

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.047.01
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ СИБИРСКОГО ИНСТИТУТА ФИЗИОЛОГИИ И БИОХИМИИ РАСТЕНИЙ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 21.04.22 протокол № 8

о присуждении **Гуриной Веронике Валериевне** (Российская Федерация) ученой степени кандидата биологических наук.

Диссертация «Изменения липидного состава вакуолярной мембраны корнеплодов *Beta vulgaris* L. при абиотических стрессах» по специальности 1.5.21 – «физиология и биохимия растений» принята к защите 7 февраля 2022 года, протокол №4, диссертационным советом Д 003.047.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Сибирского института физиологии и биохимии растений Сибирского отделения Российской академии наук (664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 132, а/я 317), приказ о создании №105/нк от 11 апреля 2012 г.

Соискатель Гурина Вероника Валериевна, 1989 года рождения, с 2022 года и по настоящее время работает в должности младшего научного сотрудника в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Сибирского института физиологии и биохимии растений Сибирского отделения РАН.

Диссертация выполнена в лаборатории физиологии растительной клетки Федерального государственного бюджетного учреждения науки Сибирского института физиологии и биохимии растений Сибирского отделения РАН.

В 2011 году соискатель окончила с отличием Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный университет». В 2015 г. Вероника Валериевна поступила в заочную аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Сибирского института физиологии и биохимии растений Сибирского отделения Российской академии наук, которую досрочно окончила в 2019 г.

Научный руководитель – Озолина Наталья Владимировна, доктор биологических наук (03.01.05 – физиология и биохимия растений), Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирского института физиологии и биохимии растений Сибирского отделения Российской академии наук, главный научный сотрудник лаборатории физиологии растительной клетки.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический институт им. В.Л. Комарова Российской академии наук (БИН РАН), в своем **положительном заключении**, подписанном Котловой Екатериной Робертовной, кандидатом биологических наук (03.00.12 – физиология растений и 03.00.24 - микология) и утвержденном директором института д.б.н. Дмитрием Викторовичем Гельтманом отмечают, что диссертационная работа «Изменения липидного состава вакуолярной мембраны корнеплодов *Beta vulgaris* L. при абиотических стрессах» по актуальности темы, поставленным целям и задачам, объему проведенных исследований, новизне полученных результатов, их научной и практической значимости отвечает всем требованиям пункта 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г. (со всеми изменениями, включительно по 2021 год), а ее автор, Гурина Вероника Валериевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.21. – физиология и биохимия растений. Отзыв заслушан и утвержден на заседании лаборатории аналитической фитохимии БИН РАН, протокол заседания №1 от 5 апреля 2022 года.

Замечания в отзыве ведущей организации.

1. Во введении встречаются некоторые неточности. Например, при описании новизны исследования, автор замечает, “отмечено увеличение содержания минорных жирных кислот и кампестерина, снижение количества фосфатидной кислоты и отношения стигмастерин/ β -ситостерин». Однако, согласно представленным данным, увеличивается не содержание минорных жирных кислот, а их доля (или относительное содержание) в составе общих липидов, а отношение стигмастерин/ β -ситостерин не уменьшается, а увеличивается.

2. На наш взгляд излишне лаконично выглядит второй раздел, посвященный структуре мембран. Диссертант обошел вниманием концепцию глобальной гетерогенности мембраны, объясняющую существование огромного разнообразия молекулярных видов мембранных липидов (Nagayama, Riezman, 2018), а также ряд важных определяемых ими параметров, например, плотность упаковки, плотность заряда, свойства, приводящие к дезинтеграции бислоя.

3. В очень основательно написанном 3 разделе обзора, который в целом производит впечатление очень вдумчивого исследования, допущены некоторые неточности: стеринны, в отличие от эфиров и гликозидов стеринов, принято рассматривать в качестве простых, а не сложных липидов (стр. 16) (Васьковский, 2000); в фотосинтезирующих тканях растений, содержащих в хлоропластах разветвленную сеть тилакоидных мембран, обогащенных гликолипидами, доминирующей является α -линоленовая кислота (C18:3, n-3), а у так называемых 16:3-растений – гексадекатриеновая кислота (C16:3, n-3), а не только C16:0, C18:1, C18:2, как указано в диссертации (стр. 19); ссылка на высокое содержание в липидах тонопласта длинноцепочечных ЖК, к которым, как известно, относят ЖК C-20 ряда и выше, не подкрепляется данными табл. 1 (стр. 22); в табл. 2 не содержится информации о нейтральных липидах *Beta vulgaris*, как заявлено в тексте (стр. 25); остатки ЖК присоединены сложноэфирной связью не к гидроксилу фосфорной кислоты, а к гидроксилам глицерина (стр. 27); на гликозилдиацилглицерин и гликосфинголипиды можно поделить гликолипиды, а не гликоглицеролипиды, в состав которых, как следует из названия, входит глицерин, а не сфингозин (стр. 27).

4. В диссертации, начиная с обзора литературы, не сказано о наличии у многих растений, к которым, в частности, принадлежит объект исследования *Beta vulgaris*, $\Delta 7$ -стеринов, имеющих двойную связь между C7 и C8 атомами углерода в стерановом ядре. Ссылка на деление стеринов на 24-метил- и 24-этилстеринны справедлива, если речь идет о $\Delta 5$ -стеринах. В иных случаях, при обсуждении представителей порядков *Caryophyllales*, *Cucurbitales* и др., корректнее делить эту группу соединений на $\Delta 5$ - и $\Delta 7$ -стеринны, соотношение которых у растений может колебаться в очень широких пределах.

5. Отдельно следует отметить способы выделения вакуолей и вакуолярных мембран. Данные методики, являющиеся оригинальными разработками коллектива СИФИБР СО РАН (Саляев и др., 1981; Ozolina et al., 2013), во многом обеспечили актуальность и новизну исследования. За годы работы они, по-видимому, претерпели немало модификаций, возможно, что-то было привнесено и В.В. Гуриной. Хотелось бы получить более четкое представление о вкладе диссертанта в совершенствование данных методик.

6. Разделу 2 не хватает иллюстрационного материала, например, отсутствуют хроматограммы, полученные для метиловых эфиров жирных кислот и силильных производных стеринов. Поскольку *Beta vulgaris* является растением, синтезирующим большой спектр стеринов, включая $\Delta 5$ - и $\Delta 7$ -стеринны, а также, по-видимому, $\Delta 0$ -станолы, такая хроматограмма, полученная для стеринов вакуолярной мембраны, и дополненная значениями индексов удерживания помогла бы дать более точную оценку идентификации соединений.

7. То же относится и к данным масс-спектрометрии стеринов. Поскольку для анализа TMS-производных стеринов использовали колонку HP-5MS (30 м x 0,25 мм x 0,50 мкм), которая, как правило, не позволяет разделить TMS- β -ситостерин и TMS-спинастерин ($\Delta 7$ -стигмастерин), приведенные масс-спектры обсуждающихся в работе стеринов, в частности β -ситостерина, решили бы многие вопросы, связанные с разделением.

8. Во фракции ЖК снижение относительного содержания линолевой кислоты на 3%, которое компенсировалось увеличением концентрации насыщенных кислот, несопоставимо мало, по сравнению с

увеличением содержания диеновых конъюгатов, которое увеличилось на 47%. Поскольку концентрация линолената (C18:3) в вакуолярных мембранах невелика, линолевая кислота (C18:2) становится основным субстратом окислительных реакций. Хотелось бы, чтобы диссертант пояснил, с чем может быть связана несогласованность данных по составу ЖК (табл. 4) и уровнем их окисления (рис. 12). 9. Анализ изменений в составе индивидуальных классов липидов также не выявил, каких-либо серьезных нарушений. Зарегистрированное снижение содержания фосфатидных кислот (ФК) на фоне увеличения количества дигалактозилдиацилглицеринов (ДГДГ) представляется вполне логичным. Как правило, подобная реакция, зачастую связанная с усилением эукариотического пути синтеза гликолипидов, наблюдается при многих стрессовых воздействиях. Частичное замещение фосфолипидов, синтез которых ограничивается, молекулами ДГДГ способствует поддержанию целостности и функциональной активности мембран в условиях стресса, и, как правило, сопровождается обратимыми, не очень грубыми повреждениями. Однако данные по выходу электролитов (рис. 13) и периоду полураспада мембран (рис. 14) свидетельствуют о противоположном. Здесь также требуются комментарии. 10. Замечание к данной главе заключается в том, что в большинстве разделов диссертант ограничился описанием результатов, не представив их критического обсуждения. В ряде случаев формально использованные литературные данные не способствуют пониманию причин и следствий наблюдаемых явлений.

Официальные оппоненты.

1. Жигачева Ирина Валентиновна, доктор биологических наук (03.01.02 – биофизика), Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля Российской академии наук, ведущий научный сотрудник лаборатории физико-химических основ регуляции биологических систем,
2. Аксенов – Грибанов Денис Викторович, кандидат биологических наук (03.02.08 – экология), доцент, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», руководитель лаборатории фармацевтической биотехнологии.

дали положительные отзывы о диссертации.

Замечания в отзыве официального оппонента д.б.н., И.В. Жигачевой.

1. Наличие некоторых неточностей в тексте. Так на стр. 22 приводится формула руменовой кислоты (октадека-9,11-диеновой кислоты) (18:2 ω7), но диссертант почему-то ее называет олеиновой кислотой. На стр. 27 пропущено слово «цепь» в словосочетании «углеводная цепь». 2. В качестве стадий перекисного окисления липидов (ПОЛ) на стр. 34 Гурина В.В. приводит следующие стадии: «иницирование цепной реакции, распространение и прекращение». По сути, такое описание стадий ПОЛ верно. Однако, в литературе приняты следующие обозначения стадий цепной реакции: инициация, развитие, разветвление, обрыв.

Замечания в отзыве официального оппонента к.б.н., доц. Д.В. Аксенов – Грибанов.

1. Чем обусловлен выбор методики моделирования окислительного стрессового воздействия? Почему выбран данный реактив и данная концентрация? При какой температуре проводили эксперименты? Измеряли ли концентрацию перекиси водорода во время эксперимента? Чем обусловлено время проведения эксперимента – 16 часов? 2. В ходе исследования проведено моделирование трех экспериментальных условий, однако не ясно – почему все проведенные эксперименты выполнены с разным типом биоматериала? Так, механизмы защиты от гипоосмотического стресса исследовали на очищенных корнеплодах, гиперосмотический стресс исследовали на примере неочищенных корнеплодов, а защиту от окислительного стресса и вовсе оценивали на кусочках ткани свеклы. 3. Чем обусловлен выбор методологии для исследования гипоосмотического и гиперосмотического стрессов? Из материалов диссертации невозможно понять – при каких условиях высушивали корнеплоды, и насколько этот эксперимент может быть воспроизводим и повторяем. 4. В работе, к сожалению, отсутствуют фотографии ТСХ-

пластин и визуальные данные ЦКВ. 5. В работе много невыверенных стилистических и грамматических оборотов. В автореферате встречаются разделы с разными шрифтами. 6. На стр. 20-21 представлены интересные таблицы по жирнокислотному составу вакуолярных мембран. Немного жаль, что в обсуждении результатов нет подобной объединенной таблицы. Возможно, сравнение наблюдаемых изменений в ответ на исследуемые стрессы и стрессы, описанные в литературе, выявили бы новые механизмы и закономерности. 7. Исследователь использовал устаревшие базы данных масс-спектров, что, впрочем, для газовой хроматографии жирных кислот не является критическим. К сожалению, в тексте диссертации не приведено ни одной хроматограммы. 8. Не могу в полной степени согласиться с употреблением понятия «специфических и неспецифических стратегий защитного действия тонопласта...» Принимая во внимание, что таблицы отсортированы по направлениям реакций, или по общим принципам направления защитных реакций, а не по специфичности ответа на тот или иной стресс, полагаю, что использование понятия «общие стратегии» и «специфические особенности адаптаций», было бы более уместно. 9. Визуализация таблиц с содержанием жирных кислот представлена классически и традиционно, но для подтверждения значимости исследования, визуализацию работ, и сравнение с иными исследованиями, полагаю, можно было бы доработать, подчеркнув тем самым, новизну и значимость работы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их научными достижениями в данной отрасли науки по специальности защищаемой диссертации. В ведущей организации БИН РАН работают специалисты, которые разрабатывают и оптимизируют методы исследования липидома и отдельных структурных групп липидов методами HPLC-ESI-MS/MS, MALDI-MS, GC-MS. Изучают структурное разнообразие липидов грибов и растений различных систематических и экологических групп; метаболизм и функциональную активность липидов, включая участие в клеточном сигналинге, регуляции роста и морфогенеза.

Официальный оппонент д.б.н. И.В. Жигачева является специалистом в области жирнокислотного состава липидов мембран при действии стрессовых факторов, к.б.н., доц. Д.В. Аксенов – Грибанов является авторитетным исследователем в области химии природных соединений, стресс-адаптации, хроматографии, масс-спектрометрии.

На автореферат поступили отзывы (все отзывы положительные):

1. д.б.н. В.М. Терёшина, Институт микробиологии им. С.Н. Виноградского РАН, г. Москва (1. В работе приведены количественные данные отдельно для фосфоглицеролипидов, гликоглицеролипидов и стерина, что не дает возможности оценить соотношение этих липидов в мембране, а это важно для понимания адаптивного ответа. Так, стерин, по количеству является минорной фракцией, доля которой в мембране составляет 2-5% от суммы мембранных липидов, тогда как самые важные изменения происходят в доминирующих классах липидов – фосфоглицеролипидах, гликоглицеролипидах. 2. Активно обсуждаются изменения в жирнокислотном составе мембранных липидов, хотя эти изменения мизерны, касаются только минорных жирных кислот и не изменяют степень насыщенности. 3. Количество общих липидов тонопласта заметно отличается от суммы фосфоглицеролипидов, гликоглицеролипидов и стерина. Чем это можно объяснить? 4. В методической части не приведены критерии чистоты фракции тонопласта.)

2. к.б.н. В.Н. Нестеров, Институт экологии Волжского бассейна Российской академии наук - филиал ФГБУН Самарского федерального исследовательского центра РАН, г. Тольятти (1. Задача 1 не может быть расценена как научная, т.к. «создать и оценить условия стрессового воздействия на корнеплоды *Beta vulgaris*» относится скорее к техническому обеспечению эксперимента. 2. Можно было бы более детально показать и обсудить результаты исследований, полученные с применением оригинального автоматизированного метода компьютерной центрифужной видеосъемки. Акцент на этом не был сделан. 3. В стрессовых условиях, как правило, уровень ФК – как продукта распада

ФЛ, повышается. Чем может быть объяснено снижение содержания ФК в составе липидов тонопласта? Возможно, что в %-ном отношении от суммы фосфолипидов, можно было получить более наглядную картину.).

3. д.б.н. Р.Г. Парнова, ФГБУН Институт эволюционной физиологии и биохимии имени И.М. Сеченова Российской академии наук, г. Санкт-Петербург (Возникает, однако, дискуссионный вопрос – почему диссертант наблюдаемые многочисленные изменения в липидном составе относит именно к защитным механизмам растительной клетки? С моей точки зрения, нельзя любое изменение в живой системе в ответ на действие патологического фактора называть защитным, для этого должны быть приведены доказательства – например, если бы этого изменения не было бы, клетка бы погибла. Почему эти изменения не могут быть просто свидетельством повреждения вакуолярной мембраны?).

4. д.б.н., проф. Н.Ф. Кушнерова, ФГБУН Тихоокеанский океанологический институт имени В.И. Ильичева ДО РАН, г. Владивосток.

5. д.б.н. О.А. Розенцвет, Институт экологии Волжского бассейна Российской академии наук – филиал ФГБУН Самарского федерального исследовательского центра РАН, г. Тольятти (1. Допущена погрешность в использовании терминологии. Так по всему тексту применяются термины «фосфолипиды и гликоглицеролипиды». Следует отметить, что как первые, так и вторые, липиды являются производными глицерина, то есть фосфолипиды являются фосфоглицеролипидами, также как гликоглицеролипиды. Поэтому правильнее бы использовать термины фосфолипиды и гликолипиды, либо – фосфоглицеролипиды и гликоглицеролипиды. 2. На мой взгляд данные таблиц 5 и 6 и рисунка 16 дублируют друг друга. 3. Было бы желательно установить взаимосвязь наиболее существенных изменений липидных компонентов с физическими свойствами мембран, например с проницаемостью, как показано на рис. 2.).

6. д.б.н. М.А. Даренская, ФГБНУ «НЦ ПЗСРЧ», г. Иркутск.

7. д.б.н. проф. Т.К. Головкин, Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар (1. Отсутствие расшифровки обозначения разных классов фосфо- и гликоглицеролипидов. 2. Хотя автор использовала разные контроли для разных типов стресса, но, в конечном счете, сравнивала изменения липидного профиля в условиях стрессовых воздействий. Насколько обоснован такой методологический подход? 3. Все отмеченные изменения в составе липидов автор относит к защитным механизмам. Чем тогда можно объяснить снижение стабильности вакуолярной мембраны и повышение выхода электролитов при стрессовых воздействиях?).

8. к.б.н. В.В. Нохсоров, Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск.

9. к.б.н. С.В. Сеник, БИН РАН, г. Санкт-Петербург.

10. д.б.н. Н.М. Казнина, ИБ КарНЦ РАН, г. Петрозаводск (Автор выделяет специфические стратегии защитного действия липидов тонопласта на разные виды стресса. Однако можно ли говорить о специфичности, если одинаковая реакция наблюдается при двух видах стресса? Например, снижение суммы гликолипидов при гипер- и гипосмотическом стрессе и др.).

11. д.б.н., доц. Л. В. Ветчинникова, ИБ КарНЦ РАН, г. Петрозаводск (1. Таблицы 3 и 4 можно было объединить, поскольку в них первые два столбца (из трех) являются фактически одинаковыми. 2. Таблицы 5 и 6 явились основой для рис. 16, но в автореферате они смотрятся дублированием. 3. Почему ГЛ - гликолипиды автор называет гликоглицеролипидами? 4. Одной из основных неспецифических реакций растений на многие внешние воздействия, как известно, является повышение степени ненасыщенности жирных кислот. В представленной работе в условиях окислительного и/или осмотических стрессов доля основных ненасыщенных (олеиновой и линолевой) жирных кислот, содержащихся в корнеплодах свеклы, снижалась. Чем это может быть обусловлено? Более того, выявленные автором изменения, на мой взгляд, не являются достаточными для

определения стратегии защиты растительных клеток, поскольку соотносительная роль специфических и неспецифических реакций может варьировать в зависимости от интенсивности и продолжительности изучаемых воздействий, что, по всей вероятности, не входило в задачи данной работы. Кроме того, специфические реакции в отличие от неспецифических, как правило, связаны непосредственно с генетическим аппаратом изучаемого объекта. Дополнительные пояснения по этому вопросу, возможно, представлены в диссертационной работе).

12. к.б.н., доц. С. Г. Юнусова, Уфимский институт УФИЦ РАН, г. Уфа (Для проведения окислительного стресса не указана концентрация перекиси водорода).

13. д.х.н. Е.Л. Водовозова, ФГБУН Институт биоорганической химии им. акад. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН, г. Москва.

14. к.б.н. Э. В. Некрасова, Амурский филиал ФГБУН Ботанического сада-института, ДО РАН, г. Благовещенск (1. В разделе «Методология и методы исследования» общей характеристики работы не указаны газо-жидкостная хроматография и масс-спектрометрия, хотя эти методы являются основными при анализе жирных кислот и стероидов. 2. Не указано, в каких условиях выдерживали корнеплоды для контроля при осмотических стрессах. 3. Контроль для окислительного стресса соответствует гипоосмотическому стрессу, при этом ткань испытывала такой стресс даже в большей степени, чем, собственно, в эксперименте с гипоосмотическим стрессом, поскольку в первом случае выдерживали кусочки ткани в дистиллированной воде, а не целые корнеплоды, как во втором. Однако уровень фосфатидной кислоты в контроле окислительного стресса был близок уровню ФК в контроле гипоосмотического стресса. 4. Ссылка на определение фосфолипидов по неорганическому фосфату (Vaskovsky and Latyshev, 1975) дана неверно. Должна быть (Vaskovsky et al., 1975) - Vaskovsky V.E., Kostetsky E.Y., Vasendin I.M. A universal reagent for phospholipid analysis // J. Chromatogr. 1975. V. 114. P. 129-141. 5. Увеличение уровня фосфатидилинозита автор рассматривает как специфическую реакцию тонопласта на гипоосмотический стресс (рис. 16, вывод 6). Однако уровень ФИ был выше и при других воздействиях. Другое дело, что это увеличение было статистически недостоверным в последних случаях.).

15. к.б.н., доц. А.В. Третьякова и к.б.н., доц. Л.И. Донская, ФГБОУ ВО «ИГУ», г. Иркутск.

Соискатель имеет 15 научных работ, из них **6 статьи в рецензируемых журналах из перечня ВАК РФ (входящих в базу Web of Science).**

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. **Гурина В. В.** Влияние окислительного стресса на состав жирных кислот липидов вакуолярной мембраны корнеплодов столовой свеклы / **В. В. Гурина**, Н. В. Озолина, И. С. Нестеркина, Н. В. Семенова, В. Н. Нурминский // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2016. – Т. 6, № 2. – С. 57-64. doi: 10.21285/2227-2925-2016-6-2-57-64.

2. Озолина Н. В. Жирнокислотный состав общих липидов вакуолярной мембраны при абиотическом стрессе / Н. В. Озолина, **В. В. Гурина**, И. С. Нестеркина, Л. В. Дударева, А. И. Катышев, В. Н. Нурминский // Биологические мембраны. – 2017. – Т. 34, № 1. – С. 63-69. doi: 10.7868/S0233475517010078.

3. Озолина Н. В. Динамика содержания фосфолипидов вакуолярной мембраны корнеплодов столовой свеклы при абиотических стрессах / Н. В. Озолина, **В. В. Гурина**, И. С. Нестеркина, В. Н. Нурминский // Физиология растений. – 2018. – Т. 65, № 5. – С. 358-365. doi: 10.1134/S0015330318050238.

4. Нестеркина И. С. Изменение содержания стероидов тонопласта при осмотическом стрессе / И. С. Нестеркина, **В. В. Гурина**, Н. В. Озолина, В. Н. Нурминский // Биологические мембраны. – 2019. – Т. 36, № 4. – С. 301–304. doi: 10.1134/S0233475519040108.

5. **Gurina V. V.** Effects of abiotic stresses on the content of glycolipids in the vacuolar membrane of red beetroot / **V. V. Gurina**, N. V. Ozolina, I. S. Nesterkina, V. N.

Nurminsky // Biochem. Moscow Suppl. Ser. A. – 2019. – V. 13. – P. 92–95. doi: 10.1134/S1990747818040062.

6. Ozolina N. V. Variations in the content of tonoplast lipids under abiotic stress / N. V. Ozolina, V. V. Gurina, I. S. Nesterkina, V. N. Nurminsky // Planta. – 2020. – V. 251, N 6. – Art. 107. doi: 10.1007/s00425-020-03399-x.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны положения, вносящие значительный вклад в современное представление о количественных и качественных изменениях содержания фосфолипидов, гликоглицеролипидов, стеринов и жирных кислот вакуолярных мембран корнеплодов *Beta vulgaris* при окислительном, гипер- и гипоосмотическом стрессах;

предложены понятия специфические и неспецифические стратегии защиты растительных клеток от стресса, связанные с липидами вакуолярной мембраны.

Теоретическая значимость исследований обоснована тем, что:

показаны результаты детального исследования изменения липидного состава вакуолярных мембран корнеплодов *Beta vulgaris* при окислительном и осмотических стрессах, которые значимы для понимания механизмов адаптации растений к изменяющимся условиям окружающей среды.

Применительно к проблематике диссертации с получением обладающих новизной результатов использован комплекс современных подходов и методов исследования, включающих биохимические, физиологические, хроматографические и хромато-масс-спектрометрические методы и др.; **впервые** показано, что при всех изучаемых стрессовых воздействиях увеличивается содержания минорных жирных кислот и кампестерина, снижается количество фосфатидной кислоты и отношение стигмастерин/ β -ситостерин. **Впервые** отмечено, что особенностью реакции мембранных липидов на окислительный стресс было существенное увеличение всех классов стеринов, что, по-видимому, связано с усилением такого важного процесса как аутофагия. При гиперосмотическом стрессе **впервые** установлено уменьшение гликоглицеролипидов, а также отношения фосфатидилхолин/фосфатилэтаноламин. **Впервые** выявлено, что гипоосмотическое стрессовое воздействие особенно повлияло на рост уровня фосфатидилинозитов. Большая часть выявленных изменений липидного состава тонопласта связана со стабилизацией бислоистой структуры мембраны и сигнальными функциями липидов, что характерно и для других мембран растительной клетки.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

получены данные об изменениях липидного состава вакуолярных мембран (стеринов, гликоглицеролипидов, фосфолипидов) при абиотических стрессах, которые являются ценными для создания устойчивых к засухе, засолению и затоплению растений путем селекции или генной инженерии. Также эти данные могут быть использованы для направленной регуляции эффективности адаптационных механизмов растений.

представлены материалы, которые могут рекомендованы при разработке курсов лекций по физиологии растений и биохимии на кафедрах соответствующего профиля.

Оценка достоверности результатов исследования выявила следующее:

для экспериментальных работ результаты получены с применением оборудования Федерального государственного бюджетного учреждения науки Сибирского института физиологии и биохимии растений СО РАН с использованием стандартных и апробированных методик. Заключение о достоверности результатов основано на статистической обработке экспериментальных данных;

теория основана на имеющихся в литературе данных о вакуолярной системе в жизнедеятельности клетки, структуре биологических мембран, особенностях липидного состава тонопласта, участии липидных компонентов мембран в ответ на стрессовые воздействия;

использовано сравнение авторских данных и данных, полученных другими исследователями по рассматриваемой тематике;

установлены общие закономерности изменения липидного профиля тонопласта, выявлены особенности реакции мембранных липидов на абиотические (окислительные и осмотические) стрессовые воздействия);

использованы современные методики сбора и обработки информации с использованием ресурсов Pubmed, eLIBRARY, Web of Science и др.

Личный вклад соискателя состоит: в планировании и проведении экспериментов, статистической обработке, обобщении и интерпретации полученных данных, в написании статей, опубликованных по результатам работы, а также в апробации результатов исследования в ходе выступления на конференциях различного уровня.

На заседании 21 апреля 2022 г. диссертационный совет принял решение присудить Гуриной Вероники Валериевне ученую степень кандидата биологических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 13 докторов наук, участвующих в заседании, из 19 человек входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту – 0 человек, проголосовали: за – 14, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель
диссертационного совета
Д 003. 047.01
д.б.н., профессор

Войников Виктор Кириллович

Ученый секретарь
диссертационного совета
Д 003. 047.01
к.б.н.

Акимова Галина Петровна

22 апреля 2022 г.