scopus и Web of Science.

Диссертационная работа содержит введение, 5 глав, заключение, выводы и 2 приложения. Список литературы состоит из 280 источников, из которых 119 на иностранных языках. Текст диссертации изложен на 185 страницах, включает 10 таблиц и 41 рисунок. Судя по изложению материала в диссертации и автореферате, Тумуржав Шинэхуу **лично** проанализировал все растительные образцы (214 образцов, принадлежащих к 121 виду растений) по параметрам структуры листьев в полевых и лабораторных условиях, автор **лично** принимал участие в полевых измерениях физиологических показателей растений. Анализ и обобщение результатов, написание текста диссертации выполнены Тумуржав Шинэхуу самостоятельно.

Глава 1 содержит подробный обзор имеющейся литературы по вопросам характеристики степей как типа ландшафта и биологических особенностей степных растений. Описаны основные фенологические, морфологические и физиологические механизмы адаптации растений к засухе и антропогенному нарушению вследствие выпаса животных. Выявлен недостаток информации о структуре и функции листьев растений в изучаемых районах исследования, особенно в аспекте влияния выпаса на функциональные показатели растений и сообществ.

Глава 2 «Районы, методы и объекты исследований» дает полное представление о районах исследования, их географическом положении, рельефе, климате и растительности. В каждом районе дана подробная характеристика изученных растительных сообществ. В данной главе не только подробно описаны объекты исследования – изученные виды растений, но и проанализирована встречаемость разных жизненных форм, типов строения листьев и экологических групп в изученных районах. Далее с исчерпывающей подробностью описаны методы измерения функциональных признаков листьев, всего более 30 признаков. Признаки измеряли в полевых и лабораторных условиях, используя широкий спектр методов – весовой метод, световую микроскопию, цифровые снимки, компьютерный анализ

изображений, инфракрасный газоанализ, спектрофотометрический метод. Детально описаны статистические методы.

Глава 3 «Разнообразие параметров листьев степных растений Южной Сибири и Северной Монголии» посвящена общему анализу разнообразия значений функциональных показателей среди изученных растений. Приведены гистограммы частотного распределения для всей выборки растений и анализ частоты встречаемости значений показателей отдельно по районам исследования. Проведен анализ влияния климата района исследования на изменение распределения значений функциональных признаков, выявлены функциональные показатели, наиболее сильно зависящие от климата. Выявлены различия между растениями разных экологических групп с учетом систематического положения видов - отдельно для однодольных и двудольных растений, что особенно ценно и редко встречается в исследованиях подобного рода.

Глава 4 описывает особенности внутривидового варьирования функциональных показателей в зависимости от климата и степени антропогенной трансформации сообщества. В главе приведены результаты анализа 9 видов растений, собранных в разных климатических районах, и подробно описаны изменения структуры и функции их листьев на всех уровнях – от параметров хлоропластов до клеток, тканей и целых листьев. Влияние антропогенной трансформации показано на 6 видах растений, изученных, напротив, в близких климатических условиях, но в контрастных по степени нарушенности от выпаса. Показано, что такие структурные признаки как толщина листа, объем клетки мезофилла и число хлоропластов в клетке, значительно зависят от вида и мало варьируют под действием климата или выпаса. Физиологические показатели, такие как максимальная интенсивность фотосинтеза и транспирации, содержание пигментов, больше зависят от климатических условий.

Глава 5 посвящена изучению функциональных свойств растительных сообществ. В ней приводится детальное сравнение средних и

средневзвешенных значений показателей для всех изученных сообществ и делается вывод о влиянии засухи на смещение средневзвешенных значений по интегральным показателям мезофилла таким как число хлоропластов на единицу площади листа, общая поверхность хлоропластов и клеток мезофилла. Также установлена зависимость средних и средневзвешенных значений показателей на сообщество от высоты над уровнем моря и степени антропогенной трансформации и связь этих показателей с долей ксерофитов в сообществе. Установлена связь продуктивности степного растительного сообщества с функциональными признаками наиболее обильных в сообществе видов.

В **заключении** приведен обобщенный анализ разнообразия функциональных признаков изученных растений и влияние на встречаемость значений признаков разных климатических, биологических и антропогенного фактора. **Выводы** сформулированы четко и полностью соответствуют задачам диссертационного исследования, поставленным в рамках обозначенной цели работы. Работу отличает хороший научный стиль изложения, детальное описание результатов и большое количество хорошо оформленного графического материала, что существенно облегчает понимание полученных результатов. Ссылки на результаты других авторов в работе представлены корректно и отмечены в диссертации. Очевидно хорошее знание соискателем объектов исследования и полное владение методами, использованными в работе. Однако стоит отметить, что, несмотря на перечисленные преимущества данной работы, остается несколько вопросов, которые не влияют на представленные основные выводы и результаты:

1. В чем причина, по мнению соискателя, большей зависимости функциональной активности фотосинтетического аппарата растений степей от условий произрастания, чем от видовой принадлежности?
2. Почему при оценке фотосинтетической активности степной растительности использовался максимальный фотосинтез, а не результирующий углекислотный газообмен (видимый фотосинтез)?

Подводя общий итог можно заключить, что диссертационная работа Тумуржав Шинэхуу является полным и законченным исследованием, характеризуется цельностью, высокой степенью оригинальности и достоверности полученных результатов. **Автореферат** диссертации хорошо оформлен, и содержание автореферата полностью соответствует содержанию диссертации. **Диссертация** «Влияние климатических и антропогенных факторов на функциональное разнообразие растений степей Южной Сибири и Северной Монголии» соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям Положением о присуждении ученых степеней (пп. 9-11, 13, 14), утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842 с изменениями, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 20.03.2021 г. № 426, а ее автор Тумуржав Шинэхуу заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.15. – Экология (биологические науки).

Официальный оппонент, главный научный сотрудник научного центра лесных биотехнологий и постгеномных технологий Научно-исследовательского института «Инновационных технологий и лесного комплекса», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова», кандидат биологических наук по специальности 03.00.12 – физиология растений, почтовый адрес: 396020, Воронежская область, Рамонский район, с. Айдарово, ул. Свободы 42, адрес электронной почты: peter.evlaikov@yandex.ru

19.11.2024 г.

Евлаков Пётр Михайлович

