

ОТЗЫВ

председателя диссертационного совета Шишовой Марии Федоровны 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.

Способность многократного увеличения размеров клетки, называемая ростом растяжением – уникальное свойство растительных клеток. Сформировавшееся на ранних этапах эволюции, оно сохранилось в жизненном цикле клеток высших растений. Для растительного организма рост растяжением представляет собой способ движения к источникам питания (различные тропизмы и быстрое достижение максимального соприкосновения с окружающей средой в целях усиления фотосинтетической активности и минерального/водного обмена), а также расценивается как этап дифференциации (осевое увеличение длины клетки), который свойственен большинству растительных клеток.

Несмотря на то, что механизмы реализации этого процесса занимают ученых со времен Ч. Дарвина, мы все еще очень далеки от их понимания. В 70-е годы прошлого века была сформулирована теория кислого роста, которая, принимая во внимание свойства клеточной стенки растительной клетки, указывала на роль протонной помпы плазматической мембраны. С тех пор накоплено огромное число данных о регуляции H^+ -АТФазы плазмалеммы, об участии фитогормонов и света в инициации этого процесса, об изменении эластичности клеточной стенки и т.д. Тем не менее, расшифровка механизмов инициации и регуляции этого процесса еще не закончена. Например, очень редко его рассматривают с точки зрения биомеханики. Именно этому посвящена диссертация Андрея Анатольевича Липчинского, сфокусированная как на изменении физико-химических свойств существующей клеточной стенки, так и на значении внутриклеточной везикулярной секреции, приводящей к модификации компонентов клеточной стенки.

Диссертационная работа включает в себя 3 главы, изложена на 63 страницах, содержит 13 рисунков и 3 таблицы. Список процитированной литературы составил 172 источника, включая истинные раритеты XVIII века, хотя нужно отметить, что автор проанализировал и очень большое число современных публикаций, в том числе 2019 года.

Результаты работы, которые включают в себя небольшое число экспериментальных данных и существенный теоретический анализ, подробно изложены в 4 статьях, опубликованных в международных журналах, относящихся к

PK 09/2 - 482 от 20.11.19

первому и второму квартилю, и в главе монографии, вышедшей в издательстве Springer.

Первая глава посвящена эластическим свойствам первичных клеточных стенок. Автор использует в качестве модельного объекта колеоптили кукурузы, клетки которых хорошо известны за способность к росту растяжением. Особенность этого ювенильного органа – нелинейное изменение способности к росту: интенсивное на ранних этапах и практически полное отсутствие при завершении развития ювенильного органа. Диссертант рассматривает, как при этом меняется значение модуля упругости. Показано, что модуль упругости клеточных стенок является функцией действующего в стенках напряжения и увеличивается пропорционально оказываемому напряжению. Однако, в отличие от ожидаемого, было выявлено нелинейное изменение эластических свойств клеточных стенок. Автор предложил 2 гипотезы для объяснения. Первая предполагала перераспределение механической нагрузки от аморфных полисахаридов клеточных стенок на микрофибриллы целлюлозы. Последующие эксперименты с низкими положительными температурами не подтвердили данную точку зрения. Вторая гипотеза основывалась на возможности неоднородного деформационного состояния разных слоев клеточной стенки. Она была подтверждена имеющимися в литературе данными о том, что на обращенном в сторону цитоплазмы слое клеточных стенок формируются складки, свидетельствующие о различиях в деформационном состоянии внутренних и внешних слоев. Липчинский А.А. приходит к выводу, что эти морфологические различия опосредуют неравенство механических свойств, которые и стали причиной нелинейности изменений.

Далее, во второй главе диссертант рассматривает роль белков экспансинов, локализованных в клеточной стенке в определении пластической деформации клеточных стенок растений. Эта группа белков участвует в регуляции скорости роста при слабокислых значениях pH апопласта, однако механизм этого процесса до сих пор окончательно не установлен. Липчинский А.А. предлагает оригинальную модель формирования подвижных конформационных дефектов в результате действия экспансинов. В результате, по мнению автора, наблюдается дестабилизация связей, существующих между микрофибриллами целлюлозы и обеспечивающих формирование единой полимерной сети клеточной стенки.

В третьей главе рассматриваются внутриклеточные транспортные процессы, необходимые для реализации процессов роста. В качестве модельной системы рассматривается другой тип роста – апикальный. Он свойствен не только растениям, но и грибам. У растений он характерен для роста пыльцевой трубки и корневого волоска. Во всех случаях наблюдается везикулярная секреция, обеспечивающая «доставку» необходимых структурных элементов. Механизмы,

обеспечивающие направленность этого транспорта, во многом еще неизвестны. Известные литературные данные об интенсивности ионного транспорта, величине мембранного потенциала, а также формирующегося продольного градиента мембранного потенциала позволили обосновать значение межфазных сил, возникающих на границах между цитоплазмой и мембранными липидами внутриклеточных везикул. Диссертант обсуждает роль осмофоретических, электроосмотических и хемофоретических процессов в определении направленности внутриклеточного транспорта.

Сделанные выводы соответствуют представленному в работе материалу и поставленным исходно цели и задачам.

В ходе знакомства с диссертационной работой возникло несколько вопросов:

1. Выявленные в первой главе различия эластических свойств клеточных стенок колеоптилей 4х и бти суточных проростков незначительны. Служит ли это доказательством того, что свойства клеточных стенок данного ювенильного органа не являются лимитирующим фактором в определении скорости роста?
2. Можно ли предположить, что процессы регуляции везикулярной секреции, столь ярко продемонстрированные на примере пыльцевых трубок, могут ожидатьсся и при других типах апикального роста, или даже при росте растяжением паренхимных клеток колеоптилей?

Данные вопросы носят дискуссионный характер и не снижают благоприятного впечатления от работы.

Диссертация Липчинского Андрея Анатольевича по теме "Механобиологические аспекты роста клеток растений" соответствует основным требованиям, установленным Приказом N 6821/1 от 01.09.2016 г. "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.

Председатель диссертационного совета
доктор биологических наук
профессор кафедры физиологии
и биохимии растений СПбГУ
Шишова Мария Федоровна