

КОРОБОВА А.В., ВЫСОЦКАЯ Л.Б.

Учреждение РАН Институт биологии Уфимского научного центра РАН,
Россия, 450054, Уфа, пр. Октября, 69
e-mail: muksin@mail.ru

РОСТ И СОДЕРЖАНИЕ ГОРМОНОВ У РАСТЕНИЙ АРАБИДОПСИСА ДИКОГО ТИПА И ЭТИЛЕННЕЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ МУТАНТОВ В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Относительная активация роста корней — важная адаптивная реакция растений, обеспечивающая их приспособление к дефициту элементов минерального питания и воды. Известно, что дефицит ионов в почве изменяет концентрацию ряда гормонов в растении [1, 2 и др.], роль каждого из которых в снижении соотношения побег/корень в настоящее время до конца не определена. В изучении регуляции роста растений большое внимание исследователи уделяют этилену [3, 4, 5]. Долгое время считалось, что этилен является ингибитором роста растений [6]. Однако в последнее время появились данные о том, что в некоторых условиях этилен может оказывать стимулирующее влияние на рост растений [5], и роль этого гормона в росте ответе растений на недостаток минеральных веществ в среде требует дальнейшего изучения. В наших экспериментах мы сделали попытку комплексно изучить гормональную регуляцию ростовой реакции корней растений на дефицит питания: в побегах и корнях одних и тех же растений мы определили содержание абсцизовой кислоты (АБК), индолилуксусной кислоты (ИУК) и цитокининов, при этом параллельное измерение концентрации гормонов в побегах и корнях этиленнечувствительных мутантных растений позволило нам обсуждать роль этилена в регуляции относительной активации роста корней.

Материалы и методы

Объектом исследования служили растения арабидопсиса (*Arabidopsis thaliana*) дикого типа (col) и этиленнечувствительные мутанты (etr). Для синхронизации прорастания семена инкубировали 3-е суток при +4 °С, затем проращивали в сосудах с песком, насыщенным 100%-ным питательным раствором Хогланда-Арнона, в климокамере при температуре 23 °С, освещенности 120 $\mu\text{моль фотонов}/(\text{м}^2\cdot\text{с})$ и относительной влажности воздуха 60%.

Через 3 недели для создания дефицита минерального питания половину сосудов с песком с дикими и мутантными растениями промыли дистиллированной водой, в оставшиеся сосуды добавили дистиллированную воду до полного насыщения песка (“контроль”).

Через неделю после создания дефицита веществ измеряли массу побегов и корней, вычисляли соотношение массы побег/корень. В это же время побеги и корни гомогенизировали и помещали в 80%-ный этанол для экстракции гормонов. Содержание гормонов (АБК, ИУК, цитокининов)

определяли с помощью иммуноферментного анализа после предварительной очистки и концентрирования.

Результаты и обсуждение

Мы обнаружили, что через неделю после отмывания ионов из песка в контроле соотношение массы побега и корня было в 2,5 раза выше у мутантных растений по сравнению с чувствительными к этилену растениями арабидопсиса за счет уменьшения массы их корня. Возникает предположение, что этиленовый сигналинг необходим для поддержания аттрагирующей способности корней. Резкое снижение уровня минерального питания вызывало типичную ростовую реакцию у чувствительных к этилену растений: рост корней снижался в меньшей степени, чем рост побега и, соответственно, соотношение массы побега и корня уменьшалось, свидетельствуя об относительной активации роста корней (соотношение побег/корень $1,3 \pm 0,3$ у растений оптимального питания и $0,81 \pm 0,1$ соответственно с дефицитной питательной среды). У мутантных растений дефицит ионов вызывал еще более резкое снижение соотношения массы побега и корня, чем у чувствительных к этилену растений. Это происходило за счет резкого возрастания массы корней. Создается впечатление, что этилен тормозил накопление биомассы корней на фоне дефицита питания у чувствительных к нему растений. Данное предположение не противоречит литературным данным, так как показано, что этилен может по-разному влиять на растения разного возраста [5].

Под влиянием дефицита минеральных веществ изменение содержания цитокининов, АБК и ИУК в побегах и корнях мутантных растений происходило сходным образом с гормональной реакцией растений дикого типа. Отмывание ионов из песчаной почвы приводило к увеличению концентрации цитокининов в побегах и уменьшению — в корнях растений, испытывающих дефицит питания, по сравнению с контролем. Содержание АБК в корнях растений обоих генотипов в условиях дефицита веществ также снижалось, в побегах растений дикого типа концентрация этого гормона была на уровне контроля, у мутантных же растений в условиях нехватки веществ происходило некоторое накопление АБК. Содержание ИУК в побегах растений обоих генотипов под влиянием недостатка ионов увеличивалось, а в корнях происходило небольшое снижение концентрации этих гормонов. Сходство гормональной реакции растений обоих генотипов на дефицит питания свидетельствует о ее независимости от чувствительности растений к этилену. По-видимому, этилен напрямую может регулировать рост побегов и корней растений в условиях дефицита минерального питания, так как степень относительной активации роста корней была разной в зависимости от наличия чувствительности к этилену.

Выводы

1. Растения арабидопсиса как дикого типа, так и этиленнечувствительные мутанты в условиях недостатка минерального питания проявляют важную адаптационную ростовую реакцию — относительную активацию роста корней. У мутантных растений данная реакция более выраженная, главным образом, за счет резкого возрастания массы корней.

2. Изменения в содержании цитокининов, АБК и ИУК в тканях растений обоих генотипов носили сходный характер, и разная степень активации роста корней растений дикого типа и этиленнечувствительных мутантов связана, по-видимому, с действием самого этилена.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 09-04-00942-а.

Литература

1. *Dodd I.C., Tan L.P., He J.* Do increases in xylem sap pH and/or ABA concentration mediate stomatal closure following nitrate deprivation? // *J. Exp. Bot.*— 2003.— Vol. 54.— P. 1281–1288.

2. *Rahayu Y.S., Walch-Liu P., Neumann G., Romheld V., von Wiren N., Bangerth F.* Root-derived cytokinins as long-distance signals for NO₃⁻ induced stimulation of leaf growth // *J. Exp. Bot.*— 2005.— Vol. 56.— P. 1143–1152.

3. *Kieber J.J.* The ethylene signal transduction pathway in *Arabidopsis* // *J. Exp. Bot.*— 1997.— Vol. 48.— P. 211–218.

4. *Zhang Y.-J., Lynch J.P., Brown K.M.* Ethylene and phosphorus availability have interacting yet distinct effects on root hair development // *J. Exp. Bot.*— 2003.— Vol. 54.— P. 2351–2361.

5. *Pierik R., Tholen D., Poorter H., Visser E.J.W. and Voesenek A.S.J.* The Janus Face of Ethylene: Growth Inhibition and Stimulation // *Plant Sci.*— 2006.— Vol. 11.— P. 176–183.

6. *Abeles F.B., Morgan P.W., Saltveit M.E.* Ethylene in Plant Biology.— San Diego, CA, USA.— 1992.— 398 p.

Резюме

Обнаружена более выраженная относительная активация роста корней в условиях дефицита питания у этиленнечувствительных мутантных растений арабидопсиса по сравнению с растениями дикого типа. Независимость изменений в содержании цитокининов, АБК и ИУК в тканях растений от чувствительности к этилену говорит в пользу непосредственного участия этилена в регуляции роста при дефиците питания.

Relative root growth activation of *Arabidopsis* ethylene insensitive mutants under mineral deficiency was found to be more marked than that of wild-type plants. Cytokinin, ABA and IAA content was independent of plant ethylene sensitivity indicating that ethylene itself can regulate plant growth under starvation.

КОСТЕНКО С.О., КОНОВАЛ О.М., СИДОРЕНКО О.В., СПИРИДОНОВ В.Г.

Національний університет біоресурсів і природокористування України,

вул. Генерала Радімцева, 19, Київ, Україна, 03041

e-mail: swetakostenko@mail.ru, oxanakonoval@mail.ru

ГЕНЕТИЧНИЙ МОНІТОРИНГ СВИНЕЙ ВЕЛИКОЇ БІЛОЇ ПОРОДИ ЗА ГЕНАМИ *ESR* ТА *MC4R*

В сучасних умовах пошуку методів інтенсифікації тваринництва роль свинарства є особливо актуальною, тому пошук та реалізація будь-яких невикористаних резервів для збільшення виробництва товарної свинини і зниження її собівартості набуває державного значення.