

Методология и методика исследования, значение для науки и практики.

Полученные Тумуржав Шинэхуу данные основаны на хорошо известном и признанном в мировой научной литературе подходе мезоструктуры фотосинтетического аппарата растений, разработанном в конце 1970-х гг. академиком РАН А. Т. Мокроносовым, который включает измерение признаков на разных уровнях организации растения: целого листа, мезофилла, клеток и хлоропластов. Этот метод был ранее успешно использован для изучения растений на внутривидовом и межвидовом уровне в разных климатических зонах Северной Евразии. В исследовании Тумуржав Шинэхуу с помощью широко используемого метода «мезоструктуры» листьев рассмотрено влияние климатических и антропогенных факторов на функциональное разнообразие растительных сообществ степей. В ходе применения данного метода автор привлек к получению данных также современные методы цифровой обработки и компьютерного анализа изображений для определения трехмерных характеристик клеток и хлоропластов. Полный комплексный анализ функциональных признаков, включая структурные, физиологические и биохимические показатели, позволил выявить закономерности варьирования значений и механизмы приспособления растений к условиям среды как внутри вида, так и на межвидовом уровне. Одновременный анализ функциональных признаков растений на уровне вида и проективного покрытия видов в растительном сообществе позволили автору рассчитать значения важных функциональных показателей для сообщества в целом. Такой оригинальный подход позволил оценить функциональное разнообразие листьев внутри сообщества, рассчитать максимальную интенсивность поглощения углекислого газа на единицу площади сообщества, и выявить связь с продуктивностью сообщества. Данные результаты являются важными для прогнозирования продуктивности растительности степных экосистем, в том числе и количественной оценки нарушения растительности под действием выпаса.

Новизна полученных результатов и выводов.

В данной работе впервые выполнен комплексный анализ функциональных признаков листьев растений степей с учетом положения изучаемых видов в растительном сообществе. Автором впервые проанализирован большой набор видов растений в пяти разных климатических районах вдоль протяженного широтного трансекта Южной Сибири и Северной Монголии, ранее подобные исследования в этих районах не проводились. Также автором впервые для травяных сообществ Центрально-Азиатского региона показана зависимость надземной фитомассы от фотосинтетической способности и ассимиляционной поверхности листьев преобладающих в сообществе видов. Выявлены структурно-функциональные адаптации растений к изменению климата и

антропогенной трансформации на нескольких уровнях: внутривидовом, межвидовом и на уровне сообщества в целом. Результаты исследования значительно расширяют существующие представления о связи продуктивности растительного сообщества с функциональными показателями листьев растений.

Личный вклад автора в разработку научной проблемы.

Автор собрал обширный фактический материал и провел анализ данных, касающихся разнообразия функциональных признаков растений в данном регионе. Представленный диссертационный материал отличается логичностью и последовательностью изложения, а сама работа характеризуется высокой степенью новизны. Автором было проведено исследование 214 образцов, относящихся к 121 виду растений, по более чем 30 функциональным показателям. Полевые работы осуществлялись с личным участием автора в рамках Совместной российско-монгольской комплексной биологической экспедиции РАН и Академии наук Монголии (АНМ), в рамках проекта по изучению экосистем озера Байкал. Лабораторные исследования, анализ, интерпретация и обобщение результатов, написание текста выполнены Тумуржав Шинэхуу самостоятельно. Кроме того, Тумуржав Шинэхуу продемонстрировал отличное владение современными статистическими методами обработки данных.

Основные результаты исследований представлены на международных и Всероссийских конференциях. По теме диссертации опубликовано 13 научных работ, из них 4 – в журналах, рекомендованных ВАК РФ для защиты диссертаций соискание ученой степени кандидата биологических наук. Работа получила поддержку из средств государственного задания на НИР Министерства науки и высшего образования РФ № FEWZ-2024-007.

Содержание и структура диссертационной работы.

Текст диссертации включает введение, пять глав, заключение, выводы, а также список литературы, содержащий 280 источников, из которых 119 написаны на английском языке. Объем работы составляет 185 страниц. В основной части диссертации представлены 10 таблиц и 41 иллюстрация.

В Главе 1 (Обзор литературы.) автор рассматривает определение степи, как типа зонального ландшафта и общую характеристику степных ландшафтов Южной Сибири и Северной Монголии. Приводит обзор литературы о биологических особенностях степных растений и подробный анализ исследований функциональных и структурных параметров листьев играющих важную роль в адаптации растений к условиям засушливого климата. Проанализированы литературе данные о влиянии антропогенного

воздействия на продуктивность и физиологическое состояние растений, особенностях газообмена, пигментного комплекса и структуры листьев.

Обзор литературы основан на актуальных источниках и обладает глубоким аналитическим подходом. Он освещает перспективы исследований в данной области и четко обосновывает цели проведенного собственного исследования.

В Главе 2 приведены данные по климату 5 районов исследования и характеристики 23 растительных сообществ. Подробно описаны объекты и методы исследования. Представлен список из 121 вида доминантов и наиболее обильных растений степных сообществ, дана характеристика их распределения по семействам, жизненным формам, экологическим группам. Диссертантом подробно описаны методы определения 30 структурных и функциональных параметров листьев. Положительным моментом работы является использование корреляционного анализа и многофакторного дисперсионного анализа ANOVA.

В Главе 3 изложены результаты анализа варьирования признаков и влияния климата района исследования на функциональное разнообразие. Показано, что структурные и функциональные признаки варьируют в широких пределах. Наибольшие коэффициенты вариации (90-88 %) наблюдались у функциональных признаков – интенсивность транспирации E/M и эффективность использования воды (WUE), признаки играющие ведущую роль при адаптации степных растений к дефициту влаги. Показан сложный характер изменчивости функциональных показателей по широтному градиенту, связанный с горным рельефом районов, вместе с тем показана четкая связь функциональных показателей растений с климатом.

В Главе 4 автор рассматривает закономерности внутривидовых изменений структурных и функциональных признаков листьев у девяти видов степных растений в разных климатических районах и растительных сообществах. В начале главы проведен анализ внутривидовой и межвидовой изменчивости по величине коэффициента вариации. Далее диссертант анализирует корреляционную взаимосвязь структурных параметров и функциональной активности листа и приходит к заключению, что не первичные световые реакции, а диффузия CO_2 внутри листа являются основным лимитирующим фактором максимального фотосинтеза степных растений. В завершении главы выявлены специфические особенности влияния антропогенной трансформации сообществ на листовые функциональные черты двух групп видов растений отличающихся обилием и лучшей адаптацией в настоящей или нарушенной степи.

В главе 5 приведены результаты анализа функциональных свойств 23 сообществ, для каждого рассчитаны средние арифметические и средневзвешенные значения комплекса структурных и функциональных показателей в целом для сообщества. Показано влияние экологических

условий, определяющих долю ксерофитов и мезофитов в сообществе, на соотношение между средними арифметическими и средневзвешенными значениями, а именно, превышение первого для интегральных характеристик мезофилла и содержания пигментов. Диссертантом проанализирована связь продуктивности сообществ с функциональными параметрами листового полога, обнаружена высокая положительная корреляция надземной фитомассы с фотосинтетической активностью и внутренней ассимиляционной поверхностью листьев, рассчитанная для 9 сообществ с близким проективным покрытием листового полога. Выявлена связь арифметических и средневзвешенных для сообщества значений функциональных параметров с высотой над уровнем моря: достоверная отрицательная корреляция с параметрами целого листа и высокая положительная корреляция с фотосинтезом, транспирацией и содержанием хлорофилла. В заключительной части главы автором показано, что увеличение степени антропогенной трансформации растительного покрова приводило к появлению видов с другими функциональными свойствами – с более высокой интенсивностью фотосинтеза, большей толщиной листа, большей площадью поверхности мезофилла.

В заключении приведен многофакторный анализ общего разнообразия значений функциональных признаков и показано, что разные функциональные признаки имеют различное значение для связи растений с климатом, локальными экологическими условиями и антропогенным нарушением.

Выводы соответствуют задачам, сформулированным в соответствии с целью исследования, и подтверждают ключевые положения диссертации. Текст работы написан качественным научным языком. Содержание автореферата полностью соответствует содержанию диссертации.

Замечания и вопросы к диссертации.

1. Автором включен в диссертационную работу огромный фактический материал с его очень подробным анализом, что представляет определенную сложность для прочтения текста и восприятия информации.
2. В новизне работы указано, что «Впервые выявлены механизмы структурно-функциональной адаптации растений к изменению климата и антропогенной трансформации сразу на нескольких уровнях: внутривидовом, межвидовом и на уровне сообщества в целом». Данная фраза очень общая, т.к. механизмы адаптации на таких уровнях сложных систем (внутривидовом, межвидовом и на уровне сообщества в целом) включают в себя еще систему размножения и жизненный цикл, без которого ответ на антропогенные нарушения не полон. Возможно, авторы имели ввиду более узкие отдельные параметры, по которым они

- выстроили свою систему ответа сообщества, которая отражает определенные тенденции.
3. Под многими рисунками в диссертации отсутствуют пояснения используемых сокращений названий районов, видов или признаков (стр. 105 рис. 22, стр. 108 рис. 24, стр. 119 рис. 29 и т.д.).
 4. В главе 3.3 для проведения сравнительного анализа экологических групп всю выборку видов из 5 географических районов диссертант разделили на 4 группы, при этом отличия мезофитов и ксерофитов проявились достаточно отчетливо, а мезоксерофитов и ксеромезофитов оказались сглаженными, отличия слабо выражены. Представляется вероятным, что дифференцированное рассмотрение этих групп для различных географических районов позволил бы эти различия выявить.
 5. Вопрос относится ко второй главе. Учитывалась ли форма клеток при определении внутренней ассимиляционной поверхности мезофилла?
 6. Какие виды будут преобладать в будущем в растительных сообществах с сильным антропогенным воздействием?
 7. Внутривидовая изменчивость была изучена у девяти видов, это модельные растения или виды доминанты, виды индикаторы? По каким признакам был проведен отбор этих видов?
 8. Почему в работе акцент сделан на лист, хотя в адаптациях участвуют и другие органы растений?

Заключение

Не смотря на указанные замечания и небольшие стилистические ошибки, считаем, что работа Тумуржав Шинэхуу является фундаментальным научным исследованием и представляет собой значительный вклад в изучение функционального разнообразия растений степей Центральной Азии. Полученные автором результаты имеют несомненную новизну, научную и практическую значимость, основаны на достоверных уникальных данных полевых и лабораторных исследований. Цель и задачи диссертационного исследования достигнуты.

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).

Диссертация и отзыв рассмотрены и одобрены на заседании лаборатории клеточной биологии и биологии развития Федерального государственного бюджетного учреждения науки "Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии" Дальневосточного отделения Российской академии наук (протокол № 6 от 25 ноября 2024 г.).

Отзыв подготовили:

Бурундукова Ольга Леонидовна
Кандидат биологических наук («03.00.12» Физиология и биохимия растений) Старший научный сотрудник,
Лаборатория клеточной биологии и биологии развития,
ФГБУН ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН

Хроленко Юлия Анатольевна
Кандидат биологических наук («03.00.05» Ботаника)
Старший научный сотрудник,
Лаборатория клеточной биологии и биологии развития,
ФГБУН ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН
(секретарь заседания)

Горпенченко Татьяна Юрьевна
Кандидат биологических наук («03.00.23» Биотехнология)
Старший научный сотрудник, заведующий лабораторией,
Лаборатория клеточной биологии и биологии развития,
ФГБУН ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН
(председатель заседания)

Организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии» Дальневосточного отделения Российской академии наук (ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН)
690022, г. Владивосток,
проспект 100-летия Владивостока, 159
тел.: (423) 231-04-10,
факс: 231-01-93,
e-mail: info@biosoil.ru

Юлия
Бурундуковой
Хроленко
Горпенченко



_____ заверяю
директор отдела кадров Федерального государственного бюджетного учреждения науки "Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии" Дальневосточного отделения Российской академии наук

Иванов И.И. / Иванова И.И.
27.11.2024