

**УЧАСТИЕ СЛАБОСВЯЗАННЫХ С КЛЕТОЧНОЙ СТЕНКОЙ  
ПЕРОКСИДАЗ В УСТОЙЧИВОСТИ К КОЛЬЦЕВОЙ ГНИЛИ  
У ДИКИХ МЕКСИКАНСКИХ ВИДОВ  
И КУЛЬТУРНЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ\***

**М.А. ЖИВЕТЬЕВ<sup>1</sup>, А.В. ПАПКИНА<sup>2</sup>, И.А. ГРАСКОВА<sup>1</sup>, В.К. ВОЙНИКОВ<sup>1</sup>**

Известно, что в качестве маркера устойчивости к патогенам может служить активность ферментов прооксидантной и антиоксидантной системы растительных клеток: каталазы, НАДФН-оксидазы и особенно пероксидазы, которая распространена в природе и обладает широким спектром действия. В работе мы использовали растения картофеля *Solanum bulbocastanum* (геном ВВ или  $A^{pi}A^{pi}$ ), *S. cardiophyllum* (диплоид, ВВ), *S. polyadenium* (геном ВВ или  $A^{pol}A^{pol}$ ), а также культурные сорта Луговской и Лукьяновский, которые выращивали из черенков на агаризованной среде МС с добавлением гормонов и витаминов. В опыте растения заражали возбудителем кольцевой гнили — штаммом 5369 *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* (Speick. Et Kott.) Skapt et Burkh. Устойчивость диких видов и сорта картофеля Луговской при заражении бактериальным патогеном в значительной степени зависит от активности слабосвязанных с клеточной стенкой пероксидаз. Действие возбудителя кольцевой гнили активирует слабосвязанную с клеточной стенкой пероксидазу и влияет на состав молекулярных форм фермента. Степень увеличения активности специфична, и наибольшей активностью обладают энзимы устойчивых сортов и диких видов картофеля.

**Ключевые слова:** картофель, слабосвязанная с клеточной стенкой пероксидаза, устойчивость картофеля к патогенам.

По данным на 1989 год, представленным Х. Россом (1), средний ежегодный ущерб от бактериальных болезней картофеля в мире составляет более 20 % на фоне дефицита устойчивых сортов. Для селекции дикорастущие виды картофеля, обладающие высокой адаптивной способностью, — основный генетический источником устойчивости к патогенам (2) и неблагоприятным факторам среды.

Многие авторы отмечают (3), что в качестве маркера устойчивости можно использовать активность ферментов прооксидантной и антиоксидантной системы растительных клеток: каталазы, НАДФН-оксидазы и особенно пероксидазы, которая обладает широким спектром действия и часто встречается в природе (4-11). Физиологическая роль пероксидазы в растительной клетке очень важна, в связи с чем функции отдельных изоформ фермента в значительной мере разнятся. Пероксидазы, выделенные из одного и того же растения, могут иметь неодинаковую молекулярную массу и субстратную специфичность (12). Пероксидаза найдена во всех компартментах растительной клетки, и для этого фермента отмечают видовую, органогенную, тканевую и внутриклеточную специфичность распределения изоформ (13).

Особое внимание уделяется изменению активности фермента во взаимодействиях патогена и растения. Известно, что пероксидазная активность может многократно повышаться в инфицированных патогеном растениях, причем наиболее существенно — у форм фермента, связанных с клеточной стенкой (14).

Мы сравнили биохимические свойства слабосвязанных с клеточной стенкой пероксидаз и устойчивость при заражении бактериальным патогеном у диких и культурных форм картофеля.

*Методика.* В работе использовали растения картофеля *in vitro*, пре-

\* Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 10-04-00921-а, междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН-2006 № 45.

доставленные Институтом картофелеводства НАН Беларуси (у ди- и тетрапloidного картофеля признак устойчивости передается соматическим гибридам): *Solanum bulbocastanum* (геном BB или A<sup>Pi</sup>A<sup>Pi</sup>), *S. cardiophyllum* (диплоид, BB), *S. polyadenium* (геном BB или A<sup>pol</sup>A<sup>pol</sup>) (15), а также культурные сорта Луговской, Лукьяновский (получены из Всероссийского НИИ картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха — ВНИИКХ, Московская обл.). Растения выращивали из черенков на агаризованной среде МС с добавлением гормонов и витаминов (16). Возбудитель кольцевой гнили — штамм 5369 *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* (Speck. Et Kott.) Skapt et Burkh был получен из ВНИИКХ. Бактерии культивировали на картофельном агаре с глюкозой (1,5 % в конечной концентрации).

Растения картофеля выращивали *in vitro* в течение 10 сут в климатической камере с контролируемым режимом, затем помещали на среду МС без агара (рН 5,8), куда вносили по 1 мл бактериальной суспензии ( $2 \times 10^8$  кл/мл). В контроль добавляли 1 мл стерильной культуральной среды для бактерий. Прирост длины стебля и состояние растений по признакам пожелтения (хлороза) и усыхания листовых пластинок оценивали каждые 3 сут в течение 12 сут. Принятая шкала оценки устойчивости: 4 балла — устойчивые (более 100 %), 3 — среднеустойчивые (85-100 %); 2 — слабоустойчивые (70-84 %); 1 — неустойчивые (менее 70 %). Один вариант опыта включал 6 повторностей, опыты проводили трижды.

Слабосвязанные с клеточной стенкой пероксидазы выделяли из корневых, стеблевых и листовых тканей. Навески тканей (1 г) помещали в шприц, добавляли 2 мл холодного цитратно-фосфатного буфера (0,1 М, рН 6,2) и дважды подвергали действию обратного давления в течение 1 мин. Гомогенат центрифугировали и в супернатанте оценивали активность фермента (17). Для определения величины рН, оптимальной для активности фермента, концентрации цитратно-фосфатного буфера варьировали от рН 4,0 до рН 7,0 с шагом 0,2.

Электрофорез нативного белка проводили в блоках поликарбамидного геля (18). Для выявления ферментативной активности в геле использовали диаминобензидиновый метод (19).

Статистическую обработку результатов выполняли с использованием компьютерных программ StatSoft (Statistica v. 6.0).

**Результаты.** Как показали наблюдения, у растений *in vitro* в присутствии патогена выраженным симптомами заболевания были угнетение роста и развивающийся хлороз листовых пластинок, приводящий к усыханию всего растения. По этим признакам дикие типы и сорта картофеля располагались в порядке, представленном в таблице 1.

#### 1. Устойчивость к *Clavibacter michiganensis* (штамм 5369) у диких видов и сортов картофеля после 12 сут культивирования *in vitro* ( $X \pm x$ )

Дикий вид, сорт	На растение		Устойчивость	
	доля неповрежденных листьев, % (А)	средняя длина стебля относительно контроля, % (Б)	(А + Б)/2	балл
<i>Solanum bulbocastanum</i>	98±2	120±2	109,0	4
<i>S. cardiophyllum</i>	97±1	122±2	109,5	4
<i>S. polyadenium</i>	99±2	119±2	109,0	4
Луговской	96±2	118±2	107,0	4
Лукьяновский	56±2	70±2	63,0	1

П р и м е ч а н и е. Приведены средние арифметические из 3 опытов, каждый из которых состоял из 6 повторностей. Статистическую обработку проводили по относительным величинам, выраженным в процентах. В контроле растения с хлорозами отсутствовали. Условный показатель устойчивости выражали через суммы средних величин длины стебля относительно контроля и доли неповрежденных (без хлороза) листовых пластинок. Баллы: 4 — устойчивые (более 100 %); 3 — среднеустойчивые (85-100 %); 2 — слабоустойчивые (70-84 %); 1 — неустойчивые (менее 70 %).

Наиболее устойчивыми к бактериозу оказались дикие виды и сорт картофеля Луговской, наименее устойчивым — сорт Лукьянинский. Корреляция между приростом стеблей и хлорозом листьев была высокой ( $r = -0,80 \pm 0,11$ ). В экспериментах, проводимых в разное время, у одних и тех же диких видов и сортов наблюдались некоторые вариации в степени устойчивости к патогену, хотя общая тенденция в пределах условно принятой нами 4-балльной шкалы сохранялась (см. табл. 1).

Как известно, у пероксидазы в зависимости от объекта, из которого она выделена, и природы субстрата реакции различаются значения рН, оптимальные для проявления ее активности. Вероятно, локальные изменения рН в клетке регулируют вовлечение тех или иных изоферментов в процесс окисления фенольных соединений, оправдывая существование множественных форм пероксидазы (20).

**2. Активность ( усл. ед/г сырой массы) слабосвязанной с клеточной стенкой пероксидазы у диких видов и сортов картофеля при заражении *Clavibacter michiganensis* (штамм 5369) *in vitro* ( $X \pm x$ )**

Показатель	Контроль (интактные растения)			Опыт (зараженные растения)		
	лист	стебель	корень	лист	стебель	корень
<b>Д и к и е в и д ы</b>						
<i>Solanum bulbocastanum</i>						
Оптимум рН	4,4	4,6	6,0	4,4	4,6	6,2
Активность пероксидазы	1,410±0,053	1,590±0,055	2,990±0,207	3,420±0,270	3,490±0,230	6,250±0,330
<i>S. cardiophyllum</i>						
Оптимум рН	6,0	6,0	6,0	4,8	4,8; 5,4	6,6
Активность пероксидазы	1,903±0,140	1,920±0,180	2,003±0,130	3,250±0,110	4,040±0,280	6,228±0,640
<i>S. polyadenium</i>						
Оптимум рН	5,8	5,2	6,4	4,8	5,6	6,4
Активность пероксидазы	1,740±0,006	1,380±0,210	2,490±0,430	2,530±0,060	4,460±0,280	6,730±0,420
<b>С о р т а</b>						
<i>Луговской</i>						
Оптимум рН	4,8	6,2	6,2	6,0	6,4	5,6
Активность пероксидазы	1,367±0,073	1,570±0,020	1,952±0,011	3,313±0,025	2,360±0,044	2,841±0,054
<i>Лукьянинский</i>						
Оптимум рН	4,4	4,4	5,0	6,0	4,2	4,6
Активность пероксидазы	0,814±0,009	0,696±0,007	0,614±0,019	1,405±0,143	0,979±0,012	1,11±0,015
<b>П р и м е ч а н и е.</b> Приведены средние арифметические из 3 опытов, каждый из которых состоял из 6 повторностей.						

Полученные данные об изменении рН-оптимума активности пероксидазы в разных тканях (табл. 2) могут отражать особенности организации активного центра у формы, слабо связанной с клеточной стенкой. Существует мнение, что рН-зависимость активности обусловлена наложением двух рН-зависимостей — собственно реакции превращения субстрата и конформационных изменений глобулы фермента (21). В случае пероксидаз существуют стандартные условия измерения активности, зависящие от природы выбранного субстрата, или определения оптимального значения, при котором активность фермента будет иметь наиболее высокое значение.

Изоферментный полиморфизм как выражение генетического разнообразия установлен для пероксидаз многих растительных организмов и представляет собой лишь частный случай белкового полиморфизма, возникшего и закрепившегося в процессе эволюции видов (20, 22). При патогенезе пероксидазы клеточной стенки первыми контактируют с возбудителями и способствуют видоизменениям последней и включению внутриклеточных механизмов адаптации. Поэтому было необходимо изучить и сравнить молекулярные формы слабосвязанной с клеточной стенкой пероксидазы, выделенные из тканей исследуемых растений картофеля (табл. 3).

**3. Относительная электрофоретическая подвижность ( $R_f$ ) изоформ слабосвязанной с клеточной стенкой пероксидазы у диких видов и сортов картофеля при заражении *Clavibacter michiganensis* (штамм 5369) *in vitro***

Орган	Контроль (интактные растения)	Опыт (зараженные растения)
<i>Д и к и е в и д ы</i>		
<i>Solanum bulbocastanum</i>		
Лист	0,05; 0,37; 0,59; 0,66	0,05; 0,37; 0,59; 0,66
Стебель	0,37	0,37
Корень	0,05; 0,13; 0,17; 0,37; 0,53; 0,63; 0,72	0,05; 0,13; 0,17; 0,37; 0,53; 0,63; 0,72
<i>S. cardiophyllum</i>		
Лист	0,05; 0,15; 0,32; 0,39; 0,44; 0,49; 0,59	0,05; 0,15; 0,32; 0,39; 0,44; 0,49; 0,59
Стебель	0,36; 0,44; 0,61	0,36; 0,44; 0,61
Корень	0,05; 0,15; 0,32; 0,42; 0,52; 0,61; 0,70; 0,79	0,05; 0,15; 0,32; 0,42; 0,52; 0,61; 0,70; 0,79
<i>S. polyadenium</i>		
Лист	0,08; 0,44; 0,56; 0,60; 0,66	0,08; 0,44; 0,56; 0,60; 0,66
Стебель	0,06; 0,11; 0,44; 0,52	0,06; 0,11; 0,44; 0,52
Корень	0,06; 0,11; 0,40; 0,51; 0,55; 0,60; 0,68	0,06; 0,11; 0,40; 0,51; 0,55; 0,60; 0,68
<i>С о р т а</i>		
<i>Луговской</i>		
Лист	0,61; 0,75; 0,83	0,61; 0,75; 0,83
Стебель	0,47; 0,61; 0,75; 0,83	0,47; 0,61; 0,75; 0,83
Корень	0,47; 0,61; 0,75; 0,83	0,47; 0,61; 0,75; 0,83
<i>Лукьяновский</i>		
Лист	0,61; 0,67; 0,75; 0,83	0,11; 0,27; 0,53; 0,67; 0,75; 0,83; 0,86
Стебель	0,67; 0,75; 0,83	0,67; 0,75; 0,83
Корень	0,67; 0,75; 0,83	0,53; 0,67; 0,75; 0,83

Данные, представленные в таблице 3, показывают, что число молекулярных форм в тканях контрольных и зараженных растений диких видов и сорта картофеля Луговской не изменяется. У восприимчивого сорта Лукьяновский при бактериальном заражении в тканях листьев отмечали появление трех новых молекулярных форм с  $R_f$  0,11; 0,27; 0,86, в тканях корня — одной формы с  $R_f$  0,53 (см. табл. 3).

Заражение патогеном вызывало увеличение активности исследуемого фермента в тканях у диких видов и устойчивого сорта Луговской, но при этом не происходило синтеза новых молекулярных форм. Количественные соотношения присутствующего в клетке растения ферментного белка не могут изменяться в широких пределах, так как для этого необходима экспрессия нескольких или одного соответствующего гена (23). Как следствие, в случае заражения патогеном большую роль должны играть конформационные преобразования молекулы в целом или изменение ее активного центра. Полученные нами данные свидетельствуют, что повышение активности слабосвязанной с клеточной стенкой пероксидазы в тканях зараженных растений у диких видов и сорта Луговской не было обусловлено синтезом фермента *de novo*. Вероятно, происходило изменение активного центра и пространственной структуры фермента за счет отщепления фрагментов или разрыва слабых связей.

Таким образом, устойчивость диких видов картофеля и сорта Луговской при заражении бактериальным патогеном *in vitro* в значительной степени зависит от активности слабосвязанных с клеточной стенкой пероксидаз. Действие возбудителя кольцевой гнили приводит к активации пероксидазы и влияет на спектр изоформ фермента. Степень увеличения активности сортоспецифична. Наибольшей активностью обладают эти энзимы у устойчивых сортов и диких видов картофеля.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Росс Х. Селекция картофеля. Проблемы и перспективы. М., 1989.
- Киру С.Д. Мировая коллекция ВИР как генетический источник для селекции картофеля на устойчивость к болезням и вредителям. Мат. Междунауч.-практ. конф., посвя-

- щенной 100-летию со дня рождения академика НАН Беларуси Н.А. Дорожкина «Актуальные проблемы защиты картофеля, плодовых и овощных культур от болезней, вредителей и сорняков» (Самохваловичи, 9-12 августа 2005 года). Минск, 2005: 23-228.
3. Ершова А.Н. Метаболическая адаптация растений к гипоксии и повышенному содержанию диоксида углерода. Воронеж, 2007.
  4. Долгова Л.Г. Активность пероксидазы — показатель устойчивости растений-интродуцентов в условиях степной зоны Украины. Вестник Днепропетровского университета, 2004, 1: 38-41.
  5. Жукова Т.В., Бузель В.С. Адаптация растительных систем к химическому стрессу: популяционный аспект. Вестник Удмуртского университета, 2009, 1: 31-42.
  6. Карпец Ю.В., Ястреб Т.О., Обозный А.И., Колупаев Ю.Е. Активность и термостабильность антиоксидантных ферментов корней проростков пшеницы после воздействия экзогенного пероксида водорода. Вестник Харьковского национального аграрного университета, 2009, 2: 62-70.
  7. Колупаев Ю.Е., Карпец Ю.В. Формирование адаптивных реакций растений на действие абиотических стрессоров. Киев, 2010.
  8. Gülen H., Eris A. Effect of heat stress on peroxidase activity and total protein content in strawberry plants. Plants Sci., 2004, 3: 739-744.
  9. Thongsook T., Barrett D. Heat inactivation and reactivation of broccoli peroxidase. J. Agricult. Food Chem., 2005, 53: 3215-3222.
  10. Gülen H., Çetinkaya C., Kadıoglu M., Cansev A., Eris A. Peroxidase activity and lipid peroxidation in strawberry (*Fragaria × ananassa*) plants under low temperature. J. Biol. Environ. Sci., 2008, 2: 95-100.
  11. Zolfaghari R., Hosseini S.M., Korgi S.A.A. Relationship between peroxidase and catalase with metabolism and environmental factors in beech (*Fagus orientalis* Lipsky) in three different elevations. International journal of environmental sciences, 2010, 2: 243-252.
  12. Иванова З.А., Вафина Г.Х. Физиологическая роль пероксидазной активности клеточных ядер на ранних этапах онтогенеза растений. Физиология и биохимия культурных растений, 1997, 29(2): 129-132.
  13. Андреева В.А. Фермент пероксидаза. М., 1988.
  14. Минибаева Ф.В., Гордон Л.Х. Продукция супeroxида и активность внеклеточной пероксидазы в растительных тканях при стрессе. Физиология растений, 2003, 53(3): 459-464.
  15. Matsubayashi M. Phylogenetic relationships in the potato and its related species. In: Chromosome engineering in plants: genetics, breeding, evolution. Part B /T. Tsuchiya, P.K. Gupta (eds.). Amsterdam, Elsvier, 1991: 93-118.
  16. Бутенко Р.Г., Хромова Л.М., Седнина Г.В. Методические указания по получению вариантов клеточных линий и растений у различных сортов картофеля. М., 1984.
  17. Ермаков А.И. Методы биохимического исследования растений. Л., 1987.
  18. Колесников А.В., Остроумова Е.А., Зыкова В.В., Войников В.К. Белки четырех видов злаков, иммунохимически родственные стрессовому белку 310 кД. Физиология растений, 2000, 47(2): 199-202.
  19. Лойда З., Госсрау Р., Шиблер Т. Гистохимия ферментов. М., 1982.
  20. Титов А.Ф. Изопероксидазы растений. Успехи современной биологии, 1975, 80(1/4): 102-115.
  21. Урманцева В.В. Пероксидазы культивируемых клеток растений. В сб.: Биотехнология пероксидаз растений и грибов (серия Биотехнология). М., 1992, 36: 54-70.
  22. Rudin D., Rasmussen B. Genetic variation in esterase's from needles of *Pinus sylvestris* L. Hereditas, 1973, 73: 89-98.
  23. Рогозина Е.В., Палеха С.В. Использование дикорастущих видов картофеля серии *Bukasoviana Gorbat.* в селекции на устойчивость к патогенам Мат. Межд. науч.-практ. конф., посвященной 100-летию со дня рождения академика НАН Беларуси Н.А. Дорожкина «Актуальные проблемы защиты картофеля, плодовых и овощных культур от болезней, вредителей и сорняков» (Самохваловичи, 9-12 августа 2005 года). Минск, 2005: 430.

<sup>1</sup>Сибирский институт физиологии и биохимии  
растений СО РАН,  
664033 Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 132,  
e-mail: graskova@sifibr.irk.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО Иркутский государственный

университет,  
664003 Россия, г. Иркутск, ул. Карла Маркса, 1,  
e-mail: isupress@isu.ru

Поступила в редакцию  
2 апреля 2012 года

# A PARTICIPATION OF WEAK-BOUND WITH PLANT CELL WALL PEROXIDASES IN RING ROT TOLERANCE OF WILD MEXICAN SPECIES AND CULTURAL VARIETIES OF POTATO

M.A. Zhivetiev<sup>1</sup>, A.V. Papkina<sup>2</sup>, I.A. Graskova<sup>1</sup>, V.K. Voinikov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Siberian Research Institute of Plant Physiology and Biochemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 132, ul. Lermontova, Irkutsk, 664033 Russia, e-mail graskova@sifibr.irk.ru;

<sup>2</sup>Irkutsk State University, 1, ul. Karla Marks, Irkutsk, 664003 Russia, e-mail isupress@isu.ru

## Abstract

It is known, the activities of pro-oxidant and anti-oxidant system enzymes in plant cells can be used as markers of pathogen tolerance. These enzymes are catalase, NADFH-oxidase and especially peroxidase, which is spread in nature and has a broad spectrum of action. We used the plants of potato *Solanum bulbocastanum* (genome BB or A<sup>p1</sup>A<sup>p1</sup>), *S. cardiophyllum* (diploid, BB), *S. polyadenium* (genome BB or A<sup>pol</sup>A<sup>pol</sup>), and also cultural varieties Lugovsky and Lukyanovsky in our research. The plants were grown from cuttings at MS agar medium with addition of hormones and vitamins. In experiment the plants were infected with strain 5369 *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* (Speick. Et Kott.) Skapt et Burkh as a ring rot agent. Tolerance of potato wild species and Lugovsky variety to bacterial pathogen infection was substantially depended on weak-bound with plant cell wall peroxidase activity. The action of causative agent of ring rot activated the weak-associated with plant cell wall peroxidase and influenced upon spectrum of the ferment molecular forms. The activity increase rate depends specifically on genotype and was the largest in pathogen-tolerant varieties and wild potato species.

Keywords: potato, weakly-bound with plant cell wall peroxidase, potatoes stability to pathogens.

## Научные собрания

### НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНАЯ ВЫСТАВКА «ПОЛИТЕХНИКА-2013» (10-12 октября 2013 года, г. Москва)

Состоявшаяся в Московском государственном техническом университете МГТУ им. Н.Э. Баумана молодежная научно-инженерная выставка, организованная при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, стала II этапом Всероссийского конкурса научно-технического творчества молодежи. На этом этапе были отобраны более 60 лучших молодежных проектов 160 участников конкурса — студентов, аспирантов вузов Москвы, Санкт-Петербурга, Твери, Калининграда, Калуги, Самары, Уфы, Новочеркасска, а также молодых ученых из институтов РАН.

Отбор работ, проведенный компетентным жюри, выявил большое разнообразие научных направлений, представленных молодыми исследователями. Организаторы конкурса, эксперты, члены жюри единодушно отметили возросший научный уровень представленных проектов. Это стало следствием оснащения научных коллективов современным аналитическим оборудованием, в том числе передовым отечественным технологическим оборудованием. В каждой из 14 номинаций победители и лауреаты получили медали, дипломы и ценные призы, предоставленные организаторами конкурса и Департаментом природопользования и охраны окружающей среды г. Москвы. Впервые на выставке были представлены работы молодых исследователей из лаборатории генетики культивируемых клеток Института физиологии растений Российской академии наук, которые стали победителями номинации журнала «Сельскохозяйственная биология» по экологии и биологическим наукам, учрежденной в связи с годом охраны окружающей среды в России. В области экологии и биотехнологии победителями признаны студенты С.В. Евсюков, В.Г. Груздев с работой «Экологическая биотехнология получения растений, устойчивых к высоким концентрациям меди в почвенном покрове городов (на примере Москвы)» (соавторы Е.А. Гладков, И.И. Литвинова; научный руководитель Е.А. Гладков, консультанты Ю.И. Долгих, О.В. Гладкова, Л.С. Глушецкая), в области биологических наук — аспирант К.А. Седов с работой «Воздействие экологических стрессов на геном растений *in vitro*» (научный руководитель Ю.И. Долгих).

Б.Н. Шевчун

В МГТУ им. Н.Э. Баумана 25-29 марта 2013 году прошел ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ НАУЧНОЙ МОЛОДЕЖИ «ШАГ В БУДУЩЕЕ» (Национальное соревнование молодых ученых Европейского Союза, Российская научная и инженерная выставка «Шаг в будущее» и др.), информационную поддержку которого также осуществляют журнал «Сельскохозяйственная биология». На форуме были представлены работы школьников и студентов по различным направлениям, в том числе биологические и экологические работы. На пленарных заседаниях с докладами выступили ученые ведущих вузов (МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова и др.).