

## ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Виктора Евгеньевича Цыганова на диссертацию Липчинского Андрея Анатольевича “Механобиологические аспекты роста клеток растений”, представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.01.05 – физиология и биохимия растений.

Работа Андрея Анатольевича Липчинского посвящена нескольким аспектам механобиологии растений. Следует сказать, что данное направление исследований, зародилось довольно давно. Еще Галилео Галилей и Леонардо да Винчи проявляли интерес к механическим свойствам растений, а во второй половине 19-го века механобиология растений оформилась как активно развивающееся научное направление. Тем не менее, развитие молекулярной биологии несколько оттеснило данное направление, и лишь в последние годы интерес к нему снова стал возрождаться. Поэтому предлагаемая диссертация представляет большой интерес и является весьма актуальной.

Диссертационная работа изложена на 63 страницах, содержит 13 рисунков и 3 таблицы. Структура работы включает введение, 3 главы с результатами, заключение и список литературы. Каждая из глав, в свою очередь имеет собственное введение, а глава первая еще и материалы и методы. Список литературы включает 172 источника, из них два на русском языке.

Первая глава диссертации посвящена анализу эластических свойств клеточных стенок. Представляется очень удачным выбор экспериментальной модели – клетки эпидермы 4-х и 6-ти дневных колеоптилей кукурузы. Были проведены 3 серии экспериментов, в которых определялись модуль упругости клеточных стенок, определяющий связь между тургорным давлением и объемом клетки, в зависимости от напряжения, влияние на эластическую растяжимость клеточных стенок температуры, а также зависимость модуля упругости от рН. В результате была выявлена нелинейная зависимость эластической деформации клеточных стенок от приложенного напряжения, что противоречило сложившимся представлениям о линейной связи между напряжением и эластической деформацией, соответствующей закону Гука. Для объяснения выявленного

*РК 09/2 - 480 от 18.11.19*



противоречия Андрей Анатольевич выдвинул две гипотезы. Согласно первой гипотезе существенная зависимость модуля упругости клеточных стенок от напряжения может быть вызвана перераспределением нагрузки с аморфных полисахаридов клеточных стенок на микрофибриллы целлюлозы при увеличении напряжения. Однако, эта гипотеза не получила экспериментального подтверждения. Вторая гипотеза предусматривала наличие градиента эндогенных механических напряжений между внутренними и внешними слоями клеточной стенки. Она подтвердилась выявлением складок во внутреннем слое клеточных стенок эпидермы колеоптилей кукурузы после их механической релаксации.

Вторая глава диссертации вносит весомый вклад в понимание механизмов функционирования экспансинов при пластической деформации клеточных стенок. Экспансины изучаются уже более полувека, для объяснения их действия были предложены различные модели, тем не менее, они не позволяют объяснить все нюансы действия экспансинов. Диссертантом была предложена изящная модель, согласно которой экспансины создают на поверхности микрофибрилл целлюлозы подвижные конформационные дефекты, вызывающие дестабилизацию связей между микрофибриллами целлюлозы и молекулами полисахаридов. Достоинством этой модели является тот факт, что она позволяет объяснить очень низкую концентрацию экспансинов в клеточной стенке, а также снять противоречие между присутствием в экспансинах каталитического центра гликолитических ферментов при отсутствии заметной гидролитической активности.

В третьей главе диссертации рассматриваются механизмы везикулярного транспорта при полярном апикальном росте. В качестве модельной системы выбран рост пыльцевых трубок. В результате разработана модель, в которой важную роль в везикулярном транспорте в кончиках пыльцевых трубок играет взаимодействие осмофоретических, электроосмотических и хемофоретических процессов. Подобная модель выглядит очень привлекательной, поскольку позволяет объяснить движение везикул в апексах пыльцевых трубок при отсутствии в них организованной сети тубулинового или актинового цитоскелета.

Результаты работы представлены в 4 статьях в международных журналах и в коллективной монографии. Большинство публикаций выполнено без соавторов и цитируется зарубежными исследователями в ведущих международных журналах.



Выводы, которые в тексте диссертации обозначены как «Главные полученные в работе результаты» полностью отражают представленные в диссертации результаты.

Тем не менее, у оппонента возникли некоторые вопросы, замечания и пожелания.

В модели, предложенной во второй главе, обосновывается участие экспансинов в создании конформационных дефектов, вызывающих дестабилизацию связей между микрофибриллами целлюлозы и молекулами гемицеллюлозы. Хотелось бы узнать, учитывает ли эта модель присутствие пектинов – одного из основных компонентов клеточной стенки?

Хотелось бы услышать предположения диссертанта, почему взаимодействие осмофоретических, электроосмотических и хемофоретических процессов играет роль в везикулярном транспорте только в апексе пыльцевой трубки, а в остальной ее части используется цитоскелет?

Также хотелось бы услышать мнение Андрея Анатольевича об универсальности предложенной им модели везикулярного роста. Будет ли она работать в других системах полярного роста, например, корневых волосках, или инфекционных нитях, формирующихся при формировании симбиотических клубеньков на корнях бобовых растений.

Видит ли диссертант какие-либо подходы, которые бы позволили экспериментально подтвердить предложенные им модели?

В тексте представлено большое количество работ 18-19 веков, начиная с Иоганна Вольфганга фон Гёте, изданных на немецком языке. Возникает вопрос – читал ли их автор в оригинале, или базируется на обзорах? Во втором случае следовало употреблять «цитируется по:...».

Хотелось бы пожелать автору в дальнейших работах не злоупотреблять написанием сложных для восприятия предложений и редко используемыми терминами, тем более они не всегда правильно употребляются. Так, например, «императив» мужского рода, а не женского рода (стр. 3). На стр. 13 употребляется инкрементальные увеличение и уменьшение, почему не сказать по-русски – постепенное? На стр. 34 упоминается «финитарное движение», что это?

Правильней писать по-русски «эпидерма», а не «эпидермис». На стр. 9 встречается англоязычное написание mM.

Следует сказать, что высказанные замечания не снижают общее очень благоприятное впечатление, которое производит диссертация Андрея Анатольевича Липчинского.

Диссертация Липчинского Андрея Анатольевича по теме “Механобиологические аспекты роста клеток растений” соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 01.09.2016 г. N 6821/1 “О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете”, соискатель Липчинский Андрей Анатольевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.01.05 – физиология и биохимия растений. Пункт 11 данного порядка диссертантом не нарушен.

Член диссертационного совета

Доктор биологических наук

Заведующий лабораторией молекулярной и клеточной биологии  
Федерального государственного бюджетного научного учреждения  
«Всероссийского научно-исследовательского института сельскохозяйственной  
микробиологии»



В. Е. Цыганов

Подпись ЦЫГАНОВА Виктора Евгеньевича, заведующего лабораторией молекулярной и клеточной биологии ФГБНУ ВНИИСХМ, доктора биологических наук, ЗАВЕРЯЮ:

начальник ОК ФГБНУ ВНИИСХМ

М.А. Ковалевская

15 ноября 2019 г.

