

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Федоровой Елены Эриковны «Эндоплазматическая система клеток корневого клубенька бобовых растений в условиях азотфиксирующего симбиоза», представленной на соискание учёной степени доктор биологических наук по специальности 1.5.21. Физиология и биохимия растений

Диссертационная работа Федоровой Е.Э. посвящена исследованию формирования эндоплазматической системы в инфицированных клетках азотфиксирующих клубеньков бобовых растений, где происходит тесное взаимодействие растительной клетки с микроорганизмами-ризобиями. Несмотря на обширное и глубокое изучение механизмов симбиотического взаимодействия бобовых растений и почвенных бактерий ризобий, таких как сигнальный каскад, функционирование транскрипционных сетей, гормональную регуляцию и авторегуляцию развития азотфиксирующих клубеньков, еще недостаточно изучено формирование симбиотического интерфейса – среды, в которой происходит взаимодействие растения и бактерий, и, в частности, формирование временных органелл симбиосом в результате развития эндоплазматической системы растительной клетки. Представленная диссертационная работа Федоровой Е.Э. находится в русле современных направлений исследований мировой науки и сфокусирована на малоизученных вопросах дифференцировки эндоплазматической системы в клубеньках бобовых растений, в основе которой лежат противоположные для растения процессы создания и размещения временных органелл бактериального происхождения в клетке с одной стороны и обеспечения биоконтроля развития патогенеза с подавлением иммунных реакций, с другой стороны. Эта проблема является актуальной и вызывает заслуженный интерес.

В ходе подготовки диссертации автором получено много новых результатов о механизмах органеллогенеза вакуолей в инфицированных клетках и идентичности симбиосомных мембран в онтогенезе. Впервые выявлено последовательное появление на симбиосомных мембранах белков пути эндоцитоза (Rab5, Rab7), белков регуляторов слияния мембран специфичных для эндосом и тонопласта: (t-SNAREs): SYP21/22, SYP51/52, VTI11, VPS11, VPS15, а также белков пути секреции, принадлежащих к группе VAMP7. В работе показана необходимость белков из группы VAMP71 для формирования симбиотического интерфейса инфекционной нити при выходе ризобий в цитоплазму клетки-хозяина. В работе разбирается механизм хостинга симбиосом, в котором участвуют белки комплекса Arp2/3, регулирующие формирование и рост актинового цитоскелета. Кроме того, впервые показана роль белков синаптотагминов в создании и регуляции вектора переноса мембран к симбиотическому интерфейсу, а также молекулярные механизмы индукции избыточного синтеза мембран эндоплазматического ретикулума в инфицированных клетках. В диссертационной работе впервые было доказано, что чувствительность корневых клубеньков к солевому стрессу зависит от работы ионных каналов шейкерного типа, участвующих в переносе ионов калия, MtAKT1 и MtSKOR/GORK, а также белков NHX6 и NHX7, участвующих в выведении ионов  $\text{Na}^+$  в инфицированных клетках.

В работе проведен большой цикл экспериментальных исследований с привлечением современных методов, оптимально подобранных для решения поставленных задач. Работа обладает научной новизной, достоверность и обоснованность полученных результатов подтверждается воспроизводимостью экспериментальных данных, а также публикациями

автора в рецензируемых журналах, индексируемых Web of Science и Scopus. Полученные оригинальные результаты могут быть использованы при разработке практических рекомендаций для совершенствования агротехнологий на основе растительно-микробных взаимодействий.

Считаю необходимым отметить, что Федорова Елена Эриковна является профессионалом высокого класса, одним из немногих в России, кого можно считать специалистом в области биологии азотфиксирующего симбиоза. Публикации автора в высокорейтинговых профильных для защищаемой специальности журналах заслуживают отдельного уважения.

На основе материала, изложенного в автореферате, считаю, что диссертационная работа Федоровой Елены Эриковны «Эндоэпидемная система клеток корневого клубенька бобовых растений в условиях азотфиксирующего симбиоза», представленной на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 1.5.21. Физиология и биохимия растений полностью соответствует требованиям «Положения о присуждении учёных степеней», принятых Постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора биологических наук по специальности 1.5.21. Физиология и биохимия растений.

Доктор биологических наук,  
главный научный сотрудник  
лаборатории молекулярной и клеточной биологии  
ФГБНУ «Всероссийского научно-исследовательского  
института сельскохозяйственной микробиологии»  
196608, г. Санкт-Петербург, Пушкин-8,  
ш. Подбельского, 3; т.  
E-mail:

Цыганова Анна Викторовна

23.04.2026

Подпись А.В. Цыгановой, главного научного сотрудника ФГБНУ ВНИИСХМ, доктора биологических наук, заверяю: начальник отдела кадров ФГБНУ ВНИИСХМ  
М.А. Ковалевская «27» апреля 2026 г.