

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ ПАССИВНОГО ТРАНСПОРТА КАЛИЯ НА РОСТ РАСТЕНИЙ АРАБИДОПСИСА В КУЛЬТУРЕ *INVITRO*

В.С.Торгашёва

Белорусский государственный университет, г. Минск;

samokhina@bsu.by;

науч. рук. – В. В. Самохина

Известно, что калий (K^+) – наиболее обильный металл и катион в живых тканях, его содержание может достигать 10% от сухого веса растения. K^+ выполняет важные физиологические функции у растений. Поэтому поддержание гомеостаза ионов калия имеет центральное значение для растений, так как при недостатке данных ионов наблюдаются нарушения в обмене веществ. В итоге дефицит калия приводит к падению продуктивности, снижению качества урожая. Клетки растений имеют уникальные транспортные системы калия, которые выполняют определенные функции в поглощении его корнями, накоплении в вакуолях и перемещении между тканями и органами. Существенную роль в этих процессах играют K^+ -каналы. В данной работе была показана роль K^+ -каналов при выращивании различных линий *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh на средах, содержащих различные уровни калия в среде.

Ключевые слова : калий, арабидопсис, корень, ростовые тесты, K^+ -каналы.

ВВЕДЕНИЕ

K^+ является наиболее обильным элементом в растительной клетке, вовлеченным в широкий спектр метаболических превращений и регуляторных взаимодействий [1]. При наличии K^+ повышается устойчивость растений к низким температурам, засухи, засолению. Высокая и относительно стабильная концентрация K^+ в некоторых частях клеток имеет важное значение для активации ферментов, участвующих в углеводном обмене, активации и ряда ферментов цикла Кребса, стабилизации белкового синтеза, нейтрализации отрицательных зарядов на молекулах белка [2]. K^+ – главный потенциалобразующий ион в процессах электрогенеза растительной клетки, поскольку он является основой ионной асимметрии между клеткой и внешней средой. Поддержание гомеостаза ионов калия имеет центральное значение для растений, так как при недостатке данных ионов наблюдаются нарушения в обмене веществ.

Пассивный транспорт не требует, чтобы клетка расходовала энергию для осуществления транспорта. При пассивном транспорте вещества перемещаются из области с более высокой концентрацией в область с более низкой концентрацией. В связи с этим, клетки растений имеют уникальные транспортные системы калия, которые выполняют определенные

функции в поглощении K^+ корнями, накоплении его в вакуолях и перемещении между тканями и органами. K^+ -каналы подразделяются на семейства в соответствии с их структурными особенностями: 1) K^+ -селективные катионные каналы, к которым относятся потенциал-зависимые каналы Шейкер-типа и K^+ -селективные каналы с тандемной порой (ТРК); 2) неселективные катионные каналы – двухпоровые каналы (ТРС) и каналы, активирующиеся циклическими нуклеотидами (CNGC). [3]. Таким образом, целью настоящей работы являлось установление характера влияния различных уровней калия на скорость роста корней арабидопсиса дикого типа и нокаутных мутантов *gork1-1*, *akt-1*, *cngc10*.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В ходе исследования использовались корни проростков *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. экотипа Wassilevskija (WS-0, «Wild Type») и линия *gork1-1* (отсутствует ген, кодирующий наружу-выпрямляющий K^+ -канал), а также экотип Columbia-0 (Col-0, «Wild Type») вместе с линиями *akt-1* (отсутствует ген, кодирующий внутрь-выпрямляющий K^+ -канал АКТ1) и *cngc10* (отсутствует ген, кодирующий канал, активирующийся циклическими нуклеотидами CNGC10). Растения культивировались на средах Мурасиге и Скуга с различным содержанием калия (100%, 50% и 10 %, а также с добавлением 18 Мм Na^+ в качестве контроля). Чашки с высаженными семенами выдерживались 2 суток при 4 °С в темноте, что стимулировало их выход из состояния покоя. Затем они помещались в стерильный ростовой термостат с контролируемыми условиями освещения (16 ч света и 8 ч темноты) и температурой (22 °С), где культивировались в течение 10 суток. Далее регистрировался прирост главного корня. Обработка данных проводилась при помощи программы ImageJ. Также был проведен ростовой тест с переносом растений, при котором изначально растения были посажены на 100% среду Мурасиге и Скуга, а через 5 суток происходил перенос проростков на среды следующего состава: контроль – среда МС (100% K^+), контроль (18мМ Na^+), среда МС (50 % K^+), среда МС (10% K^+). На 5 сутки после переноса регистрировался прирост главного корня, расчеты производились при помощи программы ImageJ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Было показано, что у растений дикого типа при уменьшении уровня калия на 10 % или 50% увеличивался прирост главного корня примерно на четверть. Исключение калия из среды выращивания снижало скорость

роста на 20%. У линии *gork 1-1* статистически достоверных изменений в приросте главного корня не наблюдалось (рис. 1, панель А). У растений дикого типа линии Col-0 наблюдалась схожая тенденция с WS-0, однако исключение калия имело больший эффект, тормозя рост на 50%. Нокауты катионных каналов входящего направления были менее чувствительны, особенно линия *akt-1*, так как понижение уровня калия в среде выращивания вызывало ингибирование роста основного корня арабидопсиса лишь на 20% (рис. 1, панель Б).

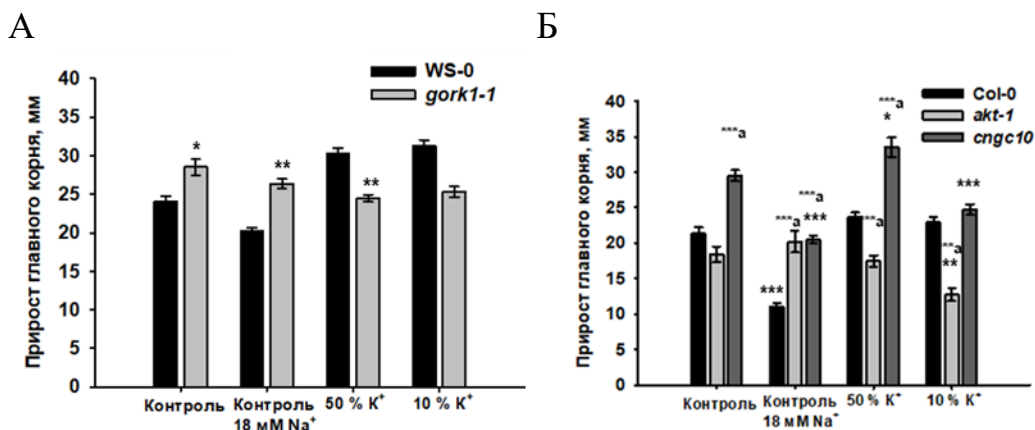


Рис.1.— Зависимость длины основного корня растений арабидопсиса различных генотипов от концентрации калия в среде выращивания. Достоверность различий рассчитывалась при помощи ANOVA теста по отношению к контролю: *, ** и *** означают $p < 0,01$, $p < 0,001$ и $p < 0,0001$; по отношению к дикому типу: * а, ** а и *** а означают $p < 0,01$, $p < 0,001$ и $p < 0,0001$ соответственно

На 5 сут после переноса растений (рис. 2) на среды с содержанием калия 50% и 10% определялись значения длины корня арабидопсиса дикого типа – ws-0 и линии *gork 1-1*, а также дикого типа Col-0 и линий *akt-1* и *cngc10*.

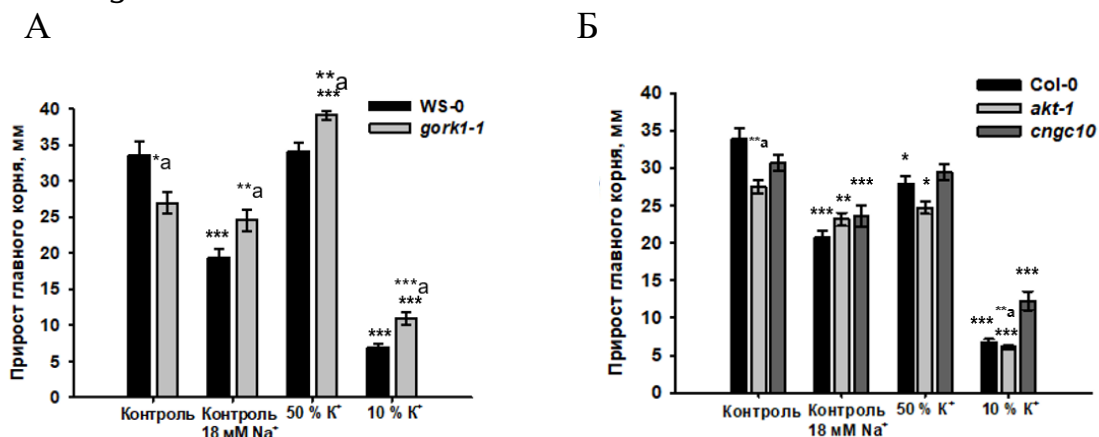


Рис.2. – Зависимость длины основного корня растений арабидопсиса на 5 день после переноса растений на среды с различным содержанием калия. Достоверность различий рассчитывалась при помощи ANOVA теста по отношению к контролю: *, ** и *** означают $p < 0,01$, $p < 0,001$ и $p < 0,0001$; по отношению к дикому типу: * а, ** а и *** а означают

$p < 0,01$, $p < 0,001$ и $p < 0,0001$ соответственно

Были отмечены схожие тенденции, что и в ростовом тесте на прорастание. Линия *gork1-1* оказалась менее чувствительна к различным уровням калия.

Таким образом, исключение калия из среды выращивания снижало скорость роста на 25-50 % у растений арабидопсиса природных экотипов, как в случае тестов на прорастание, так и при переносе растений; при выращивании растений на среде с 50% содержанием калия наблюдалось увеличение прироста главного корня; 3) растения арабидопсиса *gork1-1*, *akt-1* и *cngc10* оказались более устойчивы к воздействию дефицита калия.

Библиографические ссылки

1. White, P.J., Brown, P.H. Plant nutrition for sustainable development and global health / P.J. White, P.H. Brown // *Annals of Botany*. – 2010. – Vol. 105(7). – P. 1073–1080.
2. Prajapati, K., Modi, H.A. The importance of potassium in plant growth / K. Prajapati, H.A. Modi // *Indian Journal of Plant Sciences*. – 2012. – Vol. 1(02-03). – P. 177-186.
3. Potassium channels in plant cells / I. Dreyer [et al.] // *FEBS Journal*. – 2011. – Vol. 278. – P. 4293–4303.