УДК 633.853.52:579.64(470.319) doi: 10.15389/agrobiology.2015.3.377rus

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНТРОДУКЦИИ АЦК-УТИЛИЗИРУЮЩИХ РИЗОБАКТЕРИЙ В АГРОЦЕНОЗЫ СОИ В УСЛОВИЯХ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю.В. КУЗМИЧЕВА, И.Л. ТЫЧИНСКАЯ, С.Н. ПЕТРОВА, Н.В. ПАРАХИН

Ресурсосберегающие технологии способствуют воспроизводству почвенного плодородия и повышению устойчивости агроценозов. Зернобобовые культуры в наибольшей степени соответствуют современным требованиям формирования экологического равновесия. Они вступают в поликомпонентный симбиоз с различными группами полезной почвенной микрофлоры, что позволяет не только улучшать почвенные свойства, повышать урожай и его качество, но и делает их ценным предшественником в севооборотах. В этой связи перспективен поиск и практическое применение новых микроорганизмов с полифункциональными свойствами, которые позволят повысить экономическую эффективность возделывания зернобобовых культур. Особый интерес представляет использование АЦК-утилизирующих бактерий, обладающих универсальным антистрессовым эффектом на растения. Нами проведены исследования по изучению влияния интродукции перспективных штаммов АЦК-утилизирующих ризобактерий (*Pseudomonas oryzihabitans* Ep4 и *Variovorax paradoxus* 3P-4) и клубеньковых бактерий (*Bradyrhizobium japonicum* 634б) на эффективность возделывания сорта сои северного экотипа Свапа в условиях Орловской области в зависимости от фона минерального питания (NPK 100 % и NPK 70 %). Штамм клубеньковых бактерий использовали для предпосевной инокуляции из расчета 200 г на гектарную норму семян. Штаммы ассоциативных АЦК-утилизирующих микроорганизмов вносили в рядки в фазу всходов (10 % раствор). NPK вносили в почву перед посевом в виде тукосмеси с процентным содержанием элементов минерального питания 10:26:26. В лабораторных условиях проводили биохимическую оценку качества зерна сои. При формировании симбиозов с интродуцируемой микрофлорой агроценозы сои характеризовались большей экологической приспособленностью, что выражалось в повышении продуктивности в засушливые годы на 35-98 %. Положительное действие бактерий проявилось в повышении содержания белка в зерне на 34 %. Получение высокого и качественного урожая изучаемого сорта сои за счет формирования эффективной растительно-микробной системы способствовало увеличению сбора белка до 1,05-1,30 т/га. Интродукция микроорганизмов была наиболее эффективной при снижении дозы минеральных удобрений на 30 %. Установлено, что использование ризобактерий *Pseudomonas oryzihabitans* в комплексе с клубеньковыми бактериями обеспечило максимальный экономический эффект, позволило получить более дешевый и качественный белок при высокой рентабельности производства. Это даст возможность снизить затраты, связанные с внесением минеральных удобрений, без потери урожая.

Ключевые слова: соя, агроценоз, АЦК-утилизирующие ризобактерии, симбиоз, экономическая эффективность, ресурсосбережение.

Снижение продуктивности агроценозов, качества продукции растениеводства и естественного плодородия почвы вследствие интенсификации сельскохозяйственного производства обусловливает необходимость его экологизации. Для обеспечения продовольственной безопасности страны и здоровья человека необходим переход к ресурсосберегающим технологиям, способствующим воспроизводству почвенного плодородия, повышению устойчивости агроценозов и основанным на использовании средообразующего потенциала последних (1, 2).

Зернобобовые культуры в наибольшей степени соответствуют современным требованиям формирования экологического равновесия (1, 3-5). Их уникальная способность вступать в поликомпонентный симбиоз с различными группами полезной почвенной микрофлоры позволяет не только улучшать почвенные свойства, повышать урожай и его качество, но и делает их ценным предшественником в севооборотах, способствуя решению проблемы производства растительного белка при возможности снижения ресурсозатрат (4, 6-14).

В этой связи перспективен поиск и практическое применение новых микроорганизмов с полифункциональными свойствами, которые позволят повысить экономическую эффективность возделывания зернобобовых культур за счет реализации их биологического потенциала. Особый интерес представляет использование АЦК-утилизирующих бактерий, обладающих универсальным антистрессовым эффектом на растения. Один из механизмов антистрессового воздействия этих микроорганизмов — подавление ингибирующего действия этилена, интенсивно продуцируемого макросимбионтом в условиях стресса (инфекции, засуха, переувлажнение, засоление почвы, ее загрязнение отходами производства, пестицидами, тяжелыми металлами и др.), благодаря ферменту 1-аминоциклопропан-1-карбоксилат (АЦК) дезаминазе (15-17). О фитостимулирующем действии ассоциативных бактерий с АЦК-дезаминазной активностью свидетельствуют результаты многочисленных лабораторных испытаний (18-29). При этом отсутствует информация об эффективности таких микроорганизмов в условиях агроценоза.

Нашей целью было изучение влияния интродукции перспективных штаммов АЦК-утилизирующих ризобактерий на эффективность возделывания сои северного экотипа в условиях Орловской области.

Методика. Лабораторные исследования проводились в ЦКП «Экологический и агрохимический мониторинг сельскохозяйственного производства и среды обитания» (ОрелГАУ, г. Орел), полевые опыты закладывались в НОПЦ «Интеграция» (Орловский р-н, с. Лаврово) в 2013-2014 годах.

Растения сои сорта Свапа выращивали в селекционном севообороте на делянках площадью 10 м^2 в 4-кратной повторности. Метод размещения опытных делянок — рендомизированный. Почва опытного участка темно-серая лесная тяжелосуглинистая среднекислая (pH 5,0) со средним содержанием гумуса (3,8 %), повышенным количеством подвижного фосфора (12,9 мг/100 г почвы) и обменного калия (15,9 мг/100 г почвы). В качестве объекта исследований использовали сорт сои северного экотипа Свапа (селекция Всероссийского НИИ зернобобовых и крупяных культур, Орловская обл.).

В опытах изучалась эффективность интродукции АЦК-утилизирующих бактерий отдельно и в комплексе с клубеньковыми бактериями на двух фонах минерального питания — NPK 100 % (доза удобрений на планируемый урожай 3 т/га) и NPK 70 %.

Схема опыта включала следующие варианты: 1 — контроль (фон NPK 100 % и NPK 70 % без инокуляции); 2 — фон + *Bradyrhizobium japonicum* 634б; 3 — фон + *Pseudomonas oryzihabitans* Ep4; 4 — фон + *Variovorax paradoxus* 3P-4; 5 — фон + *Bradyrhizobium japonicum* 634б + *Pseudomonas oryzihabitans* Ep4; 6 — фон + *Bradyrhizobium japonicum* 634б + *Variovorax paradoxus* 3P-4.

Штаммы микроорганизмов были предоставлены Всероссийским НИИ сельскохозяйственной микробиологии (г. Санкт-Петербург—Пушкин). Штамм клубеньковых бактерий использовали для предпосевной инокуляции из расчета 200 г на гектарную норму семян. Штаммы ассоциативных АЦК-утилизирующих микроорганизмов вносили в рядки в фазу всходов (10 % раствор). NPK вносили в почву перед посевом в виде тукосмеси с процентным содержанием элементов минерального питания 10:26:26.

Оценка урожайности сортов проводилась согласно методике Госсортосети (30), биохимическая оценка качества зерна сои — с помощью анализатора зерна Infratec™ 1241 («FOSS», Дания).

Полученные данные обработаны с помощью компьютерной про-

граммы Statistica.

Результаты. Метеорологические условия в годы исследований отклонялись от среднемноголетних и сопровождались неравномерным распределением осадков и колебанием температуры воздуха на протяжении всего вегетационного периода у сои. Влагообеспеченность посевов в критические периоды развития культуры была недостаточной. Например, II декада мая, на которую приходился сев сои, характеризовалась засушливыми условиями (ГТК = 0,2). В июле, совпавшем с бутонизацией и цветением, в 2013 году отмечали недостаточное увлажнение (ГТК = 0,9), а в 2014 году этот месяц был засушливым (ГТК = 0,3). Для августа, когда происходило формирование и налив семян, в 2013 и 2014 году была характерна засуха (ГТК соответственно 0,6 и 0,2).

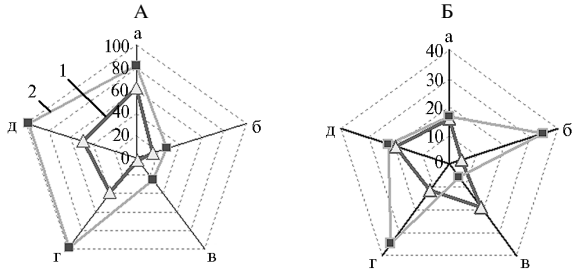

Рис. 1. Относительные прибавки урожайности сои сорта Свапа в 2013 (А) **и 2014 году** (Б) **в зависимости от инокуляции бактериями и фона минерального питания:** 1 — NPK 100 %, 2 — NPK 70 %; а — *Bradyrhizobium japonicum* 634б, б — *Pseudomonas oryzihabitans* Ep4, в — *Variovorax paradoxus* 3P-4, г — *Bradyrhizobium japonicum* 634б + *Pseudomonas oryzihabitans* Ep4, д — *Bradyrhizobium japonicum* 634б + *Variovorax paradoxus* 3P-4 (Орловская обл., Орловский р-н, с. Лаврово).

При формировании симбиозов с интродуцируемой микрофлорой агроценозы сои сорта Свапа проявляли бóльшую экологическую приспособленность по сравнению с контролем (рис. 1). При этом защитный эффект микроорганизмов был более выражен при снижении дозы минеральных удобрений на 30 %.

Так, колонизация корней растений сои псевдомонадами отдельно и в комплексе с ризобиями в засушливом 2014 году способствовала повышению продуктивности агроценозов на 34,6 % благодаря ростстимулирующему и антистрессовому эффекту микроорганизмов. В 2013 году комплексное фитостимулирующее действие АЦК-утилизирующих бактерий и ризобий позволило получить прибавку урожайности 81,0-97,8 %.

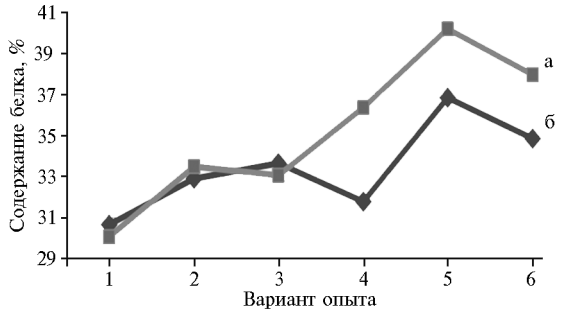

Рис. 2. Содержание белка в зерне сои сорта Свапа в зависимости от инокуляции бактериями на фоне NPK 70 % (а) **и NPK 100 %** (б)**:** 1 — контроль, 2 — *Bradyrhizobium japonicum* 634б, 3 — *Pseudomonas oryzihabitans* Ep4, 4 — *Variovorax paradoxus* 3P-4, 5 — *Bradyrhizobium japonicum* 634б + *Pseudomonas oryzihabitans* Ep4, 6 — *Bradyrhizobium japonicum* 634б + *Variovorax paradoxus* 3P-4 (Орловская обл., Орловский р-н, с. Лаврово). $НСР_{05}$ = 1,95 (NPK 100 %); $НСР_{05}$ = 2,11 (NPK 70 %).

Положительный хозяйственный эффект выражался и в повышении содержания белка в зерне сои. При этом дополнительное накопление протеина в урожае также зависело от уровня минерального питания растений (рис. 2). В среднем за 2 года сорт Свапа формировал зерно с более высоким процентным содержанием белка на фоне NPK 70 % во всех вариантах. Максимальное количество белка в зерне, превысившее контрольный показатель на 33,8 %, обеспечила интродукция АЦК-ути-

лизирующих псевдомонад в комплексе с ризобиями (превосходила вариант с моноинокуляцией ризобиями на 20,0 %). Мы предполагаем, что такой положительный эффект обусловлен повышением адаптации растений сои к неблагоприятным агроклиматическим факторам за счет снижения биосинтеза стрессового фитогормона этилена АЦК-утилизирующими бактериями и повышения эффективности бобово-ризобиального симбиоза (18, 29) при улучшении водного и минерального питания растений.

В свою очередь, формирование высокого и качественного урожая у изучаемого сорта сои за счет создания эффективных растительно-микробных систем способствовало увеличению сбора белка с единицы площади, который достигал 1,05-1,30 т/га в зависимости от минерального питания растений (табл. 1). Максимальное увеличение белковой продуктивности сорта Свапа, превысившее вариант с моноинокуляцией ризобиями на 35,4 %, было отмечено на фоне NPK 70 % при комплексной интродукции АЦК-утилизирующих псевдомонад и клубеньковых бактерий.

1. **Сбор белка** (т/га) **с урожаем сои сорта Свапа в зависимости от условий минерального питания и инокуляции бактериями** (Орловская обл., Орловский р-н, с. Лаврово, 2013-2014 годы)

Вариант	NPK 100 %	NPK 70 %
Контроль	0,70	0,59
Bradyrhizobium japonicum 634б	1,03*	0,96*
Pseudomonas oryzihabitans Ep4	0,83	0,85*
Variovorax paradoxus 3P-4	0,80	0,81*
Bradyrhizobium japonicum 634б + *Pseudomonas oryzihabitans* Ep4	1,04*	1,30*
Bradyrhizobium japonicum 634б + *Variovorax* 3P-4	1,05*	1,17*
$НСР_{05}$	0,15	0,16

* Значения, достоверно отличающиеся от контроля.

2. **Экономическая эффективность возделывания сои Свапа сорта в зависимости от условий минерального питания и инокуляции бактериями, среднее** (Орловская обл., Орловский р-н, с. Лаврово, 2013-2014 годы)

Вариант	Производственные затраты, тыс. руб/га	Себестоимость 1 т зерна, тыс. руб.	Чистый доход, тыс. руб/га	Рентабельность, %
N P K 100 %				
Контроль	14,16	6,24	20,14	142,1
Bradyrhizobium japonicum 634б	14,59	4,68*	32,46*	222,5*
Pseudomonas oryzihabitans Ep4	14,99	6,05	22,45	149,7
Variovorax paradoxus 3P-4	15,01	5,95	23,04	153,6
Bradyrhizobium japonicum 634б + *Pseudomonas oryzihabitans* Ep4	15,33	5,44*	27,22*	177,6*
Bradyrhizobium japonicum 634б + *Variovorax paradoxus* 3P-4	15,36	5,09*	30,19*	196,5*
N P K 70 %				
Контроль	13,80	7,04	15,85	114,9
Bradyrhizobium japonicum 634б	14,23	4,94*	29,22*	205,3*
Pseudomonas oryzihabitans Ep4	14,69	5,72*	24,11*	164,1*
Variovorax paradoxus 3P-4	14,63	6,53*	19,22*	131,3*
Bradyrhizobium japonicum 634б + *Pseudomonas oryzihabitans* Ep4	15,09	4,69*	33,46*	221,7*
Bradyrhizobium japonicum 634б + *Variovorax paradoxus* 3P-4	15,07	4,89*	31,39*	208,3*

* Значения, достоверно отличающиеся от контроля.

Проведенный нами экономический анализ показал, что, несмотря на некоторое повышение производственных затрат, интродукция симбиотических микроорганизмов в агроценозы сои сорта Свапа наряду с хозяйственным обеспечила и положительный экономический эффект. Причем при внесении меньшего количества минеральных удобрений (NPK 70 %) изучаемые агроприемы оказались наиболее эффективны в экономическом плане (табл. 2).

Максимальный экономический эффект обеспечил вариант с ком-

плексным использованием псевдомонад и ризобий, которые позволили получить зерно сои с меньшей себестоимостью (в 1,6 раза по сравнению с контролем). Это, в свою очередь, дает возможность рентабельного производства более дешевого качественного белка при снижении затрат, связанных с внесением минеральных удобрений, в размере 2,86 тыс. руб/га.

Таким образом, интродукция перспективных штаммов АЦК-утилизирующих бактерий способствовала повышению эффективности возделывания сои сорта Свапа в Орловской области. Показано, что растения этого генотипа в условиях тройного симбиоза за счет ростстимулирующей и защитной функций АЦК-утилизирующих и азотфиксирующих микроорганизмов могут более эффективно использовать питательные вещества почвы и воздуха, что дает возможность повысить их стрессоустойчивость и продуктивность. Использование ризобактерий рода *Pseudomonas* в комплексе с клубеньковыми бактериями обеспечило максимальный экономический эффект, позволив получить более дешевый качественный белок при высокой рентабельности производства и снижении ресурсозатрат за счет повышения экологической устойчивости агроценозов культуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жученко А.А. Биологизация и экологизация интенсификационных процессов в сельском хозяйстве. Вестник ОрелГАУ, 2009, 18(3): 8-12.
2. Сытников Д.М. Биотехнология микроорганизмов-азотфиксаторов и перспективы применения препаратов на их основе. Біотехнологія, 2012, 5(4): 34-45.
3. Давыденко О.Г., Голенко Д.В. Соя для умеренного климата. Минск, 2004.
4. Парахин Н.В., Петрова С.Н. Сельскохозяйственные аспекты симбиотической азотфиксации. М., 2006.
5. Зотиков В.И., Наумкина Т.С. Пути повышения ресурсосбережения и экологической безопасности в интенсивном растениеводстве. Вестник ОрелГАУ, 2007, 3: 11-14.
6. Vance C.P., Spaink H.P., Kondorosi A., Hooykaas P.J.J. Legume symbiotic nitrogen fixation: agronomic aspects. In: The *Rhizobiaceae*. Dordrecht, 1998: 509-530.
7. Кузмичева Ю.В., Петрова С.Н. Управление биологическим потенциалом агроценозов бобовых культур как фактор ресурсосбережения и устойчивости растениеводства. Зернобобовые и крупяные культуры, 2013, 8(4): 43-48.
8. Тихонович И.А., Проворов Н.А. Симбиозы растений и микроорганизмов: молекулярная генетика агросистем будущего. СПб, 2009.
9. Борисов А.Ю., Штарк О.Ю., Казаков А.Е., Наумкина Т.С., Чеботарь В.К. Растительно-микробные взаимодействия и их практическое значение. Мат. Всерос. науч.-практ. конф. «Пути повышения устойчивости сельскохозяйственного производства в современных условиях». Орел, 2005: 325-348.
10. Кузмичева Ю.В., Парахин Н.В. Использование биологических факторов в повышении продуктивности и реализации средообразующего потенциала гороха посевного. Российская сельскохозяйственная наука, 2015, 1-2: 31-33.
11. Kuzmicheva Yu.V., Parakhin N.V. Use of biological factors in increasing efficiency of resource conservation and crop production stability. Vestnik OrelGAU, 2014, 49(4): 3-6.
12. Parakhin N.V., Kuzmicheva Yu.V., Petrova S.N., Botuz N.I., Tychinskaya I.L. Increase of efficiency of symbiotic systems in agrocenoses of north ecotype soya varieties. Vestnik OrelGAU, 2014, 47(2): 3-6.
13. Парахин Н.В., Кузмичева Ю.В. Растительно-микробные сообщества (РМС) в аспекте ресурсосбережения и экоустойчивости гороха. Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2012, 38(6): 66-68.
14. Парахин Н.В., Петрова С.Н., Кузмичева Ю.В. Экологическая устойчивость зернобобовых культур при формировании растительно-микробных систем. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса, 2012, 28(4): 85-89.
15. Белимов А.А., Сафронова В.И. АЦК-деаминаза и растительно-микробные взаимодействия (обзор). Сельскохозяйственная биология, 2011, 3: 23-28.
16. Belimov A.A., Hontzeas N., Safronova V.I., Demchinskaya S.V., Piluzza G., Bullitta S., Glick B.R. Cadmium-tolerant plant growth-promoting bacteria associated with the roots of Indian mustard (*Brassica juncea* L. Czern.). Soil Biol. Biochem, 2005, 37: 241-250 (doi: 10.1016/j.soilbio.2004.07.033).
17. Czarny J.C., Grichko V.P., Glick B.R. Genetic modulation of ethylene biosynthesis and signaling in plants. Biotech. Adv., 2006, 24: 410-419 (doi: 10.1016/j.biotechadv.2006.01.003).

18. Белимов А.А. Взаимодействие ассоциативных бактерий и растений в зависимости от биотических и абиотических факторов. Автореф. докт. дис. СПб, 2008.
19. Cheng Z., Park E., Glick B.R. 1-Aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase from *Pseudomonas putida* UW4 facilitates the growth of canola in the presence of salt. Canadian. J. Microbiol., 2007, 53: 912-918.
20. Glick B.R. Phytoremediation: synergistic use of plants and bacteria to clean up the environment. Biotech. Adv., 2003, 21: 383-393 (doi: 10.1016/S0734-9750(03)00055-7).
21. Burd G.I., Dixon D.G., Glick B.R. A plant growth promoting bacterium that decreases nickel toxicity in seedlings. Appl. Environ. Microbiol., 1998, 64: 3663-3668.
22. Holguin G., Glick B.R. Transformation of *Azospirillum brasilense* Cd with an ACC deaminase gene from *Enterobacter cloacae* UW4 fused to the Tetr gene promoter improves its fitness and plant growth promoting ability. Microbial Ecology, 2003, 4: 122-133.
23. Belimov A.A., Dodd I.C., Safronova V.I., Davies W.J. ACC deaminase-containing rhizobacteria improve vegetative development and yield of potato plants grown under water-limited conditions. Aspects of Applied Biology, 2009, 98: 163-169.
24. Saravanakumar D., Samiyappan R. ACC deaminase from *Pseudomonas fluorescens* mediated saline in groundnut (*Arachis hypogea*) plants. J. Appl. Microbiol., 2007, 102: 1283-1292 (doi: 10.1111/j.1365-2672.2006.03179.x).
25. Grichko V.P., Glick B.R. Amelioration of flooding stress by ACC deaminase-containing plant growth-promoting bacteria. Plant Physiol. Biochem., 2001, 39: 11-17.
26. Mayak S., Tirosh T., Glick B.R. Plant growth-promotion bacteria that confer resistance to water stress in tomatoes and peppers. Plant Sci., 2004, 166: 525-530.
27. Safronova V.I., Stepanok V.V., Engqvist G.L., Alekseyev Y.V., Belimov A.A. Root-associated bacteria containing 1-aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase improve growth and nutrient uptake by pea genotypes cultivated in cadmium supplemented soil. Biol. Fertil. Soils, 2006, 42: 267-272 (doi: 10.1007/s00374-005-0024-y).
28. Belimov A.A., Dodd I.C., Hontzeas N., Theobald J.C., Safronova V.I., Davies W.J. Rhizosphere bacteria containing ACC deaminase increase yield of plants grown in drying soil via both local and systemic hormone signalling. New Phytologist, 2009, 181: 413-423 (doi: 10.1111/j.1469-8137.2008.02657.x).
29. Guinel F.C., Geil R.D. A model for the development of the rhizobial and arbuscular mycorrhizal symbioses in legumes and its use to understand the roles of ethylene in the establishment of these two symbioses. Can. J. Bot., 2002, 80: 695-720 (doi: 10.1139/b02-066).
30. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Общая часть. М., 1971. Вып. 1.

ФГБОУ ВПО Орловский государственный аграрный университет,
302019 Россия, г. Орел, ул. Генерала Родина, 69,
e-mail: juliemons@yandex.ru

Поступила в редакцию 30 марта 2015 года

Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [*Agricultural Biology*], 2015, V. 50, № 3, pp. 377-383

EFFICIENCY OF INTRODUCTION OF ACC-UTILIZING RHIZOBACTERIA IN SOYBEAN AGROCENOSES IN THE OREL REGION

Yu.V. Kuzmicheva, I.L. Tychinskaya, S.N. Petrova, N.V. Parakhin

Orel State Agrarian University, 69, ul. Generala Rodina, Orel, 302019 Russia, e-mail juliemons@yandex.ru
Received March 30, 2015 doi: 10.15389/agrobiology.2015.3.377eng

Abstract

Resource-saving technologies contribute to the reproduction of the soil fertility and increase sustainability of agrocenoses. Legumes are most relevant to the modern requirements for formation of ecological balance. They form a multicomponent symbiosis with various groups of useful soil microflora, which not only improves soil properties and increase the yield and its quality, but also makes them a valuable precursor in the rotation. In this regard, promising search and practical use of new microorganisms with multifunctional properties that will improve the economic efficiency of legume cropcultivation. Of particular interest is the use of ACC-utilizing bacteria having a versatile anti-stress effect on plants.We have carried out a study on the impact of the introduction of promising strains ACC utilizing rhizobacteria (*Pseudomonas oryzihabitans* Ep4 and *Variovorax paradoxus* 3P-4) and nodule bacteria (*Bradyrhizobium japonicum* 634b) on efficiency of cultivation of the northern soybean ecotype Svapa in the Orel region depending on mineral nutrition (NPK 100 % and NPK 70 %). The strain of nodule bacteria was used for inoculation of seeds in the amount of

200 g per hectare seed rate. Strains of associative ACC utilizing microorganisms were added to the rows in the seedling stage (10 % solution). NPK was applied to the soil before planting in the form of fertilizer mixture with the percentage of mineral nutrients 10:26:26. Biochemical assessment of the quality of soybean was performed in the laboratory conditions. In forming symbioses with introduced microflora the soybean agrocenoses were more environmentally adaptable, which was reflected in increasing the productivity in drought years by 35-98 %. The positive effect of the bacteria was evident in increasing the grain protein content by 34 %. Getting a high yield and high yield quality of the studied soybean variety due to formation of effective plant-microbe system leaded to the increase of total protein up to 1.05-1.30 t/ha. The introduction of microorganisms was the most effective at lowering the dose of mineral fertilizers by 30 %. It was found that the use of rhizobacteria *Pseudomonas oryzihabitans* together with nodule bacteria ensured maximum economic benefit and allowed to obtain cheaper and high-quality protein with high profitability. This will reduce the costs associated with the application of mineral fertilizers without crop losses.

Keywords: soybean, agrocenosis, ACC-utilizing rhizobacteria, symbiosis, economic efficiency, resource conservation.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ПРЕДСТАВЛЯЕМЫХ РУКОПИСЕЙ

1. В журнале «Сельскохозяйственная биология» публикуются обзорные, проблемные, оригинальные экспериментальные и методические работы по генетике и селекции сельскохозяйственных растений и животных, защите их от вредителей и болезней, молекулярной биологии, физиологии, биохимии, биофизике, радиобиологии, иммунитету, представляющие интерес для сельского хозяйства. Не публикуются статьи серийные и статьи, излагающие отдельные этапы исследований, которые не позволяют прийти к определенным выводам.
2. Статьи представляются тщательно отредактированными, в 2 экземплярах, напечатанных на одной стороне листа через два интервала (шрифт 14 Times New Roman) на бумаге стандартного формата, с приложенным диском с файлом статьи в программе Word for Windows. Рукопись должна быть подписана авторами и иметь заверенное печатью направление (на публикацию в журнале и в сети Интернет) от учреждения, в котором выполнена работа, подтверждающее, что материалы публикуются впервые.
3. При оформлении статей, содержащих экспериментальные данные, необходимо придерживаться следующей схемы: обзор литературы, цель исследования, методика, результаты и выводы. Объем обзорных и проблемных статей, включая список литературы, не должен превышать 18-22 стр., экспериментальных — 10-12 стр., кратких сообщений — 5 стр. Статья должна содержать реферат, отражающий структуру и основные положения стати (250-270 слов, с авторским переводом) и ключевые слова (на русском и английском языках).
4. Иллюстрации и подрисуночные подписи представляются в 2 экземплярах. Рисунки снабжаются всеми необходимыми цифровыми или буквенными обозначениями с их пояснениями в подписи к рисунку. Максимальное число таблиц — 3, рисунков — 3; в кратких сообщениях — или 1 таблица, или 1 рисунок.
5. Формулы следует вписывать разборчиво. Во избежание ошибок в формулах необходимо размечать прописные (заглавные) и строчные буквы, а также верхние и нижние индексы. Сокращаемые слова (названия препаратов, химических соединений, методов, учреждений, латинские названия видов и др.) при первом упоминании приводятся полностью (иностранные — также с русским переводом). Единицы физических величин приводятся по Международной системе СИ (ГОСТ 8.417-81), названия химических соединений, таксономические названия — в соответствии с международной номенклатурой (подробно см. на сайте журнала http://www.agrobiology.ru).
6. Список литературы должен содержать лишь те источники, на которые имеется ссылка в статье. Составляется список в порядке очередности упоминания этих источников в тексте. Для цитируемых книг и сборников приводятся: фамилия и инициалы всех авторов, название, место издания (город, для иностранных источников — город и страна) и год издания; для материалов научных собраний следует указать название, время и место проведения научного мероприятия, название конференции, симпозиума и т.д., при наличии редакторов сборника или книги — указать их фамилии и инициалы; при наличии тома, выпуска указываются их номера, приводятся номера цитируемых страниц «от-до»; для журнальных статей указываются фамилия и инициалы всех авторов, название статьи, полное название журнала, год издания, том, номер (выпуск), страницы «от-до».
7. Необходимо указать фамилию, имя и отчество всех авторов рукописи полностью, фамилии и инициалы в транслитерации, принятые авторами в зарубежных публикациях, место работы, адрес и телефоны (служебный, домашний, мобильный), а также адрес электронной почты (e-mail), официальное низание учреждения на английском языке.
8. При несоблюдении этих требований статья к рассмотрению не принимается. При отправке на доработку датой поступления считается дата получения редакцией окончательного принятого к публикации варианта статьи.
9. Аспиранты публикации не оплачивают. Копии отрицательных рецензий направляются авторам, положительных — предоставляются по запросу.
10. Экземпляр журнала с опубликованной статьей авторам не высылается. Журнал распространяется только по подписке. Гонорар не выплачивается. Рукописи не возвращаются.

Подробную информацию см. на сайте журнала http://www.agrobiology.ru