



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Общество физиологов растений России
Всероссийский институт растениеводства имени Н. И. Вавилова
Санкт-Петербургский государственный университет

Годичное собрание общества
физиологов растений России
Научная конференция
с международным участием
и школа молодых ученых

21-24 июня 2016
Санкт-Петербург, Россия



СИГНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ РАСТЕНИЙ: ОТ РЕЦЕПТОРА ДО ОТВЕТНОЙ РЕАКЦИИ ОРГАНИЗМА



предположение об изменении роли отдельных ферментов СУР74 в жизнедеятельности растений в ходе эволюции.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 16-34-60231-мол_а_дк.

Механизмы АФК-зависимой регуляции транспортных и сигнальных процессов на плазматической мембране растительной клетки

Mechanisms of ROS-dependent regulation of transport and signaling systems at the plant cell plasma membrane

Демидчик В.В.^{1,2}, Войцеховская О.В.²

¹Белорусский государственный университет, пр. Независимости 4, 220030, Минск, Беларусь

²ФГБУН Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, ул. Профессора Попова, 2, 197376 Санкт-Петербург, Россия

dzemidchyk@bsu.by

Эволюция жизни в условиях водных, O₂-содержащих растворов привела к тому, что активация триплетного кислорода с формированием супероксида или синглетного кислорода стала играть первостепенную роль в целом комплексе реакций растительного организма, среди которых особо можно отметить рост, развитие, гормональные и стрессовые ответы. Супероксид и синглетный кислород, взаимодействуя с электронами, протонами, переходными металлами и органическими молекулами, дают обширное и разнообразное по реакционной способности семейство так-называемых активных форм кислорода (АФК), насчитывающее несколько десятков веществ. Целью настоящей работы было выявление закономерностей воздействия АФК на ионные потоки и сигнальные процессы на плазматической мембране клеток высших растений. Основной акцент был сделан на модификацию работы катионных каналов – группы транспортных белков, отличающейся высокой общей мембранной проводимостью и обильной по числу генов и их экспрессии. Была также исследована генерация АФК при росте клетки и под действием стресса и охарактеризованы некоторые ключевые физиологические явления, регулируемые системой АФК-активируемых катионных каналов. Первично, была протестирована реакция катионных проводимостей клеток корня *Arabidopsis thaliana* (арабидопсиса) на H₂O₂ и гидроксильный радикал (•ОН). В ходе данных тестов было показано, что •ОН обладает исключительной способностью активировать две группы катионных каналов: Ca²⁺-проницаемые неселективные катионные каналы, катализирующие рост цитоплазматической активности Ca²⁺ ([Ca²⁺]_{цит.}) и наружу-выпрямляющие K⁺-каналы, обеспечивающие отток из клеток корня ионов калия. H₂O₂ действовала слабее, чем •ОН. Примечательно, что молодые растущие клетки обладали значительно большей плотностью •ОН-активируемых катионных токов и чаще отвечали на менее реакционно-активную H₂O₂. Электрофизиологический, фармакологический и

генетический анализ АФК-активируемых каналов выявил ряд важнейших аспектов их функционирования. В частности, удалось показать, что OH- активируемые токи опосредуются двумя отдельными типами катион-селективных каналов, отличными по проводимости одиночного канала и чувствительности к тетраэтиламмонiu, гадолинию и другим блокаторам. Генетическая природа OH- активируемых Ca^{2+} -проницаемых каналов не была окончательно определена, хотя гены кандидаты были выявлены среди семейства каналов, активируемых циклическими нуклеотидами. В тоже время OH- активируемые K^{+} -каналы были идентифицированы как продукты генов *Gork* и *Skor*. На уровне физиологических реакций было установлено, что OH- активируемые Ca^{2+} -проницаемые каналы напрямую ответственны за вход Ca^{2+} в цитоплазму в интактных клетках при полярном росте растяжением и ответе на засоление, патогенные элиситоры и другие стрессоры. Таким образом, они вовлекаются в контроль роста, развития и формирования стрессоустойчивости. В то же время OH- активируемые K^{+} -каналы определяют ответ растения, связанный со стресс-индуцируемой утечкой электролитов, индукцией запрограммированной клеточной гибели и автофагии. Замена цистеинового остатка на апопластной стороне канала *GORK* на серин приводит к потере или значительному ослаблению OH- активируемого выходящего потока калия из клеток корня. Это указывает на наличие конкретной мишени АФК в структуре катионного канала. Структурно схожая мишень АФК обнаружена также в K^{+} -канале *SKOR*, ответственной за загрузку калия в сосуды ксилемы. Другим направлением работы являлся анализ синтеза АФК при росте и стрессовых ответах. В результате было показано, что НАДФН-оксидазы являются ключевыми ферментами, синтезирующими АФК, в обоих типах процессов. Супероксид, генерируемый НАДФН-оксидазой, преобразуется в конечном итоге в OH- , обладающий способностью активировать катионные каналы. Таким образом, в ходе работы была выявлена и детально изучена физиологическая система АФК/ Ca^{2+} / K^{+} -опосредуемой регуляции физиологических процессов в организме растения. Исследование поддержано РНФ, проект №15-14-30008.