

Отзыв на автореферат диссертации на соискание степени доктора биологических наук по специальности 1.5.21. Физиология и биохимия растений «Экофизиологические механизмы реализации адаптивных стратегий галофитов» Нестерова Виктора Николаевича

Засоление считается вторым по значимости после засухи и важнейшим сопутствующим засухе стрессовым фактором для высших растений. Третья часть обрабатываемых почв на нашей планете засолены в различной степени. В Российской Федерации явление засоления почв значительно усилилось в последние годы. В некоторых южных регионах России засолено до 50% сельскохозяйственных почв. Ряд ведущих научных центров мира работает над проблемой засоления. Однако, механизмы воздействия засоления (NaCl) на организм растения и его приспособительные реакции изучены недостаточно. Это касается и солеустойчивых видов растений – так-называемых галофитов, раскрытие молекулярной природы резистентности которых к соли представляет огромный интерес.

В представленной диссертации целью являлось выявить ряд важнейших детерминант физиологического ответа на NaCl у галофитов различных типов. Для ее решения Нестеровым В.Н. применен широкий диапазон методов, включая отбор образцов 24 видов галофитов в естественной среде обитания, выращивание некоторых в культуре, определение элементного состава при помощи атомно-абсорбционной спектроскопии, измерение уровня оводнённости тканей и утечки электролитов, химический анализ почв, измерение содержания пигментов, перекисного окисления липидов, уровень активности антиоксидантных ферментов, анализ мезоструктуры листа и ультраструктуры хлоропластов при помощи обычной и электронной микроскопии, эффективность фотосинтеза при помощи РАМ-флуориметрии, анализ содержания отдельных липидов при помощи высокоэффективной тонкослойной хроматографии и газовой хроматографии с масс-детекцией, выделение и изучение липидных рафтов с использованием дифференциального ультрацентрифугирования и конфокальной лазерной микроскопии, а также другие подходы.

В работе оценено накопление натрия галофитами, имеющими разные стратегии адаптации к NaCl , на фоне различного уровня засоления и влажности почвы. Исследована структуры листа и хлоропластов у разных групп галофитов, в том числе С3- и С4-растений. Определены отличия в липидах мембран и липидных рафтов у галофитов разных групп и высказаны

предположения об их роли в адаптации к NaCl. Исследовано редокс-состояние галофитов на фоне воздействия высоких уровней NaCl. Изучено влияние условий произрастания на физиологическое состояние галофитов. Оценен фиторемедиационный потенциал галофитов по отношению к тяжелым металлам.

В работе впервые продемонстрировано, что с увеличением степени засоления и влажности почвы стратегия солеустойчивости изменяется в направлении от гликогалофитов к криногалофитам, а затем к эугалофитам. Уменьшается число видов с C4-фотосинтезом. Показано, что рост концентрации NaCl приводит к гипертрофии клеток у эугалофитов, увеличения количества и размеров хлоропластов у данной группы галофитов. Их хлоропласты при этом отличаются большей гранальностью по сравнению с гликогалофитами и криногалофитами. Обнаружена зависимость состава липидов от уровня засоления и физиологической стратегии адаптации к высоким уровням NaCl. Установлено, что с увеличением [NaCl] растет выход электролитов из клеток, увеличивается соотношение мембранных липидов к мембранным белкам и свободных стерина к связанным, также повышается доля Δ^7 - и Δ^0 -стерина в составе мембран. К тому же в ответ на засоление в липидных рафтах хлоропластов и митохондрий увеличивается доля цереброзидов.

В диссертации также установлено, что уровень окисления липидов у облигатных галофитов ниже, чем у факультативных галофитов, а C4-растения характеризуются меньшей степенью перекисного окисления липидов по сравнению с C3-растениями. Показано, что с увеличением температуры воздуха и понижением влажности в направлении с севера на юг у галофитного вида *Salicornia perennans* уменьшается содержание нейтральных липидов, линолевой кислоты, а доля длинноцепочечных жирных кислот и линоленовой кислоты увеличивается. Продemonстрировано, что эугалофиты, помимо натрия могут накапливать тяжелые металлы, такие как кадмий и медь, что потенциально может быть использовано для фиторемедиации почв. При этом также обнаружено, что гликогалофиты не обладают способностью к повышенному накоплению тяжелых металлов.

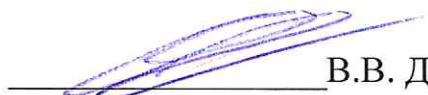
В целом в работе описан широчайший спектр очень важных физиологических приспособительных реакций растений к произрастанию на засоленных почвах. Например, только отдельно обнаруженные отличия по накопления натрия, эффективности фотосинтеза или структуры липидных рафтов у разных галофитов, так же, как и при действии NaCl, вполне

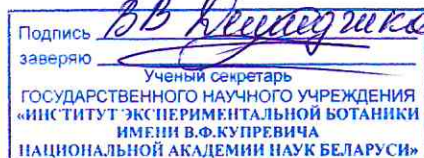
соответствуют уровню докторской диссертации. По моему мнению представленная работа является одной из наиболее глубоких и серьезных попыток механистического объяснения эффектов солеустойчивости у галофитов Евразии. Об этом свидетельствуют и научные публикации соискателя. Их уровень высокий, имеются журналы с импакт-фактором выше 5. Результаты очень интересны, работа прекрасно написана, методически выполнена на высоте.

На основе прочтения автореферата возникла, по сути, только одна группа серьезных научных вопросов: «Какова механистическая роль перестроек в липидных рафтах и составе мембран в процессе ответа на засоление и адаптации к высоким уровням NaCl в среде?», т.е. выражаясь упрощенно «Что конкретно эти измененные липиды и модифицированные рафты «делают»? Как они «работают» для адаптации? Это защита от окисления, регуляция ионного баланса или что-то еще? Если так, то, как это можно доказать?». Но эти вопросы имеют дискуссионный характер и не являются критикой работы.

Считаю, что Нестеров Виктор Николаевич заслуживает присвоения степени доктора биологических наук по специальности 1.5.21. Физиология и биохимия растений, а его диссертация «Экофизиологические механизмы реализации адаптивных стратегий галофитов» соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям как по объему материала, так и по научной значимости результатов. Виктором Николаевичем внесен весомый вклад в развитие «стрессовой» физиологии растений, а полученные им данные будут высоко оценены коллегами и будут активно использоваться мировым научным сообществом.

Главный научный сотрудник
Лаборатории роста и развития растений
Института экспериментальной ботаники
им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси
д.б.н., проф., член-корр. НАН Беларуси

 В.В. Демидчик



03.09.2025г.

Демидчик Вадим Викторович, д.б.н. (03.01.05 – Физиология и биохимия растений, 03.01.02 – Биофизика), demidchik@botany.by, тел.: +375333527623, 220072 г. Минск, ул. Академическая, 27