



**Уральский
федеральный
университет**

имени первого Президента
России Б.Н.Ельцина

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (УрФУ)

ул. Мира, 19, Екатеринбург, 620002, тел.: +7 (343) 375-45-07
контакт-центр: +7 (343) 375-44-44, 8-800-100-50-44 (звонок бесплатный)
e-mail: rector@urfu.ru, www.urfu.ru
ОКПО 02069208, ОГРН 1026604939855, ИНН/КПП 6660003190/667001001

14.07.2025 № 33.15-05/2-140.1

На № _____ от _____



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по науке ФГАОУ ВО
«Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,

д.ф.м.н.

Германенко Александр Викторович

«14» июля 2025 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» на диссертационную работу Нестерова Виктора Николаевича «Экофизиологические механизмы реализации адаптивных стратегий галофитов», представленную в диссертационный совет 24.2.479.01, созданный на базе ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», на соискание ученой степени доктора биологических наук по научной специальности 1.5.21. Физиология и биохимия растений

Актуальность темы исследования

В диссертационной работе Нестерова В.Н. представлены результаты комплекса оригинальных исследований, направленных на оценку адаптивных реакций на засоление у разных групп галофитов. Засоление почв – одна из актуальных проблем современности, особенно в условиях усиления антропогенных нагрузок и аридизации климата. Солевой стресс является одним из наиболее разрушительных абиотических стрессов, влияющих на анатомо-морфологические характеристики, а также физиологические процессы растений. Поэтому все большую значимость приобретают данные об адаптивных механизмах устойчивых к засолению растений, а, следовательно, актуальность проведенных исследований не вызывает сомнений.

Характеристика содержания работы

Диссертационная работа изложена на 273 страницах, состоит из введения, трех глав, заключения, выводов и списка использованной литературы (включающего 518 источников). Работа содержит 25 таблиц и 98 рисунков.

Во введении обоснована актуальность темы исследований, сформулированы цель, задачи исследования, отражены теоретическая и практическая значимость и защищаемые положения. При этом формулировка 4-го положения, выносимого на защиту, представляется не совсем понятной. Показана связь темы диссертации с плановыми исследованиями. Отмечено, что результаты работы прошли широкую адаптацию и опубликованы в 31 работе, включая 1 статью из перечня журналов, рекомендованных ВАК,

10 публикаций из перечня изданий ВАК-МБД, 11 статей из перечня изданий Web of Science и Scopus, 7 публикаций из перечня изданий РИНЦ. Кроме того, по материалам исследования опубликована глава в монографии издательства Springer.

В первой главе представлен обстоятельный обзор литературы: всесторонне рассмотрена проблема засоления почвы, проанализированы имеющиеся данные по прогнозированию изменения площадей засоленных земель в условиях изменения климата, дана биоэкологическая характеристика галофитов. Представлены данные об особенностях роста и фотосинтеза солеустойчивых растений, механизмах их адаптации к засолению почвы. Проанализирована роль мембранного аппарата клеток растений в регуляции солеустойчивости. Особое внимание акцентировано на литературных данных о липидных рафтах клеточных мембран, поскольку в растительных клетках они изучены недостаточно. Описаны особенности регуляции редокс-метаболизма галофитов. Представлен материал по эколого-экономическому потенциалу галофитов, а также способам повышения солеустойчивости гликофитов и галофитов. Глава завершается кратким обобщением, отражающим состояние изученности отдельных аспектов в области экофизиологии солеустойчивых растений и проблемные вопросы, на решение которых должны быть направлены исследования. Во второй главе представлена характеристика района исследований, дано краткое описание объектов исследования и постановки лабораторного эксперимента, указаны методы исследования, включая статистическую обработку данных. Следует отметить, что для достижения поставленной цели автором были использованы как традиционные классические, так и современные методы исследования (электронная и конфокальная микроскопия, высокоэффективная тонкослойная хроматография, газовая хромато-масс-спектрометрия и др.). В третьей главе представлены основные результаты исследования. Изучена функциональная активность, Na-аккумулирующая способность и экологическая приуроченность галофитов с разными стратегиями адаптации. Выявлены структурные особенности листьев галофитов, различающихся по стратегии солеустойчивости и типу фотосинтеза, и особенности их мембран. Особый интерес представляет подраздел 3.4 «Липидные рафты галофитов», наличие которых в органеллах галофитов было подтверждено как биохимическими, так и микроскопическими методами. Результаты исследования в природных местообитаниях дикорастущих видов растений подкрепляются модельными исследованиями. Выполнена оценка фиторемедиационного потенциала двух видов галофитов.

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации. Основные выводы согласуются с поставленными задачами и полученными результатами, а также с материалами опубликованных статей.

Новизна

В диссертационной работе впервые детально изучены адаптивные стратегии галофитов, связанные с регуляцией солевого обмена и типом фотосинтеза, при различной степени засоления среды и обеспеченности ее влагой, а также экофизиологические закономерности изменения этих стратегий. Впервые продемонстрировано, что одним из ключевых элементов адаптации растений при их «продвижении» по градиенту засоления является липидный компонент мембран. Благодаря использованию современных биохимических и микроскопических методов впервые доказано наличие липидных рафтов в хлоропластах и митохондриях галофитов и показано их участие в клеточном ответе растений на воздействие NaCl.

Научная и практическая значимость полученных результатов

Выявлены структурно-функциональные адаптивные механизмы на уровне органа, ткани, клетки, мембранной системы, а также про- и антиоксидантный статус галофитов в зависимости от стратегии солеустойчивости и типа фотосинтеза. Полученные материалы могут быть востребованы при прогнозировании фотосинтетической активности и продуктивности фитоценозов засоленных местообитаний в условиях меняющейся биосферы, а также использованы при разработке технологий выращивания солеустойчивых

биосферы, а также использованы при разработке технологий выращивания солеустойчивых растений в качестве масличных и энергонасыщенных культур, особенно с учетом предполагаемых изменений климата. Предложенная в работе экспериментальная схема может служить тест-методикой для оценки фиторемедиационного потенциала галофитов, а эугалофиты в перспективе могут быть использованы для ремедиации почв, подвергшихся антропогенному загрязнению. Методика извлечения липидных рафтов из эндомембран клеток листьев растений может быть использована в учебных и исследовательских целях. Результаты работы рекомендуется использовать при модернизации курсов лекций и практикумов по экофизиологии и устойчивости растений.

Достоверность результатов исследования.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций определяется значительным объемом фактических данных, полученных автором в результате комплекса экспедиционных и лабораторных исследований с использованием широкого спектра как классических, так и современных методов.

Замечания, вопросы и комментарии по содержанию и оформлению работы.

В целом тема диссертационного исследования проработана достаточно глубоко и разнопланово. Однако следует отметить, что в обширном библиографическом списке (более 500 наименований) мало публикаций последних 5 лет.

По методической части (вторая глава) имеется ряд вопросов:

- Чем определялся выбор именно этих 24 видов галофитов, и какую долю от флоры галофитов Приэльтонья они составляют? Возможно, подробное геоботаническое описание исследуемых территорий сняло бы этот вопрос.
- Не совсем понятно, как определяли параметры тилакоидной системы, с помощью какой программы измеряли эти показатели?
- Раздел «Статистическая обработка» изложен довольно кратко. Указано, что «в работе представлены данные от трех до пяти биологических повторностей...». А какова была повторность при проведении мезоструктурного анализа? На чем основан выбор статистического анализа, оценивали ли нормальность распределения значений? Какой критерий использовали при оценке достоверности различий между вариантами?

При оценке функциональной активности (третья глава) не понятно, как определялась ассимиляция CO_2 , которая была рассчитана на площадь листа? Это была проективная поверхность или вся поверхность суккулентного листа? Известно, что суккулентные листья в большинстве случаев имеют нетипичную плоскую форму и богаты водоносной паренхимой.

Представлены данные по размерам клеток столбчатого мезофилла, тогда как размеры клеток губчатой ткани и клеток обкладки пучков не приведены. При этом, губчатая паренхима, по замечанию самого автора, отсутствует только у одного вида галофита. Возможно, эти вопросы были бы сняты, если бы в работе были представлены поперечные срезы листьев галофитов, в том числе, с С4-типом метаболизма, у которых имеется особый кранц-тип структуры листа. В подразделе, где обсуждается увеличение выхода электролитов у галофитов, хотелось бы увидеть рассуждения автора об участии натриевых каналов в этом процессе.

При оценке про- и антиоксидантных реакций галофитов расчет некоторых показателей сделан на сырой вес, хотя показано, что по водоемкости листья изученных видов растений, особенно эугалофитов и гликогалофитов, очень сильно различались. В таком случае корректнее рассчитывать показатели на сухую массу.

При оценке фиторемедиационного потенциала хотелось бы уточнить: почему в опыте использовали нитратные соли металлов, поскольку присутствие азота не могло не повлиять на физиологические показатели даже при суточной экспозиции? Чем определялся выбор такой короткой экспозиции (24 часа) и такой дозы солей металлов как 1 моль?

Результаты статистической обработки данных желательно подтверждать статистическими таблицами, хотя бы в приложении, особенно это касается дискриминантного и корреляционного анализов.

В целом следует отметить, что диссертационная работа хорошо структурирована, текст написан грамотным научным языком, изложение текста логичное и последовательное, хотя и встречаются редкие терминологические неточности, орфографические и пунктуационные погрешности. Отмеченные недочеты не снижают общей значимости работы, сделанные замечания носят рекомендательный или дискуссионный характер и могут быть учтены в дальнейшем при проведении научных исследований.

Заключение

Диссертационная работа Нестерова Виктора Николаевича это завершённый самостоятельный научный труд, который является цельным исследованием, основанным на большом объеме оригинальных материалов, имеющих важное социально-экономическое и хозяйственное значение. Считаем, что диссертационная работа Нестерова В.Н. на тему «Экофизиологические механизмы реализации адаптивных стратегий галофитов», по своей актуальности, новизне, теоретической и практической значимости, достоверности и обоснованности выводов, апробации основных положений соответствует требованиям пунктов 9-14 Положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. (в действующей редакции), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор, Нестеров Виктор Николаевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора биологических наук по научной специальности 1.5.21. Физиология и биохимия растений.

Отзыв на диссертационную работу Нестерова В.Н. на тему «Экофизиологические механизмы реализации адаптивных стратегий галофитов» обсужден и одобрен на совместном заседании кафедры экспериментальной биологии и биотехнологий и кафедры биоразнообразия и биоэкологии Института естественных наук и математики Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина (протокол № 5 от 04 июля 2025 г.). Присутствовало 15 человек, результаты голосования: «за» – 15 чел., «против» – 0 чел., «воздержались» – 0 чел.

Председательствующий,
заведующий кафедрой экспериментальной
биологии и биотехнологий Института
естественных наук и математики Федерального
государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования «Уральский
федеральный университет имени первого
Президента России Б.Н. Ельцина», кандидат
биологических наук, специальность 03.00.12 –
Физиология растений, доцент



Киселева Ирина Сергеевна

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина». Адрес: 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19, т. 8(343)3899728, e-mail: Irina.Kiseleva@urfu.ru, сайт: www.urfu.ru

Я, Киселева Ирина Сергеевна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Нестерова Виктора Николаевича, и их дальнейшую обработку.

 Киселева Ирина Сергеевна

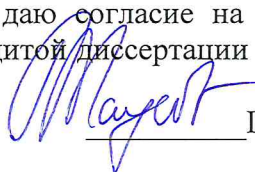
Профессор кафедры биоразнообразия и биозологии Института естественных наук и математики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», доктор биологических наук, специальность 1.5.18 – Микология, доцент



Пауков Александр Геннадьевич

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина». Адрес: 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19, т. 8(343)3899728, e-mail: Alexander.Paukov@urfu.ru, сайт: www.urfu.ru

Я, Пауков Александр Геннадьевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Нестерова Виктора Николаевича, и их дальнейшую обработку.



Пауков Александр Геннадьевич

Подписи Киселевой И.С., Паукова А.Г. заверяю



ГЛАВНЫЙ СПЕЦИАЛИСТ
УЧЕНОГО СОВЕТА УРФУ
КУДРЯШОВА Н.Н.

« 14 » июля 2025 г.