

УДК 663/664.014.631.5

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ МИКРООРГАНИЗМОВ

О.Д. СИДОРЕНКО

(РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)

Обсуждается проблема производства безопасной сельскохозяйственной продукции и использования биологических приемов повышения продуктивности растений. Приводится механизм действия микроорганизмов и ответных реакций растений в условиях производства зерновых, овощных, лекарственных и других сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: продовольственная безопасность, бактериальные препараты, метаболиты, консорциум микроорганизмов, ризоплана, интродукция, инокуляция, наногуматы, стрессы, синергизм, адаптация, полифункциональность препаратов.

Повышение продуктивности сельского хозяйства неразрывно связано с существенным увеличением урожайности с.-х. культур, особенно зерновых. Актуальной задачей является производство продовольственного зерна с высокими хлебопекарными и технологическими свойствами, а также высокопитательного фуражного зерна, сбалансированного по содержанию энергии и протеина, незаменимых аминокислот. Это может быть решено прежде всего при удовлетворении потребности с.-х. культур в азоте, который обычно является первым элементом, находящемся в минимуме в почве.

Однако в 90-е гг. применение удобрений вообще, в т.ч. и минерального азота, в России резко снизилось. Поэтому необходимо более широко использовать «биологический» азот, продуцентами которого являются симбиотические, свободноживущие и ассоциативные азотфиксирующие микроорганизмы, а также внедрять в сельскохозяйственное производство новых высокоурожайных сортов и гибридов зерновых культур с заданными показателями качества зерна, с одновременным освоением новых технологий в земледелии, позволяющих с наибольшей эффективностью реализовать генетический потенциал растений.

Для бобовых культур необходимо не только увеличение занимаемой ими посевной площади, но и существенное повышение их урожайности за счет эффективности бобово-ризобияльного симбиоза и способности усваивать зольные элементы из почвы и удобрений. Безусловно, огромную роль в повышении продуктивности бобовых, усвоении азота из воздуха и активизации питания зольными элементами играет генотип макросимбионта.

К настоящему времени достаточно убедительно показаны роль современных микробиологических методов регулирования почвенного плодородия, физиолого-биохимических особенностей сельскохозяйственных растений и механизмы управления обменом веществ в растительном организме [1,6, 12, 14]. Благодаря регулиро-

ванию интенсивности поглощения питательных веществ почвы за счет повышения поглотительной способности корневой системы вполне возможно обеспечить реализацию генетического потенциала продуктивности растений. Возможно также формирование таких микробно-растительных систем, в которых растения на основе симбиотических или ассоциативных отношений с другими бактериями корневой зоны, получают доступ к молекулярному азоту атмосферы, трудно растворимым фосфатам почвы, защиту от фитопатогенов и веществ, не синтезирующихся в растительном организме. Усиление деятельности этих микроорганизмов — одна из существенных задач почвенной микробиологии. Это может быть реализовано за счет управления микробиологическими процессами в почве и микробными популяциями, включая и генно-модифицированных мутантов, в ризосфере и ризоплане растений. Необходимо также выяснить наличие или отсутствие среди микроорганизмов ризопланы симбиотических микробов, не образующих клубеньков, но генетически детерминированных и доминирующих на корне. Решение этой проблемы имеет огромное значение для приема бактеризации растений и воздействия его на урожай.

Следовательно, знание закономерностей создания микробно-растительных систем и способов повышения их эффективности — это одно из наиболее перспективных направлений совершенствования производства растениеводческой продукции [5, 7, 8, 13]. Возникшая интегрированная генетическая система состоит из генов различных организмов (про- и эукариот). В результате работы такой системы будет развиваться признак, которым не обладали партнеры до их объединения. Подобное объединение в единой генетической системе требует общей регуляции целых организмов за счет новых технологий в земледелии, что, по-видимому, позволит использовать природный потенциал биологических взаимодействий. К тому же почва является не физической или химической, а биологической и биохимической системой.

Материалы и методика исследования

Объектами многолетних исследований служили штаммы ризобактерий, выделенных из ризосферы тропических культур себании и риса (Вьетнам). Штаммы тропического происхождения (в основном псевдомонады) имеют систему развитых регуляторных связей, отличаются высокой выживаемостью в условиях тепличного грунта и разных типов почв и конкурентноспособностью по сравнению с местными формами микроорганизмами. Они синтезируют птеридиновые пигменты, антибиотики (флюопсины, феназины), аминокислоты, ферменты, а также способны фиксировать азот атмосферы. Желто-зеленые пигменты у них выполняют роль сорбентов ионов Fe^{2+} .

Для поддержания чистых культур в активном состоянии использовали агаризованные питательные среды. Для оценки антибактериальной и антагонистической активности штаммы выращивали на твердой и жидкой питательных средах. Эффективность действия определяли по диаметру зон отсутствия роста тест-микроорганизмов вокруг лунки в агаре или на газоне.

Модельные опыты проводили на кафедре микробиологии, производственные испытания — в теплицах и на полях РФ (см. таблицу). Бактеризацию семян, клубней, корневищ осуществляли непосредственно перед посевом — посадкой (в зависимости от с.-х. культуры) в тени (защита от солнечных лучей), титр клеток бактерий составлял 10,6-10,8 кл/мл.

Комплексный биоорганический препарат на основе микрогуматов использовали в сочетании с микробными метаболитами в соотношении 1:100 при замачива-

Испытания бактериального препарата бактосем методом обработки семян перед посевом, 1994-2005 гг.

Регион	Теплицы	Поле	С.-х. культуры
<i>Московская область</i>			
Одинцово, АОЗТ «Матвеевское»	+	-	Томаты, огурцы, перец, капуста
Люберцы, АО «Нива»	+	-	Огурцы
Дмитров, АО «Зареченское»	-	+	Картофель
Коломна, АО «Ленинское»	+	+	Лук, капуста, огурцы, томаты
Дмитров, АО «Бунятинский»	-	+	Капуста, морковь
Тушино, АОЗТ «Московский»	+	-	Укроп, петрушка, огурцы, морковь
Москва, ТСХА «Овощная станция»	+	-	Томаты, огурцы
<i>Тульская область</i>			
Новомосковский район, фермерское хозяйство	-	+	Картофель
<i>Калужская область</i>			
Боровск, АО «Боровское»	+	-	Огурцы
<i>Ростовская область</i>			
Пролетарский район ОПХ «Маньчрис»	-	+	Рис, подсолнечник
Зеленоградский район, АО «Маньчский»	-	+	Томаты, огурцы, морковь, капуста, озимая пшеница, кукуруза
Новосибирская область	-	+	Пшеница
<i>Кемеровская область</i>			
Беловский район, АО «Сидоренково»	-	+	Картофель, пшеница

нии посевного или посадочного материалов. Опрыскивание растений совмещалось с баковыми смесями протравителей и пестицидов в соотношении 1:500 в течение вегетации растений. Микробные метаболиты получали после фильтрации клеток, выращивая штаммы в жидких питательных средах в течение 48 ч при 26-28 °С.

Список полезных микроорганизмов и тех функций, которые они могут выполнять в растениях, постоянно растет и поэтому в настоящее время можно только предполагать ту роль, которую микроорганизмы играют в жизни растений при их непосредственном взаимодействии. В этой области имеются результаты, представляющие несомненный интерес для практики сельского хозяйства, краткого перечисления основных исследований и результатов практического внедрения вполне достаточно, чтобы показать эволюцию наших экспериментов и понять современное состояние производства с.-х. продукции.

Результаты и их обсуждение

Рациональное сочетание лабораторных и натуральных экспериментов, применение традиционных и новых методов исследования бактерий и растений, моделирование микробных процессов, экспресс-оценки и интегрированные показатели состояния и активности микробно-растительной системы позволяют создать перспективные биологические препараты и обеспечить продовольственную безопасность. Диапазон адаптивных способностей и средообразующей деятельности микрофлоры обусловлен разнообразием функциональных свойств ее компонентов, от которых зависят экологическая гибкость сообщества и сохранение его устойчивости при изменяющейся напряженности внешних факторов.

Микробные ценозы почв и интродуцированные микроорганизмы бактериальных препаратов, находящиеся под влиянием антропогенных факторов (техногенные загрязнения, засуха и т.п.), оказываются в новых, часто неблагоприятных для них условиях [2, 9, 11]. В изменившейся экологической обстановке их функциональные возможности могут быть недостаточными, а их биологическая реактивность может быть ослаблена. Поэтому проводят скрининг высокоактивных и, главное, конкурентоспособных чистых и смешанных культур микроорганизмов для инокуляции семян или растений.

При этом следует учитывать множественный характер ответных реакций растений на инокуляцию:

- усиление роста корней и увеличение их ассимиляционной способности под влиянием ростовых факторов, продуцируемых микроорганизмами;
- улучшение роста растений вследствие фунгистатического и фунгицидного действия внесенных микроорганизмов;
- усиление азотфиксации и поступление «биологического» азота в растения при внесении диазотрофов.

Различные виды бактерий и грибов по-разному оказывают воздействие на семена сельскохозяйственных растений. Последнее определяется неодинаковыми уровнями стимуляции и патогенности бактерий и грибов по отношению к семенам.

Н.В. Крылов и сотрудники лаборатории гидрофобизации семян МСХА имени К.А. Тимирязева успешно применяли гидрофобизацию семян с.-х. культур у нас в стране и за рубежом. В настоящее время инкрустирование семян с добавлением нанометаллов используют для повышения урожайности и устойчивости сельскохозяйственных растений к различным фитопатогенам.

Способы бактериализации семян микроорганизмами *Azospirillum*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Streptomyces* и некоторыми другими с последующей обработкой пленкообразующими материалами широко распространены в практике сельского хозяйства. Однако недостатком этих методов является низкая степень приживаемости микроорганизмов на корнях растений. Часто отмечают недостаточную эффективность закрепления защитно-стимулирующих веществ на поверхности семян и жизнеспособность, а также медленное пробуждение семян, что отражается на более позднем появлении всходов. Низкие посевные качества семян в значительной степени влияют на степень инфицированности почвенными фитопатогенами всходов или рассады и в конечном счете на урожай. К тому же, защитностимулирующие вещества химического происхождения трудно трансформируются микроорганизмами ризосферы, снижается их биохимическая активность и эффективность самого приема предпосевной обработки и в связи с этим продуктивность растения.

Нами разработан способ выращивания овощных и зеленных культур, включающий предпосевную обработку семян защитно-стимулирующими веществами — метаболитами агрономически полезных микроорганизмов и микрогуматами. Хорошие результаты дают сложные сорбционно-микробные композиции на основе определенных типов активированных углей и минеральных сорбентов с иммобилизованными на них наиболее перспективными штаммами PGPR *Pseudomonas* (*Plant Growth — Promoting Rhizobacteria Pseudomonas*).

В течение последних 10 лет нами изучались бактериальные препараты на основе псевдомонад в полевых, вегетационных и экспресс-лабораторных опытах [4, 5, 6]. Испытания проводили на посевном или посадочном материале и вегетирующих растениях (зерновых, корнеплодах, лекарственных, овощных, бобовых, хвойных и др.). Исследовалась жидкая форма препарата. Выявлена эффективность влияния его на посевные качества семян (энергию прорастания, приживаемость на корнях), ускорение роста всходов и укоренение, фотосинтез растений и их продуктивность. Предпосевную обработку семян, корней и корневищ испытывали на Овощной, Плодовой и Полевой опытных станциях МСХА имени К.А. Тимирязева. В течение ряда лет исследовали биологические свойства препарата в различных географических зонах РФ на больших производственных посевах (см. таблицу).

Установлена определяющая роль метаболитов псевдомонад в ускорении прорастания семян, повышении продуктивности растений за счет улучшения азотно-фосфорного питания инокулированных растений и устойчивости их к фитопатогенам — возбудителям септориоза, ризоктониоза и др. [3, 15, 16]. Прибавки урожая при этом составляют 20-30% и более в условиях полей и теплиц. Особенно эффективность бактеризации отмечается при инокуляции посевного или посадочного материала и 1-2 опрыскиваний по вегетации растений.

Результаты производственных испытаний неоднократно докладывались и обсуждались на российских и международных конференциях, форумах, а также в странах СНГ и Евросоюза, вошли в учебники и учебные пособия, монографии и научные публикации журналов РАН, МСХ РФ и других ведомств. Поддерживается связь с многими НИИ РАСХН и их опытными станциями и производителями биологических препаратов.

Биологический подход в земледелии не только довольно привлекателен, он имеет ряд экономических и экологических преимуществ. Нами установлено, что для повышения продукционного процесса сельскохозяйственных культур необходимо совместно использовать не только разнообразные формы микроорганизмов с высокой биологической активностью, но и гуминовые препараты, полученные из органического сырья с помощью разнообразных химических и физических воздействий [10, 15]. Однако гуматы, полученные из различных сырьевых источников и в результате разными технологическими воздействиями, обладают неодинаковыми физическими, химическими и биологическими характеристиками. Последнее связано с различием структуры макромолекул гуматов, наличием ароматических фрагментов и степенью конденсированности ароматических структур ядра, качественно-количественным различием функциональных групп и другими особенностями, способствующими физиологическому воздействию на растение. Характерной особенностью разных «гуматов» является широкий спектр концентрационных воздействий на продуктивный процесс растительного организма. Стимулирующее действие гуминовых препаратов отмечено при концентрациях 0,001-0,1%. При опрыскивании вегетирующих растений и замачивании семян перед посевом используют другие кон-

центрации (от 0,0001 до 0,001%); при этом изменяется также физиологический отклик растений.

Нами рекомендованы различные сочетания биологических и химических средств повышения урожайности с.-х. культур при использовании смесей с разнообразными пестицидами, это способствует экономии минеральных удобрений, снижению концентрации пестицидов на посевах, а также повышенного качества и эффективности протравителей.

В настоящее время в сельскохозяйственной практике для протравливания семян предпочитают использовать агрессивные химические средства. Под влиянием такой предпосевной обработки сильнодействующими протравителями снижается общая численность эпифитов зерна, изменяется соотношение отдельных популяций в микробном сообществе как на корнях (ризоплана и ризосфера), так и на филло-сфере растений.

Среди эпифитов лучше сохраняются пигментированные виды бактерий родов *Pseudomonas*, *Mycobacterium*, *Micrococcus*, а также дрожжи. Диазотрофы — *Azospirillum*, входящие в состав эпифитной микрофлоры семян сельскохозяйственных растений, ризопланы и гистосферы чувствительны к высоким концентрациям протравителей. В то же время они способны выдерживать высокие температуры: от 10 до 40 и даже 80 °С. Азоспириллы сохраняют жизнеспособность на семенах и в семенах в течение 3-5 лет хранения, что характеризует разные типы симбиозов: эндофитные и ассоциативные. Это позволяет использовать бактерии рода *Azospirillum* в качестве биопрепаратов для эффективной фиксации азота в ассоциации с растениями в условиях широкого температурного интервала.

Азоспириллы легко выделяются из корней многих злаков, кукурузы, дикорастущих растений, они доминируют в сегментах наиболее активных корней основных сельскохозяйственных растений и кормовых трав. Благодаря большой пластичности генома они имеют высокую степень приживаемости, выживаемости с пролонгированной высокой концентрацией титра КОЕ и адаптации на поверхности и внутри корней. Как правило, продуктивность растений увеличивается в большей степени в тех случаях, где путем инокуляции удастся повысить интенсивность ассоциативной азотфиксации. При этом азотфиксирующая активность динамична. Наиболее высокая нитрогеназная активность на корнях наблюдается в середине и в конце вегетационного периода растений; отмечается также способность азоспирилл продуцировать ИУК, как и другие ростостимулирующие ризобактерии.

Положительные результаты применения биологических препаратов, по-видимому, определяются высоким природным адаптационным потенциалом растительно-микробных ассоциаций и их эволюционно закрепленным взаимовыгодным сосуществованием. Бактерии в искусственно созданных ассоциациях с высшими растениями, микрогуматами и пестицидами на клеточном и организменном уровнях способны сохранять биохимическую активность. При этом поддерживается равновесие и биоразнообразие в микробном ценозе конкретной почвы или почвогрунта, корневая система растений обогащается агрономически полезными симбиотрофными микроорганизмами. Одновременно повышается активность обменных процессов в системе почва — растение, улучшается фитосанитарное состояние полей и грунтов теплиц.

Микро- или наногуматы, подобранные нами некоторые микроэлементы, входящие в биоорганическое удобрение Нагро и микробные метаболиты, удачно дополняют друг друга и обеспечивают синергизм действия и надежную защиту растений в течение вегетационного периода. Будучи эффективным удобрительным средст-

вом, препарат снижает поражаемость растений фитопатогенными микроорганизмами (бактериями и грибами), оказывает непосредственное положительное влияние на структуру урожая и в целом повышает продуктивность растений в среднем на 30-40% и более и обеспечивает качество продовольствия. Этот препарат или удобрение совмещается с широким спектром химических протравителей семян, он был испытан в условиях засухи в Ростовской обл., Крыму и Кубани на кукурузе, пшенице и овощах.

По-видимому, формирование вегетативных органов и их размеров при повышении температуры зависит от средств защиты растения и стресса на самом раннем, критическом этапе формирования проростка. Набухающие семена имеют главный биохимический приоритет — репарацию ДНК. В начале прорастания для противодействия высокотемпературному шоку они рассчитывают на независящие от транспирации и уже существующие механизмы термотолерантности. Урожай и его качество зависят от физиологических особенностей растений. При гипертермии формируется меньшее число органов или фитомеров в соответствующую фазу онтогенеза. Растения с ускоренным развитием внешне не отличались от других, однако у них из-за уменьшения размеров и числа фотомеров снижен общий пул фотоассимилятов, доступных для роста генеративных органов.

В «биологическом земледелии» перспективной является предпосевная обработка семян методами бактеризации, гидрофобизации, инкрустации, дражжирования и т.п. Бактериальные препараты активно нарушают состояние покоя семян и усиливают их прорастание благодаря образованию определенных химических связей, которые являются носителями значительных количеств энергии в легко мобилизуемой форме. В дальнейшем микробные метаболиты и микро- (или нано-) гуматы стимулируют развитие всходов, формирование корневой системы, обязательное увеличение количества боковых корней и корневых волосков, что способствует созданию мощной зоны влияния экссудатов на прилегающую почву. Благодаря этому повышается засухо- и морозоустойчивость, общая биологическая активность зоны корня, разнообразие микроорганизмов, в т. ч. активизируется развитие микробов-антагонистов и ослабляется степень инфицирования растений многообразными возбудителями болезней. Коэффициент использования сельскохозяйственными культурами азота и фосфора почвы также повышается. Соответственно сокращается расход химических препаратов, снижается уровень нитратов и нитритов, в результате повышается качество растениеводческой продукции, а следовательно, гарантируется безопасность сырья. При этом особо следует выделить благоприятный азотный режим благодаря развитию диазотрофов: свободноживущих и ассоциативных.

Сочетание микробиологических и химических способов оказывает эффективное воздействие на продуктивность растений при изменении климатических условий. Влияние высокотемпературного стресса, как одного из самых жестких абиотических факторов, в большой степени определяет урожайность сельскохозяйственных культур. При этом жара, как правило, сочетается с засухой, что усиливает негативное последствие стрессов. Более четверти посевов, расположенных в зоне одновременного действия жары и засухи, имеют урожайность в 3-7 раз ниже ожидаемой. Степень отрицательного влияния высокой температуры на урожайность полевых культур зависит от продолжительности ее действия, фазы развития растений, вида с.-х. культуры и агротехнологий возделывания.

Для повышения толерантности с.-х. культур практикуется несколько подходов, в т.ч. использование новых генов, повышение эффективности селекции и генетическая модификация. В полевых условиях лучшая термотолерантность может быть

достигнута при оптимизации гормонального контроля процессов в растениях за счет дополнительного внесения определенных химических или биологических соединений, осуществляющих синергизм их действия в растительном организме. Такие растения будут отличаться эффективной биохимической адаптацией, обеспечивающей стабильность метаболизма.

Потенциал термостойчивости полевых культур увеличивается за счет структурной адаптации, включающей формирование корневой массы и перераспределения большей доли ассимилятов в корни для повышения поглотительной поверхности. Это, по-видимому, позволяет эффективней поддерживать водный статус и устойчивую проводимость при обезвоживании почвы. Известно, что корневая система формирует микробный ценоз ризосферы и ризопланы, обеспечивающий питание растений азотом, фосфором и другими элементами. Интродукция агрономически полезных микроорганизмов на семена и в корневую систему повышает продуктивность растения и его азотный и фосфатный статус. При этом микроорганизмы индуцируют механизмы толерантности к засухе за счет морфологической, физиологической и биохимической адаптации [9, 11].

Следовательно, выживание и устойчивость растений при засухе могут быть достигнуты за счет их толерантности и онтогенетической пластичности, что связано с завершением определенных фаз и успешной репродукции до наступления физиологического дефицита влаги. При этом растения создают в стеблях и корнях мощный запас ассимилятов, которые используются в дальнейшем для формирования и налива «плодоэлементов». Особенно важны начальные фазы формирования растения. Присутствие в это время метаболитов агрономически полезных микроорганизмов способствует изменению продолжительности периода покоя высококачественных, жизнеспособных семян, их биохимического состава, что повышает энергию прорастания и устойчивость к инфекционному потенциалу почвы.

Выводы

1. Комплекс биологических препаратов на основе псевдомонад и других ассоциативных микроорганизмов с микрогуматами нормализует уровень полезных микроорганизмов в зоне корня и улучшает обмен веществ в растении. Прибавки урожая разных с.-х. культур неодинаковы, что обусловлено чувствительностью растений к биологическому препарату. Отзывчивые растения способны быстрее запускать репарационные процессы организма, включающие активность ферментов, усиление синтеза белков, фосфолипидов, сахаров. В конечном счете это приводит к стимуляции фотосинтеза и активности ростовых процессов растения.

Создание высокоэффективных растительно-микробных систем, позволяющих более полно реализовывать потенциал растений и отбор комплементарных с растениями ассоциативных ризобактерий способствует решению проблемы урожайности и безопасности продукции растениеводства.

2. Разработка сложных сорбционно-микробных композиций и полифункциональных бактериальных препаратов, сочетающих антагонистические, фитозащитные и ростстимулирующие свойства на основе природных и генно-модифицированных (технологичных) штаммов ризобактерий позволит инициировать ответную физиологическую реакцию растений. Предпосевная обработка семенного и посадочного материала подобными препаратами методами бактеризации, инкрустации, дрожжирования и другими методами, гарантирует повышение продукционного процесса растений.

Применение комплексных биоорганических удобрений на основе продуктов биоконверсии отходов АПК и консорциума микроорганизмов показывает высокую их эффективность при льноутомлении, в борьбе с вилтом хлопчатника и на других активных фитопатогенных полигонах открытого и защищенного грунта.

3. Биологические технологии в растениеводстве позволят не только производить семена с высокими посевными характеристиками и сократить расход ядохимикатов на единицу площади и минеральных удобрений, но и стандартизировать партии семян, обеспечивая определенные гарантии уровня всхожести. Несравненно улучшится качество сельскохозяйственной продукции за счет соотношения и повышения содержания витаминов, аминокислот и других физиологически активных соединений.

Грамотное применение бактериальных препаратов при использовании качественного посевного материала в хорошо подготовленные к посеву почвы или грунты теплиц играет основную роль в объективной оценке эффективности биологического земледелия и биологической безопасности сельскохозяйственной продукции, соответствующей высоким стандартам качества.

Библиографический список

1. Колесников О.В., Тимохина Т.П. Влияние бактеризации на устойчивость растений к тяжелым металлам // Известия ТСХА. 2011. Вып. 4. С. 24-29.
2. Корсак И.В., Сенаторова П.П. Испытание биопрепаратов против корневых гнилей огурца в защищенном грунте // Известия ТСХА. 2010. Вып. 3. С. 115-122.
3. Молекулярные основы взаимоотношений ассоциативных микроорганизмов с растениями. М.: Наука, 2005. 262 с.
4. Сидоренко О.Д. Применение бактериальных препаратов при выращивании картофеля // Международный сельскохозяйственный журнал. 1996. Вып. № 6. С. 36-38.
5. Сидоренко О.Д., Войно Л.П. Использование микроорганизмов ризосферы в качестве бактериального препарата для возделывания сельскохозяйственных культур // Вестник Тамбовского университета. Сер. Естественные и технические науки. 1999. Вып. 1. Т. 4. С. 87-91.
6. Сидоренко О.Д. Действие ризосферных псевдомонад на урожайность сельскохозяйственных культур // Агрохимия. 2001. № 8. С. 56-62.
7. Сидоренко О.Д. Биологические методы защиты растений в Европе: проблемы и перспективы (обзор) // Агрохимия. 2007. № 1. С. 95-96.
8. Сидоренко О.Д., Садомов Э.А. Растительно-микробные взаимоотношения при использовании бактериальных препаратов // Тр. Междун. научн.-практ. конф. Беларусь, 2011. С. 351-355.
9. Сидоренко О.Д., Садомов Э.А. Перспективные биологические препараты и продовольственная безопасность: тезисы докладов Межд. научн.-практ. конф. // Системы высокоурожайного земледелия и биотехнологии как основа инновационной модернизации АПК в условиях климатических изменений. Уфа, 2011. С. 35-39.
10. Сидоренко О.Д. Азотфиксирующие микроорганизмы затопляемых почв под рисом // Известия ТСХА. 2012. Вып. 1. С. 181-184.
11. Селицкая О.В., Самохин Л.В., Блинков Е.А. Влияние засухи и низких положительных температур на взаимодействие ассоциативных бактерий с растениями огурца // Известия ТСХА. 2009. Вып. 4. С. 129-132.
12. Тихонович Н.А., Проворов Н.А. Симбиозы растений и микроорганизмов: молекулярная генетика агросистем будущего. СПб., 2009. 210 с.
13. Шапошников А.П. Взаимодействие ризосферных бактерий с растениями: механизмы образования и факторы эффективности ассоциативных симбиозов // Сельскохозяйственная биология. 2001. №3. С. 16-22.
14. Dodd J. C., Belimow A.A. Rhizobacterial impacts on plant water use efficiency // Aspects of Applied Biology. 2010. N 105.

15. Factors contributing to the variations in chemical profile and therapeutic qualities of Echinacea, methods of improvement for industrial processing / O.D. Sidorenko [et al.]. New and nontraditional plants and prospects of their utilization: IV International symposium, 2001. Moscow — Pushino. P. 522-525.

16. Sidorenko O., Kleshkanov V. Plant — microbe relationships using bacterial preparations. 2 First Serbian forestry Congress. Belgrade, 2010. P. 172-173.

Рецензент — д. б. н. Е. А. Калашникова

PROSPECTS OF BIOLOGICAL PRODUCTS BASED ON MICROORGANISMS USE

O.D. SIDORENKO

(RTSAU named in honour of K.A. Timiryazev)

The problem of safe agricultural products production and use of biological methods in order to increase crops productivity are examined in the article. Both the mechanism of microorganisms functioning and the response of plants under conditions of cereals production, vegetables, medicinal and other crops are revealed as well.

Key words: food security, bacterial preparations, metabolites, consortium of microorganisms, introduction, inoculation, nano-humates, stress, synergy, adaptation, multi-functionality of preparations.

Сидоренко Олег Дмитриевич — д. с.-х. н., проф. кафедры микробиологии и иммунологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 50; тел.: (499) 976-09-66; e-mail: www.mbiol@ru).