

## Краткие сообщения

УДК 633.16:58.02

### **О ВЛИЯНИИ РАСТВОРОВ СОЛЕЙ СЕЛЕНА И АЛЮМИНИЯ НА ПРОРОСТКИ ЯЧМЕНЯ**

**Н.В. АМОСОВА, И.С. ОВСЯННИКОВ, Б.И. СЫНЗЫНЫС**

Исследовали раздельное и совместное действие растворов солей селена и алюминия на проростки ячменя разных сортов. Определяли энергию прорастания, митотический индекс и частоту хромосомных aberrаций. Показано, что изучаемые металлы оказывают токсическое действие на проростки ячменя, однако ионы селена способны нивелировать токсический эффект ионов алюминия.

**Ключевые слова:** ячмень, цитогенетическое действие, селен, алюминий, адаптация растений.

**Key words:** barley, cytogenetical action, selen, aluminium, adaptation of plants.

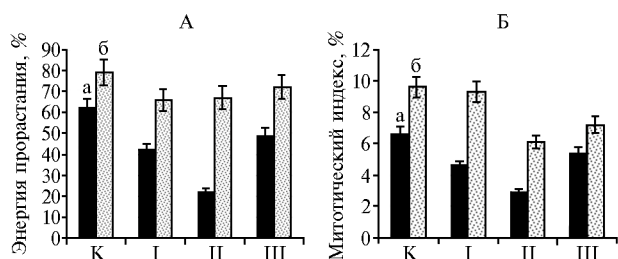
Эссенциальность селена для растений до настоящего времени остается дискуссионной. Отсутствие в большинстве известных случаев значительных прибавок урожайности сельскохозяйственных культур в ответ на обработку селеном (а иногда и отрицательные результаты) послужили основанием для того, чтобы либо вовсе отрицать значимость этого микроэлемента для растений, либо считать его условно необходимым для их жизнедеятельности (1). Известно, что ионы алюминия индуцируют в клетках корневой меристемы растений пшеницы различные виды мутаций (2).

В последнее время интенсивно изучается комбинированное действие различных металлов на культурные растения, так как взаимное влияние тяжелых металлов может усиливать или ослаблять их фитотоксичность (3). Ранее было установлено, что ионы железа нивелируют токсическое действие ионов алюминия (4). В связи с этим встал вопрос о возможности подобного действия селена на растения ячменя. Максимальную потребность в селене испытывают растения, онтогенез которых проходит на фоне временных или постоянных стрессов. Это дает основание считать, что роль селена в растениях вспомогательная и заключается в его способности выступать в качестве корректора адаптивного и продуктивного потенциала (5).

Цель нашей работы — изучение раздельного и комбинированного воздействия ионов селена и алюминия на морфометрические показатели проростков ячменя.

*Методика.* Объектом исследования были растения чувствительного и устойчивого к действию ионов алюминия сортов ячменя (соответственно Биос и Гетман) (6). Семена обоих сортов (по 100 шт.) помещали в чашки Петри и проращивали в растворах солей селена ( $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ ) и алюминия ( $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) (в концентрации соответственно 0,01 и 0,50 мг/л) в термостате при температуре 25 °С в течение 3 сут, после чего определяли энергию прорастания (%) как при раздельном, так и при совместном действии солей. Для оценки митотического индекса (МИ) и частоты хромосомных aberrаций (7) семена проращивали в течение 2 сут в растворах солей металлов, после чего корешки, достигшие длины 5-10 мм, фиксировали в ацетоуксусном спирте. Давленные препараты после окрашивания ацетокармином просматривали под микроскопом Микмед-1 (ОАО «Ломо», Россия) при увеличении  $\times 400$ . Контролем служили семена, пророщенные в дистиллированной воде (8). Статистическую обработку данных проводили общепринятыми методами (9).

**Результаты.** Энергия прорастания семян ячменя чувствительного сорта Биос в растворах селена и алюминия снижалась соответственно на 42 и 22 % по сравнению с контролем (62 %). При комбинированном воздействии элементов наблюдалось уменьшение показателя (49 %) по сравнению с контролем и увеличение по сравнению с вариантом, когда использовался раствор соли алюминия. На устойчивый к алюминию сорт Гетман ионы этих металлов не оказывали значительного воздействия (рис., А).



Энергия прорастания семян (А) и митотический индекс меристемы корней проростков (Б) у ячменя сортов Биос (а) и Гетман (б) при раздельном и комбинированном действии солей селена и алюминия в концентрациях соответственно 0,01 и 0,50 мг/л: I, II и III — соответственно  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ ,  $\text{AlCl}_3$  и  $\text{Na}_2\text{SeO}_3+\text{AlCl}_3$ ; К — контроль (дистиллированная вода).

Этот показатель практически не отличался от такового в растворе, содержащем только ионы селена. У сорта Гетман МИ при воздействии ионов алюминия уменьшался в 1,5 раза по сравнению контролем, а ионы селена не оказывали токсического эффекта (см. рис., Б).

**Частота aberrantных клеток (%) в апикальной меристеме корней проростков ячменя сортов Биос и Гетман при раздельном и совместном действии солей селена и алюминия ( $M \pm m$ )**

| Сорт ячменя | К       | $\text{AlCl}_3$ | $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ | $\text{Na}_2\text{SeO}_3+\text{AlCl}_3$ |
|-------------|---------|-----------------|---------------------------|---|
| Биос        | 1,6±0,4 | 6,3±0,6         | 3,1±0,4                   | 4,1±0,6                                 |
| Гетман      | 0,8±0,2 | 1,6±0,4         | 2,4±0,4                   | 2,1±0,3                                 |

Примечание. К — контроль (дистиллированная вода). Концентрация растворов солей селена и алюминия соответственно 0,01 и 0,50 мг/л.

У чувствительного к действию алюминия сорта Биос частота aberrantных клеток под влиянием хлорида алюминия была в 4 раза больше, чем у устойчивого сорта Гетман. При комбинированном воздействии растворов солей селена и алюминия этот показатель достоверно снижался по сравнению с контролем ( $p < 0,05$ ), оставаясь значительно выше, чем в контроле (таб.). При этом следует отметить, что у устойчивого сорта Гетман ионы селена практически не ослабляли токсического действия алюминия (как по величине МИ, так и по частоте aberrantных клеток).

Таким образом, при раздельном действии на корневую меристему проростков ячменя ионы алюминия и селена оказывают токсическое влияние, причем эффект проявляется в большей степени у чувствительного к алюминию сорта Биос. Однако в варианте с комбинированной обработкой этими металлами у сорта Биос наблюдается ослабление токсического эффекта ионов алюминия. Растения устойчивого сорта Гетман, видимо, обладают защитными механизмами, которые предохраняют их от токсического влияния металлов. Проведенные эксперименты подтверждают гипотезу о вовлечении селена в процессы адаптации растений к неблагоприятным врожденным воздействиям. Полученные результаты свидетельствуют, что позитивный эффект селена проявляется в стрессовых ситуациях (в нашем опыте при действии водного раствора соли алюминия), что обусловлено активным участием этого микроэлемента в формировании адаптивного потенциала растений. Однако способность селена усиливать устойчивость к стрессу еще не служит строгим доказательством его

эссенциальности. Вероятно, роль селена в растениях вспомогательная и заключается в его способности повышать адаптивность к неблагоприятным факторам среды.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Блинохватов А.Ф., Денисова Г.В., Ильин Д.Ю. и др. Селен в биосфере. Пенза, 2001.
2. Буланова Н.В., Сыныныс Б.И., Козьмин Г.В. Алюминий индуцирует абберации хромосом в клетках корневой меристемы пшеницы. Генетика, 2001, 37(12): 1725-1728.
3. Водяницкий Ю.Н. Тяжелые металлы и металлоиды в почвах. М., 2008.
4. Амосова Н.В., Сыныныс Б.И. О комбинированном действии алюминия и железа на проростки ячменя и пшеницы. С.-х. биол., 2005, 1: 85-87.
5. Голубкина Н.А. Исследование роли лекарственных растений в формировании селенового статуса населения России. Автореф. докт. дис. М., 1999.
6. Амосова Н.В., Сыныныс Б.И., Ульяненко Л.Н. Чувствительность различных сортов ячменя к действию алюминия и железа. Докл. РАСХН, 2005, 5: 8-10.
7. Бочков Н.П., Демин Ю.С., Лучник Н.В. Классификация и методы учета хромосомных аббераций в соматических клетках. Генетика, 1972, 8(5): 134-141.
8. Лисицын Е.М. Методика лабораторной оценки алюмоустойчивости зерновых культур. Докл. РАСХН, 2003, 3: 5-7.
9. Урбах В.Ю. Биометрические методы. М., 1964.

ФГОУ ВПО Обнинский государственный  
технический университет атомной энергетики,  
249020 Калужская обл., г. Обнинск, Студгородок, 1,  
e-mail: bioeco@iate.obninsk.ru

Поступила в редакцию  
17 марта 2008 года

#### ABOUT EFFECT OF SOLUTIONS OF SELENIUM AND ALUMINIUM SALTS ON BARLEY SPROUTS

*N.V. Amosova, I.S. Ovsyannikov, B.I. Synzynys*

#### S u m m a r y

The authors investigated the individual and combined action of solution of selenium and aluminium salts on sprouts of different barley varieties. The germinative energy, the mitotic index and the frequency of chromosomal aberrations were determined. It was shown that studied metals have a toxic effect on barley sprouts; however the selenium ions can neutralize the toxic action of aluminium ions.

---

#### Новые книги

Горшкова Т.А. **Растительная клеточная стенка как динамичная система.** М.: изд-во «Наука», 2007, 429 с.

В монографии рассматривается метаболизм клеточной стенки — ключевой структуры растительного организма, определяющей особенности его биологии. Охарактеризованы состав, структура и биосинтез всех основных компонентов клеточной стенки, включая полисахариды, лигнин, структурные белки, ферменты, кутин, суберин и воск. Изложена информация о структуре клеточной стенки, ее особенностях в растениях различного таксономического и эволюционного положения. Описаны изменения в клеточной стенке в ходе деления клетки, роста, растяжением, образования межклетников, плазмодесм и других специализированных структур, при прорастании семян, сбрасывании листьев и т.д. Книга предназначена для широкого круга студентов, пре-

подавателей и исследователей, занимающихся биологией растений.

Щербаков В.Г., Лобанов В.Г., Прудникова Т.Н. и др. **Биохимия.** СПб: изд-во «Гиорд», 2009, 467 с.

Рассматриваются специфические особенности анатомического строения растительной клетки, ее биомембран, ядра, пластид, митохондрий, других органелл, ответственных за жизнедеятельность клетки и растения в целом. Проанализированы общие закономерности обмена веществ в растениях и их значение для пищевой химии и технологии пищевых производств. Книга рекомендована ГОУ ВПО «Московский государственный университет пищевых производств» в качестве учебника для студентов высших учебных заведений по направлениям «технология продовольственных продуктов специального назначения и общественного питания» и «производство продуктов питания из растительного сырья».