

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Российский научно-исследовательский институт информации
и технико-экономических исследований по инженерно-техническому
обеспечению агропромышленного комплекса»
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПЕСТИЦИДОВ И АГРОХИМИКАТОВ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Научный аналитический обзор



Москва 2018

Техника и оборудование для села

Сельхозпроизводство • Переработка • Агротехсервис • Агробизнес

ЖУРНАЛ

«ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СЕЛА» –

ВАШ ПОМОЩНИК В НАУЧНОЙ, ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ, УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ И УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ!



Ежемесячный полноцветный научно-производственный и информационно-аналитический журнал «Техника и оборудование для села», учредителем и издателем которого является ФГБНУ «Росинформагротех», выпускается с 1997 г. при поддержке Минсельхоза России и Россельхозакадемии. За это время журнал стал одним из ведущих изданий в отрасли и как качественное и общественно значимое периодическое средство массовой информации в 2008, 2009 и 2011 гг. удостоен знака отличия «Золотой фонд прессы». В редакционный совет журнала входят 7 академиков РАН.

В журнале освещаются актуальные проблемы технической и технологической модернизации АПК: инновационные проекты, технологии и оборудование, энергосбережение и энергоэффективность; механизация, электрификация и автоматизация производства и переработки сельхозпродукции; агротехсервис; аграрная экономика; информатизация в АПК; развитие сельских территорий; технический уровень сельскохозяйственной техники; возобновляемая энергетика и др.

Журнал является постоянным участником большинства международных и российских выставок, конференций и других крупных мероприятий в области АПК, проходящих в России, неоднократно отмечался почетными грамотами, дипломами и медалями (более 10).

Журнал включен в международную базу данных AGRIS ФАО ООН, Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Регионы распространения журнала: Центральный, Центрально-Черноземный, Поволжский, Северо-Кавказский, Уральский, Западно-Сибирский, Восточно-Сибирский, Северный, Северо-Западный, Калининградская область, а также государства СНГ (Украина, Беларусь, Казахстан).

Индекс в каталоге агентства «Роспечать» – 72493, в объединенном каталоге «Пресса России» – 42285.

Стоимость подписки на 2018 г. с доставкой по Российской Федерации – 7524 руб. с учетом НДС (10%), по СНГ и странам Балтии – 8580 руб. (НДС – 0%).

Приглашаем разместить в журнале «Техника и оборудование для села» информационные (рекламные) материалы, соответствующие целям и профилю журнала.

Подписку и размещение рекламы можно оформить через ФГБНУ «Росинформагротех» с любого месяца, на любой период, перечислив деньги на наш расчетный счет.

Банковские реквизиты: УФК по Московской области
(Отдел № 28 Управления Федерального казначейства по МО)
ИНН 5038001475/КПП 503801001

ФГБНУ «Росинформагротех», л/с 20486Х71280,
р/с 40501810545252000104 в ГУ Банка России по ЦФО, БИК 044525000
В назначении платежа указать код КБК (000 0000 0000000 000 440), ОКТМО 46647158.

Адрес редакции: 141261, Московская обл., пос. Правдинский, ул. Лесная, 60,
Росинформагротех, журнал «Техника и оборудование для села».
Справки по телефонам: (495), 993-44-04, (496) 531-19-92;
E-mail: r_technica@mail.ru, fgnu@rosinformagrotech.ru



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение «Российский научно-исследовательский
институт информации и технико-экономических исследований
по инженерно-техническому обеспечению
агропромышленного комплекса»
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВА ПЕСТИЦИДОВ
И АГРОХИМИКАТОВ
БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

Научный аналитический обзор

Москва 2018

УДК 632.95:632.931.1

ББК 40.40

Ф 33

Рецензенты:

А.А. Манохина, д-р с.-х. наук, доц. (РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева);

А.Н. Жидков, канд. биол. наук,

вед. науч. сотр. отдела экологии леса (ФБУ ВНИИЛМ)

Федоренко В.Ф., Мишуров Н.П., Коноваленко Л.Ю.
Ф 33 Современные технологии производства пестицидов и агрохимикатов биологического происхождения: науч. аналит. обзор – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 124 с.

ISBN 978-5-7367-1435-3

Дан анализ рынка основных биопродуктов, используемых в растениеводстве. Рассмотрены современные методы и технологии производства биопестицидов, биоудобрений и стимуляторов роста растений на основе микроорганизмов и биологически активных веществ (БАВ). Представлены современные биопрепараты (области их применения, изготовители), производимые в России и за рубежом, разрешенные для использования в органическом земледелии, а также оборудование для малотоннажного производства микробиологических средств защиты растений. Показана эффективность использования агrobiотехнологий в регионах России.

Предназначен для руководителей и специалистов сельскохозяйственных организаций, студентов и преподавателей вузов, научных работников.

Fedorenko V.F., Mishurov N.P., Konovalenko, L.Yu. Modern technologies for the production of pesticides and agrochemicals of biological origin. – Moscow: Rosinformagrotekh, 2018. – 124 pp.

The analysis of the market of the basic bioproducts used in plant growing is given. Modern methods and technologies for the production of biopesticides, biofertilizers and plant growth promoters based on microorganisms and biologically active substances are considered. Present-day biopreparations (fields of application, manufacturers) produced in Russia and abroad, permitted for use in organic farming, as well as equipment for the low-tonnage production of microbiological plant protection products, are presented. The effectiveness of the use of agrobiotechnology in the regions of Russia is shown.

It is intended for managers and specialists of agricultural organizations, students and teachers of universities, and scientists.

УДК 632.95:632.931.1

ББК 40.40

ISBN 978-5-7367-1435-3

© ФГБНУ «Росинформагротех», 2018

ВВЕДЕНИЕ

На рубеже XX-XXI вв. в мире произошел всплеск интереса к биопрепаратам. Отраслью, где использование различных биопрепаратов имеет рациональный смысл и большие перспективы, является сельское хозяйство. Применение биологических и биотехнологических достижений признано одним из эффективных путей развития аграрных технологий и решения проблем, возникающих в процессе современного сельскохозяйственного производства.

Производство биопродуктов – одно из главных направлений биотехнологической отрасли научной и коммерческой деятельности, нацеленной на хозяйственное использование живых организмов и продуктов их жизнедеятельности. По функциональному назначению их основные категории близки к синтетическим аналогам – минеральным удобрениям и пестицидам. С 1990-х годов наметилось направление замещения традиционных средств химизации растениеводства (удобрения, пестициды) аналогичными средствами на биологической основе.

Несмотря на высокую эффективность в подавлении численности вредных организмов, химические пестициды одновременно влияют на полезные нецелевые объекты, вызывают развитие резистентности у фитофагов и фитопатогенов, что приводит к нежелательному увеличению норм расхода пестицидов. Постепенное накопление синтетических химических средств защиты растений в почве, водоемах, растительной продукции отрицательно влияет на здоровье человека и животных. Экологически безопасной альтернативой химическим пестицидам служат биологические препараты, созданные на

основе природных микробных агентов регуляции численности фитофагов и фитопатогенов.

Кроме того, основным драйвером развития рынка биопестицидов в мире является бурный рост органического производства, где использование химических препаратов запрещено.

Целью Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы (далее – Программа) является обеспечение стабильного роста производства сельскохозяйственной продукции, полученной за счет применения семян новых отечественных сортов и племенной продукции (материала), технологий производства высококачественных кормов, кормовых добавок для животных и лекарственных средств для ветеринарного применения, пестицидов и агрохимикатов биологического происхождения, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, современных средств диагностики, методов контроля качества сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, экспертизы генетического материала [1].

Таким образом, одна из задач Программы – создание и внедрение технологий производства пестицидов и агрохимикатов биологического происхождения для их применения в сельском хозяйстве.

В текущем десятилетии потребление биопродуктов растет на 10-15% в год, т.е. в 3-5 раз быстрее, чем спрос на их синтетические аналоги. В 2014 г. их стоимостной объем, по разным оценкам, превысил 3 млрд долл. США. Как ожидается, в ближайшие 5 лет объем выпуска биопродуктов удвоится, и они частично заместят минеральные удобрения и пестициды в качестве фактора повышения урожайности. Вместе с тем производство и потребление биопродуктов в России остается незначительным, участники данного рынка недостаточно информированы о существовании и хозяйственной значимости этого направления [2].

Цель данной работы – информирование широкого круга специалистов АПК о последних достижениях в области произ-

водства биопрепаратов для растениеводства и предложения по их использованию, что особенно актуально после принятия Федерального закона от 03.08.2018 № 280-ФЗ «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

В подготовке издания были использованы результаты исследований ФГБНУ ВНИИБЗР, ФГБНУ ВНИИСХМ, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, ФГБУ «Россельхозцентр», Союза органического земледелия, а также информация производителей и поставщиков сельскохозяйственных биопрепаратов: ООО ПО «Сиббиофарм», ООО «АгроБио-Технология», ООО «Биофабрика», ООО «Бисолби-Интер», НВП «Башинком» и др.

Отзывы и замечания по изданию просьба направлять в ФГБНУ «Росинформагротех» по адресу:

*141261, Московская обл., Пушкинский р-н,
пос. Правдинский, ул. Лесная, 60.*

Тел.: +7 (495) 993-44-04, 993-42-92.

Факс +7 (496) 531-64-90.

E-mail: fgnu@rosinformagrotech.ru.

1. РЫНОК БИОПРОДУКТОВ ДЛЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА

Традиционно биопрепараты для растениеводства по своему назначению подразделяются на биопестициды (биогербициды, биоинсектициды, биофунгициды, бионематициды), используемые для контроля и борьбы с вредными организмами, и биоудобрения, а также биостимуляторы для противодействия стрессам и стимулирования процессов прорастания семян, роста и развития сельскохозяйственных культур. Два последних типа биопрепаратов за рубежом называют общим термином «инокулянты». В последнее время к биопестицидам также добавились вещества, производимые растениями за счет внедренных генетических материалов (plant-incorporated protectants (PIP)). Средства биоконтроля растений на основе хищных насекомых также относят к биопестицидам. По своей природе (происхождению) биопрепараты могут быть микробиологическими (на основе живых микроорганизмов, их спор, продуктов жизнедеятельности) и биохимическими (на основе как биологических веществ-метаболитов, полученных путем микробиологического синтеза, так и различных природных продуктов, включая экстракты из различного сырья растительного и животного происхождения) [3].

В литературе встречается следующая классификация биопродуктов для сельского хозяйства (рис. 1).

Согласно данной классификации, по функциональности, составу и тоннажу биопродукты делятся на четыре основных класса. Наиболее значимым и обширным (по числу позиций и объему продаж) является сегмент биостимулянтов (англ. *biostimulants*), вторым по значимости – сегмент биоудобре-

ний (*biofertilisers*), за ним следуют сегменты биопестицидов (*biopesticides*) и почвенных кондиционеров / субстратов (*soil conditioner*).



Рис. 1. Сегменты рынка биопродуктов для растениеводства

Однако данная терминология и определения не являются устоявшимися, отдельные действующие вещества многофункциональны и могут быть отнесены к разным классам. Кроме основных групп, существуют узкие специфичные ниши биопродуктов – производство опыляющих насекомых/маток, выпуск феромонов и аттрактантов.

Биопестициды в качестве действующего вещества могут содержать живые микроорганизмы, которые, как правило, подавляют деятельность патогенной микрофлоры или состоят из органических экстрактов, чаще всего обеспечивающих инсектицидный эффект. Популярным сырьем для производства последних являются продукты дерева Ним, произрастающего в Южной Азии, а также продукты переработки водорослей.

Нормы внесения биопестицидов минимальны. Помимо растениеводства, биопестициды нередко применяются для контроля пресноводной флоры и фауны. Ключевую роль в их употреблении играет экологическое земледелие, в частности органическое агропроизводство, в рамках которого применение синтетических аналогов – традиционных пестицидов – запрещено.

Биоудобрения в качестве действующего вещества содержат живые микроорганизмы, которые переводят питательные вещества из минерализованных форм в растворимые, доступные для растений, а также улучшают работу корневой системы растения.

Чаще всего биоудобрения применяются для опрыскивания семян малыми дозами (около 1 кг на 1 га посевов). Они не исключают использования минеральных удобрений, а повышают их эффективность и показатели усвояемости, делая возможным снижение норм внесения химикатов (обычно на 25-50%).

Наиболее распространены биоудобрения на основе азотфиксирующих бактерий (75% рынка по объемам); вторая по значимости разновидность – биоудобрения с микроорганизмами, обеспечивающими растворение минерализованных форм фосфора (около 15% рынка). Реже используются продукты, делающие возможным растворение минеральных форм калия, а также цинка, марганца и других микроэлементов, и продукты, основная функция которых состоит в обеспечении лучшего развития корневой системы.

Отличительная особенность **биостимулянтов** – их функциональность, которая сводится к воздействию на физиологические и биохимические процессы растения. В отличие от биоудобрений биостимулянты представляют собой неживое органическое вещество – экстракты и минеральные вытяжки малого и среднего объема.

Более 90% представленных на рынке биостимулянтов являются продуктами переработки двух основных типов сы-

рья – водорослей и слабоминерализованных органических продуктов. В основном используется бурая водоросль, реже – ламинария и другие представители этого класса.

В процессе экстракции из водных растений получают аминокислоты, играющие роль ценного питательного элемента для микрофлоры почвы и растений, а также энзимы – ферменты растительного происхождения, которые ускоряют разложение сложных органических соединений. Внесение этих веществ обеспечивает растения и микрофлору почвы легкодоступными питательными элементами, а также фитогормонами. В числе последних обычно упоминаются ауксин (англ. *auxin*), стимулирующий рост побегов и корней, цитокинин (*cytokinin*), интенсифицирующий процессы клеточного деления, и реже – гибберелиновые кислоты (*gibberellins*), которые способствуют процессам прорастания и индуцируют цветение растений.

Основной продукт минерализации, используемый для производства биостимулянтов, – леонардит (мягкий окисленный бурый уголь, находящийся в начальной степени минерализации, возраст – порядка 50 млн лет, по свойствам близок к лигнитам), также применяются торф и сапропель, реже – лигнит и другие виды органоминерального сырья. В результате их переработки (алкалирования) получают гуминовую и фолиевую кислоты и далее их соли – *гуматы*. Эти вещества используются для улучшения почвенного плодородия и структурирования почвы, продукты на их основе применяются для ускорения каталитических процессов в растениях, в частности для ускорения их прорастания.

На основе аминокислот и гуминовой кислоты изготавливаются хелаты, представляющие собой легкоусвояемую для растений форму микро- и мезоэлементов (чаще всего Fe, Ca и др.). Последние часто используются в системах гидропоники, так как в отличие от других соединений не откладываются на проводящих раствор трубках.

Помимо двух указанных групп сырья и технологий, для производства биостимулянтов используются экстракты из сои, богассы (продукт переработки сахарного тростника), барды, костной муки, перьев, а также высших растений и даже древесины.

В результате переработки растительных продуктов, в том числе водорослей, получают ауксин и цитокинин, стимулирующие рост растений.

В профессиональной среде биостимулянты традиционно разделяют по основному функциональному назначению.

Большинство упомянутых выше веществ, включая аминокислоты, энзимы, витамины, гуматы, гуминовую и фульвовую кислоты как по отдельности, так и вместе, могут относиться к стимуляторам (активаторам) роста растений (англ. *activators*, *bioinducers*), которые ускоряют прорастание побегов, развитие корневой системы, образование надземной части, листы.

Аминокислоты, гуминовая, фульвовая кислоты и гуматы традиционно рассматриваются как ценные и легкодоступные для растения питательные вещества (англ. *nutrients*), которые могут поступать в растение как через корневую систему, так и через листья. Ряд витаминов, ферментов и биологически активных веществ играет более узкую функциональную роль биоактиваторов – продуктов, ускоряющих или активирующих процессы прорастания, цветения, созревания и др. Отдельный класс составляют адъюванты, которые обеспечивают иммуномодулирующий эффект – усиление общего иммунитета растения и его способность противостоять отдельным патогенам.

Биостимулянты, вносимые в больших дозах (сотни килограммов на 1 га), способны оказывать влияние на физические и химические свойства почвы и представляют собой промежуточный продукт с классом субстратов. Продукты этого рода также могут относиться к классу pH регуляторов/корректо-

ров, способствующих улучшению ионного баланса почвы и почвенных кондиционеров, повышающих в первую очередь водо-воздухообменные способности почвы (ее структуру). Чаще всего это препараты на основе фульвовой и гуминовой кислот.

Производители обычно отмечают три основных хозяйственных эффекта, которые достигаются за счет применения биостимулянтов. Прежде всего, это прирост урожайности – обычно на 10-20%, который обеспечивается в большей мере за счет воздействия на состояние растений, а не почвенное плодородие. Не меньшее значение имеет улучшение качества урожая и состояния растений – большой размер плодов, сочный зеленый цвет растительности, развитая и обильная листва, развитая крона деревьев. Кроме того, биостимулянты существенно улучшают устойчивость растений к воздействию факторов стресса [2].

2. БИОПЕСТИЦИДЫ – БИОПРЕПАРАТЫ ДЛЯ БОРЬБЫ С БОЛЕЗНЯМИ И ВРЕДИТЕЛЯМИ

2.1. Биопестициды на основе микроорганизмов

Наиболее распространенный метод защиты растениеводческой продукции – применение специальных химических средств защиты растений (пестицидов). Однако их интенсивное использование приводит к загрязнению продукции растениеводства, почв, окружающей среды, развитию резистентности растений. В силу этих причин в последние несколько лет активно развивается новый метод защиты сельскохозяйственных культур, основанный на применении биологических средств защиты растений, или биопестицидов, – микробиологических препаратов на основе микроорганизмов (бактерии, грибы, вирусы и простейшие) и продуктов их жизнедеятельности. Основными драйверами развития рынка биопестицидов в мире является рост органического производства, а также устанавливаемые правительствами многих развитых стран более жесткие экологические требования к продуктам питания.

К преимуществам использования биопестицидов можно отнести следующее:

- возможность отказа от применения химических средств защиты, снижение общей пестицидной нагрузки и, как следствие, улучшение плодородия почв;
- возможность переориентации ряда хозяйств на производство экопродукции;
- малый период ожидания – собирать урожай можно через несколько дней после обработки.

Введение в практику биологических средств сокращает риски чрезвычайных ситуаций по возникновению эпизоотий вредителей сельскохозяйственных растений, открывает возможность усиления механизмов саморегуляции, сокращает сроки созревания зерновых и в итоге обеспечивает сохранность урожая с меньшими затратами. При этом доказано, что эффективность применения биологических средств повышается при использовании их в интегрированных системах защиты, а доля биометода в системах может составлять на зерновых – 25-30%, овощных – 60-70, плодовых культурах – 40-50, винограде – 50-70% [4].

Объемы производства. Рынок биопестицидов в России находится на начальном этапе формирования. Органическое земледелие, получившее широкое распространение в Европе, только начинает развиваться в нашей стране.

По данным ФГБНУ «ВНИИ защиты растений» (ВИЗР), в Государственном каталоге пестицидов Российской Федерации насчитывается около 50 биопрепаратов, а в мировой сводке – 300. При этом, по данным Союза органического земледелия, в реальную практику биологическая система защиты растений внедрена только на 2% сельхозугодий Российской Федерации.

Международный рынок органической продукции сейчас составляет 90 млрд долл. США и, по прогнозам, будет расти на 15% ежегодно. Основной тормозящий фактор роста органического сельского хозяйства в мире – отсутствие подходящих земельных ресурсов, что дает большие перспективы России, где свыше 20 млн га земли не получали агрохимикатов более 3 лет и могут быть пригодны для введения в оборот как органические.

Сейчас в России около 70 сертифицированных по международным стандартам сельхозпроизводителей, из них 39 – в сфере растениеводства, 9 – животноводства, 3 – дикоросов. Рынок органических продуктов в нашей стране составляет 120 млн долл. США, 2% сельхозземель (246 тыс. га) классифи-

цированы как органические по международным стандартам. Более 90% сертифицированной органической продукции в России – импортная. На российском рынке прибыль получают производители органической продукции, сумевшие наладить производство полного цикла, включая ее переработку. Разница в маржинальности по сравнению с традиционным продуктом доходит до 80%.

Органическое сельское хозяйство практикуется в 179 странах мира, из них в 87 странах действуют специальные законы в данной сфере. На постсоветском пространстве законы об органическом сельском хозяйстве приняты в Казахстане, Молдове, Армении, Грузии. В нашей стране такие региональные законы приняты в Ульяновской, Воронежской областях и Краснодарском крае [5].

В апреле 2018 г. в Государственной Думе состоялось первое чтение Федерального закона «О производстве органической продукции». Надеемся, что в ближайшее время закон будет принят и это даст мощный толчок к развитию производства и применения отечественных биопестицидов.

Общий объем российского рынка биопестицидов в 2013 г. оценивался в 4 млн долл. США, в 2018 г. ожидается 6,5 млн долл. (рис. 2). Для сравнения, по оценке маркетингового агентства «Клеффманн-Агростат», объем рынка агрохимикатов в 2013 г. в России составлял 1,3 млрд долл. США.

Следует отметить, что рынок биопестицидов находится на стадии бурного роста. За последние 5 лет его объем в натуральном выражении увеличился почти в 2 раза [4].

На современном уровне ведения агропроизводства решить задачу борьбы с вредителями и болезнями растений только массовым применением химических средств невозможно. Необходимо задействовать весь комплекс защитных мероприятий, включая и агротехнические приемы, иммунитет возделываемых сортов и, конечно, биологический метод. Такой подход к обеспечению фитосанитарной безопасности расте-

ниеводства страны позволит не только сократить потери урожая до минимума, но и ограничить появление устойчивых рас вредных организмов, а также снизить загрязнение окружающей среды и сельскохозяйственной продукции, способствуя восстановлению естественной саморегуляции агроценозов. В этом ряду фитосанитарных приемов биометод занимает важнейшее место, и объемы его применения растут.

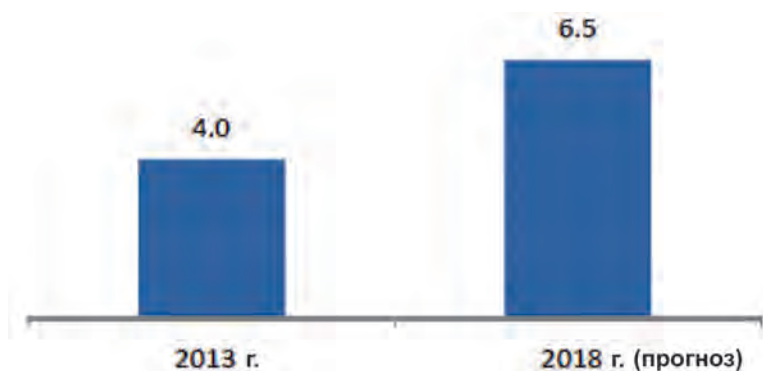


Рис. 2. Российский рынок биопестицидов, млн долл. США
(источник: Россельхозцентр, экспертная оценка, «Frost & Sullivan») [5]

В 2016 г. в Российской Федерации общий объем производства биопрепаратов достиг 1,8 тыс. т, площадь их применения в открытом грунте – почти 1,6 млн га (табл. 1, 2) [6].

По данным ФГБУ «Россельхозцентр», на долю площадей, обработанных биологическими СЗР, приходится всего 2% от общего объема работ по защите растений. При этом доля биофунгицидов достигает 98%. В основном биопрепараты применяют на посевах зерновых и зернобобовых культур. На их долю приходится 87% от общей площади обработок (672,5 тыс. га). Объем работ по защите картофеля и овоще-бахчевых культур составляет примерно 4%, технических культур – 3, на долю остальных приходится 2% и менее [7].

Таблица 1

**Объемы производства биологических средств
защиты растений в Российской Федерации**

Федеральный округ	Произведено, т			
	2015 г.		2016 г.	
	всего	в том числе в филиалах Рос-сельхозцентра	всего	в том числе в филиалах Россельхоз-центра
Российская Федера-ция	1475,3	1122,7	1793,7	1365,8
Центральный	127,4	126,4	220,7	216,5 (+71%)
Северо-Западный	20,4	20,4	21,8	21,8 (+6,8%)
Южный	470,1	170,8	605,7	217,7 (+27,5%)
Северо-Кавказский	316,8	316,8	437,4	437,4 (+38%)
Приволжский	510,6	464,3	478,4	442,6 (-5%)
Уральский	2,27	2,27	5,79	5,79 (+60,8%)
Сибирский	25,5	19,5	22,02	22,02 (+11,4%)
Дальневосточный	2,2	2,2	1,76	1,76 (-20%)

Таблица 2

Площади обработки биологическими пестицидами

Федеральный округ	Обработано, тыс. га	
	2015 г.	2016 г.
Российская Федерация	1348,59	1631,76
Центральный	289,32	408,56
Северо-Западный	17,59	23,97
Южный	410,58	447,37
Северо-Кавказский	304,97	346,93
Приволжский	273,43	338,96
Уральский	27,69	21,38
Сибирский	18,10	38,99
Дальневосточный	6,91	5,61

Основной рынок сбыта – южные регионы России (Краснодарский и Ставропольский края, Воронежская область и др.).

На российском рынке биологических средств защиты растений представлены около 20 производителей. Наиболее крупными являются ООО «ПО Сиббиофарм», ФГБУ «Российский сельскохозяйственный центр» («Россельхозцентр»), ООО «НВП «Башинком», ЗАО «Агробιοтехнология». В Краснодарском крае функционирует ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений» (ВНИИБЗР).

Развитие биотехнологий производства микробных средств защиты растений. Начало направлению было положено еще в XIX в. в работах известного российского ученого И.И. Мечникова, создателя биологического препарата на основе выделенного им из природы энтомопатогенного гриба *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sor. Приоритет России в биотехнологии производства микробных средств защиты растений признается и современными зарубежными учеными. Из-за недооценки ряда факторов и недостатка знаний производство и использование этого препарата в защите растений от фитофагов через несколько лет прекратилось. Интерес к исследованиям по энтомопатогенным биопрепаратам в России возрос в 1940-е годы, а к 1960-м годам были разработаны отечественные бактериальные препараты на основе *Bacillus thuringiensis* (Bt) – Дендробациллин и Энтобактерин, производство которых было освоено Бердским заводом биопрепаратов (в настоящее время ПО «Сиббиофарм» – г. Бердск, Новосибирская обл.). Позже начались работы по биотехнологии микробных средств защиты растений от болезней на основе природных штаммов бактерий и грибов-антагонистов фитопатогенов. Первым грибным препаратом, разработанным на основе *Trichoderma viride* (lignorum) (ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений» (ВИЗР), Санкт-Петербург), стал Триходермин, а бактериальным – Планриз (первоначальное название Ризоплан)

(Институт генетики и цитологии АН Республики Беларусь) – на основе *Pseudomonas fluorescens*. Что касается разработки биопрепаратов как альтернативы химическим гербицидам, то в России они пока находятся на уровне исследований природных микробиологических агентов регуляции численности сорных растений, сосредоточенных в ФГБНУ ВИЗР (Санкт-Петербург).

Ключевые вопросы биотехнологии микробных средств защиты растений от вредителей и болезней – выбор наиболее пригодных агентов биологической регуляции численности фитофагов и фитопатогенов, механизм их взаимодействия с вредными видами и окружающей средой, способы производства и форма препаратов, повышение эффективности использования в сельском и лесном хозяйстве. Следует отметить, что основой этих препаратов являются как живые культуры микроорганизмов, так и продукты их метаболизма (токсины, ферменты и др.) [8].

Энтомопатогенные препараты. Из энтомопатогенных биопрепаратов наиболее распространены бактериальные – на основе спор и токсинов энтомопатогенной бактерии *Bt*. Первый отечественный бактериальный инсектицид Дендробациллин разработан в 1953 г. профессором Иркутского государственного университета Е.В. Талалаевым. В 1949 г. в очаге массового размножения сибирского шелкопряда Е.В. Талалаев обнаружил бактерию *Bt subsp. dendrolimus*, которая послужила основой препарата. В ВИЗРе вскоре был разработан биопрепарат Энтобактерин на основе *Bt subsp. galleriae*, выделенной из гусениц пчелиной огневки. Позже в качестве хозяев разных подвигов *Bt* были выявлены насекомые не только отряда чешуекрылых, но и двукрылых и жесткокрылых, что привело к разделению бактерии на патоварианты А, В, С и др. При этом каждый патовариант, активный только для определенного круга насекомых, отличался по форме белкового кристалла δ-эндотоксина как основного действующего начала. Так, токсичный для гусениц кристалл имеет бипирамидальную форму, а токсичный для ли-

чинок жуков – характеризуется пластинчатой формой в виде квадратов, прямоугольников и ромбов.

Помимо биопрепаратов Энтобактерин и Дендробациллин, в России разработаны препараты Лепидоцид (ВНИИ «Биохиммашпроект», Москва) на основе *Bt subsp. kurstaki* и Битоксибациллин (БТБ), созданный во Всесоюзном институте сельскохозяйственной микробиологии на основе *Bt subsp. thuringiensis*, которые в настоящее время используются в сельском и лесном хозяйстве. В соответствии с названием БТБ наряду с белковым эндотоксином содержит б-экзотоксин. Это токсин нуклеотидной природы, как правило, продуцируется *Bt subsp. thuringiensis*. Содержание двух микробных токсинов в препарате расширяет спектр его действия. Как основа грибных биопрепаратов важны представители энтомопатогенных грибов из отделов *Zygomycota* и *Deuteromycota* царства Fungi. В России разработаны препараты на основе энтомофторовых грибов *Conidiobolus obscura* (ранее *Entomophthora thaxteriana*) и *Conidiobolus thromboides* (ранее *E. pyriformis* = *E. virulenta*), однако они не нашли широкого применения в защите растений.

Большее значение в биотехнологии микробных средств защиты растений имеют энтомопатогенные грибы, входящие в отдел *Deuteromycota*. Большинство несовершенных грибов – паразитов членистоногих – относится к родам *Beauveria*, *Isaria* (бывший род *Paecilomyces*), *Metarhizium*, *Lecanicillium* (ранее – *Verticillium*). На основе этих грибов созданы российские препараты Боверин и Вертициллин, эффективные в защите тепличных культур от сосущих вредителей.

К категории микробных средств защиты растений относят также группу вирусных энтомопатогенных препаратов. Их основу составляют бакуловирусы как высокоспецифичные природные регуляторы численности насекомых. Род *Baculovirus* представлен группами А и В. В группу А входят вирусы ядерного полиэдроза (ВЯП) с ДНК-содержащим палочковидным вирионом. Вирионы располагаются в белковом матриксе так, что формируются многогранники, называемые полиэдрами. В группу В

входят вирусы – возбудители гранулеза (ВГ), отличающиеся от ВЯП тем, что одиночный вирион помещен в белковую капсулу (гранулу). Во второй половине XX в. российскими исследователями выделены и идентифицированы бакуловирусы ряда насекомых, в том числе ВЯП капустной совки, непарного шелкопряда, шелкопряда-монашенки, рыжего соснового пилильщика (РСП), а также ВГ яблонной плодовой гнили, капустной белянки, лугового мотылька, озимой совки, сибирского коконопряда. На их основе разработаны отечественные препараты под общим названием Вирины (Вирин-КС против капустной совки, Вирин-Диприон против РСП, Вирин-ГЯП против яблонной плодовой гнили и др.). По ассортименту этих биопрепаратов Россия занимала лидирующее положение в мире. Однако в данный период нет ни одного зарегистрированного российского Вирина, что отражает неблагоприятную тенденцию в биотехнологии вирусных энтомопатогенных препаратов, обладающих самой высокой степенью экологической безопасности [8].

Биопрепараты против болезней растений. Важная роль в подавлении развития болезней растений принадлежит грибам-антагонистам. Грибы обладают широким спектром антагонистических свойств – гиперпаразитизмом, конкуренцией за питательный субстрат, продуцируют антибиотики и другие вещества, угнетающие жизнедеятельность фитопатогенов. Большинство грибов, используемых в биотехнологии средств защиты растений от болезней, относится к несовершенным грибам.

Первый отечественный биопрепарат против болезней растений создан в 1960-е годы в ВИЗРе на основе гриба *Trichoderma viride (lignorum)*. Грибы этого рода могут подавлять развитие фитопатогенов путем прямого паразитирования, но антагонизм превалирует за счет продуцирования ряда антибиотиков (виридин, глиотоксин и др.). Позднее, включая современный период, была разработана серия препаратов на основе *Trichoderma harzianum*, *T. koningii*, *T. asperellum* и др. В последнее время препараты, содержащие грибы рода *Trichoderma*, зарегистрированы под названиями Глиокладин

и Стернифаг (ВИЗР и ЗАО «Агробιοтехнология»). Круг грибных антагонистов, используемых для создания отечественных биопрепаратов в защите растений, расширяется. Разработаны препараты Вермикулен на основе *Penicillium vemiculatum* и Хетомин на основе грибов рода *Chaetomium* (ВНИИ масличных культур, г. Краснодар).

Конкуренцию грибным препаратам, контролирующим численность возбудителей болезней растений, составляют бактериальные. В основе использования бактериальных препаратов против болезней растений также лежит механизм антибиоза, регулирующий взаимоотношения микроорганизмов в природе. Источником получения штаммов бактерий-антагонистов служат, как правило, супрессивные почвы. В настоящее время бактериальные препараты против болезней растений более распространены, чем грибные. Их основой являются бактерии двух родов – *Pseudomonas* и *Bacillus*. Сапрофитные псевдомонады, заселяющие ризосферу, являются естественными регуляторами фитопатогенных микроорганизмов: *Pseudomonas fluorescens*, *P. putida*, *P. aureofaciens* и др. Данные неспорообразующие бактерии характеризуются быстрым ростом, продуцируют антибиотики, бактериоцины и сидерофоры, а также ростовые стимуляторы. Эти свойства обуславливают защитный эффект псевдомонад от фитопатогенов, а также стимулируют рост растений. Среди антибиотиков, продуцируемых псевдомонадами, обнаружены феназин-1-карбоновая кислота, производные флороглюцина, пирролнитрин и др. Синтезируемые псевдомонадами сидерофоры образуют стабильные комплексы с трехвалентным железом: связывая ионы трехвалентного железа в почве, сидерофоры лишают многие виды фитопатогенных грибов необходимого элемента питания, что приводит к остановке их развития.

На возможность использования бактерий *p. Pseudomonas* для подавления болезней растений обратили внимание еще в 1939 г. Е.Ф. Березова и А.Н. Наумова. Но только в конце 1980-х годов А.Н. Перебитюк (Институт генетики и цитологии

АН Республики Беларусь) разработал биопрепарат Планриз на основе *P. fluorescens* штамма AP-33. Впоследствии российскими учеными, работающими в разных регионах России, включая Сибирь, были созданы препараты на основе местных штаммов *P. fluorescens* и *P. aureofaciens*, например, Псевдобактерин-2 (Институт биохимии и физиологии микроорганизмов РАН, г. Пущино, Московская обл.), Агат-25-К (ТОО «БИО-БИЗ и Ко»), Бинорам (Институт генетики и цитологии СО РАН, г. Новосибирск), Биовайс (ООО «Планта-Плюс», г. Томск) и др. [8].

Из аэробных спорообразующих бактерий как основа биопрепаратов против болезней растений наибольшее значение имеет *Bacillus subtilis*. Бактерии *B. subtilis* являются наиболее продуктивными из рода *Bacillus* по синтезу антибиотиков, которые подавляют рост фитопатогенных микроорганизмов. Рядом российских авторов выделены разные штаммы культуры этой бактерии, подавляющие фитопатогенные микроорганизмы, что привело к созданию ассортимента биопрепаратов на основе *B. subtilis*. После первого зарегистрированного в России препарата Бактофит (ГНЦ прикладной микробиологии, пос. Оболенск, Московской области; ПО «Сиббиофарм») появились Фитоспорин (Республика Башкортостан), а также Алирин-Б и Гамаир (ВИЗР). Примером препарата, разработанного в России на основе специализированного гиперпаразита фитопатогенных грибов, может служить Ампеломицин (КГАУ и СКЗНИИСиВ, г. Краснодар), достаточно широко используемый в тепличных хозяйствах в конце XX в. Основа этого биологического фунгицида – пикнидальный гриб *Ampelomyces quisqualis*, в естественных условиях паразитирующий на мицелии, конидиях и клейстотециях мучнисто-росяных грибов – *Erysiphe* spp., *Sphaerotheca* spp., *Podosphaera* spp.

При выборе агента биоконтроля для создания всех микробных средств защиты растений важна селекция исходных штаммов на вирулентность, продуктивность, способность синтезировать ферменты или токсины. Результатом такого отбора является штамм, превосходящий по качеству эталонные куль-

туры продуцента препарата, необходимого для производства. Важен подбор оптимальной питательной среды для культивирования биологических агентов. Культивирование в жидкой питательной среде (глубинный способ) используют, как правило, для получения бактериальных и в определенной степени грибных препаратов.

Грибные препараты получают не только глубинным, но и поверхностным, а также глубинно-поверхностным культивированием. Это связано с тем, что бластоспоры грибов, получаемые в глубинной культуре, не столь жизнеспособны и активны, как конидии, образуемые грибами на поверхности питательной среды. В последние годы более популярным стал способ поверхностного культивирования грибов на сыпучих субстратах. Главная особенность производства вирусных энтомопатогенных препаратов – накопление вирусной биомассы на живых насекомых с последующим извлечением бакуловирусов из погибших особей, что более трудоемко, но экономически выгодно из-за малых норм расхода вирусных инсектицидов. Технология размножения бакуловирусов на культуре клеток насекомых изучалась в России начиная со второй половины XX в., однако практического воплощения не получила из-за экономической нецелесообразности [8].

Отмеченные особенности получения биопрепаратов определяют возможность их производства в условиях крупнотоннажного либо малотоннажного регионального (в биолaborаториях или специализированных фирмах) производства. ПО «Сиббиофарм» – единственное в России предприятие для крупнотоннажного производства биопрепаратов. Помимо этого, имеется сеть биолaborаторий и небольших фирм для регионального малотоннажного производства биологических средств защиты растений. Концепция малотоннажного производства, предложенная около 25 лет назад ведущими учеными и поддержанная Минсельхозом России, сыграла значительную роль в развитии биотехнологии микробных средств защиты растений. В то время был разработан ряд технологических регламентов

биопрепаратов с ускоренной регистрацией для производства в условиях биолaborаторий, что привело к усилению использования биопрепаратов в защите растений. Одновременно были разработаны и предложены специальные ферментаторы для малотоннажных производств в биолaborаториях. Некоторые биопрепараты, такие как Бактороденцид (ВНИИ сельского хозяйства и микробиологии, Санкт-Петербург), на основе *Salmonella enteritidis*, патогенной для грызунов, производились исключительно в этих условиях. В их изготовлении важным завершающим этапом является приготовление препаративной формы (формуляция действующего начала), которая тесно связана с технологией применения биопрепаратов и со сроком их хранения. От того, насколько она будет способствовать проявлению потенциала штамма-производителя, зависит и эффективность микробного препарата.

Современные разработчики биопрепаратов учитывают необходимость оптимизации препаративной формы, которая недооценивалась на первых этапах развития биотехнологии. Кроме того, неотъемлемые части технологического процесса получения биопрепаратов – их стандартизация и оценка качества. Без этого невозможно их рациональное использование в биологической защите растений. Хотя главным преимуществом биопрепаратов является высокая степень экологической безопасности, их эффективность не всегда соизмерима с эффективностью химических пестицидов в связи с большей зависимостью от температуры, влажности, инсоляции. Для устранения этого необходимо дальнейшее изучение механизмов взаимодействия биоагентов с мишенью и окружающей средой для усиления активности действующего начала [8].

Продолжается дальнейшее развитие агробиотехнологий. Уже в наши дни ученые ВИЗР создали новый биологический препарат против саранчовых вредителей. Специалисты выделили штамм гриба *Beauveria bassiana*, способного заражать личинки перелетной саранчи. Полевые испытания данного микоинсектицида прошли в Казахстане, где проблема борьбы с

саранчовыми, как и в нашей стране, очень актуальна. Результат не хуже, чем у зарубежных аналогов [9].

Российские ученые из РХТУ им. Д.И. Менделеева предложили помещать активные компоненты биопестицидов в защитную оболочку – микроконтейнер. Благодаря этому биопрепараты лишаются главных недостатков, присущих средствам защиты на основе живых организмов, – уязвимости к УФ-излучению и высоким температурам, а также приобретают запас питательной среды для пролонгированного действия.

Первым биопрепаратом, упакованным в микроконтейнер, стал именно Биоинсектицид для борьбы с саранчовыми вредителями на основе грибов рода *Beauveria*.

Многолетний опыт борьбы с саранчовыми свидетельствует, что химические препараты в местах их применения обеспечивают лишь временное снижение численности и вредоносности насекомых. При этом тотальная обработка сельхозземель инсектицидами дестабилизирует экологическую ситуацию за счет истребления естественных врагов саранчовых, что удлинит периоды массового размножения на несколько лет.

Альтернативные средства борьбы с саранчой на основе микробиологических препаратов успешно апробированы в разных регионах и доказали эффективность и экологическую безопасность. В общей сложности в мире зарегистрированы или находятся в стадии разработки около десяти разных биоинсектицидов на основе микроорганизмов, которые пагубно воздействуют на саранчу, тлю, колорадского жука и других вредителей.

Но все эти энтомопатогенные бактерии и грибы роднит крайняя уязвимость к воздействиям внешней среды – солнечному излучению, температуре и др. Грибы чувствительны к погодным условиям, быстро теряют эффективность при неоптимальных уровнях инсоляции, температуры и влажности. Микроконтейнер позволяет не только помещать биологические агенты в оболочку, защищающую от УФ-излучения и высокой температуры, но и удлинять их действие, обеспечивая запас необходимой питательной среды.

Препарат под микроскопом похож на мячик для гольфа, только в тысячу раз меньше. В него помещают высоковирулентные штаммы энтомопатогенных грибов и питательные вещества. Все это высушивается. Перед применением препарат растворяют в воде и вносят в дозе около 50 г/га.

Микроконтейнеры могут применяться и в работе с традиционными химическими препаратами, обеспечивая регулируемое по длительности высвобождение действующего вещества и защиту от неблагоприятных факторов внешней среды (осадки, солнечный свет). Благодаря этому можно снизить дозировку и количество обработок.

Эффективность препарата против саранчи изучали летом 2016 г. на площадях астраханского Россельхозцентра. Для исследований сезон выдался идеальным: юг России подвергся крупнейшему за несколько десятилетий нашествию саранчи. Убытки от нее измерялись сотнями тысяч квадратных километров, под корень были съедены поля в Астраханской и Оренбургской областях, а также Башкирии. В ходе полевых испытаний смертность саранчи составила более 90%, площадь действия за счет перекрестного заражения увеличилась с обработанных 20 до 80 га. Внешняя температура 60-70°C оказалась не критической для эффективной работы препарата.

Благодаря упаковке в микроконтейнер биологически активный препарат обладает пролонгированным действием в течение нескольких дней, что позволяет применять биопестициды без жесткой привязки к временным рамкам. Кроме того, это позволяет улучшить адгезионные свойства биопрепаратов – при распылении на растения или почву они не скатываются, а надежно фиксируются на поверхности и прорастают лишь после попадания внутрь организма вредителя [10].

Алейцид ПС – новый метаболитный биопрепарат, разработанный ВИЗР совместно с Научно-исследовательским технологическим институтом антибиотиков и ферментов (НИТИАФ) на основе актиномицета *Streptomyces aurantiacus*, штамм 775, эффективен против сосущих вредителей, препаративная

форма – паста. Концентрация препарата в водном растворе – 0,002%. В Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, препаратов и биологических средств, разрешенных к применению в Российской Федерации, еще не включен.

Предпосадочная обработка Алейцидом ПС почвы и клубней картофеля в условиях вегетационных периодов 2013 и 2017 г. снижала поврежденность клубней картофеля личинками жуков семейства щелкунов на 91,0-95,8% до уровня допустимой поврежденности клубней проволочниками для продовольственного картофеля, установленного ГОСТом (не более одного хода на клубень), распространенность и развитие парши обыкновенной на клубнях нового урожая – на 96,3-97,1 и 97,1-98,9% соответственно, увеличивала всхожесть на 7,6-8,2%. В фазе цветения содержание фотосинтетических пигментов – хлорофиллов (a+b) и каротиноидов – в листьях в варианте с применением препарата превышало контроль на 5,2-6,4% и до 2,7% соответственно.

Обработка почвы и клубней актиномицетными метаболитами повышала урожайность картофеля на 29,8-30,2%, улучшала биохимические показатели качества клубней благодаря увеличению содержания крахмала на 5,5-5,7% и витамина С – на 9,7-9,9% при уменьшении концентрации нитратов на 57,8-58,1%.

Таким образом, высокая биологическая эффективность метаболитов актиномицетов против комплекса вредных организмов (проволочников и парши обыкновенной), увеличение содержания фотосинтетических пигментов, урожайности и качества клубней при использовании отдельно и на фоне внесения комплексного (NPK) минерального удобрения повышают перспективность их использования в экологически ориентированных системах интегрированной защиты картофеля, а также органического земледелия [11].

Исследована эффективность применения бактерий *Bacillus subtilis* БИМ В-760Д (основа биопестицида Бактавен, Ж) в защите овса от фитопатогенов. Испытания препарата

Бактавен, Ж в полевых условиях показали, что обработка семян овса (3 л/т) на начальном этапе роста и развития растений уменьшала пораженность всходов красно-бурой пятнистостью листьев на 14,4% и снижала развитие корневых гнилей в фазе кущения на 38,9%. Последующее применение биоpestицида Бактавен в фазе появления флагового листа (6 л/га) уменьшало развитие красно-бурой пятнистости листьев в фазе выметывания на 30,9%. Применение этого препарата способствовало сохранению 3,5 ц/га, или 6,4%-ной урожайности зерна овса [12].

В Якутском НИИ сельского хозяйства разработан препарат Норд-Бакт (патент № 2460300), представляющий собой смесь равного сочетания штаммов *Bacillus subtilis* (ТНП-3 и ТНП-5), выделенных из мерзлотных почв Якутии. Он был использован для защиты земляники от серой гнили. По многолетним данным, у земляники восточной поражения мучнистой росой, фитофторозом, вертициллезным увяданием не отмечены. Значительный урон наносит серая гниль, в борьбе с которой и использовали Норд-Бакт. Препарат применяли однократно через десять дней после посадки растений с нормой расхода 100 мл на один куст. Степень поражения ягод земляники серой гнилью снижалась в среднем до 9,2% по сравнению с необработанными растениями (21,2%). Антагонистическую активность штаммов *Bacillus subtilis* в отношении грибов *Botrytis cinerea* Pers. подтвердили и микробиологические исследования. Применение препарата Норд-Бакт позволило не только предупредить развитие патогенных грибов, но и увеличить количество цветоносов и массу ягод земляники. В среднем количество цветоносов на один куст в контроле составило 30,3 шт., опытном варианте – 42 шт., масса ягоды в первом сборе в контроле – 2,3 г, опытном варианте – в среднем 2,7 г, в отдельных случаях – более 4 г [13].

Перспективно создание и производство комплексных препаратов. Совместное использование нескольких штаммов бактерий, которые различаются своими свойствами и механизмами взаимодействия с растениями, биологически совместимо, высококонкурентно по отношению к аборигенной микрофлоре

и может быть весьма плодотворным подходом в создании новых, высокоэффективных микробиологических препаратов для сельскохозяйственного производства. Примером реализации такой стратегии можно назвать разработку, создание и внедрение в практику многоштаммового микробиологического препарата Биоконкомпозит-коррект (производитель АО «Щелково Агрохим»).

Биоконкомпозит-коррект предназначен для повышения плодородия почв, восстановления почвенного микроценоза, нарушенного в результате интенсификации севооборотов, особенно избыточно насыщенных зерновыми и пропашными (подсолнечник, сахарная свекла, кукуруза) культурами. Препарат имеет государственную регистрацию. Биоагенты препарата подавляют рост и развитие фитопатогенов, продуцируют ростостимулирующие вещества, ассимилируют атмосферный азот, переводя его в доступную для растений форму, мобилизуют связанный почвенный и внесенный с основными удобрениями фосфор. Биоконкомпозит-коррект способствует ускоренному разложению пожнивных остатков, активизирует прорастание семян, рост и развитие растений, повышает их устойчивость к абиотическим стрессам, снижает уровень и распространенность заболеваний корневой системы и листостебельных болезней.

При применении препарата Биоконкомпозит-коррект в зависимости от способа обработки прибавка урожая яровой пшеницы (Курганская область, 2015 г.) составила 1-5 ц/га (5-25%), урожайность сахарной свеклы (ЦЧЗ, 2015 г.) увеличилась на 25,5-33 ц/га соответственно при обработке посевов (двукратно, по 2 л/га) и почвы перед севом (2 л/га). Большой набор положительных качеств открывает возможности широкого применения препарата – от разложения стерни, подавления почвенных фитопатогенов, защиты от болезней до повышения плодородия почв [3, 15].

В табл. 3 представлены рекомендуемые для применения в системе органического земледелия биопестициды, технологии производства которых основаны на применении микроорганизмов. При подготовке таблицы использованы материалы Союза органического земледелия [16].

Биологические средства защиты на основе микроорганизмов

№ п/п	Наименование препарата (ДВ)	Торговый представитель (срок регистрации)	Назначение
<i>Инсектициды</i>			
1	Зеленый барьер, СП (<i>Beaveria Bassiana</i>)	ООО «Фунгипак» (23.05.2026)	Против саранчовых. Обрабатываются пастбища, участки их заселения
2	Лепидоцид-БТУ (<i>Bacillus thuringiensis</i> , var. <i>kurstaki</i>)	ЧП «БТУ-ЦЕНТР»	Для уничтожения гусениц чешуекрылых насекомых-вредителей (капустницы, капустной, яблоневой и плодовой моли, капустной совки, американской белой бабочки, огневки, листовертки, златогузки, луговой бабочки, пилильщика и др.) на зерновых, бобовых, овощных, плодово-ягодных культурах, а также в лесных и парковых насаждениях
3	Лепидоцид, (<i>Bacillus thuringiensis</i> , var. <i>kurstaki</i>)	ООО ПО «Сиббиофарм» (28.10.2020)	Для защиты овощей и плодово-ягодных садов от гусениц различных совок, мотыля, моли
4	Лепидобактерицид, Ж (<i>Bacillus thuringiensis</i> , var. <i>kurstaki</i> Z-52)	ООО ПО «Сиббиофарм» (28.10.2020)	Для защиты овощей и плодово-ягодных садов от гусениц различных совок, мотыля, моли
5	Битоксибациллин, П (<i>Bacillus thuringiensis</i> , var. <i>Thuringiensis</i>)	ООО ПО «Сиббиофарм» (28.10.2020)	Для защиты овощей и плодово-ягодных садов от гусениц различных совок, мотыля, моли, тли, клеща
6	Биостоп, Ж (<i>Bacillus thuringiensis</i> + <i>Streptomyces sp.</i> + <i>Beauveria bassiana</i>)	ООО «Инвиво» (05.04.2025)	Для защиты самшита, садов, виноградников от самшитовой огневки, листовертки, плодовой гнили. На открытом грунте работает против совок, трипсов, колорадского жука, тли и клеща

7	Биоверт, СП (<i>Lecanicillim lecanii</i> штамм В-80)	ООО ПО «Сиббио- фарм» (22.12.2026)	Огурец защищенного грунта, тепличные цветы – от тепличной белокрылки, табачного и цветочного трипса, паутинного клеща
8	Метаризин, Ж (<i>Metarhizium anisopliae</i> P-72)	ООО «Инвиво» (22.09.2024)	Картофель – от проволочника, пастбища – от саранчовых
9	ФермоВирин ЯП (вирус гранулеза яблонной плодовой)	Евроферм ГмбХ (29.04.2020)	Защита сада от яблоневой плодовой
10	Мадекс Твин, СК (вирус гранулеза яблонной плодовой)	Андерматт Биоконтроль АГ (28.05.2023)	
11	Хеликовекс (вирус ядерного полиэдроза хлопковой совки)	Андерматт Биоконтроль АГ (03.08.2025)	Кукуруза, томат, перец, баклажан открытого и защищенного грунта – от хлопковой совки
12	Фитоверм М (Аверсектин С)	ООО НБЦ «Фармбиомед» (17.12.2023)	Применение согласовывать с органами по сертификации на соответствие используемого стандарта
13	Битоксибацилин-БТУ (<i>Bacillus thuringiensis</i>)	ЧП «БТУ-ЦЕНТР» (17.12.2023)	Против колорадского жука и его личинок, клещей и гусениц чешуекрылых насекомых-вредителей
Родентициды			
1	Бактороденцид, ПР (<i>Salmonella enteritidis</i> , var. Issatschenko, 29/1)	ООО «Биоформатек» (23.01.2023)	От полевых: обыкновенной и общественной, водяной; серой крысы, домовая мышь
Нематициды			
1	Нематофаген-МикроПро (<i>Duddingtonia flagrans</i>)	ООО «Микропро» с ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора	Огурец, картофель – от нематод

№ п/п	Наименование препарата (ДВ)	Торговый представи- тель (срок регистра- ции)	Назначение
2	Акарин, КЭ (Авертин-N)	ООО НПФ «Агроветсервис» (10.06.2018)	Применение согласовывать с органами по сертификации на соответствие используемому стандарту
3	Фитоверм, КЭ (Аверсектин С)	ООО НБЦ «Фармбиомед» (17.12.2023)	
Фунгициды			
1	БисолбиСан, Ж (Bacillus subtilis, штамм Ч-13)	ООО «Бисолби-Интер» (21.07.2023)	Почвенный фунгицид для оздоровления почвы. Защита злаковых от фузариозных и гельминтоспориозных корневых гнилей, плесневения семян. Защита овощей от сосудистых и слизистых бактериозов, альтернариоза, ризоктониоза, фитофтороза
2	Алирин-В, Ж (Bacillus subtilis, штамм В-10 ВИЗР)	ООО «АгроБиоТехнология» (30.03.2019)	Почвенные фунгициды для оздоровления почвы. Защита злаковых от фузариозной, офиоболезной и церкоспореллезной корневых гнилей. Защита овощей от сосудистых и слизистых бактериозов, альтернариоза, ризоктониоза, фитофтороза. На цветочных культурах – против черной ножки, корневой гнили, трахеомикозного увядания. На садовых культурах – против мучнистой росы, пероноспороза, парши, монилиоза, милдью, оидиума, серой гнили. На свекле сахарной – от корнееда, церкоспороза
3	Алирин-В, СП (Bacillus subtilis, штамм В-10 ВИЗР)	ООО «АгроБиоТехнология» (11.01.2021)	
4	Бактофит, СК (Bacillus subtilis, штамм ИПМ 215)	ООО ПО «Сиббиофарм» (05.08.2022)	

			ржавчина. Защита овощей от сосудистых и слизистых бактериозов, альтернариоза, ризоктониоза, фитофтороза. На садовых культурах – мучнистая роса, пероноспороз, парша, монилиоз, милдью, оидиум, серая гниль
5	Ризоплан, Ж (<i>Pseudomonas fluorescens</i> , штамм AP-33)	ООО «Биопестициды» (30.03.2024)	Пшеница и ячмень – фузариозная и гельминтоспориозная корневые гнили, плесневение семян, пятнистости, ринхоспориоз, септориоз, бурая ржавчина. Свекла сахарная – церкоспороз, пероноспороз, мучнистая роса. Картофель – фитофтороз, ризоктониоз, макроспориоз. Яблоня – парша, монилиоз. Виноград – милдью, оидиум, серая гниль
6	Гамаир, СП (<i>Bacillus subtilis</i> , штамм М-22 ВИЗР)	ООО «АгроБиоТехнология» (11.02.2023)	Защита овощей от сосудистых и слизистых бактериозов, альтернариоза, ризоктониоза, фитофтороза. На цветочных культурах – против черной ножки, корневой гнили, трахеомикозного увядания. На садовых культурах – мучнистая роса, пероноспороз, парша, монилиоз, милдью, оидиум, серая гниль. Различные пятнистости. Свекла сахарная – корнеед, церкоспороз, кагатные гнили
7	Витаплан, СП (<i>Bacillus subtilis</i> , штамм ВКМ-В-2604D + <i>Bacillus subtilis</i> , штамм ВКМ-В-2605D)	ООО «АгроБиоТехнология» (11.02.2023)	Почвенный фунгицид на оздоровление почвы. Пшеница и рожь – фузариозная и гельминтоспориозная и церкоспореллезная корневые гнили, септориоз, мучнистая роса, сетчатая пятнистость. Картофель – альтернариоз, фитофтороз, ризоктониоз. Лук – пероноспороз, фузариозная гниль донца. На садовых культурах – мучнистая роса, пероноспороз, парша, монилиоз. Виноград – милдью, оидиум, серая гниль. Соя – фузариозные корневые гнили, септориоз, аскохитоз, бактериоз. Арбуз, дыня – корневые и прикорневые гнили, антракноз, пероноспороз, увядания. Свекла сахарная – корнеед, церкоспороз

№ п/п	Наименование препарата (ДВ)	Торговый представитель (срок регистрации)	Назначение
8	Глиокладин, СП (<i>Trichoderma harzianum</i> , штамм 18 ВИЗР)	ООО «АгроБиоТех- нология» (11.01.2021)	Огурец и томат защищенного грунта – корневые и прикорневые гнили, трахеомикозное увядание. Пшеница и ячмень – фузариозная, офиоболезная корневые гнили, септориоз, сетчатый гельминтоспориоз. Земляника – серая гниль
9	Стернифар, СП (<i>Trichoderma harzianum</i> , штамм ВКМ F-4099D)	ООО «АгроБиоТех- нология» (11.01.2021)	Обеспечивает ускоренное разложение пожневных остатков. Защищает почву от широкого спектра фитопатогенов. Подсолнечник, пшеница и ячмень – белая и серая гнили, гнили всходов, фузариозная корневая гниль, корневые и прикорневые гнили. Картофель – альтернариоз, ризоктониоз. Томат открытого грунта – корневые и прикорневые гнили. Свекла сахарная – корнеед. Соя – аскохитоз, фузариозные корневые и стеблевые гнили
10	Трихоцин, СП (<i>Trichoderma harzianum</i> , штамм Г 30 ВИЗР)	ООО «АгроБиоТех- нология» (11.07.2023)	Почвенный фунгицид на оздоровление почвы. Защита злаковых – фузариозные, церкоспореллезные и гельминтоспориозные корневые гнили. Септориоз, мучнистая роса, сетчатая пятнистость. Картофель – ризоктониоз, альтернариоз, фитофтороз. Свекла сахарная – корнеед. Разного рода гнили на рассаде цветочных культур, томатов, огурцов защищенного грунта
11	ТрихоПлант (<i>Trichoderma longibrachiatum</i> , штамм GF 2/6)	ООО «НПО «Биотех- союз» (11.07.2023)	Фунгицид для защиты сельскохозяйственных культур от комплекса заболеваний: фузариозы и трахеомикозы, фомозы, альтернариозы, фитофторозы, серая и белая гнили, аскохитозы, гельминтоспориозы, мучнистая и ложномучнистая роса, церкоспореллез

12	Фитоспорин-М, ПС (<i>Bacillus subtilis</i> , штамм 26 Д)	ООО «БашИнком» (22.10.2019)	Пшеница и ячмень – фузариозная и гельминтоспориозная корневые гнили, плесневение семян, гельминтоспориозные пятнистости, ринхоспориоз, септориоз, бурая ржавчина. Защита овощей от сосудистых и слизистых бактериозов, альтернариоза, ризоктониоза, фитофтороза. Свекла сахарная – корнеед, церкоспороз, кагатные гнили
13	Органика С (<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> , штамм OPS-32)	ООО «Органик Парк» (28.03.2027)	Пшеница и ячмень – фузариозная корневая гниль, гельминтоспориозная корневая гниль, мучнистая роса, ржавчина бурая, плесневение семян, сетчатая и темно-бурая пятнистость. Сахарная свекла – церкоспороз, фомоз, мучнистая роса
14	Псевдобактерин, Ж (<i>Pseudomonas aureofaciens</i> , штамм ВКМ В-2391Д)	ООО «Органик Парк» (28.03.2027)	Пшеница и ячмень – фузариозная и гельминтоспориозная корневые гнили, плесневение семян, мучнистая роса, бурая ржавчина. Картофель – ризоктониоз, фитофтороз
15	Органика Ф (<i>Trichoderma asperellum</i> , штамм OPF-19)	ООО «Органик Парк» (27.04.2019)	Картофель – ризоктониоз, фитофтороз. Горох и соя – корневые гнили, аскохитоз, ржавчина. Томат и огурцы защищенного грунта – корневые гнили, серая гниль, фитофтороз, мучнистая роса, пероноспороз
16	Споровактерин, СП (<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma viride</i> , штамм 4097)	ООО «ОРТОН» (30.10.2024)	Защита овощей – чёрная ножка, сосудистый бактериоз, слизистый бактериоз, макроспориоз, фитофтороз, ризоктониоз, корневые гнили, фузариозное увядание, мучнистая роса, угловатая пятнистость. Яблоня – парша, монилиоз, мучнистая роса. Виноград – милдью, оидиум, серая гниль. Земляника – серая гниль, мучнистая роса

№ п/п	Наименование препарата (ДВ)	Торговый представитель (срок регистрации)	Назначение
17	Триходерма Вериде 471, СП (<i>Trichoderma veride</i> , штамм 471)	ООО «Ваше хозяйство» (01.02.2027)	Защита овощей – сосудистый бактериоз, слизистый бактериоз, альтернариоз. Корневые и прикорневые гнили, трахеомикозное увядание. Пероноспороз, фитофтороз, альтернариоз, аскохитоз, серая гниль
18	<i>B. subtilis</i> BZR 336g (клетки, споры, метаболиты <i>Bacillus subtilis</i>)	ФГБНУ ВНИИ БЗР (Пройдена токсикологическая экспертиза)	Почвенный фунгицид широкого спектра действия. Оздоровление почвенной биоты
19	<i>B. subtilis</i> BZR 517 (клетки, споры, метаболиты <i>Bacillus subtilis</i>)		
20	<i>Ps. chlororaphis</i> 245F (клетки, метаболиты <i>Pseudomonas</i>)		
21	Фитолавин, ВРК (фитобактериомицин – комплекс стрептотрициновых антибиотиков)	ООО «Фармбиомед-сервис» (23.01.2023)	Пшеница и ячмень – корневые гнили, базальный, черный бактериоз. Огурец и томаты – гниль корневой шейки, бактериальная гниль, трахеомикозное и бактериальное увядание. Черная бактериальная пятнистость, бактериальный рак, некроз стебля

22	Фитоплазмин, ВРК (макролидный тилозин-новый комплекс)	ООО «Фармбиомед-сервис» (26.06.2024)	Огурец и томаты: гниль корневой шейки, мягкая бактериальная гниль, бактериальное увядание. Бактериальный рак, некроз стебля. Бактериальная вершинная гниль, черная бактериальная пятнистость
23	Флавобактерин (штаммы <i>Flavobacterium sp.</i>)	Филиал «Экос» ФГБНУ ВНИИСХМ	Препарат эффективен на всех видах сельскохозяйственных культур открытого и закрытого грунта. Обеспечивает защиту урожая, начиная с предпосевной обработки семенного материала до обработки готовой продукции и складских помещений. Проявляет эффективность против аскохитоза, ржавчины, септориоза, головни, бактериозов, ризоктониоза, фузариоза
24	Биоконсорциум-коррект (консорциум высокоэффективных штаммов разных видов бактерий)	ЗАО «ЩелковоАгрохим»	Микроорганизмы, входящие в состав препарата, обладают фитопротекторными, ростостимулирующими, деструктивными, антагонистическими, азотфиксирующими и фосфатмобилизирующими свойствами. Это делает возможным широкое практическое применение препарата – от разложения стерни, подавления почвенных фитопатогенов, защиты от болезней до повышения плодородия почв, восстановления их полезной микрофлоры

2.2. Биохимические пестициды

Другим видом безопасных средств борьбы с вредителями являются биохимические пестициды. Исследования в биохимии показывают, что растения синтезируют собственные защитные вещества в ответ на неблагоприятные условия окружающей среды. Но их активность недостаточна, поэтому необходимо выделение таких веществ из природного сырья и создание на их основе биопестицидов, которые могут служить повышению устойчивости и урожайности сельскохозяйственных культур.

Биотехнологическое применение биологически активных веществ представляется актуальным в связи с проблемой оздоровления окружающей среды, получением чистой пищевой и кормовой продукции.

Наиболее важными биологически активными веществами являются аминокислоты, витамины, биофлавоноиды, органические кислоты, жирные и эфирные масла, смолы, фитонциды, ферменты, витамины, гликозиды, фенольные соединения, алкалоиды, макро- и микроэлементы.

В Индии широко используются препараты из листьев дерева Ним, которые помогают отпугивать картофельную моль и некоторых других насекомых. Хорошие результаты дает применение эфирных масел (горчичного, арахисового, кокосового и др.) [19].

Эфирные масла – природные душистые вещества, дающие специфический запах растениям. Им свойственна летучесть и «маслянистая» консистенция. Это сложные смеси различных органических соединений. Основную группу веществ, входящих в их состав, составляют терпеноиды и ароматические соединения. Эфирные масла находят применение в фармации, парфюмерии, пищевой промышленности.

В последние годы предлагается применять эфирные масла и их компоненты в качестве экологически безопасных средств

защиты растений, а также для борьбы с заболеваниями пчел.

Фунгицидное действие. Эфирные масла базилика, укропа, аниса в концентрации 3000 мкг⁻¹ угнетают рост многих грибов. Исследовано действие 49 видов эфирных масел против серой гнили плодов (*Botrytis cinerea*). Некоторые были рекомендованы в качестве профилактического средства от этого заболевания.

Инсектицидное, акарицидное и нематодицидное действие эфирных масел. Издавна замечено, что если сажать некоторые душистые растения рядом с сельскохозяйственными культурами, то они отпугивают вредителей. Регулярное опрыскивание комнатных растений настоем чеснока помогает в борьбе с паутинным клещом. Если посеять бархатцы (тагетес) в горшок с комнатным растением, пораженным нематодами, то через некоторое время, по мере их развития почва оздоравливается, после чего бархатцы можно удалить. Известно, что в бархатцах содержится большое количество эфирного масла.

Нематодицидное действие сравнивали с оксамилем (99,6%-ный препарат). К суспензии сапрофитных (*Pratylenchus penetrans*) и фитопаразитарных (*Caenorhabditis elegans*) нематод добавили 0,5 мл водного раствора монотерпенов из эфирных масел в концентрации 2,5; 25 и 250 мг/мл. Выдерживали 24 ч. При обработке оксамилем в концентрации 250 мг/мл смертность нематод составила 13,4%, тимолом и карвакролом – по 100, эвгенолом – 97, ментолом – 90, гераниолом – 91%.

Эвгенол, гераниол, тимол и цитраль вызывали гибель сапрофитных нематод в концентрации 2,5 мг/мл.

Более устойчивы фитопаразитарные нематоды, для них наиболее токсичными оказались карвакрол и цитронеллол в дозе 250 мг/мл. Смертность составила 78 и 86% соответственно. Лимонен в концентрации 100 мг/л вызывал сокращение популяции нематоды.

Как показали исследования, масло кориандра посевного и его основной компонент линалоол эффективны против паутиного клеща и нематод. Акарицидное действие отмечено у 1,8-цинеола, α -терпинеола, вербенола, наиболее токсичен вербенол.

Когда оценивали контактную токсичность масел полыни горькой и пижмы обыкновенной, оказалось, что они даже в высоких разведениях вызывали гибель клещей в течение 48 ч. Наиболее эффективным было масло полыни, полученное методом паровой перегонки. Эфирные масла тмина, аниса, душицы, эвкалипта эффективны против бахчевой тли и паутиного клеща при фумигации. Потенциально могут служить альтернативой сильнодействующим синтетическим веществам. Обладают низкой токсичностью для теплокровных животных, высокой летучестью, токсичны для вредителей, портящих продукцию при хранении.

Особенный интерес представляют монотерпены – типичные липофильные соединения, которые легко встраиваются в метаболизм насекомых и влияют на биохимические и физиологические процессы. Механизмы их действия не до конца известны, но предполагается проявление нейротоксического действия.

В лабораторных условиях исследовали репеллентное и токсическое действие эфирных масел минеолы, или танжерина (*Citrus reticulata* var. *Tangerine*), бигардии, бергамота, сосны, кипариса плакучего (*Cupressus funebris*), сосны и эвкалипта лимонного (*Eucalyptus citriodora*) против сеноеда – вредителя хранения.

Эфирные масла в виде раствора в ацетоне наносили на бумагу в дозе 200, 400 и 800 мкг/см³. После испарения ацетона на бумагу высаживали взрослых особей. Все масла активно отпугивали насекомых. Активность в порядке убывания расположилась следующим образом: кипарис – сосна – танжерин – бергамот – эвкалипт – бигардия.

При фумигации все эфирные масла были токсичными для взрослых насекомых. Наиболее токсично масло бигардии (погибало до 82% особей). При добавлении эфирных масел в регулируемые газовые среды в период хранения фруктов их токсичность для сеноеда возрастала.

Монотерпеноиды, особенно тимол и карвакрол, оказывают антифидантное действие на гусениц совки (*Spodoptera litura*). Эффективность отвергания пищи составила 85%.

Из 22 эфирных масел наиболее сильное действие против фасолевой зерновки было отмечено у тимьяна ползучего (основные компоненты масла тимол и карвакрол) и майорана (терпинен-4-ол).

Выявлено контактное и фумигатное действие коричневого альдегида α -пинена, анетолы, экстрактов гвоздичного дерева и бадьяна против булавоусого малого хрущика и кукурузного долгоносика.

Эвгенол (из гвоздики и базилика) эффективен против амбарного долгоносика и зернового точильщика. Эфирное масло туи тоже оказалось эффективно для борьбы с амбарными вредителями. При обработке погибало до 95% самок и 100% самцов четырехпятнистой зерновки. Выживаемость яиц снизилась со 100% в контроле до 0,8%.

Исследование действия 18 эфирных масел на *Sitophilus oryzae*, повреждающего рис при хранении, показало, что масла аниса, арники, цитронеллы, гвоздики, эвкалипта, фенхеля, грейпфрута, зверобоя, можжевельника, мирры, пачули, петигрена, розмарина, чайного дерева, тимьяна, иланг-иланга в большей или меньшей степени вызывали гибель вредителя.

Максимальный результат показали розмарин и эвкалипт. В дозах 43,8 и 36,4 мл/л воздуха они были смертельны для 95% насекомых (ЛД 95).

Среди компонентов, наиболее эффективных против этого вредителя риса, были бензальдегид (15,6 мл/л воздуха),

1,8-цинеол (44,2 мл/л воздуха), р-цимен (39,0 мл/л воздуха), туйон (44,5 мл/л воздуха), терпинен-4-ол (66,4 мл/л воздуха) [19].

Специалистами Орловского ГАУ проведен скрининг растений на содержание биологически активных веществ. Разработаны методы выделения и исследованы:

- водные экстракты лекарственных растений: корней папоротника (*Dryóptēris filix-mas*), листьев папоротника (*Dryóptēris filix-mas*), растений пижмы (*Fanacetum*), чистотела (*Chelidonium mahus*), тысячелистника (*Achillea millefolium L.*), полыни (*Artemisia absinthium*), хвой ели (*Picea*) и лиственницы (*Larix kaempferi*);

- антипитательные и токсичные вещества белкового комплекса пшеницы и фасоли;

- биофлавоноиды, выделенные из растений крапивы двудомной, смородины черной, шелухи лука репчатого, кожуры картофеля;

- антоцианы шелухи семян фасоли (табл. 4).

В выбранных лекарственных растениях действующими веществами являются флавоноиды, однако их содержание различно. Проведена работа по изучению компонентного состава полученных вытяжек. Выявлено, что наиболее высокое содержание основного действующего вещества наблюдается в вытяжках из корней папоротника (46,2%) и хвой лиственницы (45,1%). Немного ниже оно в экстракте растений чистотела и хвой ели – 44,1 и 44,3% соответственно. В экстракте листьев папоротника содержание биофлавоноидов составляет 40,2%, полыни – 39,3, пижмы – 38,1, тысячелистника – 37,5%.

Таблица 4

**Использование БАВ растений в качестве иммуномодуляторов,
стимуляторов роста, биопестицидов**

БАВ	Результаты исследований	Предложения по использованию
Водные экстракты лекарственных растений: корней папоротника (<i>Dryopteris filix-mas</i>), листьев папоротника (<i>Dryopteris filix-mas</i>), растений пижмы (<i>Fanacetum</i>), растений чистотела (<i>Chelidonium mahus</i>), растений тысячелистника (<i>Achillea millefolium</i> L.), растений полыни (<i>Artemisia absinthium</i>), хвой ели (<i>Picea</i>) и хвой лиственницы (<i>Larix kaempferi</i>)	Выявлено, что наиболее высокое содержание основного действующего вещества наблюдается в вытяжках из корней папоротника (46,2%) и хвой лиственницы (45,1%). При обработке семян гороха сорта Норд 10%-ным экстрактом из хвой лиственницы увеличивается количество бобов на растении с 2,38 (контроль «вода») и 3,89 (контроль «Эпин») до 4,10 шт. Количество семян на одном растении увеличивается с 5,15 (контроль «вода») и 8,71 (контроль «Эпин») до 9,91 шт. Наблюдается увеличение массы семян на одном растении с 31,11 (контроль «вода») до 42,00 г, но ниже обработки препаратом Эпин (43,45). Количество погрызов вредителями на одном растении по всем вариантам обработки примерно одинаково – от 8,5 до 9,40. Наибольшее количество в контрольном варианте с водой. Высокий урожай получили при обработке гороха 10%-ной вытяжкой из хвой лиственницы 18,3 ц/га, что составляет 31,12% к контролю	Предлагаемые экстракты могут выступать в роли системных индукторов устойчивости растений, усиливая активность ферментов и витаминов, составляющих антиоксидантную систему растений

БАВ	Результаты исследований	Предложения по использованию
Лектины и ингибиторы фасоли	Из исследуемых препаратов наиболее эффективными являются ингибиторы и лектины фасоли в концентрации $10^{-7}\%$. Воздействие этих биологических препаратов при замачивании семян гречихи показало активацию антиоксидантных ферментов супероксиддисмутазы, пероксидазы и снижение каталазной активности, что указывает на высокую жизнеспособность растений. Также следует отметить, что предпосевная обработка семян лектинами фасоли $10^{-7}\%$ увеличивает синтез токоферола. Урожайность семян гречихи в результате применения биопрепаратов: в замачивание растворе лектинов фасоли $10^{-7}\%$ дает урожайность 19,0 ц/га, в растворе лектинов фасоли $10^{-2}\%$ также 19,0 ц/га. При использовании раствора ингибиторов фасоли в концентрации $10^{-7}\%$ урожайность составляет 21,3 ц/га в сравнении с контролем «вода» – 15,7 и «Эпин» – 22,3 ц/га	Анализируя полевые данные можно выделить наилучшие варианты применения препаратов: ингибиторы фасоли в концентрации $10^{-7}\%$ также с опрыскиванием в течение вегетации при повышении урожайности на 139,1%. Возможно использование ингибиторов и лектинов фасоли в концентрации $10^{-7}\%$ для дальнейшей работы при создании биогенного пестицида широкого действия
Биофлавоноиды, выделенные из кожуры картофеля, листьев крапивы и смородины	Семена гороха замачивали в течение 4 ч в экстракте изучаемых биофлавоноидов в концентрации $10^{-7}\%$. Результаты полевых исследований показали, что в вариантах с кожурой картофеля, листьями крапивы и смородины	В результате исследования доказано положительное действие биофлавоноидов, выделенных из кожуры картофеля, листьев крапивы и смородины на физиолого-биохимиче-

	произошло увеличение количества бобов и семян на одном растении в 1,2-1,5 раза. В связи с этим в указанных вариантах урожайность гороха сорта Мадонна на темно-серой лесной почве превысила контроль на 1,04-1,2 ц/га	ские показатели растений гороха. В полевых условиях подтверждено формирование адаптационного потенциала гороха к пониженным температурам под влиянием биофлавоноидов культурных растений. Таким образом, при обработке растений биологически активными веществами за счет активизации антиоксидантной системы клеток удается индуцировать иммунитет у растений гороха, что приводит к сохранению урожая. При этом уровень пероксидазы в проростках сохраняется на достаточно высоком уровне, что позволит растению защититься от перепадов температуры и болезней на этапе развития, когда иммунитет понижен. Усиление функции антиоксидантных ферментов с помощью исследуемых биофлавоноидов может явиться новой формой биологической защиты растений
--	--	---

БАВ	Результаты исследований	Предложения по использованию
Антоцианы из семян фасоли	Проведенный скрининг выявил, что содержание антоцианов в шелухе семян фасоли различных сортов колеблется от 2 до 18 мг/100 г. Наивысшее содержание антоцианов в сорте Рубин, имеющем темно-красное окрашивание, – 18 мг/100 г. Семена гороха перед высевом обрабатывали экстрактом антоцианов двух концентраций: 10⁻³%, 10⁻⁷%, контролем служили вода и препарат Эпин. При обработке семян гороха сорта Норд антоцианами 10⁻⁷% увеличивается количество бобов на растении с 2,38 (контроль «вода») и 3,89 (контроль «Эпин») до 4,10 шт. Количество семян на одном растении увеличивается с 5,15 (контроль «вода») и 8,71 (контроль «Эпин») до 9,91 шт. Наблюдается увеличение массы семян на одном растении с 31,11 (контроль «вода») до 42,00 г, но ниже обработки препаратом Эпин (43,45). Количество погрызов вредителями на одном растении по всем вариантам обработки примерно одинаково – от 8,5 до 9,40. Наибольшее количество в контрольном варианте с водой. Высокий урожай получили в случае обработки гороха антоцианами 10⁻⁷% – 10,08 ц/га, что составляет 31,12% к контролю	На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что воздействие антоцианов при замачивании семян гороха показало активацию антиоксидантных ферментов супероксиддисмутазы, пероксидазы и снижение каталазной активности, что указывает на высокую жизнеспособность растений. Содержание аскорбиновой кислоты и токоферола по мере роста проростков повышалось. Предполагается, что антоциановые экстракты из оболочек семян фасоли могут выступать в роли системных индукторов устойчивости растений, усиливая активность ферментов и витаминов, составляющих антиоксидантную систему растений

Выделение водных экстрактов из лекарственных растений проводили по следующей схеме (рис. 3).



Рис. 3. Технологическая схема выделения жидкофазного экстракта биологически активных веществ из лекарственных трав

Процесс подготовки растительного сырья включает в себя его очистку, высушивание при температуре 28°C, измельчение ($\varnothing$ 0,1-0,2 мм). Далее следует процесс экстракции, т.е. получение водного раствора на водяной бане в течение 24 ч при температуре 40°C. Следующий этап – очистка экстракта от сопутствующих веществ методом центрифугирования. И, наконец, добавление консерванта, затем – розлив и фасовка.

В ходе эксперимента выявлено, что все экстракты проявляют биологическую активность и улучшают ростовые показатели семян гороха в сравнении с контролем. Высокие результаты показали варианты с применением экстракта из корней папоротника и хвои лиственницы.

Таким образом, проведенные лабораторные и полевые испытания на использование БАВ (водных экстрактов из лекарственных растений, антипитательных и токсичных веществ белкового комплекса пшеницы и фасоли, биофлавоноидов из крапивы, смородины черной, шелухи лука репчатого, кожуры картофеля, антоцианов шелухи семян фасоли) в качестве биопестицидов, иммуномодуляторов, стимуляторов роста показали их перспективность [20].

2.3. Оздоровление почвы биопрепаратами

В последнее время возникли такие понятия, как «здоровая почва» и «больная почва». Здоровые почвы содержат большое количество почвенных организмов, которые помогают бороться с возбудителями болезней растений, в том числе корневыми гнилями, образуют полезные симбиотические ассоциации с корнями, возвращают в оборот необходимые питательные вещества.

Здоровая почва в отличие от больной характеризуется сбалансированным биоразнообразием, эффективным самоочищением от загрязняющих веществ и супрессивностью в отношении фитопатогенов.

В последние годы многие хозяйства отказались от вспашки и проводят лишь поверхностную обработку почвы. Это отрицательно влияет на жизнеспособность микроорганизмов, которые находятся в гумусовом слое на глубине 5-10 см. Нарушение агротехнических приемов, несоблюдение севооборота, пестицидная нагрузка и нехватка органики приводят к общей утомляемости почвы и накоплению в ней различных инфекций, особенно на растительных остатках. Увеличивается распространение возбудителей корневых гнилей и других вредных объектов. С каждым годом борьба с ними усложняется, так как у них появляется резистентность к химическим препаратам.

Более 60% сельхозугодий в России эродировано, что неизбежно ведет к снижению урожайности.

Одна из основных причин потерь урожая сельхозкультур – низкое плодородие почвы. Данную проблему можно решить внесением в почву биофунгицидов на основе гриба рода *Trichoderma*, подавляющих жизнедеятельность возбудителей болезней в почве, на семенах и внутри вегетирующих растений. Гриб в конидиальной стадии выделяет высокоактивные антибиотики – глютосин и виридин, направленные против корневых и прикорневых гнилей, изменяет структуру почвы, стимулирует рост и развитие растений.

Обработка почвы препаратами на основе триходермы увеличивает содержание РНК и ДНК во всех фазах вегетации растения. Это свидетельствует о том, что у внесенного под посев гриба усиливаются антагонистические свойства. Здоровые растения лучше накапливают запасные углеводы. Количество запасных сахаров возрастает на 4-7%, увеличивается содержание белкового азота. Это обуславливает повышение устойчивости растений к заболеваниям.

Биофунгициды на основе гриба рода *Trichoderma* стимулируют синтетические процессы во всех фазах развития растений, повышают их сопротивляемость к болезням.

Первый пилотный проект по оздоровлению почвы начат в 2013 г. в ЗАО «Булгар» Спасского района Республики Татарстан. Для проведения опыта определили поле, где в последние годы не соблюдались севообороты, распространялись инфекции сельхозкультур и, как следствие, снижался урожай.

Для борьбы с возбудителями болезней и улучшения состояния почвы специалисты Россельхозцентра рекомендовали вносить в почву до посева биофунгицид Триходермин Нова (3-4 л/га), протравливать семена баковой смесью биофунгицид+химический протравитель и по вегетации проводить обработки биофунгицидом Псевдобактерин-2, Ж (2 л/га).

В течение нескольких лет отслеживали состояние контрольного и опытного участков поля (на контрольном участке биофунгицид не применяли).

В первый год наблюдений на опытном участке возделывали озимую пшеницу. После ее уборки были отобраны образцы почвы на микробиологический анализ. Обнаружена высокая концентрация фитопатогенных грибов родов *Alternaria*, *Fusarium* и *Helminthosporium*, которые являются основными возбудителями корневых гнилей. Они могут сохраняться на семенах, растительных остатках, в почве в виде грибницы.

Возбудители корневых гнилей способны поражать хлебные и дикорастущие злаки, а также растения из других семейств. Это свойство помогает патогенам выживать в течение многих лет.

На следующий год на данном участке возделывали яровой ячмень. Результаты показали наличие фитопатогенов *Alternaria* и *Fusarium*. В контрольном варианте количество фитопатогенных грибов осталось на прежнем уровне, а в опытном – наблюдалось снижение вредной микрофлоры и определялся гриб-антагонист *Trichoderma*, который способствовал оздоровлению почвы. Посевы на опытном участке отличались хорошим состоянием, а в контрольном варианте они были изрежены, растения отставали в росте (рис. 4). Урожайность в контрольном варианте составила 37,2 ц/га, на опытном участке – 46,5 ц/га (+25%).



*Рис. 4. Посевы ячменя: а – на опытном участке;
б – на контрольном участке*

На третий год посеяли подсолнечник. Эта культура не самый лучший предшественник, после его выращивания почва сильно обедняется из-за выноса питательных веществ. В опытном варианте продолжают замечать снижение фитопатогенов и увеличение концентрации сапрофитов и гриба-антагониста рода *Trichoderma*. При этом урожайность подсолнечника на опытном участке составила 18 ц/га, в контроле – 11 ц/га (рис. 5).



Рис. 5. Формирование корзинок подсолнечника

В 2016 г. опытное поле оставили под чистый пар по указанной причине статуса подсолнечника как нежелательного предшественника для возделывания последующих культур. В опытном варианте отслеживается положительная динамика снижения концентрации фитопатогенных грибов по сравнению с прошлыми годами. В августе по чистому пару посеяли озимую пшеницу.

В 2017 г. разница в результатах микробиологического анализа в контроле и опыте оказалась значительной (рис. 6). Почва опытных участков населена сапрофитами, в том числе грибами рода *Trichoderma*. Общее микробное число для фитопатогенных микроорганизмов в опытном варианте составило 8 КОЕ/г, что меньше контроля на 3 ед.; сапрофитов – 5 КОЕ/г, что меньше контроля на 4 ед.

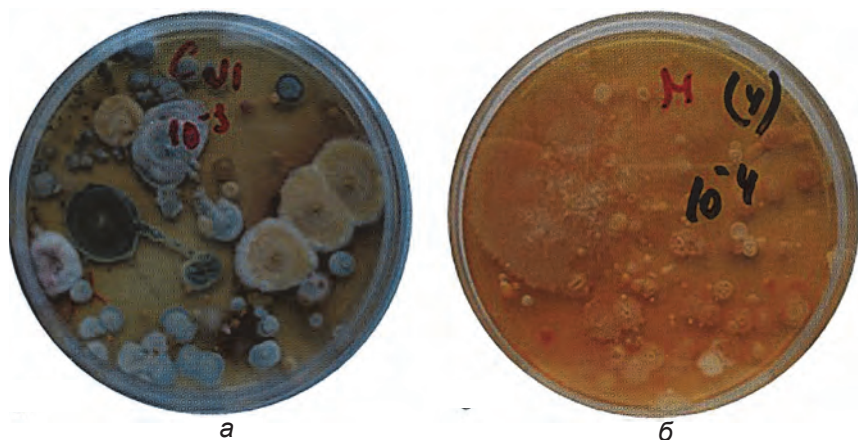


Рис. 6. Развитие патогенов в почве:
а – контроль; б – опытный вариант

Зараженность почвы фитопатогенными грибами после применения биофунгицида Триходермин Нова значительно снизилась, что положительно повлияло на урожайность озимой пшеницы: 42 ц/га против 35 в контроле.

Полученный урожай озимой пшеницы проверен на качество зерна. По результатам анализа выявлено высокое содержание клейковины в опытном варианте (32%), причем сырая клетчатка нежнее, более эластичная, обладает средней способностью к растяжению и средними показателями упругости, а значит, имеет лучшие хлебопекарные свойства.

Результаты анализа почвы за пять лет исследований свидетельствуют, что биологический фунгицид Триходермин Нова

положительно влияет на разложение растительных остатков предшественника, снижает патогенную флору, улучшает плодородие почвы, повышает урожай и качество зерна.

Хозяйства все чаще задумываются о высокой культуре земледелия и необходимости проведения микробиологического анализа почвы для определения содержания в ней патогенной и супрессивной микофлоры. Этот анализ позволяет получить представление о разнообразии и численности микроскопических грибов в севооборотах. Чтобы точно контролировать запас почвенной инфекции, рекомендуется проводить почвенный анализ 2-3 раза в год – в ранневесенний период, период вегетации, а также после уборки. Необходимо систематически проводить оздоровление почвы, что постепенно снизит патогенность и даст возможность уйти от первой фунгицидной обработки. Это сэкономит денежные средства, снизит пестицидную нагрузку и улучшит экологическую обстановку [21].

3. БИОУДОБРЕНИЯ И СТИМУЛЯТОРЫ РОСТА РАСТЕНИЙ

3.1. Микробиологические удобрения и стимуляторы роста

Накопление в почве химических соединений, применяемых в сельском хозяйстве, обуславливает резкое ухудшение ее плодородия вне зависимости от климатических зон и типов почвы. Образуется замкнутый круг: ухудшение плодородия ведет к снижению урожаев и требует внесения все больших доз минеральных удобрений для обеспечения продуктивности сельскохозяйственных культур. Это приводит к еще большему снижению уровня плодородия, что вынуждает снова увеличивать дозы минеральных удобрений. В результате перед человечеством по-прежнему стоит проблема обеспечения высокой продуктивности сельскохозяйственных культур и защиты растений от болезней.

Альтернатива минеральным удобрениям – биологические препараты.

Биоудобрения в качестве действующего вещества содержат живые микроорганизмы, которые переводят питательные вещества из минерализованных форм в растворимые, доступные для растений, а также улучшают работу корневой системы растения.

Они не исключают использования минеральных удобрений, а повышают эффективность их использования и показатели усвояемости, делая возможным снижение норм внесения химических (обычно на 25-50%).

Наиболее распространены биоудобрения на основе азот-фиксирующих бактерий (75% рынка по объемам); вторая по значимости разновидность – биоудобрения с микроорганизмами, обеспечивающими растворение минерализованных форм фосфора (около 15% рынка). Реже используются продукты, обеспечивающие растворение минеральных форм калия, а также цинка, марганца и других микроэлементов, и продукты, основная функция которых состоит в обеспечении лучшего развития корневой системы.

Биоудобрения изготавливаются путем размножения чистых культур микроорганизмов (*Azotobacter*, *Rhizobium*), которые после сбора урожая смешиваются с наполнителем (торф, песок, водные растворы и эмульсии). Разные стадии производства осуществляются в лабораторных условиях и по малотоннажной технологии с использованием установок ферментации. По данным производителей, биоудобрения обеспечивают рост урожайности на 10-25% и демонстрируют повышенную эффективность в условиях достаточного увлажнения, а также интенсивного земледелия, когда микрофлора почвы оказывается обеднена в результате длительного применения высоких доз синтетических химикатов.

Действующим началом биопрепаратов являются бактерии и микроскопические грибы, обитающие в почве. Путем длительной селекции из их числа отбирают микроорганизмы, которые хорошо приживаются в ризосфере или на корнях растений и оказывают положительное действие на рост и развитие сельскохозяйственных культур. Для человека и животных такие микроорганизмы совершенно безопасны, а при внесении в почву они могут существенно улучшить ее плодородие.

Гектарная норма внесения биологических препаратов существенно меньше, чем минеральных удобрений, поэтому использование агробиотехнологий обходиться значительно дешевле.

Рынок микробиологических удобрений, по данным исследовательской компании «Abercade», также характеризуется

устойчивым ростом. По итогам 2012 г. объем предложения оценивался на уровне 1,4 тыс. т готовых форм препаратов общей стоимостью 12,8 млн долл.

По экспертным оценкам производителей, абсолютный прирост натурального и стоимостного показателей за хронологический период составил 68 и 72% соответственно. Цены на препараты оставались практически стабильными на протяжении трех лет.

Рынок микробиологических препаратов в Российской Федерации формируется за счет внутреннего производства. Доля импортной продукции в структуре предложения незначительна, однако отмечается тенденция к увеличению объема поставок. В 2012 г. объем импорта составил 51 т на общую сумму 0,6 млн долл. США. Это около 4% общего объема рынка в количественной и стоимостной оценке.

По официальным данным ФТС России, доля экспорта микробиологических удобрений в общем объеме производства не превышает 2% и в тоннаже, и в денежном выражении. Экспорт препаратов ведется с 2011 г., наблюдается тенденция его роста. По итогам 2012 г. было экспортировано около 21 т микробиологических удобрений на общую сумму 0,2 млн долл. [23].

В течение многих лет крупнейшим разработчиком биопрепаратов является Всероссийский институт сельскохозяйственной микробиологии. Многие препараты, разработанные во ВНИИСХМ, успешно конкурируют на мировом рынке и вызывают большой интерес фирм из Германии, Франции, Китая, Вьетнама, Кореи, Индии, Ирана и др.

В табл. 5 представлены биопрепараты, производимые филиалом «Экос» ФГБНУ ВНИИСХМ, а также другими отечественными предприятиями [17, 23, 24]. При составлении таблицы использованы материалы Союза органического земледелия [16].

Микробиологические удобрения и стимуляторы роста

№ п/п	Наименование	Производитель	Действующее вещество	Назначение
1	«Экстрасол» (жидкая форма)	ООО «Бисолби-Интер»	Микробиологические удобрения на основе ризосферных бактерий <i>Bacillus subtilis</i> Ч-13	Оптимально подходит для обработки широкого спектра культур внесением в почву через полив. Обработка перед вспашкой, культивацией. Некорневая подкормка растений в течение вегетационного периода. Предпосевная обработка семян. Овощные, цветочно-декоративные, плодово-ягодные культуры – замачивание семян (посадочного материала) перед посевом (посадкой). Замачивание корневой системы рассады (саженцев) перед посадкой. Обладает фунгицидным эффектом, оздоравливает почву, улучшает агробиоценозы
2	«БисолбиФит» (сухая форма)			
3	«Бисолби» (торфяная форма)			
4	«Бисолби-Плант» (жидкая форма)	ООО «Бисолби-Интер»	Микробиологические удобрения на основе эндофитных бактерий <i>Bacillus pumilus</i> BIS88	Зерновые культуры – обработка семян. Некорневая подкормка растений в фазе кущения – выхода в трубку. Овощи, фрукты – обработка посадочных клубней, семян, некорневая подкормка растений; многолетние травы – некорневая подкормка растений через 12-15 дней после первого укоса

5	Ризоверм	ФГОУ ВПО ВГСХА; ФГОУ ВПО Санкт-Петербургский ГАУ	Клубеньковые бактерии семейства <i>Rhizobium</i>	Инокулянтное микробиологическое удобрение под бобовые культуры: козлятник, лядвенец, клевер люцерны, донник, люпин, соя, горох, вика, бобы
6	Ризолайн	ООО «Органик Лайн» (БТУ-Центр)	<i>Bradyrhizobium</i> , <i>Rhizobium</i>	Биоинокулянт для бобовых
7	Липосам		Липкогенная композиция биополимеров микробного происхождения	Биоприлипатель
8	Эмпосам			
9	Фитоцид		<i>Bacillus subtilis</i> 221	Биоудобрение с фунгицидными свойствами
10	Азотифит		<i>Azotobacter</i>	Биоудобрение, улучшитель почвы, мелиорант, стимулятор, подкормка, антистрессант

№ п/п	Наименование	Производитель	Действующее вещество	Назначение
11	Биокомплекс-БТУ (серия биопрепаратов)	ООО «Органик Лайн» (БТУ-Центр)	<i>Bacillus subtilis, Azotobacter, Paenibacillus, Enterococcus, Lactobacillus</i> . В их составе также биологически активные вещества полезных микроорганизмов, микро-, макроэлементы	Микробиологические удобрения, улучшитель почвы, мелиорант, стимулятор, подкормка, антистрессант. Имеется возможность при работе с биопрепаратом, менять концентрацию, подстариваться для работы с определенными культурами и методами обработки. Биокомплекс-БТУ совместим с другими препаратами защиты растений, микро- и макроэлементами, прилипателями, стимуляторами роста, фунгицидами и инсектицидами биологической и химической природы
12	Экостерн (Биокомплекс-БТУ, для стерни)	ООО «Органик Лайн» (БТУ-Центр)	<i>Bacillus subtilis, Azotobacter, Paenibacillus, Enterococcus, Lactobacillus</i>	Деструктор органических отходов. Биоудобрение. Улучшитель почвы
13	Органик Баланс			Биопрепарат-деструктор стерни для no-till, mini-till, strip-till и традиционной обработки почвы

14	Компоназа	Компоназа	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>Azotobacter</i> , <i>Enterobacter</i> , <i>Enterococcus</i> , <i>Rodex</i> , <i>Trichoderma</i> , <i>Azotobacter</i>	Биопрепарат для компостирования органических отходов
15	Органи́т Н (Organit N)	ООО «Органик Парк» (Bionovatic)	Бактерии <i>Azospirillum zeae</i> ВКПМ В-12542 в растворе продуктов его метаболизма	Основная функция препарата – улучшение азотного питания сельскохозяйственных культур за счет способности бактерий в составе микробиоудобрения. Фиксирует атмосферный азот и переводит его в формы, пригодные для потребления растением. Также препарат позволяет улучшить ростовые характеристики культурных растений за счет синтеза ряда веществ фитогормональной природы
16	Органи́т П (Organit P)	ООО «Органик Парк» (Bionovatic)	Комплекс жизнеспособных спор и продуктов метаболизма штамма <i>Bacillus megaterium</i> ВКПМ В-12463	Биоудобрение Органи́т П предназначено для повышения биодоступности фосфора и калия в почве, благодаря мобилизации труднорастворимых фосфатов, фитиновой кислоты и других фосфоросодержащих соединений
17	Органи́т Стерн (Organit Stern)		<i>Trichoderma asperellum</i> ВКПМ F323	Микробиологическое удобрение с фунгицидным эффектом. Разложение и обеззараживание пожневных остатков, стерни

№ п/п	Наименование	Производитель	Действующее вещество	Назначение
18	Биодукс (Biodux)	ООО «Органик Парк» (Bionovatic)	Спиртовой раствор арахидоновой кислоты с добавками пищевых антиоксидантов	Многоцелевой регулятор роста растений с иммуностимулирующими свойствами. Полностью совместим с химическими гербицидами, инсектицидами и фунгицидами в баковых смесях. Можно использовать в смесях с биопрепаратами, содержащими живые клетки
19	Азофит	ПО «Сиббиофарм»	<i>Azotobacter vinelandii</i>	Основу препарата составляют живые азотфиксирующие бактерии, биологически активные продукты их жизнедеятельности и микроэлементы. В препарате используются ассоциативные азотфиксаторы, способные усваивать азот из воздуха и выделять его в почву в доступной для растений форме
20	Азотовит	ООО «Промышленные Инновации»	Живые клетки и споры бактерий <i>Azotobacter chroococcum</i> .	Обеспечивает растения азотным питанием, повышает урожайность, подавляет фитопатогенную микрофлору, повышает эффективность применения азотных минеральных удобрений, восстанавливает плодородие почвы

21	Агринос А+В	Агринос («ЕвроХим»)	<i>Clostridium pasteurianum</i> , <i>Azotobacter vinelandii</i> , свободные аминокислоты, хитин, хитозан, глюкозамин	Препарат вносится в почву перед посевом культуры. Формирует высокопродуктивный микробный ценоз, метаболиты которого способствуют увеличению доступности питательных элементов почвы и удобрений, повышают эффективность корневого питания растений и улучшают плодородие почвы. При его использовании у растений снижается водный стресс, а также повышается устойчивость к заболеваниям и патогенам
22	Агринос 1		<i>Azotobacter vinelandii</i>	Основу препарата составляют живые азотфиксирующие бактерии, биологически активные продукты их жизнедеятельности и микроэлементы. В препарате используются ассоциативные азотфиксаторы, способные усваивать азот из воздуха и выделять его в почву в доступной для растений форме
23	Бактофосфин	ООО «НПО Биопром»	Живые клетки и споры бактерии <i>Bacillus megaterium</i> штамма LZ 20с и продукты их метаболизма (фитогормоны, биофунгициды, антибиотики)	Применяется при восстановлении плодородия почв, выращивании зерновых, технических, овощных, лесных и декоративных культур. Биопрепарат эффективен при прямом внесении в почву осенью и весной, а также предпосевной обработке семян, посадке рассады, подкормке вегетирующих растений

Продолжение табл. 5

№ п/п	Наименование	Производитель	Действующее вещество	Назначение
24	Инбио-Фит	ООО «НПО Биотех»	<i>Azotobacter</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Rhizobium</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Bacillus</i> и продуцируемые ими биометаболиты	Действующее начало – метаболиты азот-фиксирующих, фотосинтезирующих, молочнокислых бактерий, аммонификаторов, бактерий-антагонистов фитопатогенных грибов и бактерий
25	Азолен, Ж	ЗАО НПП «Биомед-хим»	<i>Azotobacter vinelandii</i> ИБ	Применение микробиологического удобрения с фунгицидными ростостимулирующими свойствами и азотофиксирующей способностью позволяет значительно снизить количество вносимых азотных удобрений и получать экологически чистые продукты
26	Фосфатовит	ООО «Промышленные Инновации»	Живые клетки и споры бактерий <i>Bacillus mucilaginosus</i>	Обеспечивает растения фосфорным, калийным и азотным питанием, повышает урожайность, подавляет фитопатогенную микрофлору, восстанавливает плодородие почвы
27	Эффект Био	ГК «Биона» (Biona)	Клетки и споры <i>Bacillus subtilis</i> , спорово-мицелиальный комплекс <i>Trichoderma viride</i> и <i>Trichoderma lignorum</i> , а также их метаболиты	Предназначен для ускорения разложения растительных остатков, регулирования численности возбудителей заболеваний сельскохозяйственных культур, нормализации почвенной микрофлоры, стимуляции роста и развития растений и повышения плодородия почв. Улучшение почвенных агроценозов

28	Бинорам, Ж	ООО «Алсико-Агропром»	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , штаммы 7 Г, 7Г2К, 17-2	Зерновые культуры. Усиление ростовых процессов, повышение урожайности, качества зерна и устойчивости к болезням. Опрыскивание в фазах кущения и начала колошения
29	Мицефит, ВРП	ООО «АгриТек»	Продукты метаболизма эндوفитного гриба <i>Mycelium radidis var. Ledum</i> , штамм НЖ-13	Зерновые: повышение полевой всхожести, энергии прорастания, усиление ростовых процессов, повышение урожайности и качества зерна. Картофель, свекла, редька – усиление ростовых процессов, формирование устойчивости к болезням и засухе, повышение урожайности. Ягодные и декоративные кустарники – улучшение укоренения, развития черенков и приживаемости после посадки
30	Микоризный препарат Ризомакс	ГК «Биона» (Biona)	Спорово-мицелиальный комплекс микоризного гриба <i>Glomus spp</i>	Микоризный гриб образует симбиотические связи с растением, увеличивает площадь и массу корневой системы, а также улучшает поглощающую способность и усвояемость элементов питания из неподвижной части гумуса. В результате симбиоза растение обеспечивает микоризу доступными углеводами, а микориза увеличивает доступность влаги, способствует лучшему усвоению макро- и микроэлементов

№ п/п	Наименование	Производитель	Действующее вещество	Назначение
31	Инокулянт Нитрофикс	ГК «Биона» (Biona)	<i>Bradyrhizobium japonicum</i> , <i>Mesorhizobium ciceri</i> , <i>Rhizobium phaseoli</i> , <i>Rhizobium leguminosarum</i>	Инокулянт для обработки семян зернобобовых культур. Предназначен для образования клубеньков, обеспечения растений доступным азотом и накопления его в почве. Повышает плодородие почвы
32	Микроудобрения Sunny Mix		Органические кислоты – 25 г/л, аминокислоты – 25 г/л, стимуляторы роста иммунитета растений – 10 г/л, прилипатель, сурфактанты, гумектанты	Специально подобранное микроудобрение для всех сельскохозяйственных культур, которое органично сочетает в себе натуральный комплекс макро и микроэлементов в хелатной форме, направлен на устранение дефицита элементов питания в критические фазы развития растения
33	Прилипатель-стабилизатор Аджюрейн		Композиция полисахаридов природного происхождения	Совместим со всеми видами биологических инокулянтов, биопрепаратов
34	Биоприлипатель Вегетон			Биоприлипатель с мембранотропными свойствами предназначен для закрепления биологических и химических СЗР на листовой поверхности растений. Защищает от смывания. Способствует пролонгации действия препаратов и максимальному их усвоению, снижает потери влаги растением

35	НитроЗлак	ГК «Биона» (Biona)	Компонент «А» – живые клетки бактерии <i>Agrobacterium radiobacter</i> ; компонент «Б» – живые клетки бактерии <i>Bacillus megaterium</i>	Двухкомпонентный ассоциативный азотфиксатор и фосфатмобилизатор. Бактерии <i>Agrobacterium radiobacter</i> после прорастания семян колонизируют ризосферу, где, питаясь корневыми выделениями растений, фиксируют атмосферный азот. Бактерии <i>Bacillus megaterium</i> колонизируют ризосферу, где питаются корневыми выделениями и продуцируют органические кислоты, повышая доступность фосфора, кальция, железа, магния
36	Азоформ	ООО «НПО «Биотехсоюз»	Азотфиксирующие бактерии родов <i>Azotobacter</i> , <i>Azospirillum</i>	Увеличение азотфиксирующей функции почвы и стимулирование роста и развития растений
37	Ризоторфин	Филиал «Экос» ГНУ ВНИИСХМ	Штаммы клубеньковых бактерий родов: <i>Bradyrhizobium</i> , <i>Rhizobium</i> , <i>Sinorhizobium</i> , <i>Mesorhizobium</i>	Промышленный инокулянт для всех видов бобовых культур
38	Ризоагрин		<i>Agrobacterium radiobacter</i> , штамм 204	Корневой инокулянт-азотфиксатор для обработки семян яровых и озимых зерновых культур

№ п/п	Наименование	Производитель	Действующее вещество	Назначение
39	Мобилин	Филиал «Экос» ГНУ ВНИИСХМ	<i>Pseudomonas sp.</i>	Биомобилизатор для обработки по листу озимых и яровых зерновых культур. Активизирует метаболизм и азотный обмен зерновых. Выделяет антибиотики, гормоны роста, витамины. Повышает устойчивость зерновых к заболеваниям, снимает стресс от гербицидных обработок, увеличивает урожайность
40	Мизорин		<i>Arthrobacter mysorens</i>	Биостимулятор роста для технических и бобовых культур. Обеспечивает прибавку урожая, стимулирует всхожесть и энергию прорастания семян, улучшает минеральное питание и водный обмен растений, ускоряет развитие корневой системы, повышает устойчивость растений к недостатку влаги в почве
41	Агрофил		<i>Agrobacterium radiobacter</i> , штамм 10	Биостимулятор роста овощных и плодово-ягодных культур. Предназначен для обработки посевного материала, рассады овощных культур открытого и закрытого грунта, замачивания черенков, обработки вегетирующих растений (огурца, томата, перца, капусты, салата, редиса, лука, моркови, свеклы, укропа, петрушки и др.), плодово-ягодных

				растений и кустарников, деревьев с целью повышения урожая и качества получаемой продукции
42	Азоризин	Филиал «Экос» ГНУ ВНИИСХМ	<i>Agrobacterium radiobacter</i> , штамм 10	Биостимулятор роста для цветов, декоративных растений и кустарников. Улучшает приживаемость, ускоряет созревание бутонов, продлевает срок цветения, повышает устойчивость растений к болезням
43	Агрика	ООО «Биофабрика» (Пензенская обл.)	-	Микробиологический препарат. Предназначен для повышения продуктивности сельскохозяйственных культур и защиты их от фитопатогенной микрофлоры. Обладает высокой антагонистической активностью к возбудителям гнилей семян и их проростков, клубней, корнеплодов, овощей, корневых гнилей и увяданий растений. Защитное действие распространяется на наиболее вредоносные болезни, такие как ржавчина, мучнистая роса, гельминтоспориозы, фузариозы, бактериозы
44	Ризоформ	ЗАО «Щелково Агрохим»	<i>Bradyrhizobium japonicum</i>	Жидкий инокулянт для обработки семян сои. Направлен на повышение плодородия и активизацию почвенной микрофлоры. Способствует увеличению объемов урожая сои на 10-30% и сбора белка на 2-5 ц/га

Бактериальный препарат Ризоторфин – инокулянт для предпосевной обработки семян бобовых: нута, сои, гороха, козлятника, клевера, люпина, донника, вики, люцерны, фасоли и др. Основу биопрепарата составляют клубеньковые бактерии, которые способны вступать в симбиоз с бобовым растением. В результате на корнях образуются клубеньки, обладающие способностью к фиксации молекулярного азота из воздуха и его перевода в доступную для растений форму (рис. 7).



Рис. 7. Действие Ризоторфина на корни бобовых растений

Благодаря этому уникальному процессу растение получает из воздуха необходимое количество азота для своего роста и развития, «пролонгированно» на протяжении всего периода вегетации. Данный процесс позволяет уменьшить количество вносимого в почву минерального азота без снижения урожайности, так как растение становится «самодостаточным» по данному элементу питания. В зависимости от количества доступного азота в почве внесение минерального азота может быть уменьшено с 30 до 70%.

Особенности препарата:

- для каждого вида бобовых растений используются специфические и наиболее эффективные штаммы клубеньковых бактерий;

- повышение урожая на 10-40%;
- повышение содержания высококачественного белка (зерно, солома) на 1-3%;
- при возделывании на новых для данной бобовой культуры почвах урожайность может возрастать до 100%, а повышение сбора протеина – в 2-3 раза;
- экономия 50-200 кг минеральных азотных удобрений на 1 га;
- последствие обработанных Ризоторфином многолетних бобовых прослеживается на протяжении 3-5 лет с прибавками урожая последующих культур на 10-15% благодаря азоту, оставляемому бобовыми культурами в почве после их уборки (табл. 6) [25].

Таблица 6

Эффект от применения Ризоторфина

Культура	Прибавки урожая, %	Дополнительное накопление белка, кг/га	Аккумуляирование азота в почве, кг/га
Соя	20-30	200-225	40-60
Нут	20-30	120-140	30-40
Горох	15-20	100-120	25-35
Люпин	20-30	150-170	50-60
Чечевица	15-25	100-120	30-40
Фасоль	15-25	90-100	30-40
Бобы	20-30	120-140	30-40
Люцерна	50-60	440-460	70-80
Козлятник	40-60	600-620	110-150
Чина	15-25	80-100	35-45
Вика	30-40	150-170	50-60
Клевер	40-50	240-260	80
Эспарцет	30-40	260-280	80
Лядвенец	20-30	200-220	80

Ризоагрин – корневой инокулянт-азотфиксатор для обработки семян яровых и озимых зерновых культур. Действующее начало – *Agrobacterium radiobacter*, штамм 204.

Преимущества препарата: характерная прибавка урожая 3-6 ц/га, усиление азотного (20-30 кг/га) и фосфорного питания зерновых (12-20 кг/га).

Препарат вырабатывает растительные гормоны (ауксины, гиббереллины, цитокинины, витамины, каротиноиды, протопорфирины, ферменты, аминокислоты и другие физиологически активные соединения), которые позволяют ускорить рост корневой системы и тем самым обеспечить зерновым успех в захвате необходимой площади питания, а также регулировать развитие растений; повышает коэффициент усвоения удобрений; подавляет стрессовые реакции у зерновых; ограничивает (биоконтроль) рост фитопатогенов на корнях растений с помощью таких механизмов, как выделение антибиотических соединений, растворение гиф патогенных грибов, конкуренция за места заселения на корнях, перехват питательных веществ, необходимых для развития фитопатогена; увеличивает кустистость.

Обладает мощным стимулирующим воздействием на пшеницу, ячмень, рожь, овес, рис, тритикале и другие культуры за счет усиления азотного и фосфорного питания путем мобилизации органофосфатов почвы и ассоциативной азотфиксации. Это достигается природной способностью микроорганизмов фиксировать атмосферный азот из воздуха, а также выделять органические кислоты, которые растворяют труднодоступные минеральные и органические соединения фосфора и переводят его в доступную для растений форму. Действие Ризоагрина основано на улучшении минерального питания и влагообмена растений за счет стимулирования роста корневой поверхности зерновых, а также увеличения продуктивной кустистости и снижения полегаемости, что является рычагом повышения урожайности. Внесение препарата способствует развитию полезной микрофлоры на корнях и в ризосфере растений, стимуляции роста, увеличению урожайности.

Способ применения: предпосевная обработка (баковая смесь 10 л/т семян) [25].

Мобилин – биомобилизатор для обработки по листу яровых и озимых зерновых культур. Активизирует метаболизм и азотный обмен зерновых, выделяет антибиотики, гормоны роста, витамины, повышает устойчивость зерновых к заболеваниям, снимает стресс от гербицидных обработок, увеличивает урожайность. Действующее начало – *Pseudomonas* sp.

Преимущества препарата:

- обеспечивает характерную прибавку урожая 2-3 ц/га;
- активизирует метаболизм и азотный обмен зерновых;
- выделяет гормоны роста (ауксины, гиббереллины, цитокинины, ИУК и т.д.);
- снимает стресс после применения гербицидов;
- увеличивает площадь вторичной корневой системы;
- повышает устойчивость зерновых к корневым гнилям, ржавчине, фузариозам, головне и т.д.;
- раскрывает максимально возможный генетический потенциал сортов.

Бактерии, попадая на листовую поверхность, проникают в ткани растения через межклеточное пространство и устьица. Обладая высокой подвижностью и перемещаясь по ним, заселяют свои жизненные ниши, в том числе ризосферу. Микроорганизмы, а также их метаболиты, т.е. продукты жизнедеятельности (ауксины, гиббереллины, цитокинины, ИУК) активизируют метаболизм и азотный обмен растений, благодаря чему улучшается процесс кущения и происходит интенсивное образование вторичной корневой системы. В результате более интенсивно развивается стебель, удлиняется колос, увеличивается масса 1000 зёрен. За счёт выделения бактериями спектра витаминов, гормонов роста и антибиотиков, которые усваиваются и накапливаются в зерновых культурах *Мобилин* повышает устойчивость зерновых к заболеваниям (корневым гнилям, ржавчине, мучнистой росе, фузариозам, головне и др.). Применение препарата является эффективным агроприемом для повышения продуктивности зерновых культур, так как в полной мере позволяет раскрыть максимально воз-

можный генетический потенциал сортов зерновых культур, а также защищает урожай от неблагоприятных внешних факторов. Дополнительный урожай в виде 2-3 ц/га окупает значительную часть затрат на применение препарата и увеличивает прибыль [25].

Мизорин – препарат для обработки семян и вегетирующих растений подсолнечника, кукурузы, картофеля, сахарной свеклы, рапса, гречихи, кормовых трав (тимopheевка, сорго, овсяница, ежа и др.). Предназначен для обработки посевного материала и обработки по вегетации. Действующее начало – *Arthrobacter mysorens*.

Преимущества препарата:

- обеспечивает характерную прибавку урожая подсолнечника 3-5 ц/га, кукурузы – 5-8, картофеля – 40-60, сахарной свеклы – 30-60, рапса – 2-4, гречихи – 2-5, кормовых трав 10-15 ц/га;
- увеличивает корневую систему, улучшает минеральное питание растений;
- бактерии *Arthrobacter mysorens* повышают устойчивость к болезням и стрессам;
- увеличивает эффективность использования удобрений и влаги почвы;
- накапливает 20-30 кг атмосферного азота из воздуха, что эквивалентно внесению 100 кг минеральных удобрений;
- интенсивно растворяет труднодоступные минеральные фосфаты.

Применяется совместно с инокулянтом Ризоторфин как дополнительный регулятор роста. Стимулирует развитие и повышает функциональную активность симбиоза бобовых растений с клубеньковыми бактериями. Повышает эффективность Ризоторфина на 30-60%.

Механизм действия: за счёт фиксации атмосферного азота и выделения ростстимулирующих веществ ускоряется развитие корневой системы и усиливается минеральное питание культуры. Бактерии колонизируют корневую систему и ткани

растений, вызывая увеличение урожая и усиливая сопротивление к болезням и стрессам. Препарат рекомендуется в дополнение к стандартным интенсивным технологиям выращивания технических культур в целях снятия стресс-факторов после обработок химическими средствами защиты растений. Существенно стимулирует развитие симбиотического аппарата (образование клубеньков) на корнях бобовых растений. Значительно повышает эффективность инокулянта Ризоторфин [25].

Агрофил – биостимулятор роста для овощных и плодово-ягодных культур. Предназначен для обработки посевного материала, рассады овощных культур открытого и закрытого грунта, замачивания черенков, обработки вегетирующих растений (огурца, томата, перца, капусты, салата, редиса, лука, моркови, свеклы, укропа, петрушки и др.), плодово-ягодных растений, кустарников, деревьев с целью повышения урожая и качества получаемой продукции. Действующее начало – *Agrobacterium radiobacter*, штамм 10.

Преимущества препарата:

- обеспечивает характерную прибавку урожая: овощные и пасленовые (томат, перцы) – 25-40%, тыквенные (дыни, огурцы, тыквы, арбузы, кабачки) – 15-30, столовые корнеплоды (морковь, свекла, редис) – 20-40, капуста (белокочанная, цветная, пекинская) – 25-30, луковичные (лук, чеснок) – 15-25, плодово-ягодные культуры (земляника, малина, смородина, крыжовник, яблоня, вишня, слива, виноград) – 20-30%;
- синтезирует ауксины, гиббереллины, цитокинины, витамины, каротиноиды, протопорфирины, ферменты, аминокислоты и другие физиологически активные соединения;
- увеличивает содержание сахаров, снижает содержание нитратов и тяжелых металлов;
- повышает содержание витаминов, каротина в продукции на 10-30%;
- ускоряет созревание продукции на 10-14 дней, что позволяет получить более ранний, качественный урожай;

-
- способствует получению экологически чистой продукции;
 - накапливает фиксированный азот в почве (20-30 кг/га).

Механизм действия: бактерии, входящие в состав препарата, заселяют прикорневую зону растений, проникают в межклеточное пространство и ткани растения, синтезируя ростостимулирующие вещества – ауксины, гиббереллины, цитокинины, витамины, каротиноиды, протопорфирины, ферменты, аминокислоты и другие физиологически активные соединения. Благодаря данным свойствам бактерий стимулируются рост и развитие, улучшается минеральное и водное питание растений. За период вегетации овощных культур бактерии *Agrobacterium radiobacter* (штамм 10) аккумулируют в почве до 30 кг/га биологического азота [25].

Начатые Ф.Ю. Гельцер исследования по синтезу и применению *стимуляторов роста Симбионт* в настоящее время продолжаются в РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, где создан набор биопрепаратов, усовершенствован их синтез со значительными изменениями в методике, расширены условия применения и уточнены расходные нормы для разных сельскохозяйственных культур. Выявлено влияние биопрепаратов на формирование урожая возделываемых культур и его качество.

Биопрепараты Симбионт являются стимуляторами роста. Симбионт содержит набор многих ферментов, физиологически активных веществ, фитогормонов, которые продуцируют эндофиты растений. Стимулирующее действие Симбионта направлено на прорастание семян с максимальным эффектом последствия на протяжении вегетационного периода. Симбионт в обработанных им семенах на уровне гормональной сигнализации мгновенно воздействует на сигнальные белки мембран клеток семенной оболочки и клеток семян, рецепторы, G-белки цитоплазмы, кальциевые мессенджеры, ферменты гидролиза и синтеза, усиливает их каталитическую активность. В результате такого целенаправленного влияния биопрепаратов на состояние семян происходит стремительное

пробуждение к развитию зародыша семян, которое одновременно протекает с процессом набухания. Временной интервал прорастания сокращается на 1-3 суток. Ростки формируют мощную корневую систему, закладывают боковые корни 2-4 порядков. Это значительно увеличивает объем общей поглощающей поверхности корней развивающихся растений, которые способны сформировать утолщенный стебель и развитые листья. Возрастает интенсивность процессов фотосинтеза и дыхания растений. В результате увеличивается урожайность сельскохозяйственных культур на 10-20% в полеводстве, а в условиях закрытого грунта – до 50%. Действие стимуляторов сохраняется и на протяжении вегетационного периода. Отмечено повышение иммунитета и устойчивости растений к неблагоприятным факторам окружающей среды. Качество урожая улучшается за счет увеличения концентрации белков, сахаров, крахмала, жиров, сухого и других веществ, а также снижения концентрации нитратов и редуцирующих сахаров в товарной части продукции.

Применение стимулятора роста Симбионт-3 увеличило число корней в семидневных проростках огурца F1 Эстафета на 15-30% по сравнению с контрольным вариантом, в то время как внесение элементов питания без применения препарата увеличило число корней на 10-20%.

Обработка семян огурца F1 Марьяна роца препаратом Симбионт-3 в производственных условиях возделывания перед посевом способствовала снижению концентрации нитратов в зеленцах примерно на 40% и тем самым улучшала его пищевые и товарные качества [26, 27].

3.2. Применение гуматов в сельскохозяйственном производстве

Гуматы – препараты, изготовленные из солей гуминовых кислот и обладающие свойствами как удобрений, так и регуляторов роста растений, мелиорантов для деградированных

почв и сорбентов токсикантов. Они стимулируют рост и развитие почвенной микрофлоры, повышают доступность элементов питания для растений, связанных с органической и минеральной частями почвы, усиливают азотный, фосфорный, калийный и углеводный обмен в растении и влияют на его рост. Под действием гуматов значительно увеличивается проницаемость корневой системы растений и тем самым успешно решается проблема эффективного усвоения растворимых в воде калийных и азотных удобрений. Это позволяет уменьшить норму их внесения почти на 30%.

Первыми стали нарабатывать гуматы филиалы Россельхозцентра по Иркутской и Астраханской областям и Карачаево-Черкесской Республике, а с прошлого года начато масштабное производство этих средств также в Амурской, Белгородской, Вологодской, Нижегородской, Новгородской, Тамбовской, Тверской, Кировской, Челябинской, Кемеровской, Омской областях, Республике Татарстан.

Выпускают в основном агрохимикат Гумат+7 марки С1 «Здоровый урожай» (далее – Гумат+7), который ускоряет всхожесть семян, способствует развитию мощной корневой системы, позволяет улучшить качество посадочного материала, обеспечивает повышение устойчивости растений к неблагоприятным факторам окружающей среды (пониженная температура, плохая освещенность, недостаток влаги), влияет на усвояемость минеральных веществ и микроэлементов. Это позволяет снизить нормы расхода удобрений и пестицидов, стимулирует развитие всех почвенных микроорганизмов, способствуя интенсивному восстановлению/образованию гумуса, связывает продукты техногенного загрязнения (соединения ртути, свинца, радионуклиды и др.) и препятствует их поступлению из почвы в растение.

Предварительно была проведена большая работа по оценке свойств этого агрохимиката. Одними из первых демонстрационные опыты стали закладывать специалисты филиалов по Иркутской области и Карачаево-Черкесской Республике.

В 2012 г. в разных районах Карачаево-Черкесии проводили производственные испытания баковой смеси препаратов собственного производства Гумат+7 и Планриз (бактериальный препарат на основе бактерии *Pseudomonas fluorescens*). Гумат+7 содержит 60-65% гуматов и семь важнейших микроэлементов (Fe – 0,018%, Cu – 0,014, Zn – 0,01, Mn – 0,0055, Mo – 0,0014, Co – 0,0014, B – 0,03%) в виде комплексных соединений с гуминовыми кислотами.

В Зеленчукском районе на полях К(Ф)Х «Соловьев» агрохимикат применили двукратно совместно с химическими средствами защиты растений. Опыт был заложен на картофеле сорта Удача, высаженном 25 апреля. Норма расхода препарата – 2 л/га, расход рабочего раствора – 200 л/га. Первую обработку провели 10, вторую – 22 июня. Это обеспечило прибавку урожая картофеля – 20 ц/га.

В Ногайском районе эту же баковую смесь испытали на озимой пшенице сорта Иришка с нормой внесения Планриза – 1 л/га, Гумата+7 – 2 и расходом рабочего раствора – 200 л/га. На момент обработки (10 мая), пшеница практически завершила фазу кущения, начался массовый выход в трубку.

На 28-й день после применения отмечались единичные симптомы проявления мучнистой росы, ржавчины и септориоза, тогда как в контроле развитие мучнистой росы составило 3-5%. Основное сдерживающее влияние на болезни оказал Планриз. Прибавка урожайности от применения Планриза и Гумата+7 составила 2 ц/га. Есть все основания считать, что урожайность и прибавка были бы еще выше при увеличении нормы внесения минеральных удобрений.

В Карачаево-Черкесской Республике проведение защитных мероприятий сельскохозяйственных культур является необходимой мерой для сохранения урожая. Главная роль в них отводится химическим средствам защиты растений, которые весьма эффективно уничтожают широкий спектр патогенов. Однако хорошо известны отрицательные последствия их применения – возможное нарушение экологического равновесия,

наличие в выращиваемой продукции остаточных количеств пестицидов, появление у патогенных организмов резистентности к применяемым химикатам. Минимизировать их и обеспечить защиту сельскохозяйственных растений на должном уровне позволяет совместное использование биологических фунгицидов с гуматами, помогающее растениеводам сохранить свой урожай и снизить пестицидную нагрузку.

Опыты, проведенные с Гуматом+7, показали, что он способен восстанавливать микроэлементный баланс почв. Кроме этого, возможно предотвращение целого ряда грибных заболеваний, особенно при совместном использовании с биологическими фунгицидами. Минеральные добавки, входящие в состав препарата, усиливают стимулирующее действие гумата на рост и развитие растений.

Испытания в Тюменской области показали, что обработки гуматами посевов позволяют снять стресс, вызванный засушливыми погодными условиями и действием химических веществ (фунгицидов), увеличить фотосинтетическую поверхность растений, снизить и замедлить распространение и поражение посевов ячменя корневыми гнилями и гельминтоспориозом листьев и благодаря этому получить прибавку урожая.

Для снижения уровня корневых инфекций зерновых культур в хозяйстве ЗАО «Птицефабрика «Пышминская» Тюменского района Тюменской области обязательно используют химические протравители, эффективность которых со временем снижается и поражение корней грибовыми патогенами усиливается. Применение гуматов позволяет поддерживать естественный иммунитет растения и его сопротивляемость почвенной инфекции в начальный период роста. Так, в 2016 г. протравливание семян ячменя проводили препаратом Оплот, ВСК, 0,5 л/т за 14 дней до посева, обработку растений Гуматом+7 – в начале кущения, а учет корневых гнилей – в фазе кущения.

В результате отмечено незначительное повышение устойчивости растений к корневым гнилям – распространение сни-

зилось на 3%, развитие – на 0,2%. После обработки посевов Гуматом+7 наблюдался активный рост надземной части растений, особенно в период колошения. Обработку посевов проводили баковой смесью агрохимиката с фунгицидами при недостатке влаги. Гумат+7 снял стресс от негативного воздействия фунгицида, которое достаточно сильно проявилось в засушливых условиях.

Растения, обработанные препаратом, были выше контрольных на 11 см, имели большие облиственность и площадь листовой поверхности (на 37,4%). Улучшение минерального питания в период закладки будущего урожая благоприятно сказалось на фотосинтезе, питании и увеличении урожайности.

Первые признаки поражения гельминтоспориозом были отмечены во II декаде июня в начале стеблевания растений в виде единичных поражений листовых пластинок нижних листьев. Дальнейшее развитие заболеваний проходило достаточно быстро, массовое развитие (9,5%) и распространение (24%) гельминтоспориоза было отмечено в фазе колошения в I–II декадах июля. Обработку посевов ячменя провели баковой смесью фунгицида Колосаль Про – 0,3 л/га с Гуматом+7, – 1 л/га. Обследование через 20 дней после обработки показало, что Гумат+7 частично снизил стресс и улучшил состояние растений за счет подкормки микроэлементами (даже визуально они выглядели более здоровыми) и незначительно повысил их способность сопротивляться грибным листовым инфекциям. Распространенность и развитие корневых гнилей при этом снизились на 2,75 и 1,5% соответственно.

Обработка посевов была проведена 10 июля баковой смесью фунгицида Колосаль Про, КМЭ – 0,3 л/га с Гуматом+7 – 1 л/га. Учет пораженности растений через 20 дней после обработки показал, что Гумат+7 частично снизил стресс и улучшил состояние растений.

Пораженность гельминтоспориозом листьев ячменя в опыте по сравнению с контролем была ниже.

В 2016 г. филиалами Россельхозцентра было наработано более 585 т Гумата+7 «Здоровый урожай». Специалисты не только закладывали в регионах демонстрационные опыты на разных культурах, но и проводили обучающие семинары по применению гуматов в сельскохозяйственном производстве.

В 2016 г. для предпосевной обработки Гумат+7 использовали в основном на семенах яровых и озимых зерновых культур (рис. 8). Наибольшая площадь обработок по вегетации была на яровых зерновых культурах (рис. 9).

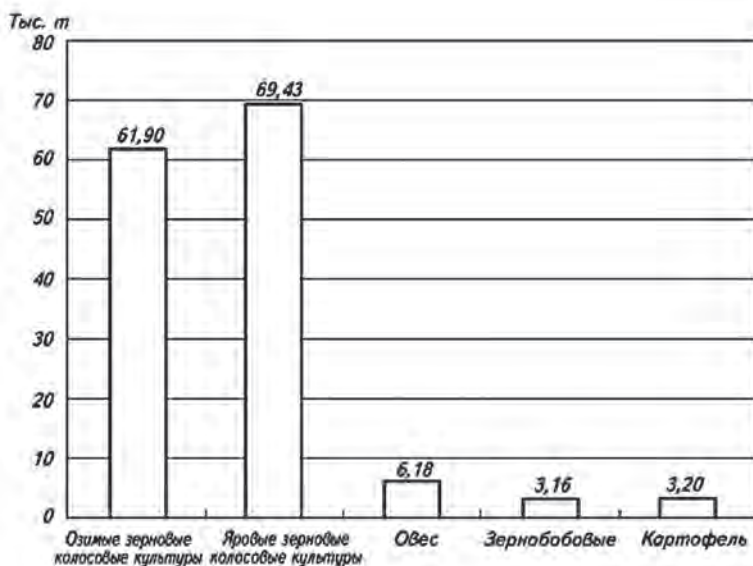


Рис. 8. Объемы обработки семян препаратом Гумат+7 «Здоровый урожай» в Российской Федерации в 2016 г.

На ослабленных посевах озимых зерновых культур сева 2016 г. было рекомендовано провести подкормку Гуматом+7 «Здоровый урожай». Применяли его совместно с гербицидами: первый раз – в конце фазы кущения, второй – в начале фазы колошения. Дозу пестицида можно уменьшить на 15%, а норму расхода Гумата+7 следует увеличивать от обработ-

ки к обработке. Норма расхода агрохимиката – 0,3-0,5 л/100 л рабочего раствора, норма расхода рабочего раствора – 200-300 л/га. В 2017 г. было запланировано произвести более 577 т препарата [28].

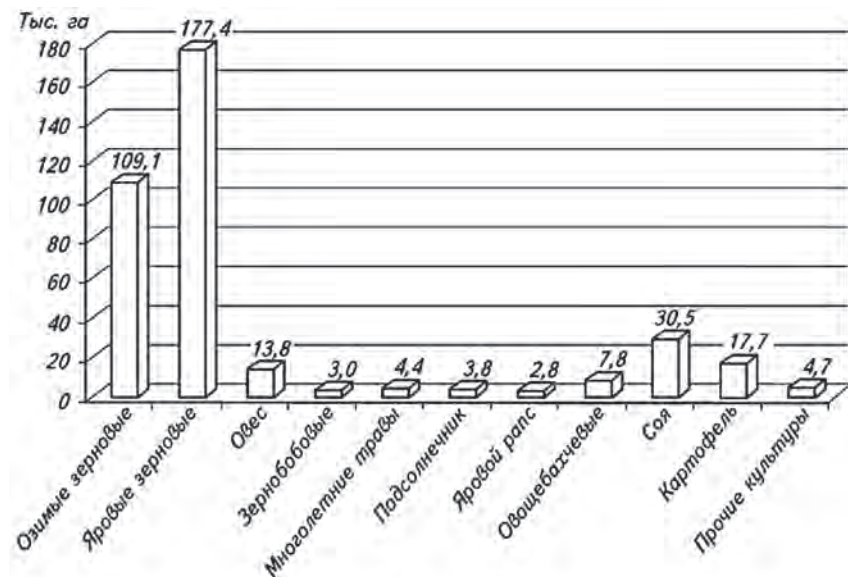


Рис. 9. Площади обработок препаратом Гумат+7 «Здоровый урожай» в Российской Федерации в 2016 г.

Гуматы + биопестициды на картофеле. В ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный аграрный университет» в полевых условиях изучали сроки и способы применения Гуми-20М (НВП «БашИнком») и Фитоспорина-М при различных дозах внесения полного удобрения на раннем картофеле сорта Невский. Наибольшая площадь листовой поверхности (49,6-50,3 тыс. м²/га) через 20 дней после цветения была сформирована при трёхкратных обработках Гуми-20М и совместных обработках Гуми-20М и Фитоспорином-М с расчётной дозой органоминерального удобрения на 30 т/га клубней.

В этих же вариантах была отмечена наиболее развитая корневая система. Самая высокая урожайность была зарегистрирована при трёхкратной обработке Гуми-20М и трёхкратном комплексном применении препаратов. Фитоспорин-М не дал достоверного увеличения урожая. В интегральных агротехнологиях раннего картофеля возможна трёхкратная обработка Гуми-20М. Биологическая эффективность Гуми-20М обусловлена как гуминовыми веществами, так и наличием макро- и микроэлементов. Необходимо проводить дальнейшие исследования биопрепаратов на основе живой споровой формы культуры бактерий *Bacillus subtilis*, штамм 26Д на раннем картофеле различных сортов. В продуктах жизнедеятельности этих бактерий надо идентифицировать вещества, обладающие физиологически-активным действием на культурные растения, в процессе культивирования накапливать их в высоких концентрациях и изучать технологию применения в защите растений [29].

4. РЕСУРСНЫЙ И ТЕХНИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ

Уникальная коллекция штаммов микроорганизмов в России. Постановлением Правительства Российской Федерации в 1996 г. коллекции ВНИИСХМ присвоен статус Всероссийского депозитария непатогенных микроорганизмов сельскохозяйственного назначения с функцией депонирования штаммов.

Ведомственная коллекция полезных микроорганизмов сельскохозяйственного назначения ОСХН РАН (далее – ВКСМ) является одной из старейших и крупнейших микробных коллекций в нашей стране. Она объединяет уникальные микробиологические ресурсы, применяющиеся в биотехнологиях производства и переработки сельскохозяйственной продукции. В настоящее время коллекция насчитывает более 7000 штаммов, использующихся (или перспективных для использования) в таких областях, как растениеводство, защита растений, земледуобрение, пищевая биотехнология, животноводство. ФГБНУ ВНИИСХМ располагает одной из лучших в мире уникальной коллекцией клубеньковых бактерий. В ее составе насчитывается 706 штаммов, относящихся к 36 видам бобовых растений.

ВКСМ зарегистрирована в базе данных WDCM и использует в своей работе международные стандарты. Основная цель коллекции – накопление, надежное сохранение и изучение генетических ресурсов сельскохозяйственных микроорганизмов Российской Федерации, направленное на создание научно-исследовательского комплекса, включающего в себя роботизированное криохранилище, единую компьютерную базу дан-

ных, а также генетическую и фенотипическую паспортизацию штаммов для обеспечения их эффективного и экологически безопасного использования в сельском хозяйстве.

Основным методом долгосрочного хранения микроорганизмов в ВКСМ является криоконсервация. Для поддержания культур в криоконсервированном состоянии используется «Станция низкотемпературного автоматизированного хранения биологических образцов при температуре -80°C . Станция LIOCONIC INSTRUMENTS (рис. 10) была построена в марте 2010 г. При ее создании использовались новейшие мировые разработки в области робототехники, компьютерных и криогенных технологий. Станция состоит из морозильной камеры, в которой поддерживается температура -80°C , а также передаточного комплекса с температурой -20°C , через который осуществляется загрузка-выгрузка образцов. Робот, находящийся в передаточном комплексе, отбирает и выгружает образцы. Компьютерная программа обеспечивает функционирование хранилища и содержит всю информацию о размещаемых образцах: дата загрузки-выгрузки, местонахождение, журнал операций с образцами, паспортные данные штаммов, температура их содержания за период хранения.

Станция LIOCONIC INSTRUMENTS вместимостью 200 тыс. образцов не имеет мировых аналогов, обеспечивает максимально стабильную температуру поддержания генетических ресурсов сельскохозяйственных микроорганизмов и функционирует как биобанк, в котором каждый штамм доступен только своему автору. Роботизированная система хранения – это принципиально новый подход к проблеме надежного поддержания биологических образцов (культур микроорганизмов, ДНК, белков). Назначение станции – долгосрочное хранение и генотипическая паспортизация практически ценных штаммов для обеспечения высокого качества биологического материала, используемого при производстве биопрепаратов сельскохозяйственного назначения, их эффективного и безопасного применения и защиты авторских прав [30].



*Рис. 10. Комплекс автоматизированного хранения штаммов
LIOCONIC INSTRUMENTS*

Коллекция микроорганизмов в Республике Беларусь.

Во второй половине 1960-х годов в БелНИИ плодоводства, овощеводства и картофелеводства началось создание коллекции микроорганизмов, перспективных в качестве основы биопрепаратов для защиты сельскохозяйственных культур от вредителей и болезней. Формирование коллекционного фонда продолжилось после создания в 1977 г. в БелНИИ защиты растений лаборатории микробиологического метода защиты растений от вредителей и болезней. Основой коллекции послужили культуры, выделенные из погибших насекомых, образцов почвы и других природных источников, отобранных в ходе специальных поисковых исследований. В состав коллекции также вошли штаммы, полученные в ходе научного сотрудничества из других коллекций микроорганизмов.

При разработке препарата диапазон проводимых исследований охватывает все этапы, начиная с поиска и выделения

перспективных изолятов и скрининга коллекционных штаммов по признакам целевой активности, изучения их морфологических, физиолого-биохимических свойств до разработки технологий промышленного производства и применения конечного продукта.

Общее число штаммов микроорганизмов в коллекционном фонде – 179. В нем представлены основные группы микроорганизмов, используемых в мировой практике для создания биологических препаратов для защиты растений: энтомопатогенные бактерии и грибы, бактерии и грибы-антагонисты, энтомопатогенные нематоды.

Бактерии р. Bacillus являются наиболее коммерциализированной группой микроорганизмов. Среди них – продуценты БАВ и виды, являющиеся основой препаратов для защиты растений от вредителей и болезней. Особую значимость имеют кристаллоносные энтомопатогенные бациллы *Bacillus thuringiensis Berliner*, 1915. В настоящее время коллекция включает в себя 32 штамма энтомопатогенных бактерий нескольких серотипов (Н1, Н3, Н4, Н10, Н14). В результате молекулярно-генетических исследований осуществлено групповое разделение коллекционных штаммов, оценен уровень вариабельности генома, проведен филогенетический анализ. На основе нескольких штаммов созданы биологические препараты Колептерин, Дендролин, Бацитурин, Бактоцид против листогрызущих и сосущих фитофагов. В последние годы проводятся исследования по поиску и включению в коллекцию бактерий-антагонистов из *р. Bacillus*.

Коллекция энтомопатогенных грибов включает в себя 42 штамма *pp. Beauveria, Isaria, Metarhizium, Lecanicillium, Pochonia, Nomurea, Evlachovaea, Ophiocordyceps*. Ассортимент разработанных на основе коллекционных штаммов препаратов для контроля фитофагов состоит из шести наименований (Боверин зерновой-БЛ, Препарат Melobass®, ПС, Энтолек, Ж, Леканицилл, Мускардин-Л, ПС, Пециломицин-Б, ПС)

и охватывает широкий спектр целевых вредных объектов на овощных, плодовых, декоративных, лесных культурах, картофеле. Перспективными направлениями исследований коллекционных штаммов энтомопатогенных грибов представляются изучение их способностей продуцировать ферменты и токсины, оптимизация технологий получения и применения, совершенствование препаративных форм микоинсектицидов, расширение спектра как используемых видов (*p. Ophiocordyceps*), так и целевых объектов (подотряд *Coccoidea*).

Коллекция грибов-антагонистов *p. Trichoderma Pers.* состоит из 28 штаммов, обладающих высоким уровнем синтеза веществ с полифункциональной биологической активностью по отношению к ряду фитопатогенных видов: *pp. Fusarium Link, Alternaria Nees, Helminthosporium Link., Rhizoctonia DC., Venturia Sacc., Phytophthora de Bary, Botrytis P. Micheli ex Haller, Sphaeropsis sapinea (Fr.) Dyko & B. Sutto*. На основе наиболее активных штаммов созданы биопрепараты Фунгилекс, Ж (*Trichoderma sp. D-11*), Триходермин-БЛ (*T. viride T 13-82*) и Лигнорин, ПС (*T. harzianum S-4*), активно подавляющие развитие корневых гнилей различной этиологии, белой и серой гнилей и других болезней. Препараты успешно прошли регистрационные испытания и активно применяются в агропромышленном комплексе. Ведутся работы по определению целлюлозолитической активности коллекционных штаммов.

Для разработки эффективных средств защиты сельскохозяйственных культур от болезней необходимо знание биологической природы их возбудителей. В лаборатории формируется коллекция фитопатогенных грибов и бактерий, в которой представлены бактерии (29 штаммов) *pp. Pseudomonas Migula, Xanthomonas Dowson, Clavibacter Davis et al., Erwinia Winslow et al., Agrobacterium Conn, Ralstonia Yabuuchi et al., Nocardia Trevisan* и микромицеты (20 штаммов) *pp. Fusarium, Alternaria, Helminthosporium, Rhizoctonia, Venturia, Phytophthora, Sphaeropsis, Botrytis*. Культуры используются в качестве

эталонов в диагностических целях и как тест-культуры для скрининга микроорганизмов-антагонистов при разработке новых биологических препаратов.

В результате многолетнего поиска и выделения из агробиоценозов энтомопатогенных нематод сформирована уникальная для Беларуси коллекция, включающая в себя 28 активных штаммов *энтомогельминтов р. Steinernema* – виды *Steinernema feltiae* и *Steinernema carpocapsa*. Скрининг биологической активности коллекционных штаммов показал, что перспективными целевыми объектами для биологического контроля энтомопатогенными нематодами являются многие виды фитофагов как в условиях открытого грунта, так и в условиях культивационных сооружений. Установлено, что коллекционные штаммы энтомопатогенных нематод обладают высокой биологической активностью по отношению к вредителям плодово-ягодных, овощных культур и картофеля. Штаммы энтомопатогенных нематод хранятся в гипотермических условиях краткосрочно или длительно. Для поддержания коллекции энтомогельминтов используется лабораторная популяция большой пчелиной огневки *Galleria mellonella* L.

Помимо исследований по созданию биопрепаратов, важное значение имеет работа по поддержанию штаммов в рабочем состоянии. Для этого подобраны и адаптированы методики поддержания высокого уровня их патогенной либо антагонистической активности, сохранения жизнеспособности, аутентичности, чистоты. Сохранение штаммов в активном состоянии позволяет обеспечивать микробиологические предприятия страны качественным биотехнологическим материалом (чистыми культурами) [31].

Разработки эффективной питательной среды для микроорганизмов. Учеными Алтайского университета получена питательная среда для культивирования бактерий *Bacillus subtilis*, содержащая пептон ферментативный, дрожжевой экстракт, натрий хлористый, сульфат аммония и дистиллированную воду при заданном соотношении компонен-

тов. Использование сульфата аммония в качестве стимулятора роста позволяет повысить количество микроорганизмов в процессе культивирования.

Для получения полноценной питательной среды необходимо тщательно подбирать компонентный состав, часть которого составляют неорганические соли. Они используются в питательных средах как дополнительный источник N, P, O, S, H. Микроорганизмы лучше усваивают азот в восстановленной форме, остальные элементы – в окисленной.

Для оптимизации питательной среды культивирования *Bacillus subtilis* ВКПМ В-12079, были выбраны следующие неорганические соли: сульфат аммония – $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; гидрофосфат аммония – $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$; дигидрофосфат аммония – $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$; фосфат аммония $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$.

Питательная среда, готовится при следующем соотношении компонентов, г/л: пептон ферментативный – 15; дрожжевой экстракт – 5; натрий хлористый – 5; неорганическая соль в количествах – 0,25; 0,5; 0,75; 1,00; 1,25; остальное – дистиллированная вода (в плотную среду добавляется агар – 18). Значение pH 7,0-7,2. Стерилизация – при 1,1 атм. в течение 40 мин. В колбу Эрленмейера объемом 50 мл, содержащую жидкую питательную среду, вносили 5 г спор штамм *Bacillus subtilis* ВКПМ В-12079, культивирование в колбах в шейкер-инкубаторе Innova 44 при 250 мин⁻¹ (эксцентриситет 5 см) и температуре 37°C в течение 24 ч.

В результате исследований выявлено, что внесение в питательную среду солей: сульфата аммония – 1 г/л; дигидрофосфата аммония – 0,75 г/л; фосфата аммония – 1,25 г/л; способствует увеличению количества *Bacillus subtilis* ВКПМ В-12079 в процессе культивирования (табл. 7).

При одновременном добавлении в питательную среду всех солей в оптимальных для каждой соли концентрациях, наблюдалось подавление роста микроорганизмов [32].

Таблица 7

**Результаты культивирования *Bacillus subtilis* ВКПМ В-12079
в среде, содержащей различные соли [32]**

№ пробы	Концентрация соли в пробе, г/л	Количество микроорганизмов в среде с добавлением			
		сульфата аммония, г/л КОЕ/г·10-12	гидрофосфата аммония, г/л КОЕ/г·10-12	дигидрофосфата аммония, г/л КОЕ/г·10-12	фосфата аммония, г/л КОЕ/г·10-12
1	0,25	210±10	221±10	202±10	209±10
2	0,50	207±10	205±10	219±20	212±10
3	0,75	224±10	204±10	240±10	227±20
4	1,00	268±10	203±10	213±10	235±10
5	1,25	221±10	208±10	217±10	265±10
6	0	188±10	188±10	188±10	188±10

Здесь же исследована питательная среда для культивирования бактерий *Bacillus subtilis*, содержащая пептон ферментативный, дрожжевой экстракт, натрий хлористый, 40%-ный спиртовой экстракт кровохлебки лекарственной и дистиллированную воду при заданном соотношении компонентов. Использование кровохлебки лекарственной (*Sanguisozba officinalis*) в качестве стимулятора роста позволяет повысить численность микроорганизмов.

Использовали следующие штаммы: *Bacillus subtilis* В-12079, *B. subtilis* В-2895, *B. subtilis* В-2896, *B. subtilis* В-4828, *B. subtilis* В-1323 и *B. subtilis* В-5449. В качестве стимулятора роста был выбран 40%-ный спиртовой экстракт кровохлебки лекарственной. Для культивирования использовали питательную среду следующего состава, г/л: дрожжевой экстракт – 5,0; пептон ферментативный – 15,0; хлорид натрия – 5,0; 40%-ный спиртовой экстракт кровохлебки – 20 мл/л; дистиллированная вода – до 1 л (рН 6.8-7.0). Стерилизацию проводили при давлении 1,1 атм. в течение 40 мин. Культивирование производили в шейкер-инкубаторе Іппова 44 при вращении 250 мин⁻¹ (эксцентриситет 5 см), температуре 37°С в течение 24 ч.

В ходе эксперимента было выявлено, что наибольший рост колоний наблюдался на среде с добавлением 20 мл/л 40%-ного экстракта кровохлебки лекарственной (табл. 8).

Таблица 8

Результаты влияния 40%-ного спиртового экстракта кровохлёбки на стимуляцию роста штаммов *B. subtilis*

Штамм	Количество бактерий, ($1 \cdot 10^{10}$ КОЕ/ мл)	
	с добавлением 40%-ного спиртового экстракта	без добавления 40%-ного спиртового экстракта
<i>B. subtilis</i> B-12079	2600 ±130	390±70
<i>B. subtilis</i> B-2896	1200±20	380±20
<i>B. subtilis</i> B-2895	1900±210	410±20
<i>B. subtilis</i> B-1323	742±20	310±30
<i>B. subtilis</i> B-4828	2850±190	360±30
<i>B. subtilis</i> B-5449	1285±190	302±20

Таким образом, использование 40%-ного спиртового экстракта кровохлебки лекарственной в качестве стимулятора роста для культивирования различных штаммов бактерии *B. subtilis* позволяет увеличить численность жизнеспособных микроорганизмов в несколько раз [33].

Производство биопрепаратов, основанное на региональном принципе. С учетом специфичности взаимодействия растений и микроорганизмов должно развиваться и производство микробиологических препаратов, основанное на региональном принципе под общим контролем. Такой принцип позволит обеспечить производство всей линейки препаратов для бобовых растений, которые высеваются в конкретном регионе (их может быть более 20 видов).

Современный уровень развития науки делает актуальным подбор штаммов микроорганизмов не только под конкретную культуру, но и под отдельные, наиболее отзывчивые на инокуляцию сорта. Следовательно, производство должно гибко

реагировать на годовые изменения структуры посевных площадей под бобовые культуры, что может быть осуществимо в пределах региона, но не в более масштабном производстве. Поэтому последние 10-15 лет во ВНИИСХМ разрабатывается концепция развития микробиологического производства по региональному принципу, которая также отвечает требованиям специфичности микробиологических препаратов.

Усилиями сотрудников ВНИИСХМ и ВНИИЗБК удалось обеспечить научно-техническое сопровождение организации производства препаратов для создания микробно-растительных систем. Согласно сформулированной концепции, производство основывается, во-первых, на строгой штаммовой политике: культуры симбиотически эффективных бактерий должны храниться в неизменном состоянии в специальной коллекции. Производители могут получать эти культуры только из указанной коллекции, поскольку именно там обеспечиваются наиболее адекватные условия для сохранения полезных свойств в штаммах, которые, как уже указывалось, являются необязательными для самих бактерий и легко теряются при неадекватном хранении.

Во ВНИИСХМ создан уникальный – второй в Европе – роботизированный комплекс для хранения микроорганизмов при температуре -80°C , что обеспечивает хранение штаммов без потери полезных свойств в течение десятилетий. Такой комплекс максимально защищен от внешних воздействий и гарантирует автору штамма, поместившему его в коллекцию, полный контроль над культурой, в том числе выдачу штамма лишь с разрешения автора. В настоящее время ведется активная работа по насыщению коллекции полезных микроорганизмов в данном комплексе, направленная на то, чтобы генетические резервы полезной для сельскохозяйственной практики микрофлоры были сохранены в полном объеме в состоянии, готовом к использованию. Второй компонент концепции – это формы препарата, которые могут содержать различные носители.

В течение 25 лет единственной формой микробиологического препарата под бобовые, которая была известна в стране, являлся Ризоторфин – бактерии находились в стерильном или нестерильном торфе, что обеспечивало им весьма длительный срок хранения, достаточный для транспортировки, хранения и использования препарата. Применение Ризоторфина оказало огромное положительное влияние на плодородие почвы, сбор белка и другие показатели. За эти годы Ризоторфина было выпущено на сумму около 1 млрд руб., ежегодно обрабатывалось до 300 тыс. га посевов бобовых. Однако с учетом того, что площади только под зернобобовыми культурами составляют 2,5 млн га (а вместе с кормовыми многолетними травами цифра возрастает до 3-3,2 млн га), объем производства препарата должен быть увеличен как минимум в 7 раз.

Эффективность препарата, производимого в настоящее время, достаточно высока, особенно при применении под сравнительно новые культуры, такие как соя, люцерна. Положительное влияние Ризоторфина проявляется как в увеличении урожая, так и в дополнительном сборе белка. Благодаря невысокой стоимости препарата его применение приносит не менее 5 руб. на 1 руб. вложенных средств.

При всех достоинствах отечественного Ризоторфина его производство и применение требует определенных затрат ручного труда. За последнее время в страну проникли импортные микробиологические препараты под сою, которые поступают вместе с семенами и, естественно, создают конкуренцию на отечественном рынке. Конкурентоспособность импортных продуктов связана в основном с формой препарата. В связи с этим ВНИИСХМ были предприняты попытки создать жидкую форму препарата, в которой отсутствует носитель. В схеме производства такой формы главным процессом становится стабилизация препарата с помощью различных добавок. Удалось создать оригинальную композицию, которая при введении в препарат значительно повышает выживаемость культур.

Такая форма, хотя и предъявляет более жесткие требования к культуре производства, более рентабельна, а главное, ее применение легко поддается механизации. Средства механизации, в частности сеялки точного высева с внесением жидких удобрений, хорошо подходят для внесения препарата клубеньковых бактерий. Применение такой жидкой формы уже испытано в ряде хозяйств на различных культурах. Новая форма не уступает по эффективности традиционным препаратам и благодаря этому представляется весьма перспективной. Таким образом, предприятие-производитель может выпускать линейку разных форм микробиологического препарата, которые будут подходить различным потребителям.

Опыт работы производств, выпускающих микробиологические препараты под бобовые культуры, можно продемонстрировать на примере производств в Санкт-Петербурге и в г. Казани. Типичное производство выглядит следующим образом – 20-25 работников, стоимость основных фондов – 25-30 млн руб., прибыль – около 25%. Основным недостатком является сезонность, который перекрывается тем, что предприятие способно производить и другие микробиологические препараты, например, препараты для небобовых культур [34].

Интересен опыт Украины в области регионального производства биопрепаратов. В растениеводстве Украины наблюдается устойчивая тенденция к более широкому применению биологических средств защиты растений, что требует создания сельскохозяйственных биотехнологических производств. Одно из перспективных направлений в этой области – малотоннажное производство микробиопрепаратов для защиты растений на базе фермерских хозяйств и небольших предприятий. В течение последних десятилетий на Украине создано значительное количество биологических препаратов на основе различных видов бактерий для защиты растений от вредителей. Масштабы обработок ими там достигают 180 тыс. га, что составляет 6% общего объема защитных мероприятий. В соответствии с Программой Минагрополитики Украины

на базе ИТИ «Биотехника» производятся микробиопрепараты Трихопсин, Триходермин, Планриз, Бецимид, Битоксибациллин, Гаупсин, Бактофит и др., которые внедрены в систему биозащиты. Институтом налажена совместная деятельность с фермерскими хозяйствами в Одесской, Херсонской, Сумской областях – «Весна», «Урожай-агро», «АгроДИС». Тенденция развития таких малотоннажных микробиопроизводств в последнее время наблюдается также в Белоруссии и странах Европы.

Современное региональное производство микробиологических средств защиты растений (МБСЗР) осуществляется на микробиологических качалках или в отдельных ферментерах – реакторах общепромышленного использования. Техническую базу таких производств составляют автоклавы, стерилизаторы типа ГП, термостаты, холодильные камеры и т.д., которые в основном отработали свой амортизационный ресурс, почти не автоматизированы и имеют низкий коэффициент полезного действия.

Термическая стерилизация жидких субстратов и емкостей ферментеров-реакторов, как правило, осуществляется под избыточным давлением внутри аппарата. Поэтому стандартные ферментеры являются сосудами, работающими под давлением. Согласно правилам устройства и безопасной эксплуатации, к таким аппаратам предъявляют определенные требования. Для ферментационных аппаратов, работающих под давлением, близким к атмосферному, эти сложности исключаются. Снижение давления в ферментере позволяет значительно облегчить конструкцию за счет уменьшения толщины стенок (до 0,7-1,5 мм).

Последние разработки ИТИ «Биотехника» были направлены на внедрение в малотоннажное производство МБСЗР новых энергосберегающих технологий. Разработано оборудование с применением облегченных ферментационных тонкостенных аппаратов принципиально новой конструкции. На базе этих аппаратов в институте был создан ферментационный комплекс

для производства МБСЗР с автоматизированными модулями. В 2015 г. комплекс успешно прошел государственные приемочные испытания.

Концепция, которая последовательно реализовывалась при выборе принципа построения и состава модулей, – возможность осуществления длительных непрерывных процессов глубинного культивирования микроорганизмов в условиях особых требований к асептике на всех стадиях биосинтеза с применением экономичных теплообменных аппаратов: стерилизатора ПС (аппарат типа «тепловая труба»), аппарата стерилизации и охлаждения питьевой воды, тонкостенных рабочих ферментеров. В состав комплекса входят модули приготовления и стерилизации жидких концентрированных питательных сред (МПСПС), обеззараживания сжатого воздуха (МОВ), обеззараживания и охлаждения воды (МООВ), ферментации (МФМ), система коммуникаций и пульта управления.

Концентрированная питательная среда (КПС) готовится и стерилизуется в модуле МПСПС, основным аппаратом которого является стандартный стерилизатор ВК-75 с сохранением всех его характеристик. Доработка заводского аппарата осуществлена путем внешней технологической обвязки. Предназначен для приготовления концентрата питательной среды объемом 55 л и его тепловой стерилизации. Кроме того, позволяет осуществлять такие дополнительные операции, как паровая стерилизацию различных устройств и аппаратов. Использование стандартного аппарата для стерилизации КПС вне ферментера снимает целый ряд проблем, связанных с изготовлением емкостей, работающих под давлением.

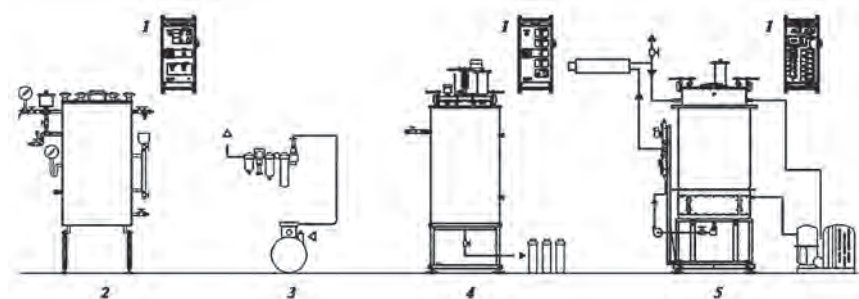
Приготовление воды производится нетермическим способом с использованием УФ-излучения в модуле МООВ. Производительность установки составляет 125 л обеззараженной и охлажденной воды (на разведение КПС в двух ферментерах). Разделение технологического процесса между МПСПС и

МООВ позволяет готовить питательные среды одновременно для нескольких ферментеров.

Модуль МФМ представляет собой ферментационный аппарат, который обеспечивает проведение глубинной ферментации путем перемешивания стерильным воздухом и аэрации культуральной жидкости мешалкой-аэратором. Конструкция ферментера обеспечивает его полную разборку, все детали легкоъемные. Это упрощает мытье и стерилизацию.

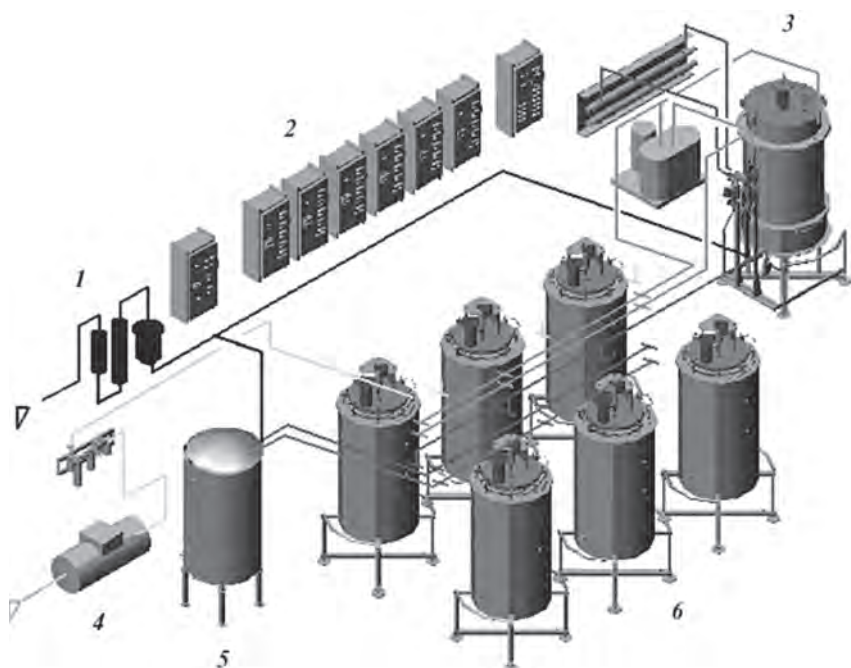
Процессы дозирования КПС и обеззараженной воды полностью автоматизированы, что позволяет получать во всех ферментерах питательные среды (ПС) с заданными параметрами.

Технологическая линия ферментационного комплекса приведена на рис. 11, общий вид – на рис. 12.



*Рис. 11. Технологическая линия ферментационного комплекса:
1 – шкаф управления; 2 – модуль МПСПС; 3 – модуль МОП;
4 – модуль МФМ; 5 – модуль МООВ*

Система автоматизации технологического процесса (АСУ) базируется на современной элементной базе, что позволяет контролировать и регулировать параметры и показатели технологических процессов в автоматизированном режиме (управление, контроль температурных режимов, давления, уровня заполнения, продолжительности технологических процессов).



*Рис. 12. Общий вид ферментационного комплекса:
1 – очистка воды из сети; 2 – шкаф управления;
3 – модуль воды МООВ; 4 – модуль воздуха МОВ;
5 – модуль питательных сред МПСПС;
6 – модуль ферментации МФМ*

АСУ комплекса значительно упрощает организацию и автоматизацию основных технологических операций, что значительно увеличивает эффективность эксплуатации оборудования. АСУ комплекса дает возможность работы в автономном режиме как комплекса в целом, так и отдельных модулей. Выбор числа модулей ферментации зависит от объемов производства микробиопрепаратов. Новая технология производства

биопрепаратов имеет ряд преимуществ перед традиционными технологиями: получение концентрата КПС позволяет сократить длительность процесса пребывания сред под действием высоких температур, что важно для их качества; уменьшение капитальных вложений (малая металлоемкость по сравнению с промышленным оборудованием) и затрат энергии на приготовление воды путем использования ультрафиолетового (УФ) излучения; в одном ферментационном комплексе можно нарабатывать от одного до шести видов биопрепаратов общей производительностью 420 дм³ за цикл, 40-50 м³ за сезон. Этого хватает на проведение защитных мероприятий для 150 га и более. Комплекс имеет компактные размеры (16×4,5 м) и может размещаться в типовых лабораторных комнатах. Его стоимость почти в 2 раза меньше аналогов на базе одноразовых ферментеров. Средний срок эксплуатации комплекса – 8 лет, расчетный срок окупаемости затрат с начала ввода в эксплуатацию – 2 года. Применение нестандартного подхода к реализации технологического цикла, простота в изготовлении основного оборудования комплекса (тонкостенных ферментеров) и автоматизация делают его привлекательным для использования в фермерских хозяйствах и конкурентоспособным на рынке. В сравнении с существующими на сегодняшний день биопроизводствами комплекс позволяет приблизить производство биопрепаратов к месту их применения, сократить трудозатраты, энерго- и материалоемкость, создать новые рабочие места в сельской местности [35].

5. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ АГРОБИОТЕХНОЛОГИЙ В РЕГИОНАХ РОССИИ

Белгородская область

Белгородская область – лидер и пионер биологизации земледелия в России. В настоящее время реализуется проект полевого стационара в рамках Дорожной карты по снижению пестицидной нагрузки и расширению применения биопрепаратов в интегрированной системе защиты растений Белгородской области, утвержденной 27 апреля 2017 г. губернатором Е.С. Савченко. Это 300 делянок опытов по защите 14 культур растений на 44 га. Проект не имеет аналогов в России.

Это первый проект, где демонстрируются современные системы защиты растений на основе использования малоопасной химии, максимального применения биопрепаратов, проводятся диагностическая работа, фитосанитарный мониторинг. Он призван наглядно продемонстрировать биологическую эффективность от совмещения микробиологических и химических препаратов в интегрированных системах защиты растений, а также их экономическую целесообразность. Научное сопровождение проекта ведут сотрудники головного в России научного учреждения в сфере защиты растений – ВИЗР.

Для сельхозпроизводителей Белгородской области ВИЗР предложил научно обоснованную программу выхода на соотношение биологических и химических средств защиты растений от 20/80 и далее до 50/50 в течение 3-5 лет, а также такие меры, как регулярная поверка опрыскивающей техники,

категорирование земель по уровню пестицидной нагрузки, фитосанитарное проектирование, научные исследования, демонстрация, консультация, курсы повышения квалификации [36].

В табл. 9 представлены данные по объемам применения средств защиты растений в районах области.

Таблица 9

**Применение химических и биологических средств
защиты растений в хозяйствах Белгородской области в 2017 г.,
тыс. га**

Районы	Общая площадь обработки средствами защиты растений	Химический метод	Биологический метод	
			площадь обработки	к общей площади, %
Алексеевский	212,598	2017,508	5,090	2,4
Белгородский	0,932	0,000	0,932	0,0
Борисовский	110,463	107,471	2,992	2,7
Валуйский	173,393	172,678	0,715	0,4
Вейделевский	237,088	231,196	5,892	2,5
Волоконовский	226,274	222,084	4,190	1,9
Грайворонский	92,298	91,488	0,810	0,9
Губкинский	195,222	191,502	3,720	1,9
Ивнянский	108,630	107,459	1,171	1,1
Корочанский	169,964	168,734	1,230	0,7
Красненский	86,250	85,500	0,750	0,9
Красногвардейский	191,479	188,904	2,575	1,3
Краснояржский	61,742	61,742	0,000	0,0
Новооскольский	167,600	166,910	0,690	0,4
Прохоровский	200,629	195,679	4,950	2,5
Ракитянский	118,228	104,283	13,945	11,8
Ровеньский	105,518	101,968	3,550	3,4
Старооскольский	153,947	151,818	2,129	1,4
Чернянский	156,823	154,844	1,979	1,3
Шебекинский	189,993	188,287	1,706	0,9
Яковлевский	119,708	118,908	0,800	0,7
Итого	3078,779	3018,963	59,816	1,9

Республика Татарстан

В Республике Татарстан около 4,6 млн га сельскохозяйственных угодий, из них 1,6 млн га эрозионно опасных. В связи с этим актуальны поиск и использование технологий, которые восстанавливают жизнь в почве, нарушенной химизацией, всевозможными механическими обработками.

Специалисты ООО «Тойма» более 8 лет назад взяли курс на ресурсосберегающее земледелие. Хозяйство расположено в северной части республики – Кукморском муниципальном районе. Площадь пашни составляет 2340 га. Почвенный покров выражен серыми, светло-серыми лесными и дерново-подзолистыми почвами с тяжелым суглинистым механическим составом. Здесь производят в основном зерновые и масличные культуры, занимаются семеноводством многолетних бобовых и злаковых трав.

Благодаря биологическому земледелию, а именно сочетанию основных его составляющих – правильного севооборота (многолетние травы и сидераты), сберегающих технологий обработки почвы (минимальная или No-Till), а также применению биологических методов защиты почвы и растений (биоудобрения и биофунгициды производства ООО «НПИ Биопрепараты»), – данное хозяйство, имея изначально низкоплодородные почвы и засушливые условия вегетационного периода последних лет, восстанавливает плодородие почвы и снижает ее утомляемость. Это позволяет стабилизировать производство как животноводческой, так и растениеводческой продукции. В июле этого года пахотные почвы под посевами ячменя имели рН (KCL) 5,7, содержание органического вещества – 3,7%, подвижного фосфора – 72 мг/кг, подвижного калия – 95 мг/кг.

Ареал применения биологических средств защиты производства ООО «НПИ Биопрепараты» в хозяйстве с каждым годом расширяется. С целью повышения активности и восстановления плодородия почвы ООО «Тойма» с 2015 г. для

разложения пожнивных остатков применяет биопрепарат Уникальный Гумус+.

Для предварительной обработки семенного материала использовали стимуляторы Гуми-20, а непосредственно в день посева культур в качестве биоудобрения применяли биопрепарат на основе ассоциативно-ризосферных азотофиксирующих бактерий фунгицидно-стимулирующих действия (Флавобактерин, Мизорин, Ризоагрин) с нормой внесения 0,3 л/га. Благодаря проведенной предпосевной подготовке всхожесть семян повысилась на 5-6%, а развитие надземной и первичной корневой системы – на 20%.

В период вегетации в фазе кущения проводили опрыскивание культур биофунгицидами (Фитотрикс, Фитотонус) с нормой 2 л/га.

Результаты урожайности сельскохозяйственных культур представлены в табл. 10 [37].

Таблица 10

Влияние биокомплексов на урожайность, 2011-2017 гг.

Культуры	Сорт	Биокомплекс	Дата посева	Затраты на обработку почвы ГСМ, руб/ц		Урожайность, ц/га	
				No-Till	в среднем по хозяйству	No-Till	в среднем по хозяйству
Озимая пшеница	Казанская 560	Флавобактерин+ Фитотрикс	28.08-01.09.2011	-	-	21,2	
Ячмень	Раушан	Ризоагрин+ Фитотрикс	01.05-04.05.2012	-	-	27,2	25,7
Яровой рапс	Ратник	Мизорин+ Фитотрикс	05.06-08.06.2013	-		17,8	13,4
	Ермак	Мизорин+ Фитотрикс	07.05-12.05.2016	1164	1352	13,1	11,7

Продолжение табл. 10

Культуры	Сорт	Биокомплекс	Дата высева	Затраты на обработку почвы ГСМ, руб/ц		Урожайность, ц/га	
				No-Till	в среднем по хозяйству	No-Till	в среднем по хозяйству
Ячмень	Нур	Ризоагрин+ Фитотонус	02.05-07.05.2015	381	494	38,6	35,0
			29.04-04.05.2017	287	389	41,7	41,2
Яровая пшеница	Экада 66	Мизорин+ Фитотрикс	23.05-28.05.2014	326	3901	28,0	28,0

Воронежская область

С целью изучения влияния биопрепаратов производства филиала «Экос» ФГБНУ ВНИИСХМ на урожайность и качество сельскохозяйственной продукции государственным центром агрохимической службы «Воронежский» было заложено 11 производственных полевых опытов в различных районах Воронежской области на девяти культурах: овес, ячмень, гречиха, нут, соя, сахарная свекла, подсолнечник, картофель, эспарцет.

Нут является перспективной культурой в ЦЧР, так как хорошо переносит засушливые периоды. К тому же нут – ценная бобовая культура с высоким содержанием белка, способная создавать симбиотические взаимоотношения с азотфиксирующими микроорганизмами. В результате растение становится «самодостаточным» по питанию азотом (фиксирует атмосферный азот из воздуха). Это делает нут отличным предшественником, так как азот, накопленный в процессе вегетации, остаётся в почве для последующих культур. Для изучения влияния инокуляции семян Ризоторфином на посевах нута

(сорт Краснокутский) был заложен опыт в хозяйстве ИП-Главы К(Ф)Х Иванникова С.А. Эртильского района.

Основой биопрепарата служили клубеньковые бактерии нута, которые способны образовывать азотфиксирующие клубеньки на корнях данной культуры. Обработка семян Ризоторфином способствовала не только образованию клубеньков на корнях нута, но и лучшему развитию надземной массы и корневой системы. Так, к концу ветвления прирост надземной массы по отношению к контролю был больше на 34,2 г, прирост корневой системы – больше на 1,3 см. Высота растений к концу ветвления составила 32,8 см. Содержание азота в растениях было больше (4,10%), чем на контроле (3,98%). В фазе бутонизации наблюдалось обильное образование клубеньков на корнях растений, на контроле этого не наблюдалось. В фазе плодообразования количество бобов на контроле – 15 шт., на варианте с Ризоторфином – 19 шт. В проведенных исследованиях было установлено влияние биопрепаратов на улучшение пищевого режима растений, что повлияло на повышение урожайности, содержание белка и массы 1000 зерен. Прибавка урожая превысила контроль на 10 ц/га, а содержание белка в зерне увеличилось на 0,9% (табл. 11, 12).

Таблица 11

Физические показатели нута

Варианты	Число растений на м ²	Урожайность соломы, ц/га	Урожайность, ц/га	Прибавка, ц/га
Контроль	28	40	29	-
Ризоторфин	29	44	39	10

Таблица 12

Химические показатели нута

Варианты	N, %	P, %	K, %	Ca, %	Белок, %	Крахмал, %	Клетчатка, %	Жир, %
Контроль	2,84	0,47	0,66	0,20	17,8	10,7	50,9	5,41
Ризоторфин	2,99	0,49	0,67	0,21	18,7	10,9	51,0	5,54

Соя – универсальная сельскохозяйственная культура, используется в производстве продуктов питания, кормов, растительного масла и имеет большое агротехническое значение. Культура с требовательна к влаге и теплу. В ближайшее время она может стать одной из ведущих в ЦЧР. Влияние биопрепарата Ризоторфин на сою изучали в хозяйстве ООО «Нива» Эртильского района. В процессе вегетации проводили измерение биометрических показателей. На ранних этапах роста растения развиваются в основном за счет внутренних ресурсов элементов питания. В фазе всходов масса и высота растений была больше на варианте с Ризоторфином, длина корня на 2,2 см превышает контроль и более развита. Также растения накопили больше азота в своей биомассе. В фазе ветвления на варианте с инокулянтом Ризоторфин растения развивали более мощную корневую систему, проходило интенсивное формирование клубеньков, накапливая в растениях больше азота и развивая более мощную надземную массу растений. Химический состав растений служит важным показателем качества растениеводческой продукции (табл. 13). Инокуляция семян Ризоторфином способствовала увеличению содержания азота, фосфора, магния в зерне сои. Заметно увеличилась масса 1000 зерен – на 33,8%, содержание белка – на 3,3%. Прибавка урожая составила 9,8 ц/га. Влажность зерна ниже на 0,9% в сравнении с контролем. Из изложенного следует, что инокуляция семян сои Ризоторфином позволяет увеличить азотное питание растений, что приводит к увеличению урожайности и качества зерна.

Таблица 13

**Химический состав и качество урожая сои
в основной и побочной продукции**

Варианты	Влажность, %	Масса 1000 зерен	N, %	P, %	Mg, %	Белок, %	Жир, %	Урожайность, ц/га
Контроль	14,9	128,5	4,67	0,68	0,66	29,2	23,5	29,0
Ризоторфин	14,0	145,6	5,21	0,71	0,71	32,5	24,4	38,8

Подсолнечник – основная масличная культура в Воронежской области. Отходы производства – шрот и жмых идут на корм скоту. Подсолнечник также возделывают как силосную культуру и используют для создания кулис. Площадь посева подсолнечника занимает 19,5% от общей посевной площади, удобренная посевная площадь составляет 39% от площади посева. Для рекомендаций хозяйствам области о применении дополнительного источника элементов питания с целью получения более высоких урожаев и хорошего качества зерна подсолнечника был заложен опыт с биопрепаратом Флавобактерин в ИП-Главы К(Ф)Х Кириллова П.Г Терновского района.

Схема опыта:

1. Контроль.
2. Инокуляция семян Флавобактерином.
3. Инокуляция семян перед посевом + некорневая обработка.

В фазуе трех пар листьев на варианте «инокуляция семян + некорневая обработка посевов» корневая система более развита в сравнении с другими вариантами. Микроорганизмы в результате обработки растений проникли в корневую систему и способствовали более интенсивному росту и развитию подсолнечника. На момент уборки урожая по результатам биометрических показателей (табл. 14) отмечено влияние Флавобактерина на высоту растений, средний диаметр корзинки, количество семян. Наибольшее влияние биопрепарата видно при инокуляции семян + некорневая обработка. Применение биопрепарата положительно сказалось на накоплении в зерне азота, фосфора, калия, кальция, магния, белка и жира. Таким образом, полученные результаты показали, что наибольшую урожайность и лучшее качество зерна подсолнечника можно получить, обрабатывая семена и растения бактериальным препаратом Флавобактерин (табл. 15).

Таблица 14

Биометрические показатели подсолнечника, фаза уборки

Показатели	Контроль	Инокуляция семян	Инокуляция семян + + некорневая обработка
Средняя высота одного растения, см	157,9	158,7	158,8
Средний диаметр корзинки, см	17,0	17,2	17,7
Средняя масса семян одной корзинки, т	129,3	132,2	133,0

Таблица 15

Химический состав и качество урожая подсолнечника

Показатели	Контроль	Инокуляция семян	Инокуляция семян + + некорневая обработка
Масса 1000 зерен, г	54	56	58
Влажность, %	9,7	9,3	13,1
N, %	2,80	2,82	2,86
P, %	0,40	0,48	0,47
K, %	0,86	0,88	0,87
Ca, %	0,21	0,27	0,27
Mg, %	0,77	0,83	0,80
Белок, %	17,5	17,6	17,9
Клетчатка, %	32,7	33,9	34,2
Зола, %	3,33	3,90	3,87
Жир, %	46	48	49
Урожайность, ц/га	29	31,5	33,6
Прибавка, ц/га	-	2,5	4,6

Гречиха – высокопитательная крупяная культура. Отличается от других культур высоким содержанием макро- и микроэлементов, витаминов и кислот. Гречиха – хороший предшественник для многих сельскохозяйственных культур, её ризосфера способна создавать симбиоз с ассоциативными азотфиксирующими микроорганизмами. Цель опыта – изучение влияния биопрепарата Мизорин на урожайность и качество зерна

гречихи (сорт Девятка). Опыт заложен в хозяйстве ИП-главы К(Ф)Х Кириллова П.Г. Терновского района.

Уже в фазе цветения на варианте с применением биопрепарата отмечены большие по сравнению с контролем высота растений, длина корня – на 2,5 см, масса одного растения – на 5,1 г. Химический анализ более ясно показывает качество зерна. По элементам питания изменения незначительные, но по показателям белка (контроль – 12,63%, Мизорин – 13,40%), клетчатки (контроль – 10,6%, Мизорин – 11,7%) и магния (контроль – 0,66%, Мизорин – 0,76%) обработанные растения превышают контроль. Таким образом, инокуляция посевного материала гречихи позволяет получать прибавку урожая с более высоким содержанием белка (табл. 16). Активное внедрение инокулянтов бобовых и биопрепаратов комплексного действия обеспечит получение стабильных и экологически чистых урожаев важнейших сельскохозяйственных культур [38].

Таблица 16

Технологические показатели гречихи

Варианты	Масса 1000 зерен, г	Сухое вещество, %	Влажность, %	Урожайность, ц/га	Прибавка, ц/га
Контроль	30,35	85,75	14,13	16	-
Мизорин	30,50	85,88	14,10	19	3

Краснодарский край

Предприятие «ИП Колтаевский» ведет органическое садоводство на 45 га многолетних насаждений. Органическую защиту садовых культур выстраивает по методу, разработанному ВНИИ биологической защиты растений. Борьба с сорняками ведется механическими способами, с болезнями – с помощью бактериальных биологических препаратов, таких как Азолен, Лепидоцид, Бактофит. Также разрешены для органического производства медь-, серо- и железосодержащие пре-

параты. Список препаратов согласован с сертификационным органом НП «Экологический союз», в котором предприятие получало сертификат. По стоимости биопрепараты не дороже «химии», но урожайность после их применения в любом случае ниже, чем после химических СЗР. Чтобы производство было рентабельным, стоимость продукции должна быть значительно выше. Вредителей отпугивают с помощью феромонных диспенсеров (для дезориентации насекомых) японского производства. От химикатов, удобрений и подкормок отказались полностью.

Выращенная продукция реализуется в небольших органик-лавках Москвы и Санкт-Петербурга. Из-за логистических проблем, нетоварного вида продукции, а также сложностей в хранении сложно заключить контракты с крупными торговыми сетями. Поскольку фрукты действительно не обрабатываются «химией», на них просматривается влияние болезней и вредителей. Например, яблоки имеют следы поражения паршой, щитовкой, плодовой жоркой. Возникают проблемы со сбытом: там привыкли к другому товарному виду продукции. Рынок органики очень узкий, и спрос на нее крайне мал, к тому же часто встречаются фальсификаты.

На данный момент ВНИИ биологической защиты растений работает с 12 хозяйствами, для которых разрабатываются системы биологической защиты растений.

В разработанные ВНИИ биологической защиты растений системы органической защиты яблони, сливы, черешни, персиков, озимой пшеницы, ячменя, кукурузы, сои, картофеля, томатов, винограда каждый год вносятся коррективы. Они связаны с изменениями в распространенности болезней, численности вредителей, а также с появлением новых эффективных средств биологической защиты. Системы обязательно должны быть зарегистрированы и одобрены сертифицирующими органами.

Технологии органического земледелия достаточно затратные. Однако эти меры более эффективны в долгосрочной перспективе. Например, после двух лет применения систем биологической защиты численность популяции ряда вредителей снижается до уровня, при котором обработки больше не нужны. Восстанавливаются естественная биоценотическая регуляция, плодородие почв, в результате чего увеличивается урожайность. Также биопрепараты нефитотоксичны, благодаря этому улучшается качество плодов (величина, вкус, запах). Но самое главное – полностью защищена окружающая среда, что в конечном итоге приведет к улучшению здоровья человека [39].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование биологических и биотехнологических достижений признано одним из эффективных путей развития аграрных технологий, решения проблем, возникающих в процессе современного сельскохозяйственного производства.

В настоящее время обозначился тренд замещения традиционных средств химизации растениеводства (удобрений, пестицидов) аналогичными средствами на биологической основе. Введение в практику биологических средств сокращает риски чрезвычайных ситуаций по возникновению эпизоотий вредителей сельскохозяйственных растений, открывает возможность усиления механизмов саморегуляции, сокращает сроки созревания и в конечном итоге обеспечивает сохранность урожая с меньшими затратами.

В 2016 г. в Российской Федерации общий объем производства биопрепаратов достиг 1,8 тыс. т, площадь их применения в открытом грунте – почти 1,6 млн га.

Однако пока на долю площадей, обработанных биологическими СЗР, приходится всего 2% от общего объема работ по защите растений. В основном биопрепараты применяют на посевах зерновых и зернобобовых культур (87% от общей площади обработок). Объем работ по биозащите картофеля и овощебахчевых культур составляет примерно 4%, технических – 3, на долю прочих культур приходится 2% и менее.

По данным ФГБУ «ВНИИ защиты растений» (ВИЗР), в Государственном каталоге пестицидов Российской Федерации насчитывается около 50 биопрепаратов.

Наиболее востребованными биопестицидами остаются инсектицидные препараты на основе *Bacillus thuringiensis*, штамм *kurstaki* (*Btk*), на долю которых приходится порядка 35% всего

применяемого объема биопестицидов. Все большую распространенность приобретают инсектициды на основе грибового патогена *Beauveria Bassiana* (например, новый препарат ВИЗР против саранчовых). В ходе его полевых испытаний смертность саранчи составила свыше 90%. Наиболее востребованными активными агентами с фунгицидной активностью, применяемыми на зерновых, овощных и фруктовых культурах, остаются *Bacillus subtilis*.

Проблему низкого плодородия можно решить внесением в почву биофунгицидов на основе гриба рода *Trichoderma*. Биологический фунгицид Триходермин Нова положительно влияет на разложение растительных остатков предшественника, снижает патогенную флору, улучшает плодородие почвы, повышает урожай и качество зерна.

В последние годы разрабатываются методы и технологии создания препаратов на основе биологически активных веществ самих растений. Эфирные масла потенциально могут служить альтернативой сильнодействующим синтетическим фумигаторам. Эфирные масла тмина, аниса, душицы, эвкалипта эффективны против бахчевой тли и паутинного клеща, туи – для борьбы с амбарными вредителями. При обработке гибнет до 95% самок и 100% самцов четырехпятнистой зерновки.

Проведенные лабораторные и полевые испытания на использование водных экстрактов из некоторых лекарственных растений (корни папортника, хвоя лиственницы); биофлавоноидов из крапивы, черной смородины, шелухи лука, кожуры картофеля и антоцианов из шелухи семян фасоли, также подтвердили перспективность использования их в качестве иммуномодуляторов, стимуляторов роста и биопестицидов.

Альтернатива минеральным удобрениям – биологические препараты. Биоудобрения изготавливаются путем размножения чистых культур микроорганизмов (*Azotobacter*, *Rhizobium*), которые смешиваются с наполнителями (торф, песок, водные растворы и эмульсии). По заявлениям производителей,

биоудобрения обеспечивают рост урожайности в среднем на 10-25%. Например, препарат Ризоторфин (дествующее вещество – штаммы клубеньковых бактерий родов *Bradyrhizobium*, *Rhizobium*, *Sinorhizobium*, *Mesorhizobium*) способствует увеличению урожая на 10-40%, содержания высококачественного белка (зерно, солома) – на 1-3%, экономии – 50-200 кг минеральных азотных удобрений на 1 га.

Среди биопрепаратов можно отдельно выделить гуматы – препараты, изготовленные из солей гуминовых кислот и обладающие свойствами как удобрений, так и регуляторов роста растений, мелиорантов для деградированных почв и сорбентов токсикантов. Под действием гуматов значительно увеличивается проницаемость корневой системы растений и тем самым успешно решается проблема эффективного усвоения растворимых в воде калийных и азотных удобрений. Это позволяет уменьшить норму их внесения почти на 30%.

Для получения биопрепаратов используются микробиологические ресурсы коллекции ВНИИСХМ (Всероссийский депозитарий непатогенных микроорганизмов сельскохозяйственного назначения). Комплекс автоматизированного хранения штаммов LIOCONIC INSTRUMENTS вместимостью 200 тыс. образцов не имеет мировых аналогов.

Создание мало- и среднетоннажных производств микробиологических средств защиты растений (МБСЗР) возможно на основе новейших технологий и разработок оборудования модульного типа ИТИ «Биотехника» (Украина), позволяющих осуществлять глубинное культивирование микроорганизмов в условиях особых требований к асептике на всех стадиях процесса биосинтеза с применением экономичных теплообменных аппаратов. Здесь был разработан и создан опытный образец ферментационного комплекса с автоматизированными модулями.

Таким образом, в последние годы объем производства микробных средств защиты растений и биоудобрений стал увеличиваться, но не самыми быстрыми темпами. Для интенсификации

фикации производства и применения биологических препаратов необходимы дальнейшие исследования по отбору наиболее пригодных агентов биологической регуляции численности фитофагов, разработке новых технологий их производства, повышению эффективности использования в сельском и лесном хозяйстве. Важными проблемами, тормозящими развитие биотехнологий микробных средств защиты растений в России, являются бюрократическая и финансовая сложность государственной регистрации биопрепаратов, а также отсутствие льгот для производителей продукции, использующих биопрепараты для защиты растений. При поддержке государства научные достижения российских ученых в области биотехнологии микробных средств защиты растений будут успешно реализованы и послужат дальнейшей экологизации растениеводства, что в конечном итоге обеспечит улучшение качества жизни и здоровья человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы [Электронный ресурс]: – URL: <https://www.rosinformagrotech.ru/fntp> (дата обращения: 05.06.2018).
2. **Рубанов И., Фомин А.** Рынок биопродуктов // Междунар. с.-х. журнал. – 2016. – № 5. – С. 55-60.
3. **Петровский А.С., Каракотов С.Д.** Микробиологические препараты в растениеводстве. Альтернатива или партнерство? // Защита и карантин растений. – 2017. – № 2. – С. 14-18.
4. Обзор рынка биотехнологий в России и оценка перспектив его развития. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.rvc.ru/upload/iblock/e21/20141020_Russia_Biotechnology_Market_fin.pdf (дата обращения: 30.01.2017).
5. Федеральный закон об органическом сельском хозяйстве (принят в первом чтении) [Электронный ресурс]. – URL: <http://sozrf.ru/federalnyy-zakon-ob-organicheskom-selskom-hozjajstve-prinjat-v-pervom-chtenii/> (дата обращения: 30.01.2018).
6. **Говоров Д.Н., Живых А.В., Никулин А.Н.** Применение биосредств и перспективы их производства в филиалах ФГБУ «Россельхозцентр» // Защита и карантин растений. – 2017. – № 6. – С. 8-9.
7. Биофунгициды – чемпионы применения в России // Защита растений. – 2017. – № 9. – С. 14-15.
8. **Штерншис М.В.** Тенденции развития биотехнологии микробных средств защиты растений в России // Вестн. Томского гос. ун-та. (Биология). – 2012. – № 2 (18). – С. 92-100.
9. В России создан биоинсектицид против саранчи [Электронный ресурс]. – URL: <http://xn--80abjdoczp.xn--p1ai/novosti/innovacii/2057-v-rossii-sozdan-bioinsekticid-protiv-saranchi.html> (дата обращения: 14.05.2018).
10. **Мунгалов Д.** Упаковать биологического агента // Защита растений. – 2016. – № 11 (252). – С. 3.
11. **Агансонова Н.Е.** Оценка эффективности нового биопрепарата Алейцид ПС против вредных организмов на картофеле // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – № 3. – С. 69-71.

12. **Власов А.Г.** и др. Применение биопестицида Бактавен для защиты посевов овса от болезней // Вестн. защиты растений. – 2017. – №2(92). – С. 40-45.

13. **Васильева Е.П., Белевцова В.И., Протопопова А.В., Сорокопудов В.Н.** Применение *Bacillus subtilis* на землянике против серой гнили // Защита и карантин растений. – 2017. – № 2. – С. 40-41.

14. **Леонов Н.Н.** Эффективность биопрепарата Гамаир в защите сливы от плодовой гнили // Защита и карантин растений. – 2018. – № 1. – С. 19-21.

15. **Петровский А.С.** Прибыльное решение для экологизации севооборотов // Земля и жизнь. – 2016. – № 8 (111). – С. 1.

16. Перечень средств производства для применения в системе органического земледелия на основе международных принципов органического сельского хозяйства. Союз органического земледелия [Электронный ресурс]. – URL: <http://sozrf.ru/perechen2018/> (дата обращения: 15.05.2018).

17. **Буклагин Д.С., Кузьмина Т.Н., Коноваленко Л.Ю., Вельматов А.А., Харитонов С.А.** Сборник методических материалов по биотехнологической продукции. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. – Вып. 1. – 192 с.

18. Альтернативные способы защиты растений [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.kupiseptik.ru/articles/alternativnye-sposoby-zaschity-rasteniy.htm> (дата обращения: 15.05.2018).

19. **Маланкина Е.Л.** Эфирным маслом – по клещам и нематодам [Электронный ресурс]. – URL: https://www.greeninfo.ru/protection_plants/pesticides.html/Article/_aID/5004 (дата обращения: 18.06.2018).

20. Природные биологически активные вещества в сельском хозяйстве: моногр. / И.Н. Гагарина, А.Ю. Гаврилова, Е.Г. Прудникова, Н.Л. Хилкова. – Орел: Изд-во ОрелГАУ, 2014. – 155 с.

21. **Мингазов В., Прищепенко Е.** Как оздоровить почву? // Селекция, семеноводство и генетика. – 2018. – № 2. – С. 40-43.

22. Биофунгициды – чемпионы применения в России // Защита растений. – 2017. – № 9. – С. 14-15.

23. **Калашникова Е.А., Киракосян Р.Н.** Современные аспекты биотехнологии: учеб.-метод. пособие. / Е.А. Калашникова,

Р.Н. Киракосян. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016. – 125 с.

24. **Калашникова Е.А.** Основы экибиотехнологии: учеб. пособие. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 120 с.

25. Информационный материал филиала «Экоса» ФГБНУ ВНИИСХМ [Электронный ресурс]. – URL: <https://ekosspb.ru/> (дата обращения: 19.06.2018).

26. **Таразанова Т.В.** Стимуляторы роста растений «Симбионт» // Матер. Междунар. форума «Биотехнология: состояние и перспективы развития». – М., 2018. – С. 861-862.

27. **Таразанова Т.В., Игнатъев Н.Н.** Особенности действия препарата Симбионт-3 на рост и развитие растений огурца // Известия ТСХА. – 2014. – Вып. 3. – С. 32-42.

28. **Говоров Д.Н., Живых А.В., Щетинин П.Б.** Применение гуматов в сельскохозяйственном производстве // Защита и карантин растений. – 2017. – № 9. – С. 10-12.

29. **Андрианов А.Д., Андрианов Д.А.** Микробиологические препараты на раннем картофеле // Защита картофеля. – 2017. – № 2. – С. 3-7.

30. Уникальная коллекция штаммов микроорганизмов [Электронный ресурс]. – URL: https://ekosspb.ru/unikalnaya_kollekciya_shtammov_mikroorganizmov (дата обращения: 19.06.2018).

31. **Войтка Д.В., Янковская Е.Н., Юзефович Е.К., Герасимович М.С.** Коллекционный фонд микроорганизмов – основа биотехнологических разработок для защиты растений // Защита и карантин растений. – 2017. – № 7. – С. 12-13.

32. **Питайкина А.В., Яценко Е.С., Ильина Е.Г., Ширманов М.В., Евдокимов И.Ю.** Оптимизация питательной среды для культивирования бактерий *Bacillus subtilis* // Матер. Междунар. форума «Биотехнология: состояние и перспективы развития». – М., 2018. – С. 841-842.

33. **Рыженков Н.С., Яценко Е.С., Ширманов М.В., Евдокимов И.Ю., Микушина И.В.** Стимулятор роста бактерий *Bacillus subtilis* // Матер. Междунар. форума «Биотехнология: состояние и перспективы развития». – М., 2018. – С. 859-860.

34. **Тихонович И.А.** и др. Специфичность микробиологических препаратов для бобовых культур и особенности их производства // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – № 3. – С. 11-17.

35. **Крутякова В.И., Осипенко Т.Н.** Технологии и оборудование для малотоннажного производства микробиологических средств защиты растений // Защита и карантин растений. – 2017. – № 9. – С. 43-45.

36. **Любоведская А.** Биологизация земледелия приносит первые дивиденды // Защита растений. – 2017. – № 9. – С. 2-3.

37. **Ибатуллина Р., Галиев Р., Галимзянов М., Крошечкина И.** Плодородие почвы: 7 лет с No-Till // Селекция, семеноводство и генетика. – 2018. – № 1 (19). – С. 17-21.

38. **Лактионов Ю.В., Кожемяков А.П., Яхно В.В., Корчагин В.И., Сумина Н. А.** Урожайность и качество сельскохозяйственной продукции при использовании биопрепаратов // Агромир Черноземья. – 2013. – № 1-2. – С. 24-25.

39. Жизнь без пестицидов // Агротехника и технологии. – 2018. – № 1. – С. 46-49.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. РЫНОК БИОПРОДУКТОВ ДЛЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА	6
2. БИОПЕСТИЦИДЫ – БИОПРЕПАРАТЫ ДЛЯ БОРЬБЫ С БОЛЕЗНЯМИ И ВРЕДИТЕЛЯМИ	12
2.1. Биопестициды на основе микроорганизмов	12
2.2. Биохимические пестициды	38
2.3. Оздоровление почвы биопрепаратами	48
3. БИОУДОБРЕНИЯ И СТИМУЛЯТОРЫ РОСТА РАСТЕНИЙ	55
3.1. Микробиологические удобрения и стимуляторы роста	55
3.2. Применение гуматов в сельскохозяйственном производстве	77
4. РЕСУРСНЫЙ И ТЕХНИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ ..	85
5. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ АГРОБИОТЕХНОЛОГИЙ В РЕГИОНАХ РОССИИ	102
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	114
ЛИТЕРАТУРА	118

**Вячеслав Филиппович Федоренко,
Николай Петрович Мишуров,
Людмила Юрьевна Коноваленко**

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВА ПЕСТИЦИДОВ И АГРОХИМИКАТОВ
БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

Редактор М.А. Обознова

Обложка художника П.В. Жукова

Компьютерная верстка Т.П. Речкиной

Корректоры: В.А. Белова, Л.Т. Мехрадзе

fgnu@rosinformagrotech.ru

Подписано в печать 28.08.2018 Формат 60х84/16
Печать офсетная Бумага офсетная Гарнитура шрифта «Arial»
Печ. л. 7,75 Тираж 500 экз. Изд. 101 Тип. заказ 474

Отпечатано в типографии ФГБНУ «Росинформагротех»,
141261, пос. Правдинский Московской обл., ул. Лесная, 60

ISBN 978-5-7367-1435-3



ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ НА ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ МИНСЕЛЬХОЗА РОССИИ

Информационный бюллетень Минсельхоза России выпускается ежемесячно тиражом более 4000 экземпляров и распространяется во всех регионах страны, поступает в органы управления АПК субъектов Российской Федерации. В журнале публикуются материалы информационно-аналитического характера о деятельности Министерства по реализации государственной аграрной политики, отражаются приоритеты, цели и направления развития сельского хозяйства и сельских территорий, материалы о мероприятиях, проводимых с участием первых лиц государства по вопросам развития отрасли, освещается ход реализации Госпрограммы на 2013-2020 годы.

Вы прочтете проблемные статьи и интервью с руководителями регионов, ведущими учеными-аграрниками, руководителями сельхозпредприятий и фермерами. Широко представлены новости АПК регионов.

В приложении к Информационному бюллетеню публикуются официальные документы – постановления Правительства России, законодательные и нормативные акты по вопросам АПК, приказы Минсельхоза России.

**Подписку можно оформить через редакцию.
Стоимость подписки на 2018 г. с учетом доставки
по Российской Федерации – 4092 руб.
с учетом НДС (10%) за 12 номеров;
341 руб. с учетом НДС (10%) за один номер**

Банковские реквизиты: УФК по Московской области
(Отдел №28 Управления Федерального казначейства по МО)
ИНН 5038001475 / КПП 503801001 ФГБНУ «Росинформагротех»,
л/с 20486Х71280, р/с 40501810545252000104 в ГУ Банка России
по ЦФО, БИК 044525000

**Журнал уже получают тысячи сельхозтоваро-
производителей России и стран СНГ**

В Информационном бюллетене Минсельхоза России
Вы можете разместить свои аналитические
и рекламные материалы, соответствующие целям
и профилю журнала. Подписку и размещение рекламы
можно оформить через ФГБНУ «Росинформагротех»
с любого месяца и на любой период, перечислив
деньги на наш расчетный счет.

Телефоны для справок: 8 (496) 531-19-92,
(495) 993-55-83,
(495) 993-44-04.

Факс 8 (496) 531-64-90

e-mail: market-fgnu@mail.ru, ivanova-fgnu@mail.ru



