

Стриж И. Г., Буглак А. А.

СВЕТОЗАВИСИМАЯ ПРОДУКЦИЯ СУПЕРОКСИДА КАК ФАКТОР РЕГУЛЯЦИИ РОСТА И РАЗВИТИЯ ПЕРВИЧНОГО КОРНЯ ARABIDOPSIS THALIANA

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2009/5/61.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2009. № 5 (24). С. 146-149. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2009/5/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

Нами также изучалась закономерность изменения содержания свободного пролина в хвое названных голосеменных растений, произрастающих в местах прошлого уничтожения и захоронения химического оружия.

Известно, что химическое загрязнение природных сред приводит к накоплению в вегетативных органах хвойных растений свободных аминокислот [Стаценко, Носачев, Тужилова, 2007, с. 223].

Наши исследования показывают, что комплексное действие поллютантов на вегетативные органы исследуемых хвойных растений приводит к существенному накоплению в хвое свободного пролина.

Анализ показывает, что в хвойных растениях, попавших в зону жесткого химического загрязнения (высокий уровень), где ПДК многих поллютантов в почве превышены в сотни раз, содержание аминокислоты значительно повышено.

Таблица. Влияние уровня химического загрязнения на содержание свободного пролина в хвое

Место пробоотбора	Уровень химического загрязнения	Содержание свободного пролина, мг%			
		сосна обыкновенная	ель европейская	ель колючая	туя западная
Контроль (заповедник)	нет загрязнения	18	23	20	26
Площадь 35/11	высокий	61	56	52	42
Площадь 41/17	высокий	73	68	60	40
Площадь 54/22	средний	53	49	41	34
Площадь 27/15	средний	59	54	50	35
Площадь 12/64	низкий	37	32	28	25
Площадь 49/14	низкий	40	36	31	23

Примечание. Погрешность в лабораторном экспериментальном материале не превышает 5%.

Причем, наиболее существенное накопление свободного пролина отмечалось в вегетативных органах сосны обыкновенной. В то же время ель европейская, ель колючая и особенно туя западная менее активно реагировали на жесткий химический стресс, а содержание аминокислоты в хвое повысилось менее существенно.

В хвойных растениях, произрастающих в районах со средним уровнем загрязнения поллютантами, накопление пролина было менее значительным, особенно в хвое туи западной.

Низкий уровень химического загрязнения среды, где продукты деструкции отравляющих веществ регистрировались в малых (следовых) количествах, вызывал незначительную трансформацию азотного обмена у трех изучаемых видов хвойных растений: сосны обыкновенной, ели европейской и ели колючей, что выразилось в несущественном накоплении аминокислоты в хвое. В то же время в вегетативных органах туи западной никаких перестроек, связанных с накоплением свободного пролина, не зафиксировано.

Следовательно, количественная и качественная изменчивость катодных изопероксидаз, аминокислоты пролина является объективным тестовым признаком химического загрязнения и может быть использована для оценки качества экосистем в местах прошлого уничтожения и захоронения химического оружия.

Список использованной литературы

- Афанасьев Ю. А.** Мониторинг и методы контроля окружающей среды. М.: МНЭПУ, 2001. 292 с.
- Иванов А. И., Панкратов В. М.** Обследование и экологическая реабилитация мест прежнего уничтожения химического оружия на территории Пензенской области. Пенза: Российский зеленый крест, 2006. 75 с.
- Криволицкий Д. А.** Биоиндикация и биомониторинг. М.: Наука, 1991. 285 с.
- Огородникова С. Ю., Головкин Т. К., Ашихмина Т. Я.** Реакция растений на действие метилфосфоновой кислоты // Теоретическая и прикладная экология. 2007. № 1.
- Савич И. М.** Пероксидазы - стрессовые белки растений // Успехи современной биологии. 1989. Т. 107. № 3.
- Смирнова Н. Н.** Биологические методы оценки природной среды. М.: Наука, 1978. 278 с.
- Стаценко А. П., Носачев М. М., Тужилова Л. И.** Изменчивость азотного обмена хвои как биохимический индикатор загрязнения // Природоресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России. Пенза: МНИЦ, 2007.
- Davis B. J.** Disc Electrophoresis. Method and Application to Human Serum Proteins // Ann. New York Acad. Sci. 1964. 121. № 4.

СВЕТОЗАВИСИМАЯ ПРОДУКЦИЯ СУПЕРОКСИДА КАК ФАКТОР РЕГУЛЯЦИИ РОСТА И РАЗВИТИЯ ПЕРВИЧНОГО КОРНЯ *ARABIDOPSIS THALIANA*

Стриж И. Г., Буглак А. А.

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

Введение. Уникальной особенностью растений является их неограниченный и полярный рост. Проблема роста является одной из важнейших проблем физиологии растений. Корень является классическим объектом для изучения закономерностей роста, преимуществом которого является пространственное разделение зоны деления и растяжения клеток [Обручева, 1965]. В настоящее время, проблема поддержания пролиферативной активности клеток корня детально исследуется в многочисленных работах. Благодаря использованию

новых методов молекулярной генетики и молекулярной биологии, достигнуты значительные успехи в понимании молекулярных и биохимических механизмов регуляции меристематической активности клеток корней [Shishkova et al., 2008, p. 319]. Однако механизмы, регулирующие процесс роста растяжением, а также непосредственно переход клеток корня к растяжению, т.е. процесс развития клеток корня, до сих пор остаются малоизученными [Обручева, 2008, с. 15]. Установленным внешним фактором, регулирующим рост и развитие корня, является свет [Correll and Kiss, 2005, p. 317; Canamero et al., 2006, p. 995]. Предполагают, что фоторегуляция роста растяжением может осуществляться посредством изменения гормонального баланса растущих клеток корня.

В настоящий момент достоверно доказано, что активные формы кислорода (АФК) не просто участвуют, а являются необходимыми в жизнедеятельности растений, в том числе в росте и развитии корня. Механизм действия и роль АФК в регуляции процессов роста и развития может различаться в зависимости от конкретной формы активированного кислорода ($O_2^{\cdot-}$, H_2O_2 или OH^{\cdot}), а также от локального места их образования, т.е. от компетентности клеток. Хорошо известно, что сайт-специфичная продукция $O_2^{\cdot-}$ является необходимым условием для концевго типа роста клеток корневых волосков [Grappet and Dolan, 2006, p. 341]. Недавно было показано, что в растущем кончике корня *Arabidopsis* распределение определенных АФК четко соответствует зональному строению корня: продукция $O_2^{\cdot-}$ регистрируется в зоне растяжения, тогда как H_2O_2 накапливается в зоне дифференцировки и в клеточных стенках корневых волосков в момент их образования [Dunand et al., 2007, p. 332]. Принципиально важным моментом является тот факт, что АФК являются необходимыми участниками каталитического цикла пероксидаз, участвующих в метаболизме ауксинов [Газарян и др., 2006, с. 303]. Следовательно, гормональный контроль фотозависимого роста и развития корня может осуществляться, в частности, посредством пероксидаз и АФК. Исследования в этом направлении, несомненно, имеют большое значение для выяснения механизмов регуляции роста и развития растений.

Фоторегуляция роста и развития корня. Интересным, но крайне малоизученным вопросом является световая регуляция роста корней. Хорошо известно, что для оптимизации своего роста, растения постоянно подстраивают свое строение в ответ на различные стимулы, приходящие из окружающей среды, включая свет и гравитацию. Первичные корни проростков растут в противоположную сторону от источника света и внутрь почвы, в которой есть вода, минеральные вещества; а побеги растут вверх, по направлению к источнику света для максимально эффективного фотосинтеза. Таким образом, корни обладают явно выраженными отрицательным фототропизмом и положительными геотропизмом и гидротропизмом. Было установлено, что гравитропизм и элонгация корней регулируются, в частности, красным светом. Первичные рецепторы, участвующие в фоторегуляции, индуцируемые соотношением красного/дальнего красного света, это фитохромы. У *Arabidopsis* семейство фитохромов включает 5 представителей, кодируемых генами *phyA-E*, которые были разделены на основании сходства аминокислотных последовательностей в двух главных подсемействах: *phyA/C* и *phyB/D/E*. Фитохром А является светоуязвимым фитохромом, который доминирует в этиолированных тканях, в то время, как продукт гена *phyB* стабилен на свету и доминирует в тканях, растущих на свету. Остальные фитохромы также светостабильны и имеют, как общие пересекающиеся, так и индивидуальные функции по отношению к фитохромам А и В. Для процессов, регулируемых действием дальнего красного света, фитохром А является первичным акцептором, участвующим в регуляции гравитропических ответов, а у *Arabidopsis* также и в ингибировании роста растяжением гипокотилия [Sullivan, Deng, 2003, p. 289]. Что касается процессов, регулируемых красным светом, фитохромы А и В также участвуют в гравитропическом ответе и ингибировании роста растяжением гипокотилия. Остальные фитохромы также вовлечены в регуляцию роста гипокотилия растяжением под воздействием красного света и несут сложные перекрывающиеся и отличные функции в этом процессе, однако неизвестно, какую роль они играют при гравитропизме. Хотя роль фитохромов в элонгации и гравитропизме гипокотилия и исследована хорошо, в то же время немного известно об их роли в передаче сигнала в корнях.

Участие фитохромов А и В, кодируемых генами *phyA* и *phyB*, соответственно, в ответе корней на красный свет было доказано благодаря исследованиям с использованием мутантов по генам *phy*. Красный свет ингибировал элонгацию корня *Arabidopsis thaliana* примерно на 35% в этиолированных проростках, и этот ответ контролировался фитохромами [Corell, Kiss, 2005, p. 317]. В исследованиях этих авторов корни проростков двойных мутантов (*phyAB*), выращиваемых в темноте и в условиях освещения, и мутантов *phyB*, выращиваемых на свету отличались сниженной скоростью растяжения по сравнению с диким типом. Помимо этого обозначенные проростки имели меньший гравитропический изгиб по сравнению с диким типом. Полученные данные свидетельствуют о важной роли фитохромов в регуляции, как элонгации, так и гравитропического изгиба корней.

Согласно гипотезе Холодного-Вента, тропизмы в растении вызывает латеральный транспорт ауксина. Перераспределение ауксина определяется переориентацией белков-переносчиков ауксина при участии цитоскелета. В вертикально ориентированных растениях транспорт ауксина происходит полярно от апикальной меристемы побега к апексу корня, откуда ауксин транспортируется обратно к основанию корня. При гравитропической реакции корня перераспределение белка, обеспечивающего выход ауксина из клетки (например, PIN3) на нижнюю сторону клеток кончика корня может происходить в течение 2 минут после переориентации растения в пространстве, а различимый изгиб происходит через 5 минут. Примечательно, что также как и фототропизм гипокотилия, индуцированный синим светом, фототропизм, вызванный красным светом, можно разделить на 2 стадии. В классическом варианте, при фототропическом изгибе гипокоти-

тия, действительно, можно выделить две стадии: первая стадия - пониженной средней элонгации и вторая - инициация изгибания через дифференцировку. Изгибание корня на красном свете начинается примерно через 2 часа после включения освещения. Поэтому корни сначала могут понизить среднюю элонгацию для приготовления перед дифференцировкой в ответ на свет. Возможно, что переключение с одной стадии на другую происходит через перераспределение ауксина, с базипетального транспорта на латеральный за счет перераспределения PIN белков [Corell and Kiss, 2005, p. 317].

Рецепторы синего света, криптохромы и фототропины, также участвуют в регуляции роста корня растяжением и его фототропизма, по-видимому, напрямую осуществляя связь с белками-переносчиками ауксина. До сих пор немного известно о роли этих и других фоторецепторов в перераспределении PIN белков. Известно, что перераспределение ауксин-выносящего переносчика PIN1 в ходе фототропизма, индуцированного синим светом регулируется фоторецептором синего света - фототропином, кодируемым геном phot1 [Sullivan, Deng, 2003, p. 289]. Другие рецепторы синего света - криптохромы - положительно влияют на роста растяжением корня и это влияние, как полагают, осуществляется также посредством взаимодействия между криптохромной сигнальной системой и сигнальными путями ауксинов [Canamero et al., 2006, p. 995]. Поскольку и свет, и гравитропизм оба вместе могут влиять на перераспределение ауксина, очевидно, что существуют взаимозависимые сигнальные пути между этими двумя стимулами. Представляется актуальным исследование механизмов, которые могли бы быть вовлечены в фото- и геотропические ростовые реакции корня. Хорошо известно, что полярный транспорт ИУК, происходящий в результате гравитропической стимуляции корней кукурузы, тесно взаимосвязан с образованием АФК [Joo et al., 2001, p. 1055]. В задачу настоящего исследования входило проверить, существует ли зависимость между образованием АФК в кончике корня *Arabidopsis* и его ростом в темноте.

Результаты и обсуждение. Объектом исследования служили корни стерильных 5-дневных проростков *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh., экотипа Columbia, выращиваемые на поверхности твердой агаризованной среды с половинным содержанием солей и сахарозы от разработанной Мурасиге и Скугом без добавления витаминов в чашках Петри, закрепленных в вертикальном положении в климатической камере (KBWF 240, BINDER). Прорастание семян индуцировали освещением чашек с семенами белыми люминесцентными лампами (100 мкЕ/м²·с⁻¹) в течение 18 ч. Далее чашки оставляли расти при 16 часовом фотопериоде при 22°C и 80% влажности или заворачивали в несколько слоев фольги и оставляли в климатической камере с целью получения этиолированных проростков. Гистохимическую детекцию супероксидного анион-радикала проводили с помощью широко используемого индикатора тетраэтилового нитросинего (НТС) [по Dunand et al., 2007, p. 332]. Мы убедились в зональном распределении супероксида в корнях проростков, выращиваемых в условиях 16/8 ч фотопериода. Темно-синяя окраска корней световых проростков была наиболее интенсивна в зоне перехода к элонгации. Неожиданным результатом было отсутствие окрашивания НТС кончика корня этиолированных проростков по сравнению с корнями *Arabidopsis*, находящихся в условиях освещения. При выращивании растений в темноте в присутствии CuSO₄, провоцирующего образование АФК, мы регистрировали окрашивание корня. Это позволяет говорить, что супероксидный анион-радикал не образуется в кончике корня этиолированных проростков в норме. Мы обнаружили, что окрашивание кончика корня развивалось в процессе деэтиоляции. Была получена логарифмическую зависимость развития окрашивания кончика корня в зависимости от времени деэтиоляции: первые 12 ч интенсивность окрашивания возрастала по экспоненте. Можно предположить, что за это время продукция супероксида в зоне роста достигает практически максимального уровня, равного по значению продукции супероксида в световых проростках. С 12 до 24 ч уровень содержания АФК, по-видимому, мало изменяется, и кривая выходит на плато (Рис. 1). Длина корней проростков, выращенных на свету в условиях фотопериода, составляла 20,2±1,9 мм, тогда как у этиолированных проростков длина корня не превышала 8,7±1,5 мм. Исходя из полученных данных и данных литературы, можно предположить, что одной из причин более интенсивного роста корней проростков, выращиваемых в условиях освещения, является продукция супероксидного анион-радикала в клетках зоны растяжения.

Список использованной литературы

- Газарян И. Г., Хушпультян Д. М., Тишков В. И. Особенности структуры и механизма действия пероксида растений // Успехи биологической химии. 2006. Т. 46.
- Обручева Н. В. Растяжение клеток как неотъемлемая составляющая роста наземных растений // Онтогенез. 2008. Т. 39.
- Обручева Н. В. Физиология растущих клеток корня. М.: Наука, 1965. 110 с.
- Canamero R. C., Bakrim N., Bouly J.-P., Garay A., Dudkin E. E., Habricot Y., Ahmad M. Cryptochrome Photoreceptors Cry1 and Cry2 Antagonistically Regulate Primary Root Elongation in *Arabidopsis Thaliana* // Planta. 2006. V. 224.
- Correll M. J. and Kiss J. Z. The Roles of Phytochromes in Elongation and Gravitropism of Roots // Plant Cell Physiol. 2005. V. 46.
- Dunand C., Crevecoeur M., Penel C. Distribution of Superoxide and Hydrogen Peroxide in *Arabidopsis* Root and Their Influence on Root Development: Possible Interaction with Peroxidases // New Phytologist. 2007. V. 174.
- Gapper C., Dolan L. Control of Plant Development by Reactive Oxygen Species // Plant Physiology. 2006. V. 141.
- Joo J. H., Bae Y. S., Lee J. S. Role of Auxin-Induced Reactive Oxygen Species in Root Gravitropism // Plant Physiology. 2001. V. 126.

Shishkova S., Rost T. L., Dubrovsky J. G. Determinate Root Growth and Meristem Maintenance in Angiosperms // Annals of Botany. 2008. V. 101.

Sullivan J. A., Deng X. W. From Seed to Seed: the Role of Photoreceptors in *Arabidopsis* Development // Developmental Biology. 2003. V. 260.

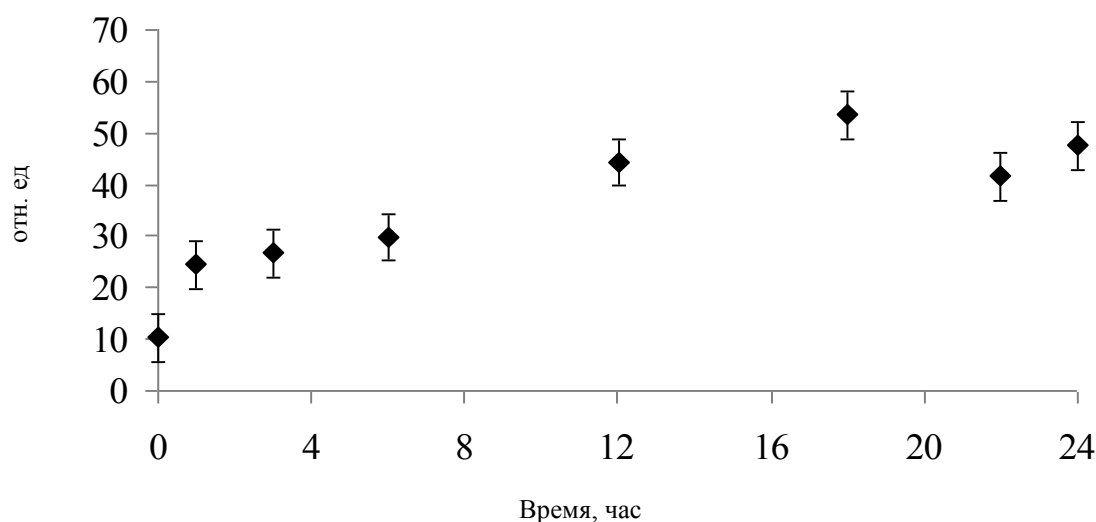


Рис. 1. Зависимость между временем деэтиоляции и окрашиванием зоны роста корня тетразолиевым нитросиним

ОБОСНОВАНИЕ ОБЪЕМОВ ПРОИЗВОДСТВА МЯСА И МОЛОКА
ПО НОРМАМ ПОТРЕБЛЕНИЯ МЯСА И МОЛОКА В РАСЧЁТЕ НА 1 ЧЕЛОВЕКА,
РАЗРАБОТАННЫМ ИНСТИТУТОМ ПИТАНИЯ РАМН

Субхангулова Д. Р.

Башкирский государственный медицинский университет

Вопросы, касающиеся потребляемых продуктов питания определяющими здоровье человека, являются предметом исследования не только специалистов по здравоохранению, но и самих сельскохозяйственных товаропроизводителей.

В экономически развитых странах построение сбалансированного рациона - необходимая составляющая культуры любого человека, кто заботится о своём здоровье [4].

Из-за ухудшающейся структуры питания на первый план выходят нарушения пищевого статуса - дефицит животных белков, достигающий 15-20% от рекомендуемых величин, особенно в группах с низкими доходами, дефицит большинства витаминов и незаменимых аминокислот, содержащихся в мясе и молоке.

Сущность теории сбалансированного питания предложенного академиком АМН А. А. Покровским состоит в том, что оно обеспечивает нормальную жизнедеятельность организма благодаря введению в организм с пищей определённого количества веществ, не синтезируемых в организме, с учётом ферментного статуса индивидуума. Как отмечает Р. И. Воробьев, в рационе человека требуется соблюдение соотношения компонентов пищи [3]. На основе этого устанавливаются оптимальные потребности в пище и её компонент для различных групп населения [5].

Указом Президента РФ «О системе минимальных потребительских бюджетов населения Российской Федерации» от 2.03.92 г. № 210 [1] рациональные нормы потребления были заменены набором продовольствия в потребительской корзине, увязанной с прожиточным минимумом.

Уровень прожиточного минимума, предусматривающий потребление основных продуктов питания составляющих потребительскую корзину в Республике Башкортостан [2] не дотягивает до половины рациональной нормы АМН. Это свидетельствует о том, что объёмы потребления продуктов питания установленных в потребительской корзине ориентируются не на достаточность питания населения, а на оптимизацию минимальной потребности в пределах платёжеспособности населения.

Таким образом, выполнение рациональных норм РАМН является первостепенной задачей сельхозтоваропроизводителей для удовлетворения потребностей населения в сбалансированном питании и производстве высокоценного животного белка.

Общая потребность в мясе и мясопродуктах по норме АМН 3331988 ц, разделив данную цифру на 100 га сельхозугодий, получаем, что на 100 га сельхозугодий необходимо произвести в хозяйстве 45,4 ц. Общая потребность в молоке 11743226 ц и соответственно 100 га - 159,99 ц.