

**ШТАРК О.Ю.<sup>1</sup>, БОРИСОВ А.Ю.<sup>1</sup>, НАУМКИНА Т.С.<sup>2</sup>, АХТЕМОВА Г.А.<sup>1</sup>,  
ЖУКОВ В.А.<sup>1</sup>, ДАНИЛОВА Т.Н.<sup>1</sup>, ЧЕБОТАРЬ В.К.<sup>3</sup>, ВАСИЛЬЧИКОВ А.Г.<sup>2</sup>,  
БАРБАШОВ М.В.<sup>2</sup>, ЗОТИКОВ В.И.<sup>2</sup>, ТИХОНОВИЧ И.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии Россельхозакадемии (ГНУ ВНИИСХМ), Санкт-петербург, Пушкин, ш. Подбельского, д. 3; тел. (812)470 51 83; факс (812)470 43 6; e-mail: oshdark@yandex.ru;

<sup>2</sup> Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур Россельхозакадемии (ГНУ ВНИИЗБК), г. Орел, п/о Стрелецкое, административное здание ГНУ ВНИИЗБК);

<sup>3</sup> ООО «Бисолби-Интер», Санкт-петербург, Пушкин, ш. Подбельского, д. 3.

## **СОЗДАНИЕ НОВЫХ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ СОРТОВ БОБОВЫХ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ПОЛЕЗНЫМИ ПОЧВЕННЫМИ МИКРООРГАНИЗМАМИ**

Взаимодействия сельскохозяйственных растений с полезными почвенными микроорганизмами (грибы арбускулярной микоризы, клубеньковые бактерии и полезные ассоциативные ризосферные бактерии) играют важную роль в развитии растений. Микроорганизмы обеспечивают их соответствующим питанием и регуляторами роста, повышают устойчивость к патогенным микроорганизмам и способствуют адаптации к стрессам различной природы, кроме того деятельность почвенных микроорганизмов способствует биоремедиации аргоекосистем [1]. Использование растительно-микробных взаимодействий (ранее широкомасштабно не использовавшихся) в экологически ориентированном сельскохозяйственном производстве позволит повысить урожай и качество продукции, а также плодородие и микробиологическую активность почв и при этом сократить количество применяемых агрохимикатов.

В современной концепции земледелия бобовые культуры являются ключевым компонентом технологий производства сельскохозяйственной продукции растениеводства (<http://www.grainlegumes.com/aep/>). Бобовые способны формировать комплексную взаимовыгодную (мутуалистическую) растительно-микробную систему (бобовое растение + грибы арбускулярной микоризы + клубеньковые бактерии + полезные ассоциативные ризосферные бактерии) [1–3]. Существование общих генов растения и микроорганизмов и их молекулярных продуктов, необходимых для формирования различных мутуалистических симбиозов бобовых привело к заключению, что бобовые обладают единой генетической системой, контролирующей развитие комплексной растительно-микробной системы [1–3]. Этот факт наряду с предположением, что генетическая система растения, контролирующая развитие азотфиксирующего клубенька, эволюционно базировалась на системе контроля формирования арбускулярной микоризы [1, 3, 4], очень важен для использования комплексной растительно-микробной системы в экологически ориентированном адаптивном сельскохозяйственном производстве.

Результаты вегетационных и полевых экспериментов с использованием гороха (*Pisum sativum* L.) в качестве сельскохозяйственной культуры и комплексной инокуляции полезными почвенными микроорганизмами явно продемонстрировали возможность использования симбиотического потенциала в сельскохозяйственном производстве с целью уменьшения доз минеральных удобрений и химических средств защиты растений [5–8]. Прежде всего, с привлечением образцов из коллекции ВИР им. Н.И. Вавилова был выявлен высокий уровень генетического полиморфизма у гороха (*P. sativum*) по признаку “симбиотическая эффективность” и отобраны генотипы с контрастной симбиотической эффективностью [5, 6]. Генотипы гороха с наиболее высокой симбиотической эффективностью были вовлечены в селекционный процесс. Позже, среди современных сортов гороха, созданных без учета потенциала взаимодействия с полезной почвенной микрофлорой, были выявлены генотипы, обладающие как высокой симбиотической эффективностью, так и необходимой архитектоникой растения, которые могут быть непосредственно вовлечены в селекционные программы [7, 8]. Также было показано, что при использовании генотипов гороха, эффективных во взаимодействии с полезной почвенной микрофлорой, комплексная инокуляция оказывает действие, сравнимое с применением полной дозы минеральных удобрений [7, 8]. Таким образом, была доказана возможность и необходимость ведения селекции бобовых (а в дальнейшем и небобовых культур) на повышение симбиотического потенциала [7, 8].

В результате анализа данных, изложенных выше, совместно с ГНУ ВНИИЗБК была сформулирована концепция, выражающая принципиально новый взгляд на использование мутуалистических симбиозов растений в адаптивном растениеводстве. Во-первых, необходимо рассматривать генетическую систему растений, контролирующую взаимодействие с различными типами полезных почвенных микроорганизмов как единую. Во-вторых, растение является наиболее генетически стабильным компонентом растительно-микробной системы, и именно оно должно управлять эффективностью взаимодействия с полезной почвенной микрофлорой. Таким образом, необходимо вести селекцию растений на повышение симбиотического потенциала на фоне максимального генетического разнообразия полезной почвенной микрофлоры, а главным признаком для оценки эффективности считать дополнительную биомассу, накопленную за счет растительно-микробной системы [8]. Селекцию необходимо вести на фоне инокуляции комплексным микробным инокулятом (микробиологическим удобрением), содержащим клубеньковые бактерии, грибы арбускулярной микоризы и полезные ассоциативные ризосферные бактерии.

В сотрудничестве с инновационной компанией “Бисолби-Интер” была разработана технология производства и применения комплексного микробиологического препарата “БисолбиМикс” [9], содержащего высокоэффективные штаммы клубеньковых бактерий, полезных ризосферных бактерий и изоляты грибов арбускулярной микоризы из коллекций ГНУ ВНИИСХМ

и “Бисолби-Интер”. В полевых условиях была показана высокая эффективность этого препарата при использовании, как под бобовые [8], так и небобовые культуры. Также на территории экспериментальных полей ГНУ ВНИИЗБК был создан стационарный селекционный питомник для отбора высокоэффективных в симбиозе растений. Для инокуляции почвы в питомнике используется препарат “БисолбиМикс”.

В настоящее время в условиях селекционного питомника (г. Орел) продолжается поиск высокоэффективных в симбиозе с полезной почвенной микрофлорой генотипов бобовых: гороха (*P. sativum*), фасоли (*Phaseolus vulgaris* L.), чечевицы (*Lens culinaris* L.), сои (*Glycine max* L. Merr.), люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.), — с целью вовлечения их в селекционные программы. Результаты, полученные к настоящему моменту, позволяют сделать предварительный вывод о существовании полиморфизма у фасоли по признаку «симбиотическая эффективность» и, следовательно, о возможности ведения селекции на повышение ее симбиотического потенциала. Установлено, что уровень варибельности данного признака, оцениваемый по величине прибавки семенной продуктивности, у фасоли (от 82,9% до –10,4%) значительно ниже по сравнению с горохом (от 666,7% [6] до –8,9% [8]). У чечевицы был выявлен очень низкий уровень генетического полиморфизма по признаку “симбиотическая эффективность”, что свидетельствует о низкой степени окультуренности данного вида. Также среди коммерческих сортов бобовых (гороха, фасоли и чечевицы) были выбраны генотипы-доноры высокой симбиотической эффективности как исходный материал для селекции и иницированы селекционные мероприятия (отобраны пары генотипов фасоли для гибридизации и получены гибридные семена F<sub>1</sub>).

И, наконец, с использованием данного селекционного питомника и протокола селекции бобовых растений, разработанного в результате многолетнего сотрудничества ГНУ ВНИИСХМ и ГНУ ВНИИЗБК, был целенаправленно создан первый за всю историю селекции бобовых сорт гороха Триумф с повышенным симбиотическим потенциалом и обладающий хозяйственно-ценными признаками [10]. При инокуляции препаратом “БисолбиМикс” сорт Триумф увеличивал продуктивность на 10%. На основании Государственных сортоиспытаний, проводимых в 2007–2008 гг. было показано, что новый сорт Триумф в среднем по регионам, где проводили испытания, при традиционных агротехнических приемах имеет урожайность на уровне сортов-стандартов продуктивности. Сорт Триумф может быть рекомендован для возделывания в Центральном регионе РФ.

Таким образом, инновационная концепция, разработанная в результате многолетних фундаментальных исследований, уже дает первые результаты.

*Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки (Государственные контракты № 02.512.11.2280, 02.740.11.0276), грантов: президента РФ (НШ-3440.2010.4), РФФИ (09-04-13895, 09-04-91054, 09-04-91293, 10-04-00961, 10-04-01146), NWO-047.117.2005.006 (Нидерланды).*

## Литература

1. *Shtark O.Y., Borisov A.Y., Zhukov V.A. et al.* // Soil microbiology and sustainable crop production (GR Dixon, E Tilston, eds), 2010. Springer, The Netherlands (in press).
2. *Борисов А.Ю., Васильчиков А.Г., Ворошилова В.А. и др.* // Прикл. биох. и микробиол., 2007. Т.43. №3. С. 265–271.
3. *Provovov N.A., Shtark O.Y., Zhukov V.A. et al.* Developmental Genetics of Plant-Microbe Symbioses. 2010. Nova Science Publishers, NY, USA.
4. *Parniske M.* // Nature Rev Microbiol, 2008. 6: 763–775.
5. *Якоби Л.М., Кукалев А.С., Ушаков К.В. и др.* // С.-х. биология. 2000. №3. С. 94–102.
6. *Борисов А.Ю., Цыганов В.Е., Штарк О.Ю. и др.* Каталог мировой коллекции ВИР. Выпуск 728. Горох (Симбиотическая эффективность) / Под ред. И.А. Тихоновича, М.А. Вишняковой. С.-Петербург: ВИР. 29 с.
7. *Борисов А.Ю., Наумкина Т.С., Штарк О.Ю. и др.* // Докл. РАСХН. 2004. №2. С. 12–14.
8. *Штарк О.Ю., Данилова Т.Н., Наумкина Т.С. и др.* // Экол. генет., 2006. Т.4. №2. С. 22–28.
9. *Чеботарь В.К., Казаков А.Е., Ерофеев С.В. и др.* “Способ получения комплексного микробиологического удобрения”. Патент №2318784, зарегистрирован 10.03.2008.
10. *Borisov A.Y., Danilova T.N., Shtark O.Y. et al.* // Biological Nitrogen Fixation: Towards Poverty Alleviation through Sustainable Agriculture. Proceedings of 15<sup>th</sup> International Congress on Nitrogen Fixation & 12<sup>th</sup> International Conference of the African Association for Biological Nitrogen Fixation (F.D. Dakora et al., eds.) Springer Science and Business Media BV, 2008. P. 15.

## Резюме

Сформулирована концепция, выражающая принципиально новый взгляд на применение мутуалистических симбиозов растений в адаптивном растениеводстве. Отобраны генотипы бобовых (гороха, фасоли, чечевицы) как исходный материал для селекции на повышение симбиотического потенциала растений. Впервые в истории селекции создан сорт гороха Триумф с повышенным симбиотическим потенциалом.

A conception has been formulated, which reflects new opinion on mutually beneficial symbioses application in sustainable agriculture. Legume genotypes to be used in breeding to improve plant symbiotic potential were identified. For the first time for the whole period of legume breeding, pea cultivar Triumph with increased symbiotic potential has been created.

## ЩЕРБИНА О.З., МИХАЙЛОВ В.Г., ПАРФЕНЮК О.В.

ННЦ “Інститут землеробства НААНУ”

Україна, 08162, смт Чабани, Києво-Святошинський район, Київська область,

E-mail: selection@ukr.net

## РОЗЩЕПЛЕННЯ ГІБРИДІВ СОЇ ДРУГОГО ПОКОЛІННЯ ЗА ДОВЖИНОЮ СУЦВІТТЯ

У сої довжина суцвіття та кількість квіток у ньому дуже мінливі, вони значно піддаються впливу умов вирощування і довжина суцвіття у одних і тих же сортів може змінюватись від 0,5 до 4,5 см. Крайне більше значення