

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета на диссертацию Липчинского Андрея Анатольевича на тему: «Механобиологические аспекты роста клеток растений», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.01.05 – физиология и биохимия растений

Живая клетка, как известно, обладает характерными механическими свойствами, от которых зависят многие стороны ее жизнедеятельности, в том числе рост и дифференцировка, поддержание архитектуры, способность сопротивляться неблагоприятным факторам внешней среды. В настоящее время доказана важная роль механических сил в целом ряде жизненно важных для клетки процессах, однако исследования такого рода в основном проведены на животных объектах, тогда как растения с этой точки зрения изучены гораздо слабее. Вместе с тем показано, что рост растений сопряжен с поддержанием и перераспределением больших механических напряжений, и наиболее ярко физиологическая роль механических сил, возникающих внутри растительной клетки, проявляется именно в процессах роста. Вследствие этого представленная диссертационная работа А.А. Липчинского, посвященная изучению механобиологических аспектов роста клеток растений и имеющая целью исследовать на разных уровнях организации морфогенетически значимые механобиологические процессы, является весьма актуальной.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы. Во введении автор дает краткую историческую справку, показывающую место биомеханики среди других наук биологического профиля, перечисляет основные источники механических напряжений, возникающих в растении, кратко освещает современные знания в изучаемой им области науки, обозначает имеющиеся проблемы. Введение заканчивается формулировкой цели и задач исследования, а также описанием объекта исследований. Глава I посвящена изучению эластических свойств клеточных стенок в оптимальных температурных условиях и при пониженных температурах. В результате проведенных исследований диссертантом обнаружено, что связь между механическим напряжением и эластической деформацией клеточных стенок колеоптилей кукурузы является нелинейной, что, возможно, связано с неоднородным распределением механического напряжения между внутренними и внешними слоями клеточных стенок. Полученные автором результаты исследования свидетельствуют о том, что для

PK 09/2-449 от 12.11.19

адекватного описания механических свойств клеточных стенок важно учитывать зависимость их модуля упругости от напряжения.

Весьма интересны, на мой взгляд, результаты, представленные в главе 2, где обсуждаются вопросы, касающиеся пластических свойств первичных клеточных стенок, выяснению физиологически значимых, но слабо влияющих на молекулярную организацию клеточных стенок процессов. Особое внимание в ней уделяется действию белков – экспансинов, сведений об активности которых крайне мало на сегодняшний день. Автор предлагает новую модель возможного действия этих белков в клетке, в основе которой лежит их участие в образовании на поверхности микрофибрилл целлюлозы подвижных конформационных дефектов, которые и являются пусковыми механизмами разрыва водородных и ван-дер-ваальсовых связей между микрофибриллами и аморфными полисахаридами. Далее приводятся литературные данные и полученные автором результаты, подтверждающие возможность существования данной модели.

Глава 3 призвана ответить на важные вопросы о связи морфогенетических паттернов с изменениями внутриклеточного давления, о механизмах сопряжения растяжения клеточных стенок с процессами образования и встраивания в стенки новых структурных компонентов. На примере роста пыльцевой трубки автор анализирует механические аспекты электрокинетических и хемогидродинамических процессов, индуцированных ионными токами. Им предложены новые механизмы везикулярного транспорта. Так, обнаружено, что направленное движение апикальных везикул может являться результатом совместного действия электрофоретических, хемофоретических и осмофоретических сил. В заключении диссертант резюмирует представленный материал, делая вывод о том, что анализ системных принципов механобиологических трансформаций способен существенно дополнить классические физиолого-биохимические и биомеханические подходы на пути к более глубокому пониманию процессов роста и развития растительных организмов.

Анализ работы А.А. Липчинского позволяет говорить о высокой степени ее новизны. Полученные автором в ходе исследования результаты имеют большую теоретическую значимость, способствуя расширению и углублению знаний о росте и морфогенезе растений, а также могут быть использованы при чтении курсов лекций по отдельным разделам физиологии растений и цитологии. Практическая значимость работы связана в том числе с возможностью использования модели пластификации клеточных стенок (в результате дестабилизации связей между микрофибриллами целлюлозы и связующими гликанами) для развития технологий промышленного гидролиза целлюлозы, повышенное внимание к которым наблюдается в настоящее время во многих странах. Обоснованность

научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в работе, обеспечивается глубокой проработкой литературных источников (172 источника), основу которых составляют современные актуальные исследования, в основном, зарубежных авторов, и публикацией авторских статей в высокорейтинговых отечественных и зарубежных журналах. Необходимо также отметить, что диссертация очень хорошо иллюстрирована. Представленные автором схемы (как собственные, так и других авторов) способствуют лучшему восприятию материала.

Вместе с тем необходимо отметить некоторые дискуссионные вопросы и замечания к представленной диссертации.

1. Одной из задач работы было изучение модуля упругости клеточных стенок, изолированных из колеоптилей проростков кукурузы разного возраста (4-дневных и 6-дневных), однако в выводах выявленные различия между ними не отражены.

2. Чем был обусловлен выбор температуры 4° С в опытах по изучению влияния низкой температуры на эластическую растяжимость клеточных стенок? Принципиальна ли именно эта температура или аналогичные результаты будут получены в определенном диапазоне низких температур?

3. В главе 1 автор пишет: «Изменение длины клеточных стенок, вызванное их охлаждением, рассчитывалось как относительное уменьшение длины клеточных стенок в течение 3 сек после добавления холодного буфера», тогда как в выводе, который сделан из этих опытов, говорится об удлинении клеточных стенок при уменьшении температуры. Кроме того, правомочно ли в данном случае использовать термин «длина клеточной стенки» или измерялась ее растяжимость?

4. Диссертантом обнаружено, что с увеличением напряжения клеточные стенки колеоптиля кукурузы становятся более жесткими. С чем это может быть связано с точки зрения физиолого-биохимических процессов: с усилением суберинизации и лигнификации, увеличением числа молекул связующих гликанов или другими процессами?

В качестве замечания к оформлению рукописи отмечу, что фамилии ученых принято писать с инициалами (А.С. Фоминцын, В.В. Лепешкин).

Высказанные замечания, однако, не снижают оценки диссертационной работы, которая является законченным научным исследованием. Достоверность полученных результатов базируется на многочисленных и разноплановых экспериментах с использованием разнообразных методов исследования и подтверждена данными статистической обработки. Результаты диссертации полностью отражены в печатных работах, опубликованных в журналах, входящих в базы данных Web of Science и SCOPUS.

В целом, диссертация Липчинского Андрея Анатольевича на тему: «Механобиологические аспекты роста клеток растений» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 01.09.2016 № 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 указанного Порядка диссертантом не нарушен.

Член диссертационного совета
д.б.н. (03.01.05 – «физиология и биохимия растений»),
ведущий научный сотрудник
лаборатории экологической физиологии растений
Института биологии - обособленного подразделения
Федерального государственного бюджетного учреждения
науки Федерального исследовательского центра
"Карельский научный центр Российской академии наук"

Казнина Наталья Мстиславовна

Тел. (8124)762706, e-mail: kaznina@krc.karelia.ru



15.11.2019

Подпись сотрудника ИБ КарНЦ РАН Н.М. Казниной удостоверяю.

Ученый секретарь ИБ КарНЦ РАН к.б.н.



Е.М. Матвеева