

2. Arabidopsis root K^+ -efflux conductance activated by hydroxyl radicals: single-channel properties, genetic basis and involvement in stress-induced cell death / V.V. Demidchik [et al.] // J. Cell Sci. – 2010. – Vol. 123, № 1. – P. 1468 – 1479.

ОДНОКОМПОНЕНТНОЕ И СОВМЕСТНОЕ ДЕЙСТВИЕ ГИПОТЕРМИИ И ЗАСОЛЕНИЯ НА ТРАНСПОРТ ПРОТОНОВ ИЗ КОРНЕЙ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ

Яковец О.Г., Верчук А.Н.

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

В естественных условиях растения подвергаются влиянию не одного, а сразу нескольких неблагоприятных факторов окружающей среды. Ответная реакция растительного организма на совместное воздействие нескольких стрессоров может отличаться от ответной реакции на влияние одного из факторов. При этом предварительное действие одного стрессового фактора может повышать устойчивость растительного организма к последующему действию другого.

Засоление в настоящее время представляет собой экологическую проблему в рамках всей биосферы, так как для 25% почв планеты характерно избыточное содержание минеральных солей. Устойчивость растения к данному абиотическому стрессору связана, в первую очередь, с сохранением функциональной активности его корневой системы. Именно она представляет собой наиболее удобную модель для исследования перестроек, происходящих в растительном организме при засолении. Активная секреция протонов H^+ -АТФазами клеток корней (ацидофицирующая активность) представляет собой важный процесс для всех трансмембранных потоков в растениях. В связи с этим любые изменения, влияющие на работу данной системы, становятся пусковым механизмом в изменении метаболических процессов. Более того, работа H^+ -помпы очень тесно связана с формированием адаптации к действию неблагоприятных факторов окружающей среды, в частности, с явлением солеустойчивости растений [1]. Температурные воздействия могут оказывать как положительное (закаливающее), так и отрицательное влияние на растительный организм. Так как в естественных условиях факторы среды действуют одновременно, то целесообразно исследовать не только их однокомпонентное, но и совместное влияние.

Эксперименты проводились на 7 – 9 дневных этиолированных проростках озимой пшеницы сорта «Ядвига», выращенных рулонным способом [2] при комнатной температуре в растворе 10^{-4} М CaSO_4 . Для проведения экспериментов отбиралось 12 – 13 проростков с приблизительно одинаковыми морфологическими признаками, которые предварительно с целью устранения возникающего в результате их извлечения из рулонов стрессового воздействия на ризодерму помещались в раствор 10^{-4} М CaSO_4 на 16-18 часов. Значение pH контрольного и экспериментальных растворов в начале эксперимента доводилось до величины 6,8 с помощью $5,0 \cdot 10^{-3}$ М NaOH. Измерения ацидофицирующей активности корней осуществлялось в темноте в течение 180 мин с помощью настольного pH-метра HANNA instruments HI 221 и иономера лабораторного И-160. Контрольные измерения проводились в растворе, содержащем 10^{-4} М CaSO_4 и 10^{-3} М KCl (контроль). Для исследования влияния гипотермии после контрольных измерений при температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$ проростки на 10, 20, 30, 45, 60 мин, 24, 48, 72, 120 ч помещались в хладотермостат при температуре $+6^\circ\text{C}$. Для исследования влияния засоления после контрольных измерений проростки помещались в раствор, содержащий кроме 10^{-4} М CaSO_4 и 10^{-3} М KCl, 1, 5, 50, 150 или 300 мМ NaCl. Для исследования совместного влияния гипотермии и засоления проростки в течение 1 сут. находились в темноте в хладотермостате при $+6^\circ\text{C}$. После контрольных измерений при температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$ проростки помещались в раствор, содержащий 10^{-4} М CaSO_4 , 10^{-3} М KCl и NaCl (в концентрациях 1мМ, 5мМ, 50мМ, 150мМ или 300мМ). На основе изменений pH инкубационного раствора рассчитывали концентрацию протонов и количество протонов, выделенных корнями за каждый интервал времени с учетом объема раствора и веса корней [3].

На основе проведенных экспериментов по исследованию зависимости ацидофицирующей активности корней проростков пшеницы от времени действия гипотермии можно сделать следующие выводы. При кратковременной обработке проростков пшеницы пониженной температурой зафиксировано развивающееся ингибирование протонной помпы. Причем после 10 мин гипотермии еще не наблюдается достоверных изменений ацидофицирующей активности корней. Увеличение времени обработки пониженной температурой до 20, 30, 45 мин приводит к достоверному ингибированию выхода протонов из корней в наружную среду. При этом выявленные ингибирующие эффекты снижаются с увеличением времени экспозиции. При длительной обработке проростков пшеницы пониженной температурой (в течение 24, 48, 72, 120 ч) не выявлены достоверные раз-

личия между ацидофицирующей активностью контрольных и экспериментальных проростков. Отсутствие достоверных различий в ацидофицирующей активности между обработанными гипотермией в течение 24–120 ч и контрольными проростками, а также уменьшение ингибирующего эффекта при кратковременном действии гипотермии свидетельствуют о развивающейся у проростков пшеницы достаточно быстрой адаптации к данному стрессовому фактору. Зафиксировать отмечаемую в литературе достоверную активацию протонной помпы в наших экспериментах не удалось, хотя в отдельных экспериментах после 72ч-гипотермии наблюдалась активация ацидофицирующей активности корней проростков пшеницы.

В ходе проведенных экспериментов по влиянию однокомпонентного действия NaCl на выход протонов из корней проростков пшеницы выявлено, что низкие концентрации NaCl (1 и 5 мМ) активировали ацидофицирующую активность корней проростков пшеницы. Причем эффект ослаблялся с ростом концентрации соли. Увеличение концентрации NaCl до 50 мМ вызывал у части проростков активацию, а у части – ингибирование выхода протонов в наружную среду. Высокие концентрации NaCl (150 и 300 мМ) подавляли ацидофицирующую активность корней.

При исследовании совместного действия гипотермии и NaCl установлено, что после предварительной 1сут-экспозиции проростков при пониженной положительной температуре воздействие NaCl в концентрации 1 мМ вызывало у части проростков ингибирование, а у части – активацию выхода протонов из корней в наружную среду. Хлорид натрия в концентрации 5 и 50 мМ активировал выход протонов из корней в наружную среду при слабой ацидофицирующей активности корней после гипотермического воздействия. Повышение концентрации NaCl до 150 и 300 мМ вызывало полное ингибирование ацидофицирующей активности корней.

Таким образом, предварительная гипотермическая обработка проростков оказывает влияние на последующее действие низких концентраций NaCl (1-50 мМ): зафиксировано стабильное увеличение выхода протонов при концентрации 50 мМ NaCl. Индуцируемое высокими концентрациями NaCl (150, 300 мМ) подавление ацидофицирующей активности не снимается, а повышается гипотермической предобработкой.

Литература

1. Палладина Т.А. // Успехи современной биологии. – 1999. – Т. 199. – № 5. – С. 451–461.

2. Зайцев, В.А. Эффективность проращивания семян в рулонах / В.А. Зайцев, О.М. Корсакова // Селекция и семеноводство. – 1983. – № 11. – С. 39–40.
3. Вахмистров, Д.Б. Переходный процесс при индукции протонного насоса корневых клеток / Д.Б. Вахмистров, О.Эн.До // Физиология растений. – 1993. – Т.40, № 1. – С. 100–105.

ИЗМЕНЕНИЕ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ И АКТИВНОСТИ ПЕРОКСИДАЗЫ ПРИ ОБРАБОТКЕ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ АТРИБУТОМ

Яковец О.Г., Ивановский В.В.

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Растительные организмы обладают достаточно широким спектром защитных реакций, которые способствуют развитию их устойчивости к разнообразным стрессорам. Исследованиями многих ученых установлено, что при различных стрессовых воздействиях в клетках растений происходит активация процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ), развитию которых способствуют активные формы кислорода (АФК). Инактивация АФК может происходить благодаря работе таких антиоксидантных ферментов, как супероксиддисмутаза, каталаза и пероксидаза. Во многих работах показано, что для устойчивых растений характерна повышенная активность антиоксидантных ферментов.

В связи с широким применением гербицидов, которые являются химическими стрессорами, огромное внимание уделяется проблеме их воздействия на компоненты природных сообществ, в том числе и на защищаемые растения.

В нашей работе исследовалось влияние гербицида атрибута, который относится к классу сульфониламинокарбонилтриазинонов и предназначен для борьбы с многолетними злаковыми (в том числе пыреем ползучим) и некоторыми однолетними двудольными сорняками в посевах озимых пшеницы, ржи, тритикале и яровой пшеницы, на ПОЛ и активность пероксидазы в проростках яровой пшеницы сорта «Мунк».

Эксперименты проводились на 13–14 дневных проростках, выращенных в лабораторных условиях рулонным методом при естественном освещении и температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$ [1]. Обработка атрибутом в концентрациях