

АФК/АФА-опосредуемых посттрансляционных модификаций (РТМ) сигнальных белков. В докладе будут рассмотрены такие АФК/АФА-опосредуемые РТМ как карбонилирование, S- нитрозилирование, нитрирование аминокислотных остатков в белках *per se*, а также в связи с их влиянием на фосфорилирование сигнальных белков, которое будучи наиболее подробно исследованной РТМ, влияет на функциональную активность, взаимодействие с белками-партнёрами и локализацию сигнальных белков клеток растений. Работа поддержана Российским научным фондом грант № 14-24-00020.

### Редокс-зависимая реорганизация актинового цитоскелета в корне арабидопсиса под действием стрессовых и регуляторных воздействий

Пожванов Г.А.<sup>А\*</sup>, Медведев С.С.<sup>А</sup>, Виссенберг К.<sup>Б</sup>, Демидчик В.В.<sup>Б</sup>

<sup>А</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Российская Федерация. \*Email: g.pozhvanov@spbu.ru

<sup>Б</sup> Университет Антверпена, Антверпен, Бельгия

<sup>В</sup> Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Микрофиламенты актина весьма важны в жизни растительной клетки и вовлечены практически во все виды регуляторных и стрессовых ответов. Настоящая работа демонстрирует АФК-зависимую реорганизацию актинового цитоскелета при солевом и окислительном стрессе, а также в ходе гравитропического ответа *in vivo* в корне растений *Arabidopsis thaliana GFP-fABD2*, экспрессирующих GFP-метку для F-актина. Действие сублетальной (100 мМ) концентрации NaCl вызывало полимеризацию актина в зоне растяжения в течение 10 мин. после начала воздействия и приводило к замедлению либо остановке роста корня. Угловое распределение микрофиламентов переходило от аксиальной ориентации к широкому спектру направлений с пиками при 15°, 45° и 90°. Эффект подавлялся полиаминами (спермин, спермидин), блокаторами Ca<sup>2+</sup>-проницаемых каналов и гасителями АФК. Таким образом, перестройка актина при солевом стрессе могла быть вызвана образованием гидроксильных радикалов и входом Ca<sup>2+</sup>. Обработка смесью, генерирующей гидроксильные радикалы (1 мМ Cu<sup>2+</sup>, 1 мМ L-аскорбат и 1 мМ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), вызывала сходную, но в 10 раз более быструю реорганизацию актина. Гасители АФК, полиамины, EGTA и модуляторы активности неселективных катионных каналов тормозили АФК-зависимую реорганизацию цитоскелета. Более того, мелиорирующие действие полиаминов и гасителей гидроксильных радикалов предотвращало остановку роста корня при солевом или окислительном стрессе. Вектор силы тяжести особенно важен для растений, поскольку среди других факторов среды сохраняет направление в течение всего онто- и филогенеза. Ранее нами было показано, что при гравистимуляции (поворот в вертикальной плоскости на 90°) происходит реорганизация актинового цитоскелета в клетках зоны растяжения корня. В работах Д.Н. Нелюбова (1901) этилен был открыт как фитогормон, изменяющий направление роста при гравитропизме побегов на 90°, однако механизм этого феномена оставался неизвестным. В нашей работе обработка растений этиленпродуцентом этефоном вызывала разборку микрофиламентов и значительное расширение спектра их ориентации в зоне растяжения. Эффект перестройки актина, индуцированной гравистимуляцией, снимался при обработке растений ингибитором синтеза этилена – аминоэтоксивинилглицином (АВГ), который стабилизировал аксиальную ориентацию микрофиламентов. Салицилат –

также негативный регулятор синтеза этилена – нарушал реорганизацию актина. Является ли повышение уровня АФК фактором, необходимым для реорганизации актина? Эксперименты с растениями арабидопсиса *NuPer*, экспрессирующими  $H_2O_2$ -чувствительную конструкцию, показали, что при гравистимуляции в кончике корня растёт уровень  $H_2O_2$ -зависимого сигнала в течение первых 15 мин., что предшествует реорганизации актина. Предложена гипотетическая модель, связывающая наблюдаемые перестройки актинового цитоскелета с другими ранними физиологическими процессами, индуцированными солевым стрессом в клетках растения. Работа выполнена при поддержке РФФИ №№ 14-04-01624, 17-04-00862 и СПбГУ №№ 1.38.233.2014, 1.57.1157.2014, 1.42.1282.2014, 1.57.163.2015 и с использованием оборудования Ресурсного центра «Развитие молекулярных и клеточных технологий» СПбГУ.

### **Индукцированные фузиладом изменения содержания фотосинтетических пигментов в проростках озимой пшеницы**

**Пригодич К.Д., Яковец О.Г.\***

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

\*Email: yakovets@inbox.ru

В связи с широким влиянием различных стрессовых факторов, таких как засоление, засуха, высокие и низкие температуры, фитопатогены и некоторые другие, теряется огромная часть урожая сельскохозяйственных культур. Для того, чтобы сократить потери урожая проводятся различные агротехнические мероприятия, в частности, используются гербициды. Их применение приводит к различным неблагоприятным последствиям. В связи с этим крайне важно знать, как влияет гербицид на культурные растения. Модельным объектом наших исследований была озимая пшеница сорта Мроя, предметом – влияние гербицида фузилада (Ф) на содержание фотосинтетических пигментов (ФСП). Ф относится к гербицидам, первичный механизм действия которых состоит в ингибировании синтеза жиров. Проростки пшеницы выращивали в стеклянных сосудах с дистиллированной водой (контроль) при температуре  $20 \pm 2$  °C в течение 11–13 дней. За 24, 48, 74 ч до определения содержания ФСП рулоны переставляли в сосуды с  $10^{-6}$ ,  $10^{-5}$ ,  $10^{-4}$  М растворами Ф. Оценка концентрации ФСП проводилась с помощью спектрофотометрического метода определения оптической плотности ацетоновой вытяжки пигментов без их предварительного разделения. Анализ зависимости содержания ФСП в проростках озимой пшеницы сорта Мроя от концентрации и времени действия Ф показал, что содержание ФСП в пересчете на сырую и сухую массы отличается, что может свидетельствовать о влиянии данного гербицида на оводненность тканей растения. В присутствии в среде выращивания Ф в концентрации  $10^{-6}$  М зафиксировано уменьшение содержания хл *a*, каротиноидов по сравнению с контролем *в пересчете на сырую массу*. Эффект с увеличением экспозиции усиливался. Количество хл *в* первоначально уменьшалось, а затем увеличивалось, что может свидетельствовать об индукции защитных механизмов в растительном организме. Характер действия  $10^{-5}$  М Ф отличался тем, что первоначальный рост содержания ФСП сменялся на его уменьшение (исключение индуцируемый после 72ч выращивания рост содержания хл *в*). Ф в концентрации  $10^{-4}$  М после 24ч экспозиции не вызывал достоверных изменений содержания ФСП. С увеличением экспозиции до 48ч наблюдалось достоверное уменьшение количества каротиноидов и суммы хл *a* и *в*; а после 72ч –