

Министерство образования и науки Российской Федерации
Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии
им. Д. Н. Прянишникова
Всероссийский научно-исследовательский институт
сельскохозяйственной микробиологии
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Ульяновский государственный университет»

В. К. Чеботарь, А. А. Завалин, А. Г. Ариткин

ПРИМЕНЕНИЕ БИОМОДИФИЦИРОВАННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Москва – Ульяновск
2014

УДК 631.8 + 63:579.64

ББК 40.407

Ч-32

*Печатается по решению Научно-методической комиссии
Инзенского филиала Ульяновского государственного университета
(протокол № 1 от 24 сентября 2014 года)*

Рецензенты:

академик РАН, доктор биологических наук, профессор **Г. П. Гамзиков**;
доктор сельскохозяйственных наук, профессор **Н. С. Алметов**

Чеботарь, В. К.

Ч-32 Применение биомодифицированных минеральных удобрений :
[моногр.] / В. К. Чеботарь, А. А. Завалин, А. Г. Ариткин. – М. : ВНИИА ;
Ульяновск : УлГУ, 2014. – 142 с.

ISBN 978-5-9238-0178-1

В монографии показаны аспекты технологического приема получения различных видов и форм биомодифицированных минеральных удобрений путем нанесения на гранулы микробного препарата, созданного на основе штамма *Bacillus subtilis* Ч-13. Этот штамм обладает рядом полезных свойств, что улучшает минеральное питание растений, снижает пораженность их болезнями, повышает усвоение сельскохозяйственными культурами элементов питания из минеральных удобрений и почвы. Приведены новые данные по эффективности использования в агротехнологиях возделывания сельскохозяйственных культур биомодифицированных минеральных удобрений. Показано их влияние на урожайность и качество зерновых, пропашных и овощных культур, сои, основанное на данных полевых и производственных испытаний в различных регионах страны.

Книга предназначена для специалистов сельскохозяйственных предприятий различных форм собственности, агрохимиков, агроэкологов, преподавателей и студентов вузов.

Таблиц – 55, рисунков – 27, литературы – 124.

УДК 631.8 + 63:579.64
ББК 40.407

ISBN 978-5-9238-0178-1

© Чеботарь В. К., Завалин А. А., Ариткин А. Г., 2014
© Всероссийский научно-исследовательский институт
агрохимии им. Д. Н. Прянишникова, 2014
© Ульяновский государственный университет, 2014

Ministry of Education and Science of Russian Federation
All Russia Research Institute of Agrochemistry
named by D. N. Pryanishnikov
All Russia Research Institute for Agricultural Microbiology
Federal State Budgetary Educational Institution
of Higher Professional Education “Ulyanovsk State University”

V. K. Chebotar, A. A. Zavalin, A. G. Aritkin

USE OF BIOMODIFIED MINERAL FERTILIZERS

Moscow – Ulyanovsk
2014

UDK 631.8 + 63:579.64

BBK 40.407

Ch32

*Reprinted by decision of the scientific-methodical commission
of Inzenskiy branch of Ulyanovsk State University
(protocol No. 1 dated September 24, 2014)*

Reviewers:

academician of the Russian Academy of Sciences,
doctor of biological sciences, professor **G. P. Gamzikov**;
doctor of agricultural sciences, professor **N. S. Almetov**

Chebotar, V. K.

Ch32 **Use of biomodified mineral fertilizers :** [monogr.] / V. K. Chebotar, A. A. Zavalin, A. G. Aritkin. – Moscow : All Russia Research Institute of Agrochemistry ; Ulyanovsk : UISU, 2014. – 142 p.

ISBN 978-5-9238-0178-1

The book demonstrates efficiency use of various types and forms of biomodified mineral fertilizers produced by coating of mineral fertilizers granules by powder form of microbial preparation based on the strain *Bacillus subtilis* Ch-13. This strain has a number of useful properties, which improves mineral nutrition of plants, reduces the incidence of their disease, increases the absorption of crops of nutrients from mineral fertilizers and soil. The new data on efficiency use of biomodified mineral fertilizers in the cultivation of agricultural crops has been presented. It was shown their effect on yield and quality of cereals, industrial and vegetable crops, soybeans, based on field data and field tests in different regions of the country.

The book is intended for specialists of agricultural enterprises of different ownership forms, agricultural producers, agroecologists, teachers and students.

Tables – 55, Figures – 27, Cited literature – 124.

UDK 631.8 + 63:579.64

BBK 40.407

© Chebotar V. K., Zavalin A. A., Aritkin A. G., 2014

© All Russia Research Institute of Agrochemistry
named by D. N. Pryanishnikov, 2014

© Ulyanovsk State University, 2014

ISBN 978-5-9238-0178-1

Оглавление

Введение	6
Глава 1. Использование микробиологических препаратов в современных агротехнологиях	10
Глава 2. Научные основы получения и применения биомодифицированных минеральных удобрений	21
Глава 3. Оценка эффективности применения биомодифицированных минеральных удобрений под различные сельскохозяйственные культуры	31
3.1. Яровая пшеница.....	31
3.2. Ячмень.....	46
3.3. Соя.....	68
3.4. Кукуруза и картофель	76
3.5. Овощные культуры	80
Глава 4. Организация промышленного производства биомодифицированных минеральных удобрений	84
4.1. Маркетинговые исследования производства и применения биомодифицированных минеральных удобрений.....	84
4.2. Техничко-экономическое обоснование создания участка по биологической модификации минеральных удобрений на химическом заводе	97
4.3. Организация промышленного производства биомодифицированных минеральных удобрений на базе тукосмесительного завода в Ульяновской области.....	100
Заключение	116
Библиографический список	119
Приложения	129

Введение

В работе приводятся сведения о технологии получения биомодифицированных минеральных удобрений, которая заключается в том, что на гранулированные или в жидкие минеральные удобрения (и мелиоранты) добавляют микробиологический препарат «БисолбиФит», созданный на основе агрономически полезных микроорганизмов, обладающих комплексом полезных свойств для растений, таких как стимуляция роста растений, фунгицидная и бактерицидная активность, антистрессовое действие, фиксация молекулярного азота, фосфатмобилизующая активность.

Механизм действия микробиологического препарата «БисолбиФит» заключается в том, что входящие в него микроорганизмы повышают усвояемость питательных веществ из минеральных удобрений и мобилизуют их почвенные запасы; вырабатывают аминокислоты, витамины, гормоны и органические кислоты, которые ускоряют развитие растений и укрепляют их иммунитет; синтезируют вещества, блокирующие развитие фитопатогенных микроорганизмов.

В результате нанесения бактерий на поверхность гранул минеральных удобрений образуется своего рода «биокапсула», которая одновременно выполняет удобрительную, защитную и стимулирующую функции. Это позволяет добиться значительной прибавки урожайности сельскохозяйственных культур и окупаемости минеральных удобрений прибавкой урожая.

Способ применения такого модификатора минеральных удобрений заключается в следующем. Биологический модификатор (микробиологический препарат «БисолбиФит») включают в общепринятую технологию производства минеральных удобрений и тукосмесей. Расчетное количество препарата равномерно распыляют на гранулы (после кондиционирования) или подают в смеситель. Время перемешивания в смесителе составляет 2-4 минуты. После перемешивания гранулы минеральных удобрений должны быть полностью покрыты препаратом. Норма расхода модификатора – 4-5 кг на 1 т минеральных удобрений.

Ниже приводятся результаты эффективности применения биомодифицированных минеральных удобрений на различных культурах, полученные в полевых опытах и производственных испытаниях.

В микрополевом опыте на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве с яровой пшеницей установлено, что нанесение на гранулы аммиачной селитры микробиологического препарата «БисолбиФит» достоверно увеличивало вынос с урожаем азота и калия и имела место тенденция повышения накопления в нем фосфора. Коэффициент использования растениями азота удобрений, определенный с применением стабильного изотопа ^{15}N , увеличивался в 1,15-1,22 раза. В полевом опыте нанесение микробиологического препарата, созданного на основе штамма *Bacillus subtilis* Ч-13, улучшало азотное питание яровой пшеницы, связанное с более высокой концентрацией элементов питания в растениях в период вегетации, что положительно сказывалось на повышении урожайности зерна, при этом микробиологический препарат «БисолбиФит» был эффективнее при использовании аммиачной селитры в дозе 45 кг/га. Внесение под яровую пшеницу аммиачной селитры, обработанной микробиологическим препаратом, увеличивало коэффициент использования растениями азота удобрения, рассчитанный разностным методом, повышало накопление в урожае не только азота, но и фосфора и калия.

В производственных условиях на серых лесных почвах Нижегородской области показано, что нанесение БисолбиФита на гранулы аммиачной селитры и аммофоса обеспечивало увеличение урожайности зерна яровой пшеницы на 9-15 % и повышало массу 1000 зерен.

В полевых исследованиях на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве показано, что нанесение микробиологического препарата «БисолбиФит» на гранулы минеральных удобрений увеличивало урожайность зерна ячменя на 13-20 % на почве с низким содержанием подвижного фосфора и на 11-16 % – с его высоким содержанием. Использование биомодифицированной диаммофоски на обеих почвах увеличивало значение хозяйственного коэффициента. Рост урожая зерна ячменя связан с изменением продуктивной кустистости, увеличением на 0,5-1,6 см длины колоса, а при использовании микробиологического препарата – повышением на 3-4 см высоты растений, что свидетельствует о ростостимулирующем влиянии микроорганизмов, входящих в состав препарата.

Использование под ячмень комплексных минеральных удобрений повышало массу 1000 зерен, при нанесении микробиологического препарата на гранулы удобрений, за исключением аммофоса, на почве с высоким содержанием подвижного фосфора происходило дальнейшее повышение этого показателя. Содержание в зерне ячменя сырого белка увеличива-

лось на 0,5-1 % в результате применения обычных комплексных удобрений, внесение их биомодифицированных форм не изменяло этот показатель, поскольку происходил рост урожайности зерна и растения испытывали недостаток азота. Использование под ячмень биомодифицированных аммофоса, азофосок и диаммофоски увеличивало в урожае ячменя накопление азота на 10-15 %, фосфора – на 22 % и калия – на 20 %, повышало коэффициент использования ячменем из удобрений азота в 1,1-1,5 раза, на почве с низким содержанием подвижного фосфора его значение было в 1,2 раза больше по сравнению с высокообеспеченной почвой. Использование растениями фосфора из минеральных удобрений на почве с низким содержанием этого элемента было в 1,25 раза больше по сравнению с высокообеспеченной почвой, а применение биомодификатора увеличивало значение коэффициента на 6-9 %. Коэффициент использования растениями калия из удобрений на обеих почвах составлял 58-60 %, и применение БисолбиФита не влияло на этот показатель.

В результате внесения в почву минеральных удобрений, обработанных БисолбиФитом, увеличивались в среднем на 15 % коэффициенты использования растениями элементов питания из почвы (минеральный азот: $N-NO_3 + N-NH_4$, подвижные формы P_2O_5 и K_2O).

Использование микробиологического препарата «БисолбиФит» путем нанесения на гранулы минеральных удобрений и обработка им семян овощных культур обеспечивали формирование более мощной надземной и корневой массы и улучшали потребление растениями фосфора из водонерастворимых (фосфоритная мука) фосфорных удобрений.

В опытах с соей выявлено, что комплексное использование микробиологических препаратов (ризоторфин, экстрасол) и биомодифицированных минеральных удобрений способствовало увеличению урожайности зерна сои на 32-35 %.

В производственных опытах максимальная прибавка урожайности зерна кукурузы наблюдалась при обработке растений микробиологическим препаратом «БисолбиФит» и при нанесении его на гранулы минеральных удобрений. Применение этого препарата снижало отрицательное воздействие засухи на растения.

Использование микробиологического препарата «БисолбиФит» для обработки семенных клубней картофеля повышало его урожайность на 39 %, при этом вдвое возрастала доля крупных фракций (> 6 см) – с 27 до 58 %, что особенно важно для производства продовольственного картофеля.

Обработка минеральных удобрений микробиологическим препаратом «БисолбиФит» относится к одной из наиболее эффективных с экономической точки зрения операций, позволяющих получить при выращивании сои дополнительно 16,5 руб., а при выращивании ячменя – 7,5 руб. прибыли на рубль затрат.

Авторы монографии выражают глубокую благодарность и искреннюю признательность Есину Виктору Валентиновичу за внедрение в сельскохозяйственное производство биомодифицированных удобрений.

Глава 1

Использование микробиологических препаратов в современных агротехнологиях

Система интенсивного сельскохозяйственного производства изменяется во всех аграрно развитых странах. В качестве базовой модели оптимального использования почвенно-климатического потенциала сельскохозяйственных территорий в России принята концепция адаптивно-ландшафтных систем земледелия (Кирюшин, 2000). В этой концепции Всероссийским НИИ сельскохозяйственной микробиологии научно обоснована возможность управления почвенно-микробиологическими процессами для оптимизации сельскохозяйственного производства и сохранения почвенного плодородия (Тихонович, Кожемяков, Чеботарь, 2005). В настоящее время активно разрабатываются и внедряются региональные программы и технологии использования микробиологических препаратов (МБП) как качественно нового, обязательного звена интенсивных агротехнологий растениеводства (Завалин, Кожемяков, Чеботарь, 2010; Петров, Чеботарь, Казаков, 2002).

До последнего времени микробиологические препараты не играли существенной роли в повышении эффективности земледелия, в первую очередь из-за несовершенства технологий их применения на твердых носителях (торф, слюды) и недостаточной предсказуемости результатов их применения. Микробиологические ризобияльные препараты известны агрономам более 100 лет (Тихонович, Проворов, 2007), но они занимали место в агротехнологиях лишь при выращивании бобовых культур. Во всех других случаях эффективные микробиологические препараты на основе бактерий родов *Bacillus* и *Pseudomonas* рассматривались лишь как альтернатива химическим фунгицидам. В ряде стран ЕС (Швейцария, Австрия, Чехия, Финляндия) микробиологические препараты явились дополнительными компонентами органических агротехнологий, внедрение которых обосновывалось ожиданием высокого спроса на экологически безопасную продукцию и заботой о состоянии окружающей среды (Montesinos et al., 2002).

В агрономической парадигме XX века интенсификация земледелия ассоциировалась главным образом с увеличением объемов применения химических средств защиты растений и минеральных удобрений (Кирю-

шин, 2000). Однако усиление химической нагрузки на агроландшафт сопровождается нарастанием комплекса разнокачественных проблем, как известных, так и качественно новых. Параллельно должна возрасти роль в агротехнологиях биологических методов управления агрофитоценозом, включая экономически выверенное и научно обоснованное широкое применение микробных микробиологических препаратов (Тихонович, Кожемяков, Чеботарь, 2005).

Масштабное внедрение неадаптированных моделей интенсивных и дорогостоящих агротехнологий сопровождается появлением ряда проблем, среди которых можно выделить принципиальные: понижение конкурентоспособности сельхозпродукции и плодородия почв в долгосрочном аспекте. Интенсивное земледелие подошло к грани, когда без активного внедрения микробиологических препаратов дальнейшее продуктивное и экологически безопасное развитие растениеводства невозможно. Расширяется спектр задач по внедрению микробиологических препаратов. К традиционным целям (повышение урожайности и качества продукции) добавляются качественно новые, соответствующие проявляющимся негативным проблемам. Приведем краткий анализ проблем XXI века.

Проблема 1. Деградация структуры почвенной микробиоты, связанная с избыточной химической нагрузкой на агроландшафты, вследствие чего гумусные горизонты пахотных почв не могут выполнять ряд важнейших функций. Серией многолетних (2001-2011 гг.) опытов выявлен агродисбактериоз системы «растение – ризосферная микрофлора – почва». Введение термина «дисбактериоз» применительно к агроценозу авторы считают оправданным, так как отслежено качественное изменение нормального видового состава бактериальной микрофлоры, в данном случае «почва – культурное растение». Известно, что в результате нарушения конкурентных взаимоотношений место полезной микрофлоры часто занимают условно-патогенные и патогенные бактерии и грибы (Гитун, 2010). На завершающей стадии дисбактериоза лечение должно проводиться препаратами, содержащими те бактерии, которые находятся в дефиците. Одним из действенных и простых способов снятия агродисбактериоза является введение в пахотные горизонты бациллярных препаратов группы «Экстрасол» (Чеботарь, Завалин, Кипрушкина, 2007). Препараты обеспечивают стартовые условия для усиления активности комплекса почвенной, в том числе периферийной аборигенной микробиоты. Составляющие основу экстрасола эффективные штаммы бактерии *Bacillus subtilis* обладают высокой

конкурентной способностью в процессе колонизации надземного и корневого опада растений. Учеными Санкт-Петербургского государственного университета, ГНУ ВНИИСХМ показано, что при внесении экстрасола на пожнивные остатки (подтверждено производственными опытами Ростовского института повышения квалификации кадров АПК, ЗАО «Нива» Ростовской области, ОПХ ГНУ ДонЗНИИСХ) реставрируют существовавшие и формируют новые межорганизменные ассоциации. Освобождаются экологические ниши для развития/восстановления разнообразия почвенной микрофлоры, в том числе функциональных групп, ответственных за трансформацию органического вещества, ассоциативную азотфиксацию, целлюлозолитические, лигниндеструктивные и гумификационные процессы в почве. То есть препараты бациллярной природы с контролируемыми функциями могут обеспечить поэтапное сопровождение продуктивной жизнедеятельности агроценоза. На 1-м этапе происходит вытеснение вредной и малополезной, в том числе привнесенной микрофлоры, на 2-м – обеспечение микробного комплекса энергетическими потоками и питанием, на 3-м – стабилизация процессов превращения органики, функционального усложнения всего комплекса почвенной микробиоты (Петров и др., 2008; Свиридова, Воробьев, Петров, 2005; Свиридова и др., 2008).

Присутствие комплекса бактерий *Bacillus subtilis* в агроценозе может усложнять структуру микробного сообщества в однолетнем и многолетнем циклах. В процессе четырехлетних модельных опытов было показано, что уже однократный пролив почвы водой с экстрасолом за 60 суток приводит к возрастанию многообразия морфотипов бактерий в пахотном горизонте на 32-70 %. Эффект положительного последействия экстрасола на микрофлору и плодородие почвы сохраняется на протяжении не менее двух вегетационных периодов (Петров, 2008).

Проблема 2. Появление разнообразия резистентных к химическим пестицидам болезней и вредителей культурных растений, а также новых типов фитопатогенных консорциумов. Химическая индустрия не успевает разрабатывать ассортимент новых видов пестицидов, способных сдерживать нарастающее разнообразие фитопатогенных микроорганизмов, и не обеспечивает известного преимущества перед микробиологическими препаратами: эффективности и предсказуемости результата. Есть ряд проблем, которые химические пестициды не могут решать в принципе. Среди известных – различные виды парши и бактериальные болезни на пасленовых, нематоды. Единственным барьером на пути известных и нарождающихся

групп эпифитотий при высоком уровне интенсивности использования земель может стать, очевидно, только широкое внедрение специализированных и универсальных микробиологических препаратов (Backman, Wilson, Murphy, 1997) и баковых смесей с химическими агентами на их основе. В условиях производственных опытов 2009-2011 гг. в Ростовской, Московской, Ленинградской областях (данные Всероссийского НИИ растениеводства) применение экстрасола на 6 сортах картофеля позволило практически полностью избавиться от всех видов парши (в том числе серебристой), ризоктониоза, раковых болезней.

Проблема 3. Утилизация пожнивных остатков зерновых и технических культур. Востребованным направлением введения в агроценоз МБП является управление процессами преобразования органического вещества послеуборочных остатков (биодеструкция + гумификация), заменяющими запрещенное сжигание. В ГНУ ВНИИСХМ разработана высокоэффективная, устойчивая к химическому загрязнению почв композиция штаммов *Bacillus subtilis* для биоутилизации пожнивных остатков различного генезиса. Проведенные в 2008-2011 гг. лабораторные исследования из образцов почв полей производственных испытаний эффективности микробиологических препаратов для деструкции и гумификации соломы (Ростовская область) показали, что в процессе трансформации пожнивно-корневых остатков участвует сложный комплекс почвенных микроорганизмов.

Изучение состава микрофлоры в представительных образцах почв по стандартным методикам позволило выявить значимое усложнение микробиоты в пахотном горизонте при использовании экстрасола по сравнению со сжиганием пожнивных остатков или обычной заделкой в почву измельченных остатков соломы зерновых культур. Общее количество бактерий в варианте с экстразолом выросло на 72 %, гуматмодификаторов – на 154 %, амилолитических бактерий – на 90 %, протеолитов – на 90 %, микромицетов – на 111 % (Петров, Чеботарь, 2012). В институте создана принципиально новая композиция препарата-биодеструктора, устойчивого к химическим нагрузкам на агроландшафт (табл. 1.1).

Таблица 1.1

**Целлюлазная активность производственных штаммов *Bacillus subtilis*,
входящих в композицию экстрасола, на различных средах
в условиях лабораторного опыта
(экспресс-метод по Kasana, Salwan, Dhar, Dutt, Gulati, 2008)**

Штамм	Целлюлозолитическая зона, мм		Оценка активности
	КМЦ	КМЦ + Конго красный**	
Контроль*	18	20	Нормальная, стабильная
Ч-13	22	20	Нормальная, стабильная
TR-6	22	31	Повышенная, индифферентная к химическим поллютантам
НС-8	23	18	Нормальная, стабильная

* стандарт-фермент целлюлаза из *Aspergillus niger* (фирма Sigma-Aldrich);

** среды: КМЦ – карбоксиметилцеллюлоза, Конго красный – токсичный краситель на основе бензидина.

Проблема 4. Низкая эффективность высоких доз минеральных удобрений. Микробиологические удобрения обеспечивают фиксацию атмосферного азота, мобилизуют запасы труднодоступных форм элементов питания в почве – фосфора, ряда микроэлементов. Буферность пахотных окультуренных почв обеспечивается сложным комплексом гумусовых веществ и поддерживается структурным многообразием микроорганизмов, но в хемогенных агросистемах плодородная буферность быстро снижается. Как следствие, водные мигранты, в том числе большинство растворов минеральных удобрений, не закрепляются в пахотном горизонте и транзитом через водные естественные и поливные водные ресурсы попадают в грунтовые воды и далее в водоемы. Одной из новых разработок противодействия выносу из ризосферной зоны минеральных удобрений и повышения эффективности минерального питания явилось внедрение микробиологического препарата «БисолбиФит» – сухой формы *Bacillus subtilis* шт. Ч-13. БисолбиФит используется для биологической модификации всех видов минеральных удобрений, включая тукоsmеси, с целью доказанного в вегетационных, мелкоделяночных и производственных опытах (табл. 1.2, 1.3) повышения коэффициента их усвоения растениями (Шуреков, Дыньков, Кочетов, 2011). Биомодифицированные минеральные удобрения (БМУ)

могут применяться без ограничений для всех культур, особенно экономически эффективны в регионах со сложной логистикой доставки удобрений (Сибирь, Дальний Восток РФ, Австралия, Южная Африка).

Таблица 1.2

Результаты вегетационных опытов по опудриванию гранул минеральных удобрений порошкообразной формой БисолбиФита (в таблице – БФ)

Часть растения	Варианты опыта (вес г/сосуд)			
	N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀ + БФ	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀ + БФ
Салат. Опудривание гранул двойного суперфосфата. Азотные и калийные удобрения внесены в виде водных растворов				
Корни	5,7	8,0	3,8	7,6
Листья	134,6	154,7	134,4	155,0
Редис. Опудривание гранул нитроаммофоски				
Корне-плоды	4,8	11,0	12,7	14,3
Отношение корнеплод/ботва (%)	16,4	42,6	34,2	34,9

Максимальный эффект от применения БисолбиФита наблюдается при стартовой недостаточной обеспеченности растений минеральным питанием. В процессе производственных испытаний показано, что в ряде случаев почвы к моменту внесения основного удобрения уже содержали достаточное количество всех основных биогенных элементов в пахотных горизонтах из внесенного в предыдущие годы пула. Из данных таблицы 1.3 следует, что только отсутствие продуктивной микрофлоры, которая была привнесена вместе с БисолбиФитом, сдерживало нормальное питание растений и распределение вещественных потоков в направлении формирования урожая.

Таблица 1.3

**Влияние обработок МБП «БисолбиФит» (в таблице – БФ)
на формирование элементов продуктивности кукурузы
сорта Обская 140 МВ в опыте в ПХ «Пушкинское»
Нижегородской области в 2010 г.**

Вариант	БФ	Масса 1000 зе- рен, г	Урожай- ность, ц/га	Прибавки урожайности		
				ц/га	%	в т.ч. от приме- нения БФ, %
Контроль	-	122	16,1	-	-	-
НРК	-	156	24,4	8,3	52	-
БФ	растения	160	24,9	8,8	55	54,7
НРК + БФ	растения	175	25,2	9,1	57	4,9
БФ	семена	155	23,4	7,3	45	45,3
НРК + БФ	семена	158	24,0	7,9	49	не опр.

Проблема 5. Невозможность раскрыть генетический потенциал сортов и гибридов культурных растений импортной и отечественной селекции в многообразии почвенно-климатических условий России. Быстрая адаптация нового посадочного материала возможна, но лишь посредством создания эффекта иммуномодуляции, обеспечиваемого формированием полезной ризосферной микрофлоры с применением подобранного спектра МБП.

Проблема 6. Зависимость урожайности и качества получаемой продукции от климатических, в том числе стрессовых условий вегетационного периода. МБП обладают доказанным антистрессовым эффектом, что выражается в лучшей устойчивости обработанных растений к неблагоприятным условиям (засуха, переувлажнение, заморозки, перепады температур, химические и солнечные ожоги), механическим повреждениям тканей растений. Технологические схемы антистрессовых обработок экстразолом выработаны и многократно использованы на лучших агропредприятиях Московской, Ленинградской, Ростовской, Нижегородской, Амурской областей, в Краснодарском и Ставропольском краях. Так, в 2000-2011 гг. на всех овощных культурах, картофеле, льне-долгунце, зерновых, подсолнечнике, сое в различных регионах РФ актами производственных испытаний (всего 180) показано, что экстрасол «снимает» химические ожоги после пестицидных, особенно с передозировкой, обработок, на 2-3 недели продлевает срок жизни растений в условиях крайней засухи. Известно, что

экстремальные климатические условия наносят посевам наибольший вред в условиях нехватки калийного, азотного и микроэлементного питания. В подобных ситуациях обработки микробиологическими препаратами оказались незаменимы.

Повышенной зависимостью от климатических условий характеризуется культура сои. В Амурской области при снижении интенсивности агрофона на 50 % в ряде хозяйств удалось избавиться от скачков в продуктивности сои в 2007-2008 гг. (экстремально влажные), 2009 году (экстремально засушливый).

Проблема 7. Масштабное внедрение систем no-till и mini-till с упрощением структуры севооборотов. Под слоем органической мульчи зимуют и размножаются патогенные и гниlostные грибы и бактерии. Надежных средств для решения данной проблемы, кроме обработок послеуборочных остатков микробиологическими препаратами, не существует.

Удачным опытом внедрения экстрасола является территория Дальнего Востока. Средние прибавки урожая сои в хозяйствах за 3 года составили от 0,9 до 8,3 ц/га. Опыты 2009-2011 гг. показали высокую экономическую эффективность применения препарата «БисолбиФит» для обработки гранул минеральных удобрений (прибавки урожая в сравнении с обычным аммофосом составили от 2,4 до 3,8 ц/га) (Усманов, 2010).

Изменилась экспертная оценка эффектов от применения основных групп препаратов, используемых для интенсификации растениеводства за последние 10 лет (Петров, Чеботарь, Казаков, 2002). Приводим обобщенные данные по результатам 42 семинаров в 30 регионах РФ. Выявлена «настороженная» оценка к применению повышенных доз как минеральных, так и органических удобрений (табл. 1.4). Увеличилось доверие к микробиологическим удобрениям как к долгосрочному мелиоранту, направленному на восстановление разрушенной структуры микробиоценоза пахотных почв.

Отношение к пестицидам химической природы принципиально не изменилось, хотя многие агрономы рассматривают их широкое применение как неизбежное зло. Роль биопестицидов, особенно в среднесрочном и долгосрочном аспектах, оценивается более позитивно, в том числе в качестве постановки биологических барьеров нарастанию тревожных проблем (в первую очередь бактериозам) в растениеводстве и кормопроизводстве своих хозяйств.

Таблица 1.4

Изменение оценки ожидаемых суммарных (прямых и побочных) эффектов от применения основных групп препаратов в интенсивном земледелии РФ в 2002 и 2011 гг.

Группа препаратов	Положительные (полезные) эффекты*						Негативные эффекты			
	Кратко- срочные		Средне- срочные		Долго- срочные		Кратко- срочные		Долго- срочные	
	Годы оценки									
	2002	2011	2002	2011	2002	2011	2002	2011	2002	2011
Мине- ральные удобрения	***	+	+	-	-	-	+	+	-	+
Органиче- ские удоб- рения	+	+-	+	+	+	-	-	+-	-	-
Микро- биологи- ческие удобрения	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-
Пестици- ды хими- ческие	+	+-	-	-	-	-	+	+	+	+
Пестици- ды микро- биологи- ческие	+	+-	+-	+	-	+-	+	-	-	-

* эффекты: краткосрочные – выраженные в течение 1-го агрономического года; среднесрочные – в течение 2-5 лет; долгосрочные – в течение более 5 лет;

** оценка эффектов: (+) – выраженные; (-) – незначительные; (+-) – неоднозначная реакция;

заливкой выделены принципиальные изменения оценки групп эффектов за 10 лет.

Таким образом, в настоящее время в интенсивных агротехнологиях существенно расширился спектр задач, решаемых с использованием высокоэффективных микробиологических препаратов комплексного действия. На уровне ряда региональных правительств РФ уже поставлены задачи:

биоутилизация пожнивных остатков; снятие экологических проблем, порождаемых избыточной химизацией земледелия; восстановление продуктивных пастбищ; повышение качества основной продукции растениеводства. Время доверия к абсолютной эффективности и универсальности агрохимикатов и пестицидов, составляющих основу хемотропных систем растениеводства, уходит. Меняется идеология и практика внедрения МБП в арсенал средств интенсивных агротехнологий РФ.

Подтверждением актуальности концепции о необходимости усиления микробиологического сопровождения агроценоза по мере интенсификации земледелия (Петров, Чеботарь, 2009) является то, что многие ведущие производители пестицидов (Сингента, Байер, БАСФ) приступили к созданию фирменных микробиологических препаратов в качестве антидотов, витаминных добавок и детоксов после внесения повышенных доз пестицидов, химических мелиорантов и минеральных удобрений. В последние годы интерес к использованию достижений микробиологии в сельском хозяйстве неизмеримо возрос, расширены представления о роли микроорганизмов в жизни растений, сформулированы приоритетные практические задачи по дополнительному вовлечению азота и фосфора для растений (Okon Y., Labandera-Gonzalez C., 1994; Mahaffee, Kloepper, 1996; Петров, Чеботарь, Казаков, 2002; Тихонович, Кожемяков, Чеботарь и др., 2005). Технологии преимущественно основаны на использовании микробиологических препаратов, представляющих живые клетки отселектированных по полезным свойствам микроорганизмов, которые или находятся в культуральной жидкости, или адсорбированы на нейтральном носителе (Junge, Krebs, Kilian, 2000; Chebotar, Khotyanovich, Cazacov, 2000). Применение микробиологических препаратов позволяет создать высокую концентрацию полезных форм микроорганизмов в нужном месте и в нужное время. За счет этого внесенные формы могут успешно конкурировать с аборигенной микрофлорой и занимать экологические ниши, представляемые им растениями (Lemanceau, Corberand, Gardan, 1995; Lemanceau, Corberand, Gardan, 1995).

Запатентован способ получения биоудобрений, включающий совмещение гранулированных удобрений с микробной биомассой, заключающийся в использовании в качестве гранулированных удобрений обычных форм минеральных удобрений, а в качестве биомассы – бактериального препарата на основе штамма *Bacillus subtilis* Ч-13 (патент на изобретение № 2241692, 2004). Микробиологический препарат, созданный на основе

штамма *Bacillus subtilis* Ч-13, используют в виде сухого мелкодисперсного порошка с титром не менее 10^6 КОЕ/г, который наносят на поверхность гранул минеральных удобрений из расчета 4-5 кг/т. Микробиологический препарат может наноситься на поверхность гранул минеральных удобрений в виде жидкой фракции с титром не менее 10^8 КОЕ/мл из расчета 1-2 л/т путем мелкодисперсного опрыскивания или в виде жидкой фракции с титром не менее 10^9 КОЕ/мл в составе влагозащитных композиций из расчета 100-200 мл микробиологического препарата на 1 т минеральных удобрений.

Разработана технология получения двух микробиологических препаратов на основе споровых бактерий *Bacillus subtilis*, которые, соответственно, получили наименования «Экстрасол» и «БисолбиФит» (Тихонович, Кожемяков, Чеботарь и др., 2005). Действующее начало БисолбиФита составляют различные штаммы споровых бактерий, относящихся к роду *Bacillus*, обитающие на корнях здоровых растений.

Эти бактерии продуцируют вещества, подавляющие развитие фитопатогенных грибов и бактерий – возбудителей ряда заболеваний у растений. Среди них бицилизин и итуринподобные липопептиды, ингибирующие развитие фитопатогенных грибов при концентрации 5-100 микрограммов на миллилитр, что сравнимо с эффективностью химических фунгицидов. Бактерии рода *Bacillus*, представляющие действующее начало микробиологического препарата «БисолбиФит», индуцируют устойчивость растений к болезням и неблагоприятным факторам окружающей среды. Эта способность обусловлена такими микробными метаболитами, как липополисахариды, ферменты, сидерофоры, салициловая кислота, индуцирующая PR-белки, связанные с процессом инфицирования растений фитопатогенами. Наряду с этим ризосферные бактерии рода *Bacillus* синтезируют цитокинины, гибберелловую и абсцизовую кислоты, стимулирующие рост растений.

Бациллы за счет активной колонизации корней растений и продуцирования фитогормонов улучшают развитие корневых волосков и их поглотельную способность, в результате чего повышается эффективность минерального питания растений. Это позволяет на 20-30 % снизить дозу удобрений и получать такой же урожай или даже выше. Все эти полезные свойства бацилл определяют высокую эффективность применения БисолбиФита и БисолбиСана на самых разных сельскохозяйственных культурах.

Глава 2

Научные основы получения и применения биомодифицированных минеральных удобрений

Современное промышленное производство минеральных удобрений и мелиорантов основано на использовании различного исходного сырья химической и горнодобывающей промышленности. При микробиологических анализах проб различных видов минеральных удобрений и мелиорантов были получены данные об аборигенной микрофлоре, обитающей на исходном сырье и поселяющейся впоследствии на поверхности гранул минеральных удобрений на заключительном этапе их производства либо при их дальнейшем хранении и транспортировке. Основными представителями аборигенной микрофлоры являлись штаммы бактерий из рода *Bacillus*. Видовое разнообразие оказалось незначительным и в основном было представлено видами *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus megaterium*. На некоторых видах сложных минеральных удобрений, содержащих фосфор, были обнаружены грибы.

В настоящее время известен целый ряд микробных препаратов для сельского хозяйства различного назначения – ростостимулирующих, подавляющих развитие фитопатогенных бактерий и грибов и способствующих фиксации молекулярного азота.

Выделен штамм бактерий *Bacillus subtilis* N11 (ВНИИСХМ), обладающий антагонистическими и стимулирующими свойствами, и способ его использования для защиты ячменя от гельминтоспориоза по патенту РФ № 93001490 с приоритетом от 01.11.1993 Штамм бактерий *Bacillus subtilis* N11 выделен из образца почвы, взятой из-под хлопчатника в Египте. Он обладает антагонистическими свойствами в отношении почвенных фитопатогенных микроорганизмов, в частности *Helminthosporium sativum*, а также стимулирует рост растений ячменя. Предложен способ использования штамма, при котором он наносится на семена при посеве сидеральных культур.

Известно также «Бактериальное удобрение «НИКА» и способ получения бактериальных удобрений» по заявке № 99100664 с приоритетом от 21.01.1999 авторов Виноградова Е. Я. и Виноградова А. Е. Гранулированное удобрение содержит культуру бактериального штамма *Bacillus mucilaginosus* (ВКМБ 1451D), сорбент и остатки культуральной жидкости с

метаболитами. При этом в качестве сорбента это удобрение может содержать измельченную растительную массу, торф, вермикулит. Способ получения бактериальных удобрений на основе штамма *Bacillus mucilaginosus* включает в себя культивирование указанного штамма на жидких питательных средах-гидролизатах отходов промышленности и сельского хозяйства, после чего полученный продукт смешивают с сорбентом и гранулируют. Культивирование проводят при использовании в качестве питательного субстрата водного экстракта птичьего помета с добавлением 0,5 % мелассы при pH 7,5 и температуре 36-38 °C.

Также известен «Способ получения субстрата для выращивания растений» по патенту РФ № 1829892 с приоритетом от 20.04.1990 авторов Васюченка И. К., Перебитюка А. Н., Пигулевского В. С., Березко М. Н. и Пучко В. Н. Изобретение относится к способам получения субстратов для выращивания рассады и овощных культур с использованием биомассы бактерий рода *Pseudomonas* – ингибиторов развития фитопатогенных микроорганизмов.

По этому способу изготавливают субстрат путем внесения в торф известковых, минеральных и бактериальных удобрений с последующим перемешиванием компонентов, а в качестве бактериального удобрения используют биомассу штамма бактерии *Pseudomonas putida fluorescens* ЦМПМ В-3481.

Для получения препарата «БисолбиФит» в качестве прототипа был выбран «Способ получения биоудобрений» по патенту РФ № 2241692 с приоритетом от 11.10.2002 авторов Чеботаря В. К., Казакова А. Е., Ерофеева С. В. Способ заключается в том, что штамм *Bacillus subtilis* Ч-13 в виде бактериального препарата наносят на гранулы минерального удобрения в виде сухого мелкодисперсного порошка с титром не менее 10^6 кл./г из расчета 4-5 кг/т или в виде жидкой фракции с титром не менее 10^8 кл./мл из расчета 1-2 л/т с целью ингибирования роста и развития фитопатогенной микрофлоры в почве.

В настоящее время отсутствуют способы получения минеральных удобрений, способствующие повышению усвоения растениями элементов минерального питания из удобрений или увеличивающие коэффициент использования питательных веществ из удобрений. Известно, что основные элементы минерального питания растений, содержащиеся в минеральных удобрениях (азот, фосфор и калий), используются сельскохозяйственными культурами недостаточно. Коэффициент их использования из удоб-

рений составляет в среднем 15-60 % в зависимости от видов, форм, доз, сроков внесения минеральных удобрений, почвенно-климатических условий, в которых выращиваются сельскохозяйственные культуры. Часть азотных удобрений превращается денитрифицирующими микроорганизмами в газообразные соединения (N_2 , N_2O , NO) и попадает в атмосферу, часть удобрений попадает в грунтовые подпочвенные воды, загрязняя их, часть остается в почве и может быть использована последующими выращиваемыми культурами.

Бактерия *Bacillus subtilis* издавна хорошо известна как сенная палочка, и штаммы этих бактерий широко используются в практике для самых различных целей. Она достаточно широко распространена в почвах и ризосфере растений (Abdel Wahab, 1975; Nelson et al., 1976; Neal, Larson, 1976; Jordan et al., 1978).

Хотя штаммы *Bacillus subtilis* не считаются активными колонизаторами корней, как, например, псевдомонады, тем не менее активная колонизация корней растений бациллами отмечалась целым рядом исследователей (Curl, Truelove, 1986; Leyns et al., 1990; Berger et al., 1996; Hallmann et al., 1998). Подобно другим колонизаторам корней, штаммам *Bacillus subtilis* для активной колонизации и роста на поверхности корней необходимо наличие тонкой водяной пленки (Bowen, Rovira, 1976; Liddel, Parke, 1989). Способность активно колонизировать корни растений и обладать при этом высокой конкурентной способностью является одним из критериев селекции бактерий-антагонистов (Parke, 1991). В процессе колонизации корней прорастающего семени растения внесенные бактерии-антагонисты вступают в конкурентные отношения с почвообитающими микроорганизмами за места обитания на поверхности корня, возможные места прикрепления и за источники питания. Очевидно, корни растений имеют ограниченную поверхность, пригодную для заселения бактериями-колонизаторами определенных видов (Handelsmann, Stabb, 1996).

В 80-х годах прошлого столетия рядом исследователей было показано, что во внутренних тканях большинства «здоровых» растений (хлопчатник, горох, картофель, томат, табак и др.) содержатся бактерии рода *Bacillus* (Менликиев и др., 1987). По мнению авторов, массовое заселение растений этими бактериями происходит в фазе 4-5 настоящих листьев. Колонизация внутренних тканей растений может происходить через корень, через устьица и механические повреждения. По мере заселения и распространения их во внутренних тканях растений отмечалось снижение пораженности кор-

ней растений грибными болезнями (фузариозное увядание, вертициллезный вилт). За последние 20 лет эндофитные представители рода *Bacillus* выделены из стеблей и корней различных трав и деревьев (Rosado et al., 1998; Ryder et al., 1999). Сообщалось о наличии бацилл в клубеньках бобовых растений. Так, Штурц и Новак (Sturz, Nowak et al., 2000) выделили 32 эндофитных штамма бактерий, включая 6 штаммов бацилл, 4 из которых были обнаружены внутри корневых клубеньков. В опытах при совместной инокуляции *Bacillus brevis* и *Bacillus insolutus* с *Rhizobium leguminosarium* отмечалось увеличение количества образовавшихся клубеньков. Эндофитные представители рода *Bacillus* были обнаружены также в семенах, в том числе бобовых растений. Оэрли с соавторами (Oehrle et al., 2000) показали, что бациллы, колонизирующие семена сои, оказывали негативное влияние на прорастание семян, а также ингибировали колонизацию корней молодых проростков растений *Bradyrhizobium japonicum*. В то же время бациллы, выделенные из клубеньков, а не семян растений, оказывали стимулирующее воздействие на рост растений сои (Bai et al., 2003).

Среди ризобактерий, выделяемых из ризосферы различных небобовых растений, часто представлены штаммы, относящиеся к родам *Bacillus* и *Paenibacillus* (Chanway, Nelson, 1990; Rennie, Larson, 1979; Rosado et al., 1998; Seldin et al., 1984; Seldin et al., 1998). Новый род *Paenibacillus* был предложен на основании сравнительного анализа 16s РНК различных представителей рода *Bacillus* (Ash et al., 1991, 1993). К настоящему времени этот род насчитывает около 50 видов (Ding et al., 2005). Типовым представителем рода *Paenibacillus* является *Paenibacillus polymyxa* (у рода *Bacillus* типовым представителем является *Bacillus subtilis*). В многочисленных опытах было показано, что штаммы *Paenibacillus polymyxa* активно колонизировали корни различных небобовых растений (Glick, 1995; Holl, Chanway, 1989; Holl et al., 1988; Lindberg, Granhall, 1984; Mavingui et al., 1992; Mavingui, Heulin, 1994; Rennie, Larson, 1979; Shishido et al., 1995). Также было выявлено, что почва, на которой выращивали растения, могла оказывать влияние на популяцию изучаемого штамма бацилл (Seldin et al., 1998).

Штаммы *Paenibacillus polymyxa* обладали целым рядом хозяйственно ценных свойств. Они способны фиксировать молекулярный азот (Grau, Wilson, 1962; Seldin et al., 1983), продуцировать фитогормоны (Holl et al., 1988; Lebuhn et al., 1997), а также биоконтрольные вещества (Mavingui, Heulin, 1994; Piuri et al., 1998; Rosado, Seldin, 1993; Seldin et al., 1999;

Walker et al., 1998). Применение *Paenibacillus polymyxa* для обработки семян может быть полезно для увеличения урожайности сельскохозяйственных культур и снижения их заболеваемости. Однако, как показывают данные некоторых экспериментов, приживаемость интродуцируемых штаммов ризобактерий на корнях растений невысока. Перспективным представляется использование штаммов ризобактерий, ранее выделенных из корней инокулируемых растений (растение-хозяин) (Chanway et al., 1988), или стимуляция нативной полезной микрофлоры, обитающей на корнях растений. Из ризосферы кукурузы на разных стадиях развития растений было выделено 67 штаммов, относящихся к *Paenibacillus polymyxa* (Von der Weid et al., 2000). На основании фенотипических и генетических данных было показано, что штаммы, выделенные из корней растений через 10, 30, 60 и 90 суток роста кукурузы, были различными.

В Китае Динг с соавторами (Ding et al., 2005) из ризосферы пшеницы, кукурузы и райграса выделили 29 штаммов бактерий, относящихся к родам *Bacillus* и *Paenibacillus*, 7 из которых были способны фиксировать азот атмосферы. Из ризосферы кукурузы, выращиваемой на двух глинистых почвах в Бразилии, было выделено 106 штаммов *Paenibacillus azotofixans* (Seldin et al., 1998). Причем при помощи молекулярных маркеров было показано, что штаммы, выделенные из ризопланы и ризосферы кукурузы, а также из почвы, достоверно различались друг от друга. Авторы считают, что разнообразие штаммов *Paenibacillus azotofixans* определяется типом почвы (Seldin et al., 1998).

На основании тщательного изучения 16 штаммов азотфиксирующих бацилл, выделенных из ризосферы кукурузы, был предложен новый вид – *Paenibacillus brasiliensis* (Von der Weid et al., 2002).

Из ризосферы яровой пшеницы в Канаде было выделено 8 штаммов бацилл (Chanway, Nelson, 1988). При изучении эффективности выделенных штаммов на растениях яровой пшеницы в вегетационных опытах на стерильном песке было показано, что 6 штаммов из 7 исследуемых способствовали улучшению роста корней пшеницы, а также увеличивали высоту растений. Однако не отмечалось влияния бактеризации на величину надземной массы растений (Chanway, Nelson, 1988).

Из почвы, ризосферы и ризопланы проростков пшеницы было выделено 130 штаммов *Bacillus polymyxa* (Mavingui et al., 1992). При помощи фенотипических, морфологических, иммунологических и генотипических методов изучено разнообразие выделенных изолятов. Кластерный анализ фе-

нотипических свойств показал 93 % сходства изучаемых штаммов. Штаммы бацилл, выделенные из различных мест обитания, были объединены в различные группы, у которых сходство между изолятами составляло 96 %.

В рамках рационального природопользования хозяйственная деятельность людей должна строиться по принципу природных экосистем, которые экономно расходуют вещество и энергию (Соколов, Марченко, 2011). Изучение процессов, протекающих в биосфере, и влияние на них хозяйственной деятельности человека показывает, что только создание экологически безотходных и малоотходных производств может предотвратить оскудение ресурсов и деградацию окружающей среды.

В настоящее время в России ежегодное производство минеральных удобрений составляет около 18 млн тонн по действующему веществу, а применение в сельском хозяйстве – около 2,4 млн тонн. Естественные потери из-за неполного усвоения растениями элементов минерального питания из минеральных удобрений могут приводить к зафосфачиванию, засолению, эрозии почв, потере плодородия почв, загрязнению окружающей среды и биосферы нитратами, хлоридами, фторидами, повышению кислотности почв. Почвенный покров сельскохозяйственных угодий подвергается деградации и загрязнению, теряет устойчивость к разрушению, способность к воспроизводству плодородия почв (Иванов, Завалин, 2011). Кроме того, на производство минеральных удобрений уходит до 20 млрд куб. м газа в год.

На сегодняшний день в мировой практике прослеживается тенденция снижения доз применяемых минеральных удобрений и увеличивается роль интегрированного использования с агротехническими приемами, направленными на поддержание естественного плодородия почв, включая научно обоснованные севообороты, мероприятия, направленные на повышение биоразнообразия полезной почвенной микрофлоры. Наряду с минеральными удобрениями и химическими средствами защиты растений, по экономическим и экологическим соображениям предлагается широко использовать возможности биологической азотфиксации (введение в севооборот бобовых культур), биологических средств защиты растений и микробиологических удобрений (Завалин, Благовещенская, 2012).

Инновационная компания «Бисолби-Интер» совместно с ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии разработали, апробировали и запатентовали способ получения биомодифицированных минеральных удобрений, заключающийся в совмещении гранул минеральных удобрений с ба-

циллярным препаратом. В настоящее время в мире не существует аналогов этой инновационной разработки. Ее уникальность заключается в том, что в результате проведенных научных исследований выявлена возможность целенаправленного совмещения гранул минеральных удобрений с бациллярными препаратами, обладающими комплексом полезных для культурных растений свойств, таких как:

- стимуляция роста растений;
- защита растений от грибных и бактериальных заболеваний;
- усиление иммунитета растений;
- повышение устойчивости к стрессовым факторам (заморозки, засуха).

Экономический эффект обусловлен тем, что материальные затраты на приобретение и внесение удобрений на 1 га сокращаются в 1,5-1,7 раза. В масштабах страны применение данного препарата, по нашим расчетам, позволит сократить использование природных и энергетических ресурсов, потребляемых для производства минеральных удобрений (3 млн т), и сэкономить около 1 млрд долларов США. Экономическая и экологическая эффективность от внесения биомодифицированных минеральных удобрений очевидна и была продемонстрирована производственными опытами, проведенными компанией «Фосагро-Регион» в Нижегородской и Ульяновской областях. Кроме того, эффективность биоминеральных удобрений была продемонстрирована в Австралии на различных сельскохозяйственных культурах (томаты, картофель, сахарный тростник, пшеница).

Микробиологический препарат «БисолбиФит» представляет собой порошок от светло-серого до кремового цвета. Действующим веществом препарата «БисолбиФит» является штамм ризосферных бактерий *Bacillus subtilis* Ч-13 и его метаболиты. Количество биоагента – не менее 1 млн КОЕ в 1 г препарата. Этот препарат предназначен для биологической модификации всех видов минеральных удобрений с целью повышения коэффициента использования растениями из минеральных удобрений: азота – от 20 до 50 %; фосфора – от 5 до 30 %; калия – от 5 до 20 %.

Микробиологический препарат «БисолбиФит» (модификатор) наносится на поверхность гранул минеральных удобрений в процессе их производства после стадии омасливания при помощи распылительных устройств. Модификатор также может наноситься на гранулы удобрений в смесительных устройствах на химических или тукосмесительных заводах.

В последнее время в результате микробиологических исследований было установлено, что поверхность гранул большинства распространенных форм минеральных удобрений – неблагоприятная среда для развития бактерий, однако некоторые виды микробов способны существовать и развиваться в данной среде, в основном это представители разных видов бацилл. Показано также, что оптимальный титр бактериальной суспензии для изготовления микробиологического препарата «БисолбиФит» составляет 10^7 КОЕ/мл.

При определении способности бактерий биомодифицированных минеральных удобрений колонизировать растения томата выявлено, что плотность колонизации составляет $1,1 \times 10^6$ – $3,45 \times 10^6$ КОЕ в среднем на 1 см корня. По данным эпифлюоресцентной микроскопии установлена принадлежность бактерий-колонизаторов к штамму *Bacillus subtilis* Ч-13 и отмечена высокая активность заселения ими поверхности корня.

Минеральные удобрения, модифицированные препаратом «БисолбиФит», используют без ограничений для всех сельскохозяйственных культур, в любых климатических условиях как отдельно, так и с любыми минеральными подкормками, микроэлементами, стимуляторами, пестицидами и микробиологическими препаратами.

Механизм действия модификатора минеральных удобрений заключается в следующем:

1. При обработке гранул минеральных удобрений происходит искусственное заселение их поверхности полезной микрофлорой, которая способна активировать питательные вещества, содержащиеся в минеральных удобрениях. Кроме того, бактерии мобилизуют и переводят в доступную для растений форму почвенные запасы азота, фосфора и калия.

2. Аминокислоты, витамины, гормоны и органические кислоты, вырабатываемые микроорганизмами, стимулируют и ускоряют физиологические процессы, происходящие в растительной клетке, увеличивают интенсивность фотосинтеза и дыхания, а также значительно укрепляют иммунную систему растения, ускоряют его развитие.

3. В процессе своей жизнедеятельности бактерии синтезируют вещества, которые блокируют развитие фитопатогенных микроорганизмов, возбудителей таких болезней, как бурая ржавчина, мучнистая роса, снежная плесень, фитофтороз, фузариоз, всевозможные бактериозы, гельминтоспориозы, корневые гнили и многие другие (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Механизм действия бактерий на поверхность гранулы минеральных удобрений (подавление фитопатогенных микроорганизмов в почве)

Благодаря этому биомодифицированные минеральные удобрения позволяют на 5-15 % увеличить урожайность сельскохозяйственных культур по сравнению с традиционными формами минеральных удобрений.

В результате нанесения бактерий на поверхность гранул минеральных удобрений образуется своего рода «биокапсула», которая одновременно выполняет сразу несколько функций: удобрительную, защитную и стимулирующую. Такой набор полезных свойств позволяет добиться значительной прибавки урожайности сельскохозяйственных культур и окупаемости минеральных удобрений.

Способ применения модификатора заключается в следующем. Биологический модификатор включают в общепринятую технологию производства минеральных удобрений и тукосмесей. Расчетное количество препарата равномерно распыляют на гранулы (после кондиционирования) или подают в смеситель.

Время перемешивания в смесителе составляет 2-4 минуты. После перемешивания гранулы минеральных удобрений должны быть полностью

покрыты препаратом. Норма расхода модификатора составляет 4-5 кг на 1 т минеральных удобрений.

Модификация гранул минеральных удобрений является на сегодняшний день одним из самых перспективных и действенных способов повышения эффективности их использования при возделывании сельскохозяйственных культур. Данный способ позволяет повысить коэффициент полезного действия минеральных удобрений на 10-40 %. Кроме того, модификация почти полностью решает проблему слеживания удобрений при хранении и транспортировке.

В современных условиях минеральные удобрения – одна из основных статей затрат в растениеводстве. Следовательно, именно здесь скрыты большие резервы повышения эффективности производства. Задействовать их можно, используя последние достижения отечественной микробиологии, а именно технологию биологической обработки гранул минеральных удобрений препаратом «БисолбиФит», которая с каждым годом все больше завоевывает доверие отечественных и зарубежных аграриев. Минеральные удобрения, обработанные специальными бактериями, уже выпускаются на тукосмесительном заводе в Нижегородской области. В 2015 году их выпуск планируется наладить в Амурской области, а в 2016 году – в Ульяновской области. С 2018 года, в связи с растущей потребностью, производство таких удобрений предполагается организовать непосредственно на химических заводах.

В 2011 году ООО «Регион-Агро-Волга» (Нижегородский филиал ООО «ФосАгро-Регион») освоило производство минеральных удобрений с бактериями *Bacillus subtilis* Ч-13, применение которых обеспечило урожайность сельскохозяйственных культур на 5-10 % больше, чем использование обычных (немодифицированных форм) минеральных удобрений. Кроме того, окупаемость биомодифицированных минеральных удобрений прибавкой урожая больше, чем у традиционных, на 30-40 % (Завалин и др., 2011).

Глава 3

Оценка эффективности применения биомодифицированных минеральных удобрений под различные сельскохозяйственные культуры

3.1. Яровая пшеница

Влияние микробиологического препарата «БисолбиФит» на основе штамма *Bacillus subtilis* Ч-13 на эффективность применения аммиачной селитры под яровую пшеницу изучали в микрополевых, полевых и производственных опытах в различных регионах Российской Федерации.

Микрополевой опыт проводили на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве на территории Центральной опытной станции ВНИИА им. Д. Н. Прянишникова в Московской области. Почва опыта характеризовалась близкой к нейтральной реакцией среды (pH_{KCL} 6,3-6,4), что соответствует требованиям выращиваемой культуры. Содержание гумуса в пахотном слое почвы – 2,1-2,4 %, подвижного фосфора и подвижного калия – выше среднего (соответственно, 164-178 и 170-190 мг/кг), поэтому фосфорное и калийное удобрения не вносили. В сосудах площадью 0,04 м² выращивали по 20 растений яровой пшеницы сорта Приокская. Аммиачную селитру в дозе 4,5 и 9,0 г/м² (что соответствует 45 и 90 кг/га) вносили при набивке сосудов почвой. Закладку микрополевого опыта проводили по методике, изложенной в работе «Оценка эффективности микробных препаратов в земледелии» (под ред. А. А. Завалина, 2000). Порошкообразная форма микробиологического препарата «БисолбиФит» на основе штамма *Bacillus subtilis* Ч-13 была изготовлена в ГНУ ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии. Обработку гранул аммиачной селитры препаратом проводили из расчета 20 г на 2 кг удобрения. Повторность в опыте четырехкратная. Для определения использования растениями азота удобрений и его различных источников в формировании урожайности яровой пшеницы в опыте вносили стабильный изотоп азота ¹⁵N в форме NH₄NO₃, с обогащением 16,252 ат. % в обеих группах. Закладку опыта с изотопом азота, отбор проб растений и почвы, определение общего азота в образцах и последующее определение изотопного состава азота выполняли на масс-спектрометре МИ-1301 (Кореньков, 1999).

Полевой опыт закладывали на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве, имеющей pH_{KCL} 5,5-5,6, P₂O₅ (по Кирсанову) –

139-143 мг/кг, K_2O (по Кирсанову) – 127-137 мг/кг, опытного поля Ивановской ГСХА согласно методике, описанной в книге «Оценка эффективности...» (2000). Посевная площадь делянки – 40 м², учетная – 30 м², повторность четырехкратная, предшественником яровой пшеницы сорта Приокская был картофель. Минеральные удобрения вносили под предпосевную культивацию. Обработку гранул аммиачной селитры БисолбиФитом проводили из расчета 20 г препарата на 2 кг удобрения. Агротехника выращивания пшеницы соответствовала зональной технологии. Уборку урожая осуществляли комбайном «Сампо», данные приводили к 14 % влажности и 100 % чистоте зерна.

Анализы почвы и растений в обоих опытах проведены стандартными агрохимическими методами в аккредитованной лаборатории. Статистическую обработку результатов опыта проводили по программе STAT.

При проведении микрополевого и полевого опытов в 2003 году в мае начальный период вегетации проходил при количестве осадков и среднесуточной температуре воздуха близкой к среднегодовой норме. Во время кущения и трубкования яровой пшеницы (июнь) среднесуточная температура воздуха была на 1-2 °С меньше, а количество осадков в 1,3-1,5 раза больше климатической нормы. В начале вегетации 2004 года количество атмосферных осадков и среднесуточная температура воздуха были близки к среднегодовой норме. Во время кущения и трубкования среднесуточная температура воздуха уступала, а количество осадков значительно превышало климатическую норму. Количество осадков в 2005 году в начале вегетации превышало многолетнюю норму, но среднесуточная температура воздуха уступала ей. С фазы трубкования яровой пшеницы отмечался дефицит атмосферных осадков до уборки зерна.

Интегральным показателем, отражающим условия вегетации растений, служит их урожайность (Шевелуха, 1992), которая зависит от уровня минерального питания и обеспеченности влагой (Жученко, 1990, 2004). В микрополевом опыте урожайность зерна значительно изменялась по годам, что было связано с погодными условиями вегетационного периода. В 2003 году при значительном количестве атмосферных осадков в период активного нарастания биомассы растений получен максимальный сбор зерна яровой пшеницы из всех годов проведения опыта (табл. 3.1.1). С возрастанием доз азотного удобрения масса зерна увеличивалась с 23,8 до 39,0 г/сосуд. Использование микробиологического препарата положительно сказалось на урожайности зерна только при внесении азота в дозе 4,5 г/м².

Во второй год во вторую половину вегетации наблюдался избыток атмосферных осадков, яровая пшеница сформировала меньший урожай зерна. В этих условиях было неэффективно увеличение дозы азота с 4,5 до 9 г/м². Обработка гранул аммиачной селитры препаратом на основе *Bacillus subtilis* Ч-13 увеличила урожайность зерна при дозе 9 г/м². Это, возможно, связано с тем, что при избытке атмосферных осадков абсолютные потери азота при дозе 9 г/м² были меньше и применение препарата положительно отразилось на использовании растениями азота.

В 2005 году при дефиците атмосферных осадков в период интенсивного роста растений сформировалась минимальная масса зерна яровой пшеницы, при этом больший урожай получен при использовании аммиачной селитры, обработанной микробиологическим препаратом «Бисолби-Фит». Вероятно, это связано с влиянием бактерий, входящих в состав препарата, которые, как показано ранее (Воробейков, 1998; Воробьева, 2000; Байрамов, 2000), оказывают стимулирующее воздействие на растения в экстремальных условиях, выражающееся в продуцировании ряда физиологически активных веществ (Кожемяков, Чеботарь, 2005). В результате этого достоверные прибавки урожайности зерна яровой пшеницы от использования препарата составили 4,79 и 5,51 г/сосуд соответственно при изучаемых дозах азотного удобрения.

В среднем за 3 года в микрополевым опыте обработка микробиологическим препаратом гранул аммиачной селитры при обеих дозах ее внесения увеличила массу зерна на 22-25 % (табл. 3.1.1). Практически во все годы проведения микрополевого опыта при использовании микробиологического препарата возрастала масса соломы, в среднем за 3 года прибавка соответствовала значению НСР.

Фитомасса (зерно + солома) яровой пшеницы возрастала при внесении азотного удобрения в обеих дозах. В среднем за 3 года от внесения 4,5 г/м² прибавка составила 16,0 и 19,3 г/сосуд при дозе 9 г/м², при этом использование микробиологического препарата увеличило фитомассу яровой пшеницы по первой дозе на 5,0 и по второй – на 5,3 г/сосуд. Это свидетельствует о том, что в результате нанесения на аммиачную селитру штамма *Bacillus subtilis* Ч-13 создаются лучшие условия для формирования не только массы зерна, но и фитомассы яровой пшеницы. Микробиологический препарат не изменял долю зерна в биологическом урожае, значение хозяйственного коэффициента по всем фонам удобрения составляло 0,37-0,41 (табл. 3.1.1).

Таблица 3.1.1

**Влияние аммиачной селитры и БисолбиФита
на урожайность яровой пшеницы. Микрополевой опыт**

Вариант	Масса, г/сосуд						Прибавка зерна		К _{хоз}
	зерно				со- лома	фито- масса	к фону	от микро- биол. препа- рата	
	2003 г.	2004 г.	2005 г.	сред- няя					
1. Без удобр. (Ф)	23,8	21,9	17,7	21,9	33,6	55,5	-	-	0,40
2. Ф + N _{4,5}	32,3	28,7	22,2	27,7	42,4	70,1	5,8	-	0,38
3. Ф + N _{4,5} m*	37,2	28,7	27,0	30,1	45,1	75,1	8,2	2,4	0,37
4. Ф + N _{9,0}	39,0	28,5	21,9	29,7	43,8	73,5	7,8	-	0,39
5. Ф + N _{9,0} m	35,5	35,4	27,4	32,1	46,7	78,8	10,2	2,4	0,41
P, %	4,0	5,4	2,0	2,7	2,3	1,7			5,6
HCP _{0,5}	4,1	4,7	1,4	2,3	2,8	3,6			0,07

* здесь и далее m означает вариант с нанесением препарата «БисолбиФит» на гранулы аммиачной селитры.

Масса 1000 зерен яровой пшеницы определялась погодными условиями, при которых происходил налив; при недостатке атмосферных осадков она была минимальной. В результате внесения азотного удобрения имела место тенденция возрастания массы 1000 зерен (табл. 3.1.2). Использование микробиологического препарата положительно отразилось на увеличении массы 1000 зерен, особенно явно это прослеживалось при экстремальных для налива зерна погодных условиях 2005 года.

Содержание в зерне сырого белка определяется не только погодными условиями во время налива, но и обеспеченностью растений азотом. Как правило, при использовании средних доз азотного удобрения увеличивается урожайность зерна, а содержание белка в зерне не изменяется, и только внесение высоких его доз приводит к повышению накопления в зерне белка (Павлов, 1984). Примерно аналогичная закономерность по накоплению сырого белка в зерне яровой пшеницы получена в микрополевом опыте при внесении азотного удобрения в обеих дозах. Использование

микробиологического препарата не отразилось на накоплении в зерне сырого белка, поскольку, вероятно, в ограниченном объеме почвы в сосуде растения испытывали дефицит доступного минерального азота для формирования белкового комплекса зерна (Завалин и др., 2007).

Химический состав зерна яровой пшеницы слабо изменялся от использования азотного удобрения (табл. 3.1.2). При достаточном количестве атмосферных осадков в зерне накопилось больше фосфора, чем в год с их недостатком. В среднем за 3 года содержание в зерне фосфора составляло 0,81-0,86 %. Концентрация калия в зерне яровой пшеницы составляла в среднем за 3 года 0,57-0,60 %, без существенных различий как по вариантам опыта, так и по отдельным годам его проведения.

Таблица 3.1.2

**Показатели качества и химический состав зерна
и соломы яровой пшеницы при внесении азотного удобрения.
Среднее за 3 года. Микрополевой опыт**

Вариант	Зерно				Солома		
	Масса 1000 зе- рен, г	Сырой белок	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Без удобр. (Ф)	30,7	10,2	0,83	0,57	0,60	0,23	1,36
2. Ф + N _{4,5}	32,4	9,9	0,83	0,60	0,61	0,25	1,51
3. Ф + N _{4,5} m	34,6	10,1	0,85	0,58	0,61	0,24	1,60
4. Ф + N _{9,0}	32,9	9,7	0,86	0,59	0,62	0,24	1,51
5. Ф + N _{9,0} m	34,2	10,0	0,81	0,61	0,60	0,24	1,70
P, %	1,4						
HCP _{0,5}	1,3						

Дозы азотного удобрения и использование микробиологического препарата практически не изменяли концентрацию азота в соломе яровой пшеницы. Концентрация фосфора, независимо от вариантов опыта, составляла во все годы 0,23-0,25 %. Концентрация калия в соломе возрастала при обработке гранул аммиачной селитры микробиологическим препаратом. Связано это с влиянием микроорганизмов на поглощение корневой системой калия и, как следствие, повышение устойчивости яровой пшеницы к патогенным микроорганизмам (Шульпина, 1998), положительно отразившееся на ее урожайности.

Накопление в урожае азота, фосфора и калия определяется массой зерна и соломы и концентрацией в них элементов минерального питания. Расчеты, проведенные в среднем за 3 года опыта, свидетельствуют о том, что в результате применения азотного удобрения, обработанного препаратом «БисолбиФит», накопление в урожае яровой пшеницы элементов минерального питания возрастало в результате повышения массы зерна и соломы. Вынос азота с урожаем яровой пшеницы возрастал от внесения азотного удобрения с 580 до 845 мг/сосуд (табл. 3.1.3, 3.1.4), а за счет использования биомодифицированного азотного удобрения накопление его в урожае было на 43 % больше по дозе 4,5 кг/м² и на 26 % – по дозе 9 кг/м². При этом в урожае на 16-19 % повысилось накопление азота удобрения, определенное изотопным методом.

Подтверждением большего накопления растениями азота удобрения при нанесении препарата на гранулы аммиачной селитры являются значения коэффициента использования азота, полученные разностным методом и методом с использованием стабильного изотопа (табл. 3.1.3). За счет биомодификации гранул удобрения коэффициент использования азотного удобрения по дозе 4,5 кг/м² увеличился в 1,44 раза по разностному методу и в 1,15 раза по изотопному, по дозе 9 кг/м² – соответственно в 1,28 и 1,22 раза.

Увеличение коэффициента использования азота удобрений, определенное разностным методом, связано с дополнительным использованием растениями азота почвы. Это подтверждают результаты определения источников азота в формировании урожая зерна. Так, при использовании биомодифицированного азотного удобрения увеличилась доля «экстра»-азота в урожае яровой пшеницы при внесении обеих доз удобрения (табл. 3.1.3), но в этом случае, как отмечено ранее, возросла и доля азотного удобрения. «Экстра»-азот (Кореньков, 1999; Назарюк, 2002; Завалин, 2005) может быть как дополнительно минерализованным азотом почвы в результате внесения азотного удобрения, так и биологическим азотом, фиксированным почвенными микроорганизмами, активированными бактериями микробиологического препарата. Поскольку схема опыта не позволяет вычленить долю биологического азота в формировании урожая, то можно допустить, что за счет применения биопрепарата «БисолбиФит» накопление в урожае меченого азота удобрения возросло в одинаковых количествах при обеих дозах. В состав «экстра»-азота, количество которого в урожае яровой пшеницы под действием обеих доз аммиачной селитры увеличилось за счет влияния

биопрепарата, был включен как собственный «экстра»-азот, так и биологический азот, возможно, фиксированный микроорганизмами.

Об эффективности использования растениями азота свидетельствует значение азотного индекса, характеризующего долю азота, накопленного в зерне, от общего его содержания в урожае (Климашевский, 1991). Чем выше значение азотного индекса, тем эффективнее используется азот для формирования хозяйственно ценной части урожая. Хотя и статистически не подтверждается увеличение значения хозяйственного коэффициента (табл. 3.1.3), однако отмечена тенденция его увеличения при использовании биомодифицированного азотного удобрения, что может косвенно подтверждать роль микроорганизмов в перераспределении азота между вегетативными и генеративными органами (Кандаурова, 1997).

Таблица 3.1.3

**Использование яровой пшеницей азота (N), среднее за 3 года.
Микрополевой опыт**

Вариант	Вынос урожаям		КИ Нуд, %		Доля источников N в урожае, %			Азот ный ин- декс
	всего	¹⁵ N	раз- ност- ный	по ¹⁵ N	почва	¹⁵ N удоб- рения	«экст- ра»	
	мг/сосуд							
1. Без удобр. (Ф)	580	-	-	-	100	-	-	0,65
2. Ф + N _{4,5}	741	79	89	44	78	11	11	0,65
3. Ф + N _{4,5} m	810	92	128	51	72	11	17	0,67
4. Ф + N _{9,0}	790	83	58	23	73	11	16	0,66
5. Ф + N _{9,0} m	845	99	74	28	68	12	20	0,67

Таблица 3.1.4

Влияние биомодификации азотного удобрения препаратом на дополнительное использование яровой пшеницей азота, среднее за 3 года. Микрополевой опыт

Вариант	Азот общий		¹⁵ N удобрения	
	мг/сосуд	%	мг/сосуд	%
Ф + N _{4,5} m	69	43	15	19
Ф + N _{9,0} m	55	26	16	20

Накопление в урожае яровой пшеницы за счет внесения азотного удобрения возросло по фосфору в 1,3-1,5 и по калию в 1,3-1,6 раза (табл. 3.1.5), что связано преимущественно с увеличением массы зерна и соломы.

Таблица 3.1.5

**Вынос урожаем яровой пшеницы фосфора и калия, среднее за 3 года.
Микрополевой опыт**

Вариант	P ₂ O ₅			K ₂ O		
	всего, мг/сосуд	за счет микробиологического препарата		всего, мг/сосуд	за счет микробиологического препарата	
		мг/сосуд	%		мг/сосуд	%
1. Без удобр. (Ф)	252	-	-	626	-	-
2. Ф + N _{4,5}	333	-	-	811	-	-
3. Ф + N _{4,5} м	364	31	9,3	950	139	17,1
4. Ф + N _{9,0}	354	-	-	837	-	-
5. Ф + N _{9,0} м	378	24	6,7	999	162	19,3

При использовании биомодифицированного азотного удобрения вынос фосфора с урожаем яровой пшеницы увеличился на 7-9 %, калия – на 17-19 % по обеим дозам аммиачной селитры. Возрастание выноса объясняется улучшением азотного питания растений в результате внесения удобрения, приведшего к росту урожая зерна и массы соломы, в которых в большем количестве накапливались фосфор и калий (Мосолов, 1979), а также за счет увеличения поглощения корневой системой почвенных запасов фосфора и калия при использовании биомодифицированного азотного удобрения.

В полевом опыте урожайность зерна яровой пшеницы в среднем за 3 года изменялась от 18,1 до 30,5 ц/га (табл. 3.1.6), и было показано положительное действие азотного удобрения и биомодифицированного азотного удобрения, как и в микрополевом опыте.

В благоприятном по погодным условиям 2003 году урожайность зерна яровой пшеницы возрастала от внесения азотного удобрения в обеих дозах. От нанесения микробиологического препарата «БисолбиФит» на гранулы аммиачной селитры положительного эффекта в этих условиях не получено. При избытке атмосферных осадков во вторую половину вегетации в 2004 году, наряду с положительным действием азотного удобрения

на урожайность яровой пшеницы, использование биомодифицированного азотного удобрения положительно сказалось на сборе зерна при обеих дозах аммиачной селитры. В 2005 году при повышенном количестве атмосферных осадков в первую половину вегетации и при их дефиците во вторую происходило увеличение урожайности зерна на 2,0-2,1 ц/га.

При обобщении данных в среднем за 3 года установлено, что внесение азотного удобрения в дозе 45 кг/га увеличило урожайность зерна к фону РК на 4,6 ц/га. Повышение дозы азотного удобрения в два раза сопровождалось достоверным увеличением урожайности зерна, прибавка составила 11,0 ц/га. При нанесении препарата «БисолбиФит» на аммиачную селитру в дозе 45 кг/га дополнительный сбор зерна от этого приема составил 1,7 ц/га. При дозе азота 90 кг/га применение препарата обеспечило рост урожайности только на 1 ц/га.

Анализ данных сбора побочной продукции позволил выявить те же закономерности, что и по урожайности зерна. Сбор соломы возрастал при нанесении препарата «БисолбиФит» на аммиачную селитру, однако этот прием не влиял на значение хозяйственного коэффициента (табл. 3.1.6).

Таблица 3.1.6

Влияние аммиачной селитры на урожайность зерна яровой пшеницы, среднее за 2003-2005 гг. Полевой опыт

Вариант	Урожайность, ц/га					K _{хоз}	Прибавка зерна, ц/га	
	Зерно				Со- лома		к фо- ну	от пре- парата
	2003 г.	2004 г.	2005 г.	сред- няя				
1. P ₃₀ K ₄₅ – фон	20,9	16,9	16,5	18,1	18,1	0,50	-	-
2. Фон + N ₄₅	24,7	22,7	20,7	22,7	22,1	0,51	4,6	-
3. Фон + N ₄₅ m	25,8	24,7	22,7	24,4	24,7	0,50	6,3	1,7
4. Фон + N ₉₀	35,9	26,6	24,8	29,1	28,9	0,50	11,0	-
5. Фон + N ₉₀ m	36,2	28,1	26,9	30,5	30,2	0,50	12,4	1,4
<i>HCP₀₅, ц/га</i>	<i>1,3</i>	<i>1,1</i>	<i>1,4</i>	<i>1,3</i>	<i>1,8</i>			

Содержание азота в растениях определялось как применением минеральных удобрений, так и использованием биомодифицированных удобрений (рис. 3.1.1).

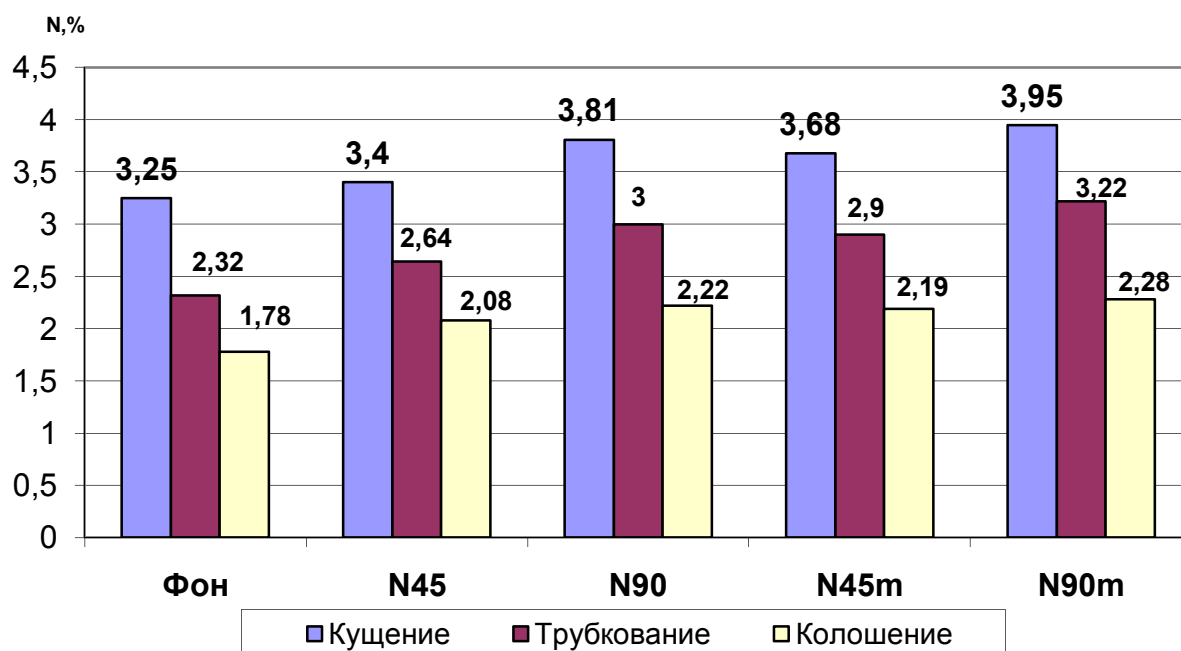


Рис. 3.1.1. Динамика содержания азота в растениях яровой пшеницы, среднее за 3 года

Положительное действие от нанесения микробиологического препарата на аммиачную селитру на содержание азота в растениях начинает проявляться с фазы кущения и сохраняется до колошения. Это свидетельствует об улучшении потребления азота яровой пшеницей из почвы и удобрения, а также за счет возможной его фиксации микроорганизмами из атмосферы.

В полевом опыте содержание сырого белка в зерне яровой пшеницы повышалось при внесении азотного удобрения с 9,4 до 11,5-12,4 % (табл. 3.1.7). Использование биомодифицированного азотного удобрения при дозе аммиачной селитры 45 кг/га обеспечило тенденцию повышения содержания сырого белка в зерне с 11,5 до 12,3 % и с 12,4 до 12,7 % при дозе 90 кг/га. В зерне яровой пшеницы не происходило существенных изменений концентрации фосфора и калия от применения азотного удобрения и его биомодифицированной формы. Азотное удобрение увеличивало концентрацию азота в соломе, при этом отмечена тенденция ее повышения в результате использования биомодифицированного азотного удобрения при дозе 45 кг/га. Концентрация фосфора и калия в побочной продукции от использования азотного удобрения и его биомодифицированной формы не изменялась.

Таблица 3.1.7

**Влияние азотного удобрения на химический состав урожая
яровой пшеницы, % на сухое вещество. Среднее за 3 года.
Полевой опыт**

Вариант	Зерно			Солома		
	сырой белок	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. P ₃₀ K ₄₅ – фон	9,4	0,84	0,60	0,52	0,29	1,10
2. Фон + N ₄₅	11,5	0,85	0,61	0,59	0,30	1,12
3. Фон + N ₄₅ m	12,3	0,86	0,64	0,65	0,32	1,17
4. Фон + N ₉₀	12,4	0,86	0,63	0,69	0,29	1,14
5. Фон + N ₉₀ m	12,7	0,83	0,64	0,70	0,31	1,16

В результате увеличения массы основной и побочной продукции яровой пшеницы и изменения концентрации азота в зерне и соломе при использовании азотного удобрения и нанесения препарата «БисолбиФит» на удобрение вынос азота с урожаем повышался с 38,8 до 89,4 кг/га (табл. 3.1.8).

Таблица 3.1.8

**Действие азотного удобрения и его биомодифицированной формы
на использование растениями яровой пшеницы азота.
Среднее за 3 года. Полевой опыт**

Вариант	Вынос азота, кг/га			Увеличение к фону РК, кг/га	Азотный индекс	КИ Нуд, %
	зерно	солома	зерно + солома			
1. P ₃₀ K ₄₅ – фон	29,7	9,2	38,9	-	0,76	-
2. Фон + N ₄₅	46,2	13,1	59,3	20,4	0,77	46,2
3. Фон + N ₄₅ m	53,6	15,9	69,5	30,6	0,77	68,4
4. Фон + N ₉₀	63,5	18,1	81,6	42,7	0,77	47,9
5. Фон + N ₉₀ m	68,6	20,8	89,4	50,5	0,76	56,3

При этом максимальное увеличение выноса азота с урожаем получено при использовании обработанной аммиачной селитры при дозе 90 кг/га. Возрастание выноса азота в результате применения биомодифицированной аммиачной селитры связано как с вовлечением в агроценоз биологическо-

го азота, фиксированного микроорганизмами, так и использованием растениями почвенных запасов этого элемента, а также повышением использования растениями азота удобрений. Последнее подтверждает значение коэффициента использования азота из удобрения, который возрастал по дозам азотного удобрения соответственно в 1,48 и 1,18 раза (табл. 3.1.8). Это свидетельствует о лучшем использовании растениями азота на формирование урожая яровой пшеницы, при этом сокращаются его потери, что имеет не только экономическое, но и экологическое значение (Кореньков, 1999). Использование биомодифицированной аммиачной селитры не изменяло перераспределения азота между вегетативными и генеративными органами яровой пшеницы: значение азотного индекса было 0,76-0,77.

Был проведен полевой производственный опыт с удобрениями, выпущенными тукосмесительным заводом ООО «Регион-Агро-Волга» (г. Перевоз Нижегородской области), в условиях ООО «Ревезень» Перевозского района Нижегородской области. В опыте использовали аммофос на посевах яровой пшеницы сорта Мис, схема которого предусматривала следующие варианты:

- 1) контроль (без удобрений);
- 2) аммофос ($N_{12}P_{52}$);
- 3) аммофос + БисолбиФит ($N_{12}P_{52}$ m).

В результате производственных испытаний установлено, что при посеве яровой пшеницы с внесением аммофоса улучшались условия для появления всходов, происходило более интенсивное накопление биомассы растений (табл. 3.1.9), что способствовало, особенно за счет преобладания фосфора в составе удобрения, ускорению на 3 суток восковой спелости зерна.

Таблица 3.1.9

**Влияние аммофоса и БисолбиФита
на продуктивность яровой пшеницы**

Вариант	Дата наступления восковой спелости	Густота всходов, шт./м ²	Средняя высота растений в фазу кущения, см	Количество зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, ц/га
Без удобрений	30.07.2011	300	17,5	20	32	16,1
$N_{12}P_{52}$	27.07.2011	320	18,7	23	38	19,4
$N_{12}P_{52}$ m	27.07.2011	330	20,8	27	42	21,2

Использование БисолбиФита положительно сказалось на формировании растений, в частности, на 2 см больше сформировалась высота растений, с 23 до 27 увеличилось количество зерен в колосе. Все это способствовало получению более выполненного зерна (масса 1000 зерен возросла на 10 %). За счет нанесения на гранулы аммофоса БисолбиФита прибавка урожайности зерна составила 1,8 ц/га, или 9,2 %.

Использование аммофоса, обработанного препаратом «БисолбиФит», в производственном опыте обеспечило увеличение урожайности пшеницы по сравнению с обычным (необработанным) удобрением на 1,8 ц/га (рис. 3.1.2). В денежном выражении такая прибавка составила 900 руб./га (табл. 3.1.10).

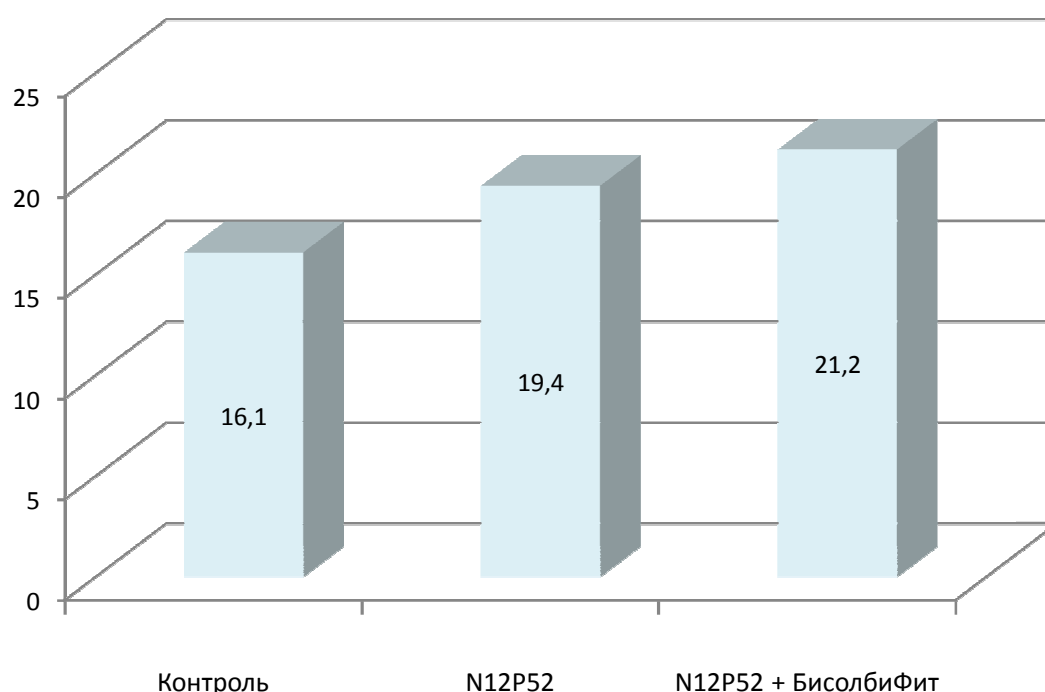


Рис. 3.1.2. Влияние обработки минеральных удобрений препаратом «БисолбиФит» на урожайность яровой пшеницы в производственных условиях ООО «Ревезень», ц/га, 2011 г.

Дополнительные затраты на аммофос, обработанный препаратом «БисолбиФит», в расчете на 1 га составили 115 руб. Следовательно, дополнительная чистая прибыль ООО «Ревезень» от его использования равна 785 руб./га ($900 - 115 = 785$). Таким образом, каждый рубль дополнительных затрат на микробный препарат «БисолбиФит» за счет дополнительной прибавки урожая обеспечил 6,8 руб. чистой прибыли ($785 / 115 = 6,8$).

Таблица 3.1.10

**Сравнительный расчет экономической эффективности применения
аммофоса под яровую пшеницу в условиях ООО «Ревезень»
Нижегородской области***

Показатель		Без обработки БисолбиФитом	С обработкой БисолбиФитом	Отклоне- ние, +/-
Цена за 1 т удобрений, руб.		21 200	23 500	+2300
Затраты на удобрения в расчете на 1 га, руб.		1060	1175	+115
Прибавка урожайности	ц/га	3,3	5,1	+1,8
	руб./га	1650	2550	+900
Прибыль в расчете на 1 га, руб.		590	1375	+785
Рентабельность удобрений, %		56	117	+61

* доза внесения удобрений – 50 кг/га, стоимость продукции – 500 руб./ц.

Сравнительный расчет эффективности удобрений показал, что использование биомодифицированного аммофоса на яровой пшенице рентабельнее, чем применение обычного аммофоса, на 61 %.

В агрофирме «Птицефабрика Сеймовская» Володарского района Нижегородской области оценено действие аммиачной селитры в дозе 100 кг/га (физический вес) в чистом виде, а также с нанесением на ее гранулы БисолбиФита. Изучали также влияние жидкой формы экстрасола в качестве фунгицида в сравнении с тилтом, которыми обрабатывали вегетирующие растения яровой пшеницы сорта Дарья в фазу выхода в трубку.

Испытания показали (табл. 3.1.11), что при использовании химического и биологического фунгицидов полностью исчезали корневые гнили и пятнистости у яровой пшеницы, что обеспечило увеличение урожайности зерна на 3,9-4,7 ц/га.

Таким образом, в микрополеводном опыте установлено, что нанесение на гранулы аммиачной селитры микробиологического препарата «БисолбиФит» на основе штамма *Bacillus subtilis* Ч-13 увеличивает массу зерна и соломы яровой пшеницы, но не влияет на значение хозяйственного коэф-

фициента, массу 1000 зерен и содержание в зерне сырого белка, фосфора и калия. Микробиологический препарат достоверно увеличивает вынос с урожаем азота и калия и обеспечивает тенденцию повышения накопления в нем фосфора, при этом возрастает вынос азота удобрения; коэффициент использования растениями азота, определенный с применением стабильного изотопа ^{15}N , увеличивается в 1,15-1,22 раза.

Таблица 3.1.11

Эффективность применения аммиачной селитры, химических и биологических средств на яровой пшенице

Вариант	Наличие болезней, %		Урожайность, ц/га
	корневые гнили	пятнистости	
Аммиачная селитра	10	18	31,0
Аммиачная селитра + тилт	0	0	34,9
Аммиачная селитра + БисолбиФит + экстрасол	0	0	35,7

В условиях полевого опыта нанесение микробиологического препарата, созданного на основе штамма *Bacillus subtilis* Ч-13, улучшает азотное питание яровой пшеницы, связанное с более высокой концентрацией элементов питания в растениях в период вегетации, что положительно сказывается на повышении урожайности зерна, при этом микробиологический препарат «БисолбиФит» эффективнее при использовании аммиачной селитры в дозе 45 кг/га. Внесение под яровую пшеницу аммиачной селитры, обработанной микробиологическим препаратом, увеличивает коэффициент использования растениями азота удобрения, рассчитанный разностным методом, повышает накопление в урожае не только азота, но и фосфора и калия.

В опытах, проведенных в производственных условиях на серых лесных почвах Нижегородской области, показано, что нанесение БисолбиФита на гранулы аммиачной селитры и аммофоса обеспечивает увеличение урожайности зерна яровой пшеницы на 9-15 % и повышает массу 1000 зерен.

3.2. Ячмень¹

Исследования по оценке эффективности микробиологического препарата «БисолбиФит» проводили на опытном поле ГНУ Смоленского НИИСХ Россельхозакадемии в 2011-2013 гг. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая перед закладкой опыта имела следующие агрохимические показатели (табл. 3.2.1).

Таблица 3.2.1

Агрохимические показатели дерново-подзоистой легкосуглинистой почвы

Почва	Гумус, %	Nмин, мг/кг	Нг, мг-экв/100 г почвы	рН _{КСL} , ед.	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg
					мг/кг		мг-экв /100 г почвы	
2011 год								
Фон 1	2,1	19	3,94	5,4	40	110	5,0	0,85
Фон 2	2,1	20	4,87	5,3	170	105	4,8	0,74
2012 год								
Фон 1	1,9	22	3,95	5,5	49	113	4,9	0,84
Фон 2	1,9	24	4,89	5,5	168	109	4,8	0,74
2013 год								
Фон 1	2,0	21	3,95	5,4	47	108	5,0	0,83
Фон 2	2,0	23	4,87	5,4	166	106	4,8	0,73

Определение гумуса в почве проводили по методу Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91), рН солевой вытяжки – потенциометрическим методом (ГОСТ 26423-85), гидролитической кислотности – по Каппену в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26212-91), азота нитратов – ионометрическим методом (ГОСТ 26951-86), азота обменного аммония – фотометрическим методом (ГОСТ 26489-85), подвижных соединений фосфора и калия – по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26207-91), обменных кальция и магния – комплексонометрическим методом (ГОСТ 26487-85).

¹ Подраздел 3.2 написан совместно с Черновой Л. С. и Гавриловой А. Ю.

В растительных образцах содержание азота определяли фотометрическим методом (ГОСТ 13496.4-93), фосфора – фотометрическим методом (ГОСТ 26657-97), калия – пламенно-фотометрическим методом (ГОСТ 30504-97). Фенологические наблюдения и биометрию проводили в фазы кущения, трубкования, колошения, цветения и полной спелости зерна. Высоту растений определяли путем измерения линейкой от поверхности почвы до верхушки колоса.

Показатели структуры урожая определяли по методике Госсортосети (Федин, 1985).

Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа с использованием программы STAT VIUA.

В опыте изучали четыре комплексных удобрения: аммофос ($N_{12}P_{52}$), азофоски с разным содержанием основных элементов питания $N:P:K$ ($N_{13}P_{19}K_{19}$ и $N_{15}P_{15}K_{15}$) и диаммофоску ($N_{10}P_{26}K_{26}$). Эффективность минеральных удобрений оценивали на двух фонах, различающихся обеспеченностью почв подвижным фосфором. На фоне 1 содержание подвижного фосфора в годы исследований составило 40-45 мг/кг, на фоне 2 – 166-170 мг/кг почвы. На каждом фоне изучали эффективность биологической модификации минеральных удобрений микробиологическим препаратом «БисолбиФит», созданным на основе ризосферных микроорганизмов, принадлежащих к роду *Bacillus subtilis* штамм Ч-13 (табл. 3.2.2).

Таблица 3.2.2

Схема опыта по оценке эффективности биологической модификации минеральных удобрений

Вариант	Фон 1	Фон 2
1. Контроль	Низкое содержание подвижного фосфора (40-49 мг/кг почвы)	Высокое содержание подвижного фосфора (166-170 мг/кг почвы)
2. БисолбиФит		
3. $N_{12}P_{52}$		
4. $N_{12}P_{52}$ m (+ БисолбиФит)		
5. $N_{13}P_{19}K_{19}$		
6. $N_{13}P_{19}K_{19}$ m (+ БисолбиФит)		
7. $N_{10}P_{26}K_{26}$		
8. $N_{10}P_{26}K_{26}$ m (+ БисолбиФит)		
9. $N_{15}P_{15}K_{15}$		
10. $N_{15}P_{15}K_{15}$ m (+ БисолбиФит)		

Повторность опыта 5-кратная. Посевная площадь делянки – 2 м², учетная – 1 м². Размещение делянок в опыте рендомизированное. Культура – яровой ячмень сорта Гонар. Норма высева – 500 зерен на 1 м², что соответствует 5 млн шт./га.

Дозы удобрений эквивалентны внесению N₄₅P₄₅K₄₅, кроме аммофоса (N₄₅P₄₅), которые рассчитывали по фосфору из расчета 45 кг д.в./га, что соответствует 4,5 г/м². Дозы по азоту выравнивали добавлением аммиачной селитры до 4,5 г/м². Микробиологический препарат «БисолбиФит» наносили на минеральные удобрения в день их внесения из расчета 5 г на 1 кг удобрений.

В варианте опыта № 2 микробиологический препарат «БисолбиФит» вносили в гранулированном виде из расчета 15 г на 1 м² или 150 кг/га.

Погодные условия в годы исследований различались по среднесуточной температуре воздуха и сумме осадков за вегетационный период. Среднесуточная температура воздуха в мае (период от фазы всходов растений ячменя до фазы кущения) была близка к среднемноголетнему значению (12,2 °С), за исключением 2013 года. В июне, когда происходит активное нарастание биомассы, отмечались колебания температуры воздуха в пределах 1,0-2,5 °С по сравнению со среднемноголетним показателем (15,9 °С). В фазу формирования и начала налива зерна в июле 2013 года среднесуточная температура воздуха соответствовала его среднемноголетнему значению (17,1 °С), в остальные годы превышала его на 2,3-3,3 °С. При среднемноголетней среднесуточной температуре воздуха в августе 15,8 °С во все годы исследований она превышала норму на 0,7-1,0 °С и составляла 16,5-16,8 °С.

Количество атмосферных осадков в мае 2012 года было ниже нормы (60 мм) на 16 мм, в 2011 и 2012 гг. превышало ее на 32 и 54 мм (92 и 114 мм соответственно). В июне, когда происходит формирование корневой системы ячменя, во все годы исследований количество осадков было выше среднемноголетних (87 мм) на 13-58 мм. Июль, наоборот, характеризовался резким недостатком влаги в 2012 году (24 мм) и средним недостатком в 2011 и 2013 гг. – 79 и 88 мм соответственно при норме 96 мм. Август 2011 года был умеренно влажным, в 2012 году атмосферных осадков выпало значительно больше (137 мм) среднемноголетних (85 мм), а в 2013 году наблюдался существенный недостаток влаги (31 мм).

Условный показатель увлажнения территории – гидротермический коэффициент ГТК (отношение суммы осадков к их испаряемости, выра-

женной суммой положительных температур воздуха за период выше 10 °С, уменьшенной в 10 раз). Для территории Смоленской области он изменяется от 1,5 до 1,7. Влагообеспеченность при таких ГТК достаточная. Вегетационный период 2011 года можно характеризовать как благоприятный по влагообеспеченности территории, за исключением мая (ГТК = 2,6). Развитие растений ячменя в мае и июле 2012 года происходило в засушливых условиях (ГТК = 1,1 и 0,4 соответственно), а июнь и август, наоборот, были переувлажненными (ГТК = 3,4 и 2,7 соответственно). В начале вегетации 2013 года наблюдался избыток влаги (ГТК = 2,3), к концу вегетационного периода – ее недостаток (ГТК = 0,6).

Различные погодные условия в годы проведения опыта оказали воздействие на урожайность зерна ячменя. Минимальная урожайность получена в 2011 году. Во все годы исследований проявлялось положительное действие на урожайность минеральных удобрений, микробиологического препарата и обеспеченности почвы подвижным фосфором (табл. 3.2.2). Без внесения минеральных удобрений при размещении ячменя на почве, характеризующейся повышенным содержанием подвижного фосфора, урожайность зерна увеличивалась на 16-33 %, или на 20 % в среднем за 3 года. Это подтверждают ранее полученные данные об отзывчивости ячменя на улучшение обеспеченности почвы подвижным фосфором (Гусева, 2012; Кулаковская, 1990; Кутровский, 2009; Turk, 2003).

Внесение микробиологического препарата в почву способствовало повышению сбора зерна ячменя на фоне с низкой обеспеченностью почвы подвижным фосфором в 2011 и 2013 гг. на 15 и на 13 % соответственно. Эффективность БисолбиФита на почве с повышенным содержанием подвижного фосфора в почву в годы проведения опыта изменялась от 6 до 14 %. На обеих почвах абсолютные прибавки от использования микробиологического препарата в среднем за 3 года составили 12 и 21 г/м², или 7 и 10 % (табл. 3.2.3).

Ячмень – культура короткого вегетационного периода, хорошо отзывается на улучшение условий минерального питания, создаваемого за счет внесения удобрений (Глуховцев, 2012; Гребенщиков, 2005; Конова, 2010; Кошеляев, 2006). Во все годы проведения исследований применение минеральных удобрений обеспечило увеличение урожайности зерна ячменя, составившее в среднем за 3 года на фоне с низкой обеспеченностью подвижным фосфором от 58 до 102 г/м², на фоне с повышенным содержанием фосфора – от 50 до 98 г/м², что соответствует 32-56 и 23-44 % (табл. 3.2.3).

Более высокие абсолютные и относительные прибавки характерны для почвы с низкой обеспеченностью подвижным фосфором, поскольку в этих условиях лучше проявляется действие вносимых минеральных удобрений (Афанасьев, 2003; Зимин, 2001; Кутровский, 2009; Уразалиев, 2003; Mehrvarz, 2008). Из изучаемых форм минеральных удобрений более эффективными по действию на урожайность зерна ячменя были удобрения, в состав которых включены три элемента: азот, фосфор и калий, то есть ДАФК и АЗФК. От аммофоса, не содержащего в составе калий, прибавка урожайности получена меньше (табл. 3.2.3).

Таблица 3.2.3

**Влияние биологизации минеральных удобрений
на урожайность зерна ярового ячменя, г/м²**

Вариант	2011 год		2012 год		2013 год		Среднее	
	Плодородие почвы							
	фон 1	фон 2	фон 1	фон 2	фон 1	фон 2	фон 1	фон 2
1. Контроль	116	154	248	287	181	218	182	220
2. БисолбиФит	133	175	245	305	205	242	194	241
3. N ₁₂ P ₅₂	154	189	305	325	261	295	240	270
4. N ₁₂ P ₅₂ m	197	227	334	363	303	325	278	305
5. N ₁₃ P ₁₉ K ₁₉	186	232	329	365	273	313	263	303
6. N ₁₃ P ₁₉ K ₁₉ m	233	266	381	436	332	358	315	353
7. N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆	202	240	345	385	295	330	281	318
8. N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆ m	253	272	360	420	340	366	318	353
9. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	192	231	359	384	302	338	284	318
10. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ m	240	270	376	429	345	364	320	354
HCP ₀₅ (A)*	6		14		4		8	
HCP ₀₅ (B)	10		21		7		13	
HCP ₀₅ (C)	6		14		4		8	

* фактор А – уровень плодородия почвы (фон 1 и 2), фактор В – минеральные удобрения, фактор С – модификатор минеральных удобрений.

Использование под ячмень биомодифицированных БисолбиФитом минеральных удобрений во все годы проведения опыта обеспечило увеличение массы зерна ячменя, достигающее в среднем за 3 года по аммофосу на почве с низким содержанием подвижного фосфора 16 %, а на почве с высоким – 12 % (рис. 3.2.1).

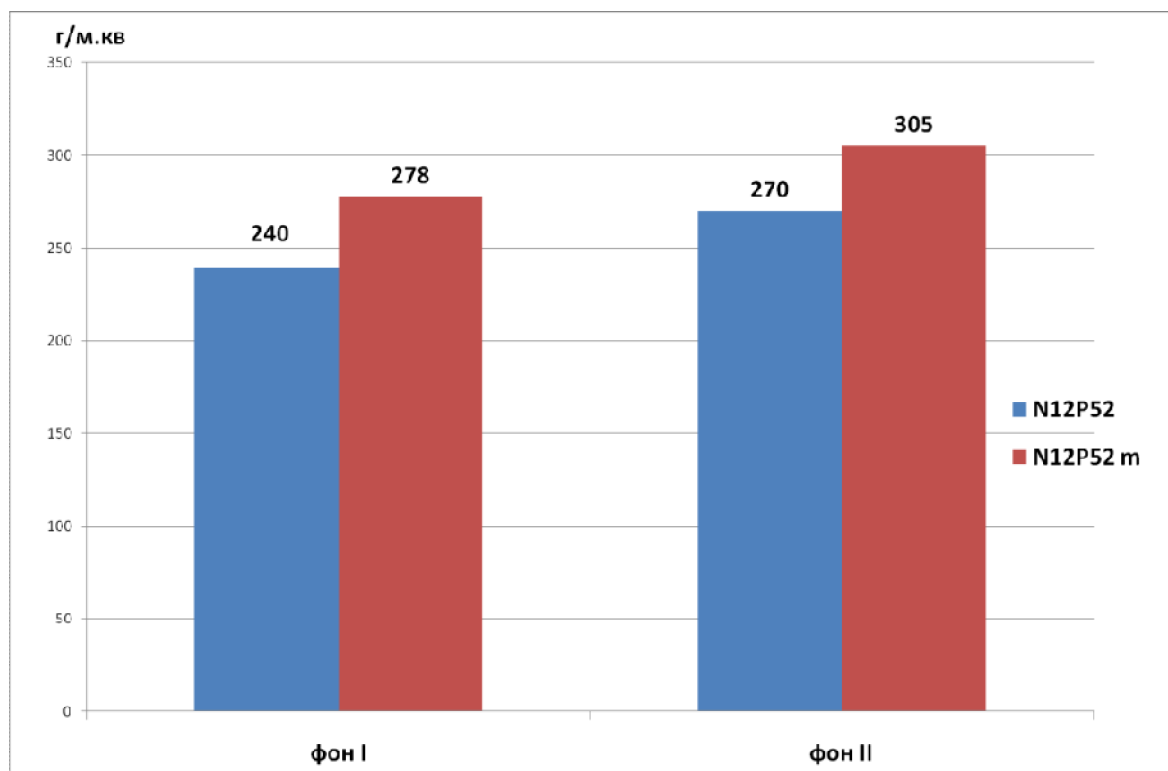


Рис. 3.2.1. Влияние модификации $N_{12}P_{52}$ на урожайность ячменя (в среднем за 2011-2013 гг.)

От нанесения микробиологического препарата на гранулы азофоски, содержащей $N_{13}P_{19}K_{19}$, прибавка на фоне 1 в среднем за 3 года составила 20 %, на фоне 2 – 12 % (рис. 3.2.2).

При использовании под ячмень азофоски, в составе которой содержание NPK по 15 %, прибавки от биологической модификации препаратом «БисолбиФит» на фоне 1 составили 13 %, на фоне 2 – 11 % (рис. 3.2.3).

От применения диаммофоски, обработанной микробиологическим препаратом «БисолбиФит», дополнительный сбор зерна ячменя на почве с низкой обеспеченностью подвижным фосфором составил 37 г/м^2 (на 13 % больше), с повышенным содержанием фосфора – 35 г/м^2 (на 11 % больше) (рис. 3.2.4).

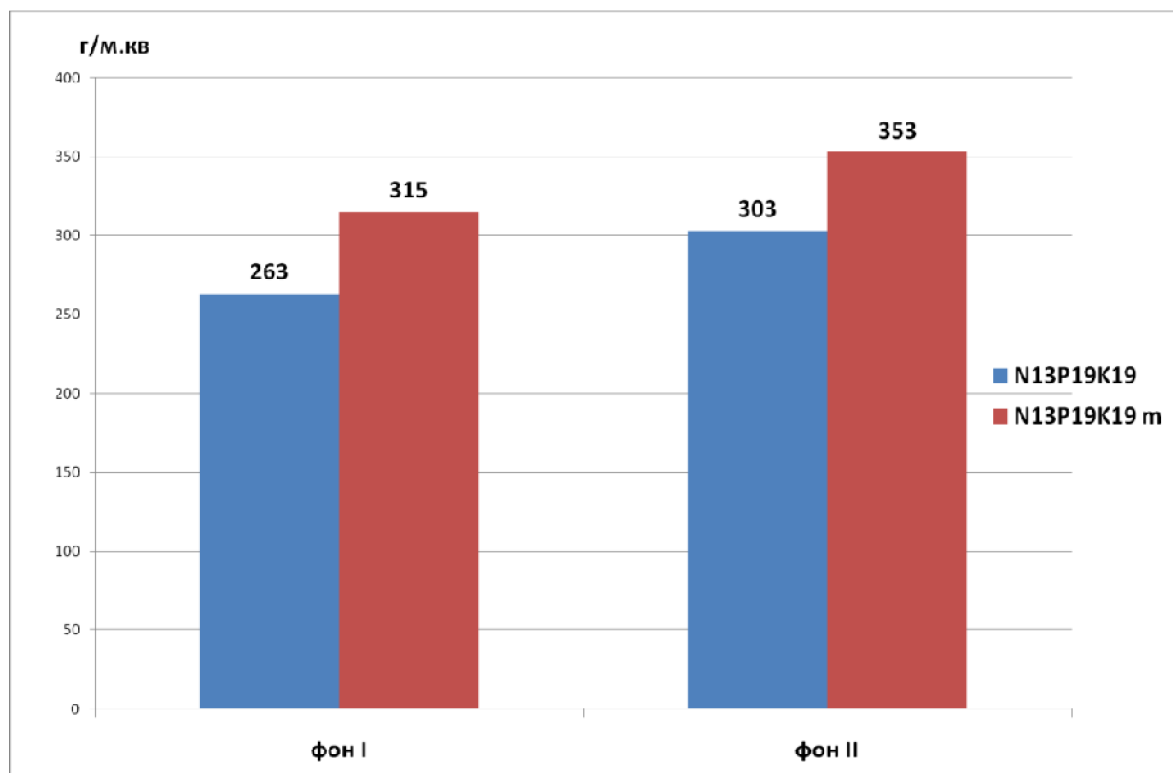


Рис. 3.2.2. Влияние модификации $N_{13}P_{19}K_{19}$ на урожайность ячменя (в среднем за 2011-2013 гг.)

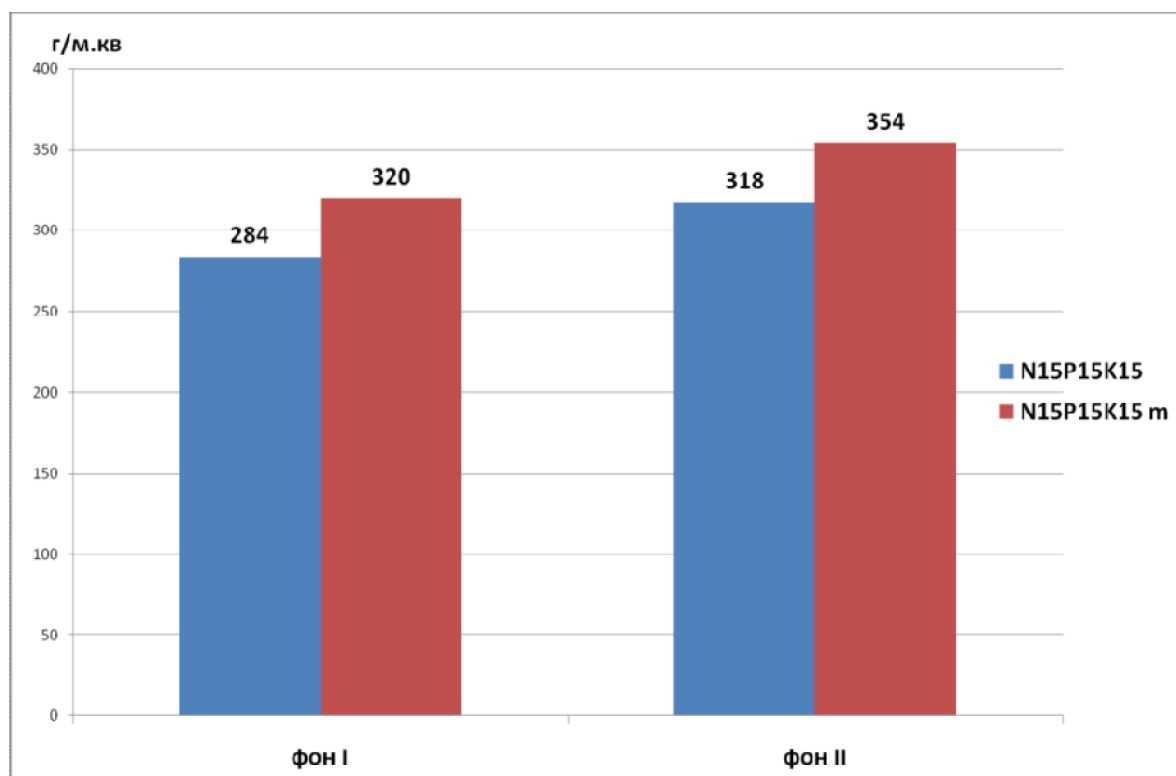


Рис. 3.2.3. Влияние модификации $N_{15}P_{15}K_{15}$ на урожайность ячменя (в среднем за 2011-2013 гг.)

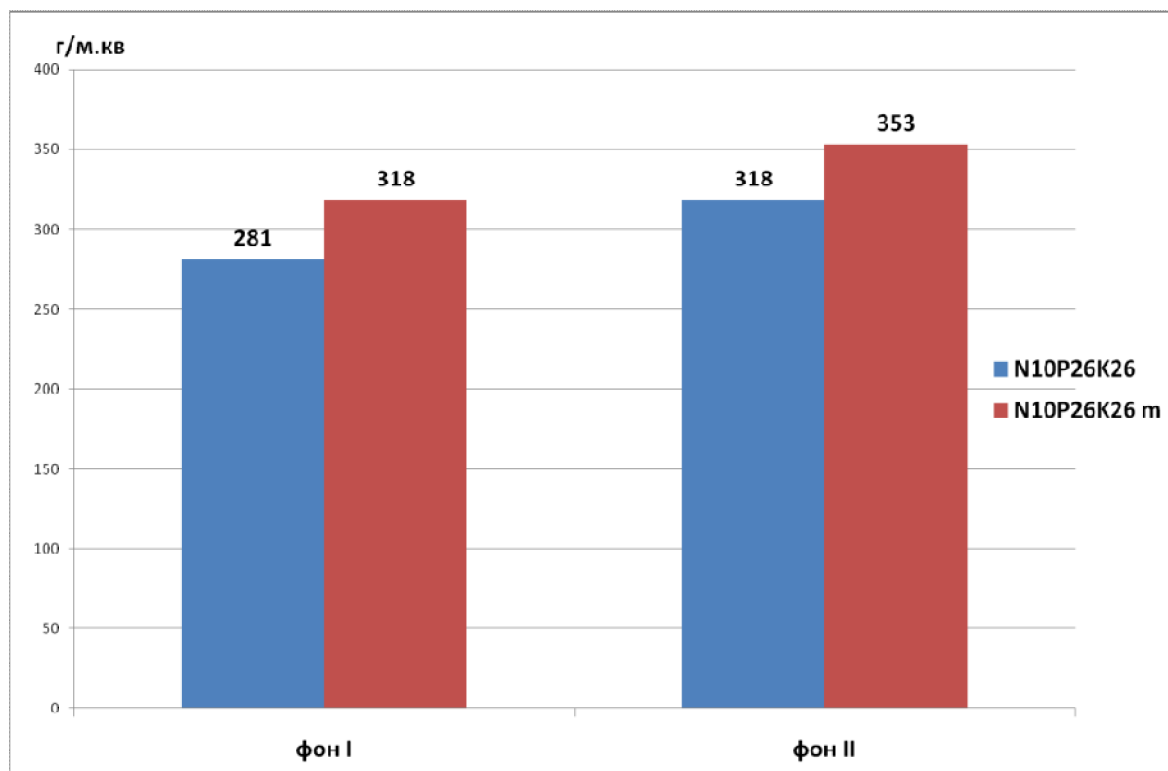


Рис. 3.2.4. Влияние модификации N₁₀P₂₆K₂₆ на урожайность ячменя (в среднем за 2011-2013 гг.)

В результате улучшения минерального питания растений за счет внесения под ячмень как обычных сложных минеральных удобрений, так и обработанных микробиологическим препаратом «БисолбиФит» (биомодифицированных) наблюдалось увеличение массы побочной продукции (соломы) во все годы проведения опыта (табл. 3.2.4). В среднем за 3 года исследований от использования микробиологического препарата масса соломы возрастала на обоих фонах на 11-14 %.

Увеличение массы соломы ячменя происходило практически адекватно росту урожайности зерна, поэтому слабо отразилось на изменении соотношения доли зерна к биологическому урожаю, характеризуемого показателем $K_{хоз}$, который в большей степени определяется генетическими особенностями растений и в меньшей – условиями их минерального питания (Климашевский, 1991). Вместе с тем внесение минеральных удобрений, особенно с преобладанием в их составе азотного компонента, увеличило долю побочной продукции, а фосфорный и калийный компонент повышали долю зерна (Павлов, 1984). При выращивании ячменя на почве с повышенным содержанием подвижного фосфора полученное значение хозяйственного коэффициента в среднем по всем вариантам достоверно

больше по сравнению со слабообеспеченной фосфором почвой (табл. 3.2.5). Этот факт подтверждает, что улучшение обеспеченности почвы подвижным фосфором способствует формированию в урожае ячменя большей доли зерна. Внесение микробиологического препарата и различных форм минеральных удобрений не отразилось на соотношении зерна и соломы ячменя, за исключением использования обработанной микробиологическим препаратом диаммофоски, от применения которой на обеих почвах, различающихся обеспеченностью подвижным фосфором, возрас- тала доля зерна.

Таблица 3.2.4

**Сбор соломы ячменя при использовании
минеральных удобрений и микробиологического препарата, г/м²**

Вариант	2011 год		2012 год		2013 год		Среднее	
	Плодородие почвы							
	фон 1	фон 2	фон 1	фон 2	фон 1	фон 2	фон 1	фон 2
1. Контроль	145	171	325	351	235	290	235	271
2. БисолбиФит	154	205	388	388	264	310	269	301
3. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	211	191	443	488	326	366	327	348
4. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ m	252	270	498	501	382	401	377	391
5. N ₁₃ P ₁₉ K ₁₉	219	283	466	548	339	391	341	407
6. N ₁₃ P ₁₉ K ₁₉ m	268	319	530	582	418	430	405	444
7. N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆	246	310	497	434	384	429	376	391
8. N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆ m	288	302	518	455	374	451	393	403
9. N ₁₂ P ₅₂	215	270	482	526	399	416	365	404
10. N ₁₂ P ₅₂ m	274	308	508	563	445	437	409	436
HCP ₀₅ (A)	7		15		9		11	
HCP ₀₅ (B)	12		24		16		18	
HCP ₀₅ (C)	7		15		10		12	

Изменения урожайности зерна связаны с элементами его структуры (Гулидова, 2001; Михайлова, 2008), в первую очередь с продуктивной кустистостью, высотой растений и длиной колоса (табл. 3.2.5).

Таблица 3.2.5

Элементы структуры урожая ячменя. Среднее за 3 года

Вариант	K _{хоз}		Продуктив- ная кусти- стость		Длина колоса, см		Высота растений, см	
	Плодородие почвы							
	фон 1	фон 2	фон 1	фон 2	фон 1	фон 2	фон 1	фон 2
1. Контроль	0,44	0,45	1,2	1,3	6,4	6,9	37,2	44,1
2. БисолбиФит	0,43	0,45	1,3	1,3	7,0	7,2	40,1	48,0
3. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	0,42	0,45	1,3	1,4	7,5	7,4	44,4	46,4
4. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ m	0,43	0,44	1,5	1,5	7,9	8,0	46,6	48,2
5. N ₁₃ P ₁₉ K ₁₉	0,44	0,43	1,5	1,3	7,8	7,3	47,0	48,6
6. N ₁₃ P ₁₉ K ₁₉ m	0,44	0,44	1,6	1,4	8,0	8,5	48,8	52,1
7. N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆	0,43	0,45	1,5	1,4	7,9	7,3	46,4	48,8
8. N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆ m	0,45	0,47	1,6	1,7	7,9	8,2	47,5	49,8
9. N ₁₂ P ₅₂	0,44	0,44	1,6	1,4	7,2	7,3	46,2	49,6
10. N ₁₂ P ₅₂ m	0,45	0,45	1,8	1,8	7,3	8,1	48,1	51,2
HCP ₀₅ (A)	0,1		0,01		0,3		1,2	
HCP ₀₅ (B)	0,2		0,02		0,5		1,9	
HCP ₀₅ (C)	0,1		0,01		0,3		1,2	

Улучшение условий минерального питания растений ячменя за счет внесения аммофоса, азофоски и диаммофоски, а также применения микробиологического препарата способствовало увеличению продуктивной кустистости на почве с низким содержанием подвижного P_2O_5 с 1,2 до 1,5-1,8. На более плодородной почве увеличение продуктивной кустистости происходило при внесении минеральных удобрений, обработанных БисолбиФитом.

Внесение под ячмень всех изучаемых форм удобрений повысило длину колоса, составившую на почве с низким содержанием подвижного фосфора 0,8-1,6 см, с высоким – 0,5-1,6 см (табл. 3.2.5). Независимо от содержания в почве подвижного фосфора применение микробиологического препарата «БисолбиФит» повышало длину колоса, что отразилось на величине урожайности зерна.

Высота растений отражает условия выращивания ячменя (Жученко, 2008), среди которых значительное место занимает снабжение элементами питания. В результате внесения под ячмень исследуемых в опыте сложных удобрений и микробиологического препарата высота растений ячменя увеличилась на почве с низким содержанием подвижного фосфора с 37,2 до 46,0-47,5 см, или на 24-27 % (табл. 3.2.5). При высоком содержании подвижного фосфора в почве это увеличение с 44 до 48-52 см составило 9-12 %. Внесение микробиологического препарата в почву повысило на 3-4 см высоту растений на обеих почвах, а при нанесении его на гранулы минеральных удобрений этот процесс был менее выражен.

Качество зерна определяется совокупностью факторов: сортовыми особенностями, уровнем плодородия почвы, агротехникой возделывания, в том числе применением удобрений (Былков, 2002; Лапа, 2000; Мельникова, 2011; Пасынков, 2011; Ториков, 2011, 2012). Среди показателей качества ячменя важнейшее значение имеют масса 1000 зерен, содержание сырого белка, экстрактивность (Абрамова, 2013; Внукова, 2006; Позняк, 2011; Тихонов, 2007). Масса 1000 зерен характеризует выполненность и размер зерна и определяется технологией выращивания и погодными условиями в период созревания (Дериглазова, 2012). При выращивании ячменя на почве, характеризующейся высоким содержанием подвижного фосфора, зерно имело массу 1000 зерен 42,4 г, что на 1,7 г больше по сравнению с зерном, выращенным на почве с низким содержанием подвижного фосфора (табл. 3.2.6). На обеих почвах применение микробиологического препарата увеличило массу 1000 зерен ячменя на 0,7-0,9 г. Улучшение условий минерального питания ячменя за счет применения сложных удобрений обеспечило получение более выполненного зерна. Нанесение на гранулы минеральных удобрений микробиологического препарата «БисолбиФит» способствовало дальнейшему росту массы 1000 зерен ячменя (табл. 3.2.6), за исключением модифицированного аммофоса на почве с высоким содержанием подвижного фосфора.

Зерно ячменя сорта Гонар относится к типу пивоваренного и ценного по качеству. Согласно ГОСТ 5060-86, зерно ячменя, поставляемое для пивоварения, должно содержать не более 12 % белка. Высокорентабельным является зерно с содержанием белка 9-12 %, но не менее 8 %, так как определенный минимум белковых веществ необходим для питания дрожжей, образования стойкой пены, создания вкуса и букета пива (Внукова, 2006). Содержание белка в зерне ячменя под влиянием вносимых удобрений возрас-

тало на почве с низким содержанием подвижного фосфора с 9,0 до 10,3 %, с высоким – с 10,0 до 10,5 %. Применение БисолбиФита не оказало существенного воздействия на изменение белковости зерна ячменя, поскольку микробиологический препарат повышал урожайность, а имеющихся в почве доступных соединений азота было недостаточно для повышения содержания белка в зерне (Павлов, 1984).

Таблица 3.2.6

Показатели качества зерна ячменя. Среднее за 3 года

Вариант	Масса 1000 зерен, г		Сырой белок, %		Экстрактивность, %	
	Плодородие почвы					
	фон 1	фон 2	фон 1	фон 2	фон 1	фон 2
1. Контроль	35,0	40,8	9,0	10,0	80	81
2. БисолбиФит	36,3	41,7	9,5	10,2	80	80
3. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	37,1	41,3	9,8	10,1	80	81
4. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ m	38,2	41,3	10,3	10,8	79	80
5. N ₁₃ P ₁₉ K ₁₉	40,0	43,4	10,3	10,1	80	81
6. N ₁₃ P ₁₉ K ₁₉ m	40,7	44,7	10,3	10,3	80	80
7. N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆	40,6	42,6	9,5	9,8	80	81
8. N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆ m	42,8	43,5	10,0	10,5	80	80
9. N ₁₂ P ₅₂	39,9	41,7	9,2	9,4	81	81
10. N ₁₂ P ₅₂ m	40,7	43,0	9,8	10,0	81	81
HCP ₀₅ (A)	0,7		0,12		0,23	
HCP ₀₅ (B)	1,2		0,18		0,36	
HCP ₀₅ (C)	0,7		0,12		0,23	

Результирующим показателем характеристики пивоваренного зерна является его экстрактивность – количество сухих веществ, способных переходить под воздействием ферментов ячменного солода из размолотого зерна в водный раствор; чем выше экстрактивность зерна, тем больше выход пива (Мельникова, 2011; Пасынков, 2011). Расчет показателя экстрактивности производили по формуле $\mathcal{E} = K - 0,85 B + 0,15 A$, где K – кон-

станта, равная 83 для двурядных ячменей; Б – содержание сырого белка в зерне, %; А – масса 1000 зерен, г (Лепайыз, 1980). Установлено, что экстрактивность зерна ячменя не изменялась от удобрений и составляла 80-81 % (табл. 3.2.6), что соответствует Европейскому стандарту для лучших пивоваренных сортов (Тихонов, 2007).

В результате использования под ячмень минеральных удобрений и микробиологического препарата «БисолбиФит» изменялось содержание элементов питания в основной и побочной продукции (табл. 3.2.7). В частности, при внесении исследуемых удобрений содержание азота в зерне ячменя возрастало на 0,14-0,24 % на почве с низким содержанием подвижного фосфора. На почве с высоким содержанием фосфора концентрация азота практически не изменялась, поскольку на ней был сформирован больший урожай зерна, что привело к ростовому разбавлению концентрации азота (Мосолов, 1979). Использование микробиологического препарата путем внесения его в почву или нанесения на гранулы минеральных удобрений ($N_{12}P_{52}$, $N_{10}P_{26}K_{26}$) увеличило концентрации азота в зерне ячменя на обеих по обеспеченности подвижным фосфором почвах.

Таблица 3.2.7

Содержание основных элементов питания в зерне и соломе ячменя в фазу полной спелости, %. Среднее за 3 года

Вариант	Азот (N)		Фосфор (P ₂ O ₅)		Калий (K ₂ O)	
	Уровень плодородия почвы					
	фон 1	фон 2	фон 1	фон 2	фон 1	фон 2
	Зерно					
1. Контроль	1,58	1,75	0,95	0,95	0,70	0,66
2. БисолбиФит	1,67	1,79	1,04	1,00	0,76	0,74
3. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	1,72	1,77	0,94	0,94	0,73	0,66
4. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ m	1,80	1,90	0,98	1,02	0,73	0,72
5. N ₁₃ P ₁₉ K ₁₉	1,82	1,78	0,96	0,94	0,64	0,66
6. N ₁₃ P ₁₉ K ₁₉ m	1,81	1,81	1,01	1,01	0,65	0,66
7. N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆	1,66	1,73	0,95	0,87	0,67	0,65
8. N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆ m	1,75	1,85	0,95	0,94	0,68	0,70
9. N ₁₂ P ₅₂	1,61	1,65	1,00	0,95	0,64	0,61
10. N ₁₂ P ₅₂ m	1,73	1,75	1,01	0,96	0,64	0,64

Вариант	Азот (N)		Фосфор (P ₂ O ₅)		Калий (K ₂ O)	
	Уровень плодородия почвы					
	фон 1	фон 2	фон 1	фон 2	фон 1	фон 2
<i>НСП₀₅ (А)</i>	0,02		0,02		0,02	
<i>НСП₀₅ (В)</i>	0,03		0,03		0,03	
<i>НСП₀₅ (С)</i>	0,02		0,02		0,02	
	Солома					
1. Контроль	0,66	0,82	0,37	0,35	1,09	1,15
2. БисолбиФит	0,77	0,83	0,41	0,43	1,20	1,30
3. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	0,76	0,82	0,36	0,34	1,04	1,13
4. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ m	0,86	0,86	0,42	0,43	1,22	1,21
5. N ₁₃ P ₁₉ K ₁₉	0,71	0,76	0,36	0,30	1,22	1,35
6. N ₁₃ P ₁₉ K ₁₉ m	0,76	0,80	0,37	0,33	1,39	1,40
7. N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆	0,75	0,76	0,32	0,31	1,33	1,32
8. N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆ m	0,81	0,76	0,38	0,39	1,31	1,50
9. N ₁₂ P ₅₂	0,77	0,78	0,33	0,30	1,19	1,38
10. N ₁₂ P ₅₂ m	0,82	0,82	0,38	0,32	1,34	1,45
<i>НСП₀₅ (А)</i>	0,02		0,02		0,02	
<i>НСП₀₅ (В)</i>	0,03		0,03		0,03	
<i>НСП₀₅ (С)</i>	0,02		0,02		0,02	

Концентрация фосфора в зерне ячменя на обеих почвах имела тенденцию к возрастанию при использовании микробиологического препарата как при внесении в почву, так и при нанесении его на гранулы минеральных удобрений и изменялась в пределах 0,94-1,10 % P₂O₅. Содержание калия в зерне ячменя составляло 0,61-0,73 %, отмечено лишь слабое его увеличение от использования микробиологического препарата.

В соломе ячменя концентрация азота по вариантам опыта изменялась от использования удобрений и микробиологического препарата от 0,66 до 0,82 %, фосфора – от 0,35 до 0,43 % и калия – от 1,04 до 1,50 % (табл. 3.2.7). Более значимые изменения концентрации основных элементов питания в соломе характерны для калия, что, вероятно, связано с влиянием микроорганизмов, входящих в состав микробиологического препарата, на

потребление этого элемента из почвы, основная доля которого в урожае зерновых накапливается в соломе.

Изменения массы зерна ячменя и соломы и содержания в них элементов питания отразились на накоплении в урожае азота, фосфора и калия (табл. 3.2.8-3.2.10). В среднем по всем вариантам накопление азота в урожае ячменя, возделываемого на почве с высоким содержанием подвижного фосфора, в 1,14 раза больше, чем на почве с низкой обеспеченностью подвижным фосфором, накопление фосфора выше в 1,08 раза и калия – в 1,16 раза соответственно. На обеих почвах применение под ячмень минеральных удобрений в результате повышения урожайности зерна и соломы и изменения их химического состава способствовало накоплению в биомассе азота, фосфора и калия. Так, накопление азота возросло при выращивании ячменя на почве с высоким содержанием подвижного фосфора в 1,2-1,4 раза, с низким – в 1,5-1,7 раза (табл. 3.2.8), фосфора – в 1,3-1,6 и 1,3-1,4 раза (табл. 3.2.9), калия – в 1,4-1,8 и 1,3-1,6 раза (табл. 3.2.10) соответственно.

Таблица 3.2.8

Накопление азота в урожае ячменя. Среднее за 3 года

Вариант	Накопление N в урожае (зерно + солома), г/м ²		Доля N зерна от общего накопления N, %		Коэффициент использования растениями N из удобрений, %	
	Плодородие почвы					
	фон 1	фон 2	фон 1	фон 2	фон 1	фон 2
1. Контроль	4,40	5,89	65	64	-	-
2. БисолбиФит	5,25	6,70	62	64	-	-
3. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	6,56	7,32	63	64	48	32
4. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ m	8,13	8,91	62	64	64	49
5. N ₁₃ P ₁₉ K ₁₉	7,06	8,33	67	65	59	54
6. N ₁₃ P ₁₉ K ₁₉ m	8,67	9,77	65	65	76	68
7. N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆	7,45	8,39	62	65	68	56
8. N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆ m	8,70	9,53	64	67	77	63
9. N ₁₂ P ₅₂	7,41	8,29	62	63	67	53
10. N ₁₂ P ₅₂ m	8,82	9,69	62	63	79	67

На обеих почвах внесение микробиологического препарата «БисолбиФит» в почву увеличивало накопление элементов питания в урожае ячменя (табл. 3.2.8-3.2.10), которое связано с положительным его воздействием на урожайность зерна и массу соломы. Положительным было действие микробиологического препарата на накопление в урожае элементов питания при нанесении его на гранулы исследуемых минеральных удобрений.

Таблица 3.2.9

Накопление фосфора в урожае ячменя. Среднее за 3 года

Вариант	Накопление P ₂ O ₅ в урожае (зерно + солома), г/м ²		Доля P ₂ O ₅ в зерне от общего накопления P ₂ O ₅ , %		Коэффициент использования растениями P ₂ O ₅ из удобрений, %	
	Плодородие почвы					
	фон 1	фон 2	фон 1	фон 2	фон 1	фон 2
1. Контроль	2,57	3,00	66	68	-	-
2. БисолбиФит	3,12	3,71	65	64	-	-
3. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	3,45	3,68	67	69	20	15
4. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ m	4,35	4,81	63	64	27	24
5. N ₁₃ P ₁₉ K ₁₉	3,72	4,08	67	70	26	24
6. N ₁₃ P ₁₉ K ₁₉ m	4,69	5,07	67	70	35	30
7. N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆	3,88	3,99	69	69	29	22
8. N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆ m	4,55	4,96	67	68	32	28
9. N ₁₂ P ₅₂	4,02	4,17	70	71	32	26
10. N ₁₂ P ₅₂ m	4,80	4,78	66	71	37	26

В результате внесения под ячмень биомодифицированных минеральных удобрений накопление в урожае азота увеличилось на 10-15 %, фосфора – в среднем на 22 % на обеих по обеспеченности подвижным фосфором почвах и калия – на 21 % на первой и на 18 % на второй почве.

Как правило, более значимый рост накопления азота, фосфора и калия получен при использовании под ячмень аммофоса. От общего накопления азота и фосфора в урожае ячменя 63-67 и 63-71 % приходилось на зерно, а большая доля калия (65-73 %) накапливалась в соломе. Эффективность применения удобрений определяется коэффициентом использования

из них азота, фосфора и калия (Ягодин, 2006). При расчете разностным методом установлено, что коэффициент использования азота изменялся в широком диапазоне – от 32 до 79 % (табл. 3.2.8). Без применения микробиологического препарата коэффициент использования растениями азота на почве с низким содержанием подвижного фосфора был в пределах 48-68 %, при нанесении микробиологического препарата на гранулы удобрений его значение возросло на 9-17 %. На почве с высоким содержанием подвижного фосфора значение коэффициента использования азота увеличилось с 32-56 до 49-67 %, или на 11-17 %.

Таблица 3.2.10

Накопление калия в урожае ячменя. Среднее за 3 года

Вариант	Накопление K ₂ O в урожае (зерно + солома), г/м ²		Доля K ₂ O в зерне от общего накопления K ₂ O, %		Коэффициент использования растениями K ₂ O из удобрений, %	
	Плодородие почвы					
	фон 1	фон 2	фон 1	фон 2	фон 1	фон 2
1. Контроль	3,76	4,55	34	32	-	-
2. БисолбиФит	4,51	5,80	32	31	-	-
3. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	5,10	5,71	35	31	-	-
4. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ m	6,50	6,97	31	32	-	-
5. N ₁₃ P ₁₉ K ₁₉	5,77	7,35	29	27	45	62
6. N ₁₃ P ₁₉ K ₁₉ m	7,44	8,45	28	28	66	59
7. N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆	6,66	7,15	28	29	64	58
8. N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆ m	7,18	8,48	30	29	59	60
9. N ₁₂ P ₅₂	6,06	7,28	30	27	51	61
10. N ₁₂ P ₅₂ m	7,32	8,45	28	27	63	59

На почве с низким содержанием подвижного P₂O₅ значение коэффициента использования растениями фосфора из удобрений в среднем по всем формам составило 30 %, что в 1,25 раза больше, чем на почве с высокой обеспеченностью. На обеих почвах коэффициент использования этого элемента из удобрений имел тенденцию к возрастанию (6-9 %) при использовании микробиологического препарата.

Коэффициент использования растениями калия из минеральных удобрений на обеих по обеспеченности подвижным P_2O_5 почвах составлял 58-60 %. Значительного увеличения значения коэффициента использования калия из минеральных удобрений при нанесении микробиологического препарата на гранулы минеральных удобрений не установлено.

По запасам питательных веществ в почве можно рассчитать коэффициенты их использования растениями (Ягодин, Жуков, Кобзаренко, 2002). Коэффициенты использования ячменем минерального азота (нитратного + аммонийного), фосфора и калия зависели от содержания подвижного фосфора и от применения микробиологического препарата «БисолбиФит» (табл. 3.2.11). В результате получения более высокого урожая зерна и массы соломы на почве с высоким содержанием подвижного фосфора коэффициент использования растениями минерального азота из почвы был на 11-15 % выше, чем на почве с низким содержанием подвижного P_2O_5 . Внесение микробиологического препарата в почву повысило использование растениями минерального азота на 14-18 %.

Таблица 3.2.11

Коэффициенты использования растениями азота, фосфора и калия из пахотного слоя почвы. Среднее за 3 года

Элемент	Вариант применения микробиологического препарата	Коэффициент использования, %	
		фон 1	фон 2
N _{мин}	Контроль	71	82
	БисолбиФит в почву	85	100
P ₂ O ₅	Контроль	19	6
	БисолбиФит в почву	23	7
K ₂ O	Контроль	11	14
	БисолбиФит в почву	14	18

Примечание. Микробиологический препарат «БисолбиФит» вносили в гранулированном виде.

При высоком содержании в почве подвижного фосфора коэффициент его использования ячменем был ниже в три раза по сравнению с почвой, низкообеспеченной подвижным P_2O_5 . Применение микробиологического препарата повысило коэффициент использования растениями ячменя калия на 3-4 %, при этом большее его значение (14-18 %) получено на поч-

ве с высоким содержанием подвижного фосфора, меньшее – на почве с низким содержанием (11-14 %) (табл. 3.2.11).

Таким образом, в результате трехлетних полевых исследований с ячменем установлено, что более высокая урожайность зерна получена на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве с высоким содержанием подвижного фосфора. Применение минеральных удобрений увеличивает урожайность зерна при выращивании ячменя как при высокой, так и при низкой обеспеченности подвижным фосфором почвы, прибавки от их внесения достигают 32-56 % на первой и 23-44 % на второй почвах. Более высокая эффективность получена от сложных минеральных удобрений, содержащих в своем составе три макроэлемента (азот, фосфор и калий). Нанесение микробиологического препарата «БисолбиФит» на гранулы минеральных удобрений увеличивает урожайность зерна ячменя на 13-20 % на почве с низким содержанием подвижного фосфора и на 11-16 % с высоким его содержанием.

На почве с высоким содержанием подвижного фосфора возрастает значение хозяйственного коэффициента (доля зерна), внесение модифицированной микробиологическим препаратом диаммофоски на обеих почвах увеличивает его значение на 4 и 1 % соответственно. Рост урожая зерна ячменя связан с изменением продуктивной кустистости, увеличением на 0,5-1,6 см длины колоса, а при использовании микробиологического препарата – повышением на 3-4 см высоты растений, что свидетельствует о ростостимулирующем влиянии микроорганизмов, входящих в состав микробиологического препарата.

Использование под ячмень комплексных минеральных удобрений повышает массу 1000 зерен, при нанесении микробиологического препарата на гранулы удобрений, за исключением аммофоса, на почве с высоким содержанием подвижного фосфора происходит дальнейшее увеличение этого показателя. На этой же почве ячмень формирует более выполненное зерно.

Содержание в зерне ячменя сырого белка увеличивается на 0,5-1 % в результате применения обычных комплексных удобрений, внесение их биомодифицированных форм не изменяет этот показатель, поскольку происходит рост урожайности зерна и растения испытывают недостаток азота. На почве с высоким содержанием подвижного фосфора ячмень формирует более высокобелковое зерно, однако во всех случаях оно соответствует по содержанию белка пивоваренному. При внесении обычных и биомодифицированных удобрений в зерно ячменя слабо повышается содержание

фосфора и калия, в соломе – азота и фосфора и возрастает калия от использования БисолбиФита.

Накопление в урожае ячменя азота, фосфора и калия возрастает в 1,2-1,8 раза в результате увеличения массы зерна и соломы и изменения в них концентрации этих элементов при использовании удобрений. На почве с высоким содержанием подвижного фосфора их накопление в урожае в 1,1-1,2 раза больше по сравнению с низкообеспеченной фосфором почвой. Внесение под ячмень биомодифицированных аммофоса, азофосок и диаммофоски увеличивает в урожае ячменя накопление азота на 10-15 %, фосфора – на 22 % и калия – на 20 %.

Нанесение на гранулы микробиологического препарата «БисолбиФит» повышает коэффициент использования ячменем из удобрений азота в 1,1-1,5 раза, на почве с низким содержанием подвижного фосфора его значение в 1,2 раза больше по сравнению с высокообеспеченной почвой. Использование растениями фосфора из минеральных удобрений на почве с низким содержанием этого элемента в 1,25 раза больше по сравнению с высокообеспеченной почвой, применение биомодификатора увеличивает значение коэффициента на 6-9 %. Коэффициент использования растениями калия из удобрений на обеих почвах составляет 58-60 %, применение БисолбиФита не влияет на этот показатель.

В результате внесения в почву БисолбиФита увеличиваются в среднем на 15 % коэффициенты использования растениями элементов питания из почвы (минеральный азот: $N-NO_3 + N-NH_4$, подвижные формы P_2O_5 и K_2O).

Ниже приводятся данные Рязанского аграрно-технологического университета, которые также подтверждают наш вывод о том, что применение модификатора минеральных удобрений при возделывании ячменя способствует улучшению условий минерального питания растений.

Целью исследований было изучение влияния модификатора минеральных удобрений «БисолбиФит» на урожай ярового ячменя и на коэффициенты использования питательных веществ из почвы и удобрений на серой лесной тяжелосуглинистой почве.

В связи с этим с 2010 по 2011 гг. проводились исследования на агротехнологической опытной станции РГАТУ им. П. А. Костычева в звене севооборота «однолетние травы – озимая пшеница – ячмень». Опыт был заложен методом рендомизации. Модель его мелкоделяночная. Обеспеченность почвы элементами питания в первый год исследований средняя,

pH ~ 5,1-5,3. Обеспеченность почвы элементами питания во второй год исследований высокая, pH – 4,8.

Схема опыта включала следующие варианты:

- 1) Контроль (без удобрений);
- 2) N₆₀P₆₀K₆₀;
- 3) БисолбиФит (обработка семян);
- 4) N₆₀P₆₀K₆₀ + БисолбиФит.

Фоновые удобрения вносились весной перед посевом поверхностно вразброс (диаммофоска в дозе 23 кг д.в./га и аммиачная селитра – 37 кг д.в./га). Микробиологический препарат «БисолбиФит» вносили согласно рекомендациям ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии РАСХН (опудривание семян и гранул удобрений из расчета 2 г на 100 г семян и 5 г на 100 г удобрений). В опыте выращивался ячмень сорта Данута. Агротехника выращивания данной культуры общепринятая для южной части Нечерноземной зоны РФ.

Исследования первого года (2010) показали, что из-за аномальной засухи урожайность ячменя в среднем по опыту оказалась ниже среднестатистических значений (табл. 3.2.12).

Таблица 3.2.12

Урожайность ячменя

Вариант	Урожайность, ц/га		
	2010 г.	2011 г.	Ср. значение
1. Контроль (без удобрений)	10,0	24,0	12,0
2. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	14,0	29,0	16,5
3. БисолбиФит	13,0	30,2	21,6
4. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + БисолбиФит	16,0	33,1	24,55
НСР ₀₅	0,3	0,27	-

Применение микробиологического препарата «БисолбиФит» для предпосевной обработки семян позволило получить прибавку 3 ц/га. Но наибольшая урожайность наблюдалась при использовании микробиологического препарата «БисолбиФит» совместно с минеральными удобрениями в дозе 60 кг д.в. N₆₀P₆₀K₆₀/га, которая составила 16 ц/га, а прибавка, соответственно, 2 ц/га по сравнению с необработанным удобрением.

На второй год исследований (2011) закономерности, выявленные ранее, сохранились. Использование микробиологического препарата позво-

лило получить прибавку 3 ц/га. Применение микробиологического препарата «БисолбиФит» совместно с минеральными удобрениями в дозе 60 кг д.в. NPK/га дало наибольшую урожайность 33,1 ц/га, где прибавки составили 3 ц/га.

Для определения влияния микробиологического препарата на коэффициенты использования питательных веществ из удобрений (табл. 3.2.13) по данным опыта мы провели соответствующие расчеты.

Таблица 3.2.13

Коэффициент использования питательных веществ из удобрений

Вариант опыта	Коэффициент использования питательных веществ из удобрений, %					
	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	27,2	20,8	10,1	9,2	26,0	18,3
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + БисолбиФит	49,5	37,9	15,8	16,7	42,8	33,4

Обработка минеральных удобрений микробиологическим препаратом «БисолбиФит» увеличила коэффициент использования питательных веществ из удобрений в среднем за 2 года: азота – на 19,7 %, фосфора – на 6,6 %, калия – на 15,95 % (рис. 3.2.5).

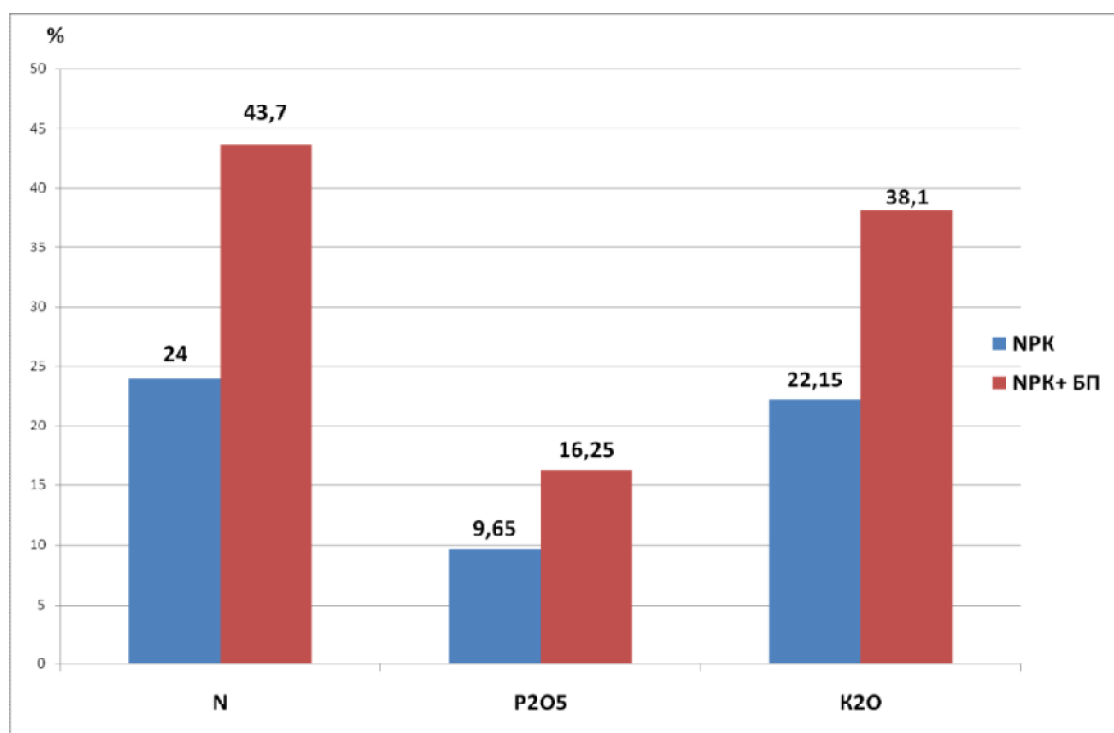


Рис. 3.2.5. Использование растениями питательных веществ из удобрения (среднее значение за 2010-2011 гг.)

Таким образом, биологическая модификация минеральных удобрений микробиологическим препаратом «БисолбиФит» существенно повышает коэффициент использования питательных веществ из удобрений. Многочисленные исследования показывают, что наилучшие условия для формирования урожайности складывались на вариантах с применением микробиологического препарата «БисолбиФит» совместно с минеральными удобрениями. Наилучшее использование питательных веществ из удобрений наблюдается также на этих вариантах.

3.3. Соя

Соя является важнейшей культурой, обеспечивающей получение высокобелкового зерна. В результате азотфиксации она вовлекает в земледелие азот атмосферы, который не только используется для питания самой культуры, но и остается в почве с пожнивными-корневыми остатками и соломой.

Оценку эффективности использования микробиологических препаратов, созданных на основе различных микроорганизмов, изучали в вегетационных опытах, проведенных в течение двух лет (Чеботарь и др., 2013). Для постановки опытов использовали дерново-подзолистую окультуренную почву с опытного поля ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии, которую смешивали с торфогрунтом марки «Терравита» в соотношении по массе 4:1. Эксперимент проводили в сосудах объемом 3 л, в которые вносили по 5 кг почвосмеси, повторность 6-кратная. Для приготовления биомодифицированных удобрений применяли сухую форму микробиологического препарата «БисолбиФит» из расчета 4 г препарата на 1 кг удобрений. Аммиачную селитру, аммофос и азофоску в чистом виде и обработанные микробиологическим препаратом «БисолбиФит» вносили в дозе 4,5 г/м² (что соответствует 45 кг/га) при набивке сосудов почвосмесью. Семена растений сои сорта Ланцетная стерилизовали 70 % спиртом в течение 2 минут, затем промывали 3 раза стерильной водой и проращивали в стерильных чашках Петри 72 часа при температуре +28 °С. Для опытов отбирали одинаковые проростки, которые инокулировали микробиологическим препаратом «Ризоторфин» (клубеньковые бактерии *Bradyrhizobium japonicum* шт. 2490) с титром 5×10^7 КОЕ/мл, а также 10 % раствором экстразола (*Bacillus subtilis* шт. Ч-13) в течение 15 минут и высаживали в сосуды.

Схема опыта с аммиачной селитрой:

- 1) Контроль (без обработок и удобрений);
- 2) Аммиачная селитра;
- 3) Аммиачная селитра + БисолбиФит.

Схема опыта с аммофосом и азофоской была несколько шире:

- 1) Контроль (без обработок и удобрений);
- 2) Аммофос ($N_{12}P_{52}$);
- 3) Аммофос + БисолбиФит ($N_{12}P_{52}$ m);
- 4) Аммофос + БисолбиФит + ризоторфин + экстрасол ($N_{12}P_{52}$ m + P + Э);
- 5) Азофоска ($N_{15}P_{15}K_{15}$);
- 6) Азофоска + БисолбиФит ($N_{15}P_{15}K_{15}$ m);
- 7) Азофоска + БисолбиФит + ризоторфин + экстрасол ($N_{15}P_{15}K_{15}$ m + P + Э).

Через 70 суток растения убирали, учитывали число клубеньков и биомассу растений.

Исследования показали, что применение микробиологических препаратов оказывает достоверное влияние на биомассу растений сои (табл. 3.3.1). Наибольший эффект отмечен при совместном применении биомодифицированных удобрений, ризоторфина и экстрасола по сравнению с контролем.

Таблица 3.3.1

**Эффективность микробиологических препаратов
и азотных удобрений в вегетационных опытах с соей сорта Ланцетная
(среднее за 2 года)**

Вариант	Биомасса растений	
	г	% к контролю
Контроль	4,23	-
Аммиачная селитра	5,57	31,7
Аммиачная селитра + БисолбиФит	6,07	43,5
<i>HCP₀₅</i>	0,95	-

Совместное внесение минеральных удобрений и препарата «БисолбиФит» на основе ризосферных бактерий *Bacillus subtilis* Ч-13 оказало синергетический эффект: биомасса растений увеличилась по сравнению с контрольным вариантом на 43,5 %, а с обычной аммиачной селитрой – на 11,8 %.

Комплексное использование микробиологических препаратов и сложных минеральных удобрений также оказало положительное достоверное влияние на биомассу растений сои сорта Ланцетная (табл. 3.3.2).

Таблица 3.3.2

Эффективность микробиологических препаратов и сложных удобрений в вегетационных опытах с соей сорта Ланцетная (среднее за 2 года)

Вариант	Биомасса растений		Число клубеньков, шт./раст.
	г	% к контролю	
1. Контроль	5,21	-	-
2. N ₁₂ P ₅₂	5,89	9,2	-
3. N ₁₂ P ₅₂ m	6,18	13,0	-
4. N ₁₂ P ₅₂ m + P + Э	6,87	31,9	47,9
5. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	5,97	14,6	-
6. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ m	6,30	20,9	-
7. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ m + P + Э	7,04	35,1	46,5
HCP ₀₅	1,23		1,9

Так, внесение аммофоса и азофоски также достоверно увеличивало биомассу сои на 9,2 и 14,6 % соответственно. Биологическая модификация указанных удобрений препаратом «БисолбиФит» способствовала повышению биомассы сои по сравнению с контролем на 13 и 21 %, а с необработанными минеральными удобрениями – на 2,8 и 6,4 %. Еще больший эффект наблюдался при комплексном применении ризоторфина и экстрасола с биомодифицированными удобрениями. Так, в варианте с использованием обработанного БисолбиФитом аммофоса урожай сои увеличился на 31,9 %, азофоски – на 35,1 %. Кроме того, совместное применение микробиологических препаратов и биомодифицированных сложных минеральных удобрений достоверно увеличивало число клубеньков на корнях, по сравнению с обработкой только микробными препаратами, на 6,3-7,7 шт./растение.

Расчет экономического эффекта, исходя из планируемой прибавки урожая в 1 ц/га, показал, что самым продуктивным элементом технологии возделывания сои можно считать комплексное применение препаратов

(обработка минеральных удобрений, обработка семян). При затратах всего 760 руб./га обеспечивается получение максимальной прибавки урожайности (табл. 3.3.3).

Таблица 3.3.3

**Планируемый экономический эффект от применения
микробных препаратов и биомодифицированного аммофоса**

Показатель		Вариант опыта		
		Аммофос + Бисолби- Фит	Аммофос + экстрасол	(Аммофос + Бисолби- Фит) + экс- трасол
Средняя стоим- мость препаратов с НДС, руб./л(кг)	БисолбиФит с завод. обра- боткой N ₁₂ P ₅₂	600		
	Экстрасол	300		
Норма расхода препаратов в рас- чете на 1 га, л(кг)	БисолбиФит на удобрения	0,2	-	0,2
	Экстрасол на семена	-	0,13	0,13
	Экстрасол на растения	-	2,0	2,0
Дополнительные затраты на препа- раты в расчете на 1 га, руб.	на БисолбиФит	120,0	-	120,0
	на экстрасол	-	640,0	640,0
	Всего	120,0	640,0	760,0
Планируемая прибавка	ц/га	1,0	1,0	2,0
	руб./га	1500,0	1500,0	3000,0
Дополнительная прибыль от пре- паратов	руб./га	1380,0	860,0	2240,0
Окупаемость доп. затрат прибавкой урожа	руб./руб.	11,5	1,34	2,95

В результате при цене зерна сои 1500 руб./ц дополнительная прибыль может составить 2240 руб./га. В случае раздельного применения экс-

трасола и БисолбиФита она будет равна соответственно 1380 и 860 руб./га. На основании условно проведенных расчетов можно констатировать, что комплексное использование микробиологических препаратов и биомодифицированных минеральных удобрений при возделывании сои целесообразно начинать с обработки семян и гранул минеральных удобрений, так как именно эти два мероприятия не требуют больших затрат и обеспечивают максимальную отдачу от каждого вложенного рубля.

Биологическая модификация аммофоса БисолбиФитом в данном случае – самый окупаемый прием, использование которого может обеспечить на 1 руб. затрат 11,5 руб. прибыли.

Таким образом, нанесение микробиологического препарата «БисолбиФит» на гранулы минеральных удобрений – это перспективный агротехнический прием при возделывании этой культуры. Комплексное использование микробиологических препаратов и биомодифицированных сложных минеральных удобрений способствует наибольшему увеличению продуктивности сои по сравнению с контролем.

Обработка минеральных удобрений относится к одной из наиболее эффективных с экономической точки зрения операций, которую можно сравнить по окупаемости с предпосевной обработкой семян. В результате 1 руб., дополнительно затраченный на биомодифицированный аммофос, позволяет заработать при возделывании сои дополнительно за счет прибавки урожая 11,5 руб. прибыли.

Производственная апробация модифицированных минеральных удобрений прошла в 2009 году в хозяйствах Амурской области Дальневосточного федерального округа (Усманов, 2010). Результаты апробации представлены в таблицах 3.3.4 и 3.3.5.

В первом хозяйстве (ООО «Димское») модификация минеральных удобрений препаратом «БисолбиФит» дала прибавку урожайности сои относительно традиционного аммофоса 2,8 ц/га. Во втором хозяйстве (ОАО «Байкал») прибавка урожая за счет модификации аммофоса препаратом «БисолбиФит» составила 2,9 ц/га.

В 2010 году проводили производственный опыт в КФХ «Нива» Уссурийского городского округа Приморского края с соей сорта П-69 на площади 10 га, учетная площадь – 6 га. В качестве удобрения вносили диаммофоску 10:26:26. Микробиологический препарат наносили на гранулы диаммофоски из расчета 5 кг на 1 т удобрения.

Таблица 3.3.4

**Влияние модифицированного аммофоса на урожайность сои
в ООО «Димское» Амурской области**

Вариант	Урожайность, ц/га
Контроль (без удобрений)	16,3
Аммофос (традиционный), 25 кг/га	18,0
Аммофос (модифицированный), 25 кг/га	20,8

Таблица 3.3.5

**Влияние модифицированного аммофоса на урожайность сои
в ОАО «Байкал» Амурской области**

Вариант	Урожайность, ц/га
Аммофос (традиционный), 50 кг/га	13,3
Аммофос (модифицированный), 50 кг/га	16,2

Как известно, изменение питательного режима оказывает влияние на габитус растений. Одними из важных хозяйственных показателей являются высота растений и толщина стебля, так как от них во многом зависят устойчивость к полеганию и уменьшение потерь при уборке. Добавление препарата «БисолбиФит» к минеральному удобрению достоверно увеличило высоту растений по сравнению с контролем и диааммофоской в чистом виде на 16,0 и 11,2 см соответственно (табл. 3.3.6). При этом толщина стеблей в испытуемом варианте составила 0,8-1,0 см, тогда как в контроле она была 0,4-0,6 см.

Таблица 3.3.6

**Биометрические показатели растений сои
при использовании удобрений**

Вариант	Высота растений, см	Количество бобов, шт./раст.	Количество семян, шт./раст.
Контроль	83,5	28,1	53,0
N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆	88,3	45,2	72,5
N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆ m	99,5	43,5	80,2
HCP ₀₅	10,6	11,6	19,6

По количеству бобов и семян на растении существенные различия отмечены только по сравнению с контрольным вариантом.

Растения сои в 2010 году обладали хорошей продуктивностью, биологическая урожайность колебалась в пределах от 20,1 до 34,2 ц/га. При этом достоверную прибавку к контролю обеспечило внесение минеральных удобрений как в чистом виде, так и в сочетании с препаратом «БисолбиФит» (табл. 3.3.7).

Таблица 3.3.7

Влияние удобрений на урожайность сои, 2010 г.

Вариант	Густота стояния растений перед уборкой, тыс. раст./га	Урожайность, ц/га
Контроль	222,2	20,1
N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆		28,7
N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆ m		30,2
HCP ₀₅		6,3

Расчет экономической эффективности применения минеральных удобрений, представленный в таблице 3.3.8, свидетельствует о высокой рентабельности использования биомодифицированных минеральных удобрений.

Таблица 3.3.8

Экономическая эффективность использования биомодифицированных минеральных удобрений

Показатель	Ед. изм.	Немодифицированные мин. удобрения (N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆)	Модифицированные мин. удобрения (N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆ + БисолбиФит)
Доза внесения удобрений	кг/га	50	50
Цена за 1 т удобрений	руб.	24 225,00	26 435,00
Затраты на удобрения в расчете на 1 га	руб.	1211,25	1321,75
Стоимость 1 ц сои	руб.	1500,0	
Прибавка урожайности к контролю	ц/га	8,6	10,1
	руб./га	12 900,00	15 150,00
Чистая прибыль на 1 га	руб.	11 688,75	13 828,25

Цена 1 т диаммофоски в результате модификации увеличилась на 9 % по сравнению с обычной диаммофоской. Это привело к увеличению на 110,5 руб. затрат на минеральные удобрения в расчете на 1 га (с 1211,25 до

1321,75 руб.). При цене сои 1500 руб./ц чистая прибыль от использования биомодифицированных минеральных удобрений в расчете на 1 га составила 13 828 руб. Это на 2139 руб. больше, чем при использовании традиционной диааммофоски.

При дополнительных затратах на модификацию минеральных удобрений в размере 110,5 руб./га дополнительная чистая прибыль за счет прибавки урожайности сои составила 2139,5 руб./га. Окупаемость дополнительных затрат (на модификатор и модификацию минеральных удобрений) составила 19,36 руб. Это означает, что каждый рубль, вложенный в модификацию минерального удобрения $N_{10}P_{26}K_{26}$ препаратом «БисолбиФит», дает при возделывании сои 19,36 руб. чистой прибыли (табл. 3.3.9).

Таблица 3.3.9

Расчет экономической эффективности применения биомодифицированного удобрения ($N_{10}P_{26}K_{26}$) при возделывании сои

№ п/п	Показатель	Ед. изм.	Значение
1	Дополнительные затраты на приобретение модифицированного удобрения ($N_{10}P_{26}K_{26}$ m) в расчете на 1 га	руб.	110,5
2	Дополнительная прибыль от применения модифицированного удобрения ($N_{10}P_{26}K_{26}$ m) в расчете на 1 га	руб.	2139,5
3	Окупаемость дополнительных затрат дополнительной прибавкой урожая	руб./руб.	19,36

Таким образом, комплексное использование микробных микробиологических препаратов (для обработки семян, растений и минеральных удобрений) способствует максимальному увеличению урожайности сои на 31,9-35,1 %. Обработка минеральных удобрений микробиологическим препаратом относится к одной из наиболее эффективных с экономической точки зрения операций, которую можно сравнить по окупаемости с предпосевной обработкой семян. В результате 1 руб. затрат, вложенный в биомодификацию минеральных удобрений, позволяет получить при выращивании сои дополнительно 19,36 руб. прибыли.

3.4. Кукуруза и картофель

Одним из перспективных направлений использования микробиологического препарата «БисолбиФит» может быть снижение отрицательного воздействия на растения водного стресса (засухи) (Шуреков и др., 2011). Доказательством этого является опыт, проведенный в ПХ «Пушкинское» ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород» ОАО «Газпром», расположенном в Большеболдинском районе Нижегородской области.

В 2010 году проведено исследование влияния БисолбиФита на продуктивность кукурузы гибрида Обская 140 МВ. Для проведения исследований закладывали опыт с площадью делянки 100 м². Посев кукурузы семенами 1 класса был произведен 14 мая широкорядным способом, предшественником была озимая пшеница. Норма высева семян – 8-9 штук на погонный метр. Глубина заделки семян – 4-5 см. После сева проведено прикатывание гладкими катками. Проведена междурядная обработка совместно с подкормкой в фазу 5 настоящих листьев.

Период вегетации в 2010 году можно охарактеризовать как экстремально засушливый: среднемесячная температура воздуха в июне превысила норму на 5 °С, в июле – на 7 °С, в августе – на 12 °С и составила почти 30 °С (табл. 3.4.1).

Таблица 3.4.1

Метеорологическая характеристика периода вегетации 2010 г.

Месяц	Температура воздуха, °С		Осадки	
	средне- месячная	отклонение от нормы	за месяц, мм	% к норме
Май	17,1	+4,3	32,7	83,8
Июнь	20,8	+4,7	6,0	11,3
Июль	25,7	+7,4	10,1	14,4
Август (1 декада)	29,5	+11,7	0	0

В июне и июле дефицит влаги составил более 85 %, а в августе – 100 % (осадков не было на протяжении всего месяца). Таким образом, можно констатировать, что растения выращивались в условиях жесткого водного стресса.

В ходе исследований было установлено влияние БисолбиФита на густоту всходов, количество початков на растении, число зерен в початке, массу 1000 зерен (табл. 3.4.2).

Таблица 3.4.2

Влияние БисолбиФита на биометрические показатели растений кукурузы

Вариант	Густота всходов, шт./м пог.	Количество початков на растении, шт.	Число зерен в початке, шт.	Масса 1000 зерен, г
Контроль	4	2	115	122,4
НРК	3	2	182	156,3
БисолбиФит (обработка семян)	4	2	132	154,9
БисолбиФит (обработка растений)	4	2	136	160,4
НРК + БисолбиФит (обработка семян)	4	2	133	158,1
НРК + БисолбиФит (обработка растений)	4	2	126	174,6

Густота всходов по всем вариантам составила 4 шт. на 1 м погонный, количество початков на растении – 2 шт. БисолбиФит способствовал увеличению количества зерен в початке, а также массы 1000 зерен. Причем максимальная масса 1000 зерен получена в вариантах обработки растений БисолбиФитом и НРК + БисолбиФит. Влияние микробиологического препарата на урожайность кукурузы Обская 140 МВ приведено в таблице 3.4.3.

Таблица 3.4.3

Влияние БисолбиФита на урожайность зерна кукурузы Обская 140 МВ

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка урожайности	
		ц/га	%
Контроль	16,1	-	-
НРК	24,4	8,3	51,6
БисолбиФит (обработка семян)	23,4	7,3	45,3
БисолбиФит (обработка растений)	24,9	8,8	54,7
НРК + БисолбиФит (обработка семян)	24,0	7,9	49,1
НРК + БисолбиФит (обработка растений)	25,2	9,1	56,5

Обработка растений этим препаратом в условиях засухи дала прибавку урожайности зерна 8,8 ц/га, или 54,7 %, что на 3 % больше эффекта от внесения минеральных удобрений. Совместное использование БисолбиФита и минеральных удобрений повысило урожайность кукурузы на 56,5 %.

Предпосевная обработка семян кукурузы БисолбиФитом также дает значительный эффект. Прибавка урожайности по этому варианту составила 45,3 %. Предпосевная обработка семян БисолбиФитом совместно с минеральными удобрениями повысила урожайность кукурузы на 49,1 %.

В ТНВ «Нива» – Михеев и К Бутурлинского района Нижегородской области в 2011 году вносили биомодифицированный аммофос под кукурузу на зеленую массу, контролем служил участок, где применяли обычную форму этого удобрения в дозе 170 кг/га в физическом весе. Производственный опыт показал, что при выращивании кукурузы по идентичной технологии на участке, где вносили аммофос с БисолбиФитом, собрано дополнительно 38 ц/га зеленой массы, т.е. прибавка составила 12 % (табл. 3.4.4).

Таблица 3.4.4

Сравнительное действие обычного и модифицированного аммофоса на урожайность зеленой массы кукурузы, 2011 г.

Вариант	Площадь, га	Дата уборки	Урожайность, ц/га	Прибавка, ц/га
Аммофос	10,0	05.09.2011	330,0	-
Аммофос + БисолбиФит	15,0	05.09.2011	368,0	38,0

В других производственных опытах, выполненных в СПК «Дубенский» Вадского района Нижегородской области и ООО «АгроГард-Мордовия» Республики Мордовия, модификатором «БисолбиФит» обрабатывали аммиачную селитру, которую вносили в качестве подкормки кукурузы, выращиваемой на силос (табл. 3.4.5).

Таблица 3.4.5

Действие модификатора на урожайность зеленой массы кукурузы

Вариант	Нижегородская обл.		Республика Мордовия	
	ц/га	%	ц/га	%
N ₁₀₀	230	100	250	100
N ₆₀ + N ₄₀ (модифиц.)	280	122	270	108

В КФК Фефелова Бутурлинского района Нижегородской области модификатором «БисолбиФит» (в виде суспензии) обрабатывали клубни семенного картофеля сорта Скарб (2 репродукция) в день посадки при норме 1 литр препарата на 1 тонну посадочного материала. Минеральные удобрения в опыте не применяли (табл. 3.4.6).

Таблица 3.4.6

Данные результатов производственного опыта на картофеле, 2011 г.

Вариант	Пло- щадь, га	Вало- вый сбор, т	Урожай жай- ность, ц/га	Получено картофеля по фракциям					
				до 4 см		4-6 см		более 6 см	
				т	%	т	%	т	%
Контроль	10,0	132,0	132,0	20	15	76	58	36	27
БисолбиФит	70,0	1288,0	184,0	155	12	386	30	747	58

При обработке семенных клубней картофеля микробиологическим препаратом «БисолбиФит» урожайность возросла со 132 до 184 ц/га, или на 39 %. В полученном урожае вдвое увеличилась доля крупных фракций (> 6 см) – с 27 до 58 %, что, несомненно, имеет важное значение для продовольственного картофеля.

Таким образом, производственные опыты показали, что максимальная прибавка урожайности кукурузы наблюдается при обработке растений препаратом «БисолбиФит» и при совместном его использовании с минеральными удобрениями. Применение данного микробиологического препарата способствует снижению отрицательного воздействия водного стресса на растения и получению более стабильного урожая зерна кукурузы.

3.5. Овощные культуры

В вегетационных опытах оценивали эффективность обработки твердых минеральных удобрений порошкообразным микробиологическим препаратом «БисолбиФит» при внесении под овощные культуры – редис, салат, а также проростки овса. Так, нанесение БисолбиФита на гранулы нитроаммофоски, примененной под редис, существенно увеличило массу растений и корнеплодов (табл. 3.5.1).

Таблица 3.5.1

Эффективность применения нитроаммофоски под редис

Вариант	Масса, г/сосуд			Прибавка корне- плодов, %	Доля кор- неплодов, %
	всего	корне- плод	ботва		
N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	34,0	4,8	29,2	-	14,1
N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀ + БисолбиФит	36,8	11,0	25,8	129,0	29,9
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	49,8	12,7	37,1	-	25,5
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀ + БисолбиФит	55,3	14,3	41,0	12,6	25,9

Наиболее эффективно микробиологический препарат действовал при внесении нитроаммофоски в дозе N₅₀P₅₀K₅₀, где масса корнеплодов увеличилась более чем в два раза. При удвоении дозы минерального удобрения масса корнеплодов увеличилась, относительный рост от микробиологического препарата составил 13 %. Связано это, видимо, с тем, что данная доза удобрения обеспечивает растения необходимым количеством элементов минерального питания, а микробиологический препарат «БисолбиФит» не только способствует более полному использованию элементов питания из удобрения, но и мобилизует их запасы в почвогрунте. Об этом свидетельствует доля корнеплодов, которая существенно увеличивается при использовании изучаемого микробиологического препарата (табл. 3.5.1).

В другом опыте изучали эффективность микробиологического препарата «БисолбиФит» при нанесении на гранулы двойного суперфосфата, вносимого под салат (табл. 3.5.2). Установлена тенденция повышения массы листьев салата при использовании дозы N₅₀P₅₀K₅₀. При удвоении дозы получено достоверное увеличение (16,6 %) массы листьев салата.

Таблица 3.5.2

**Действие БисолбиФита на эффективность внесения
двойного суперфосфата под салат**

Вариант	Масса, г/сосуд			Прибавка массы листьев, %	Доля листьев в био- массе, %
	ли- стья	корни	био- масса		
N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	136,4	5,7	140,3	-	97,2
N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀ + БисолбиФит	144,7	7,0	151,7	6,1	95,0
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	124,4	3,8	128,2	-	97,0
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀ + БисолбиФит	145,0	5,6	150,6	16,6	96,2

Положительно действовал микробиологический препарат и на массу корней салата, поскольку улучшение фосфорного питания растений оказывает на процесс их формирования значительное влияние (Мосолов, 1979), что в конечном итоге способствует росту урожайности сельскохозяйственных растений.

Азотные удобрения служат важнейшим условием повышения продуктивности сельскохозяйственных культур (Кореньков, 1999), в том числе и овощных. При использовании под салат модифицированной БисолбиФитом мочевины масса листьев возрастала только при двойной дозе азотного удобрения (22,1 %). В отличие от фосфорного удобрения, на которое наносили микробиологический препарат, азотное удобрение в меньшей степени влияет на образование корней, поэтому при внесении мочевины доля массы корней в общей биомассе салата оставалась по всем вариантам опыта неизменной (табл. 3.5.3).

Таблица 3.5.3

Действие модифицированной мочевины на салате

Вариант	Масса, г/сосуд			Прибав- ка мас- сы ли- стьев, %	Доля листьев в био- массе, %
	всего	листья	корни		
N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	117,2	112,2	5,0	-	95,7
N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀ + БисолбиФит	124,4	119,4	5,0	6,4	96,0
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	162,4	156,0	6,4	-	96,0
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀ + БисолбиФит	199,3	190,5	8,8	22,1	95,5

Модифицированная БисолбиФитом нитроаммофоска повысила массу листьев салата при дозе $N_{50}P_{50}K_{50}$ (прибавка 16,7 %). При увеличении дозы в два раза эффекта от микробиологического препарата не получено (табл. 3.5.4). Не влиял модификатор и на долю листьев в общей биомассе салата.

Таблица 3.5.4

**Применение под салат нитроаммофоски,
на гранулы которой нанесен БисолбиФит**

Вариант	Масса, г/сосуд			Прибавка массы листьев, %	Доля листьев в биомассе, %
	всего	листья	корни		
$N_{50}P_{50}K_{50}$	139,3	133,6	5,7	-	95,9
$N_{50}P_{50}K_{50}$ + БисолбиФит	161,3	155,8	5,5	16,7	96,2
$N_{100}P_{100}K_{100}$	174,5	168,1	6,4	-	96,3
$N_{100}P_{100}K_{100}$ + БисолбиФит	181,8	174,9	6,9	4,0	96,2

Проведена оценка действия микробиологического препарата «БисолбиФит» на растения салата путем обработки семян (табл. 3.5.5). Инокуляция семян салата микробиологическим препаратом при внесении обеих доз минерального удобрения увеличивала массу листьев, корней и всего растения на 55-127 %. Микроорганизмы, нанесенные на семена, значительно стимулировали развитие корневой системы салата, что способствовало увеличению поглощения элементов питания из удобрений и почвы, приводящему к формированию более мощной надземной массы.

Таблица 3.5.5

**Влияние обработки семян БисолбиФитом
на продуктивность салата в вегетационном опыте**

Вариант	Масса, г/сосуд			Прибавка, %		
	всего	листья	корни	всего	листья	корни
$N_{50}P_{50}K_{50}$	25,7	24,8	0,9	-	-	-
$N_{50}P_{50}K_{50}$ + БисолбиФит	43,1	41,7	1,4	67,7	68,1	55,6
$N_{100}P_{100}K_{100}$	28,1	27,0	1,1	-	-	-
$N_{100}P_{100}K_{100}$ + БисолбиФит	51,6	49,1	2,5	83,6	81,8	127,3

Проведена также оценка доступности растениям фосфора из фосфоритной муки (17 % P_2O_5) на тестовой культуре «28-суточные проростки овса», поскольку овес весьма толерантен к условиям фосфорного питания (Баталова, 2013) и легко поглощает питательные вещества из почвы (табл. 3.5.6).

Таблица 3.5.6

**Эффективность фосфоритной муки и БисолбиФита
на проростках овса**

Вариант	Масса, г/сосуд			Прибав- ка над- земной массы, %	Доля корней, %
	всего	над- земная	корни		
Контроль	17,25	9,66	7,59	-	44,0
Фосмука	17,37	9,55	7,82	-	45,0
Фосмука + БисолбиФит	18,29	10,81	7,48	13,2	40,8

При добавлении в фосфоритную муку микробиологического препарата «БисолбиФит» надземная масса овса увеличилась на 13,2 %, а доля корней в общей биомассе уменьшилась на 11 %, что свидетельствует о положительном влиянии на растения микроорганизмов, входящих в состав микробиологического препарата. При недостатке в питательной среде элементов питания, прежде всего фосфора, растения усиленно развивают корневую систему (Мосолов, 1979). В данном же случае добавление к фосфоритной муке микробиологического препарата обеспечило лучшую доступность для растений фосфора, что не потребовало дополнительных усилий растению на формирование его корневой системы.

Итак, использование БисолбиФита для нанесения на гранулы минеральных удобрений и для обработки семян обеспечивает увеличение надземной массы овощных растений, способствует формированию более мощной корневой системы, улучшает потребление корневой системой фосфора из водонерастворимых фосфорных удобрений (фосфоритная мука).

Глава 4

Организация промышленного производства биомодифицированных минеральных удобрений

4.1. Маркетинговые исследования производства и применения биомодифицированных минеральных удобрений

По данным Академии конъюнктуры промышленных рынков (г. Москва, www.akprg.ru), за последние 50 лет мировой рынок минеральных удобрений увеличился практически в 5 раз, и его объем достигает более \$70 млрд. Развитие рынка минеральных удобрений носит стабильный поступательный характер без существенных спадов, что вызвано такими факторами, как сокращение ресурса свободных мировых посевных площадей, рост численности мирового населения, повышение требований к качеству продукции, проникновение сельскохозяйственной продукции на рынки энергоресурсов. Все это требует повышенной отдачи от сельхозугодий и влечет растущее потребление удобрений всех типов. На сегодняшний день крупнейшими производителями удобрений в мире являются Китай, который контролирует 21 % рынка, США – 13 %, Индия – 10 %, Россия – 8 % и Канада – 8 %. В последние годы самые большие показатели роста демонстрируют рынки стран Юго-Восточной Азии и Латинской Америки. Центры производства фосфатных и азотных удобрений распределены в районах потребления, а калийных – в районах добычи сырья. В соответствии с этим на сегодняшний день крупнейшими производителями азотных и фосфорсодержащих удобрений являются регионы и страны-потребители – Азия (Китай и Индия) и Северная Америка (США), а производителями калийных удобрений – страны, располагающие сырьем: Канада, Россия и Белоруссия (рис. 4.1.1).

В последнее десятилетие XX века мировой рынок минеральных удобрений превратился в один из наиболее консолидированных и остроконкурентных. В Западной Европе 80 % общего производства удобрений контролируют 8 крупных фирм, в США 60 % азотных удобрений поставляют 5 компаний. В развивающихся странах производство удобрений сосредоточено в руках нескольких государственных или управляемых госу-

дарством компаний. В России до 90 % калийных и фосфорных удобрений поставляют 6 компаний, а производство азотных находится под контролем ОАО «Газпром».

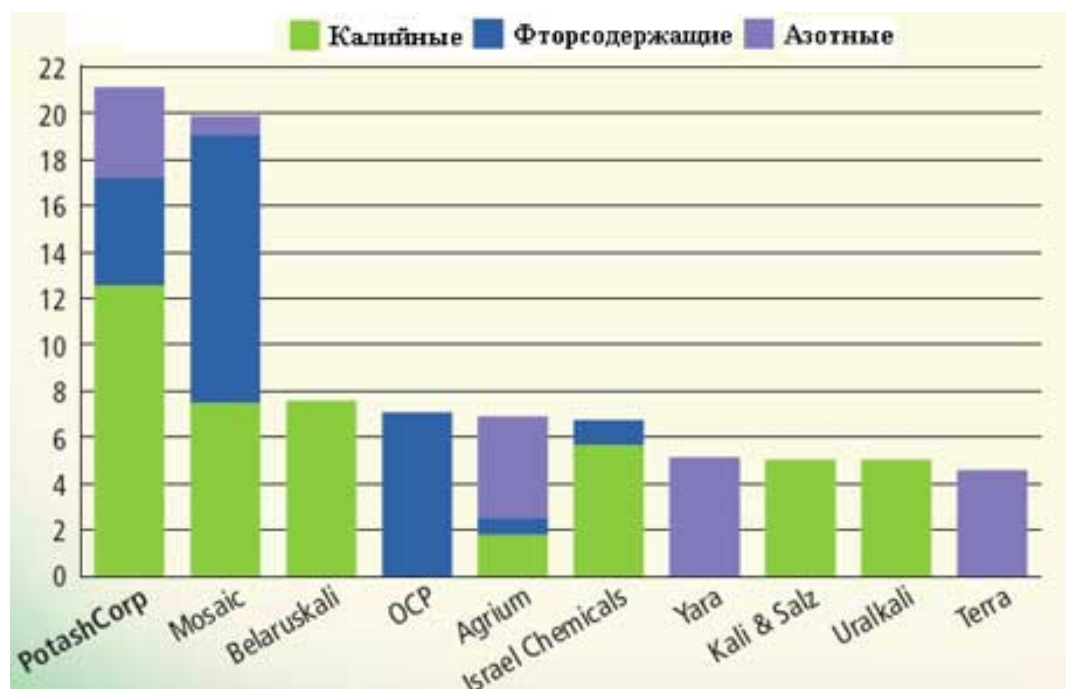


Рис. 4.1.1. Объемы производства минеральных удобрений крупнейшими производителями, млн т (источник: *Blue Johnson, Fertecon, PotashCorp*)

Крупнейшим поставщиком минеральных удобрений на мировой рынок является компания PotashCorp, за которой следует Mosaic. В десятку лидеров также входят Беларуськалий, OCP, Agrium, Israel Chemicals, Yara, Уралкалий, Сильвинит. Среди других крупных производителей – Sinochem (Китай), IFFCO (Индия), Еврoхим (Россия), Фосагро (Россия), SAFCO (Саудовская Аравия), Egyptian Fertilizer Company (EFC), Arab Fertilizer and Chemicals Company (AFCCO) (Египет), Тольяттиазот (Россия), Черкассы (Украина) и Koch (США).

Динамика объемов мирового потребления минеральных удобрений в 1970-2007 гг. представлена на рисунке 4.1.2.

Ожидается, что в дальнейшем ежегодный рост потребления удобрений сохранится на уровне 2,6 %, в 2012 году оно составило 184,2 млн тонн.

Рост объемов мирового потребления обусловлен несколькими факторами. В развивающихся странах, например Индии и Китае, растет уровень доходов населения, которому требуются продукты питания в большем количестве и все более высокого качества. Серьезную роль в потреб-

лении зерновых и масличных культур начинает играть выпуск биотоплива, что также стимулирует рост цен на продовольствие.

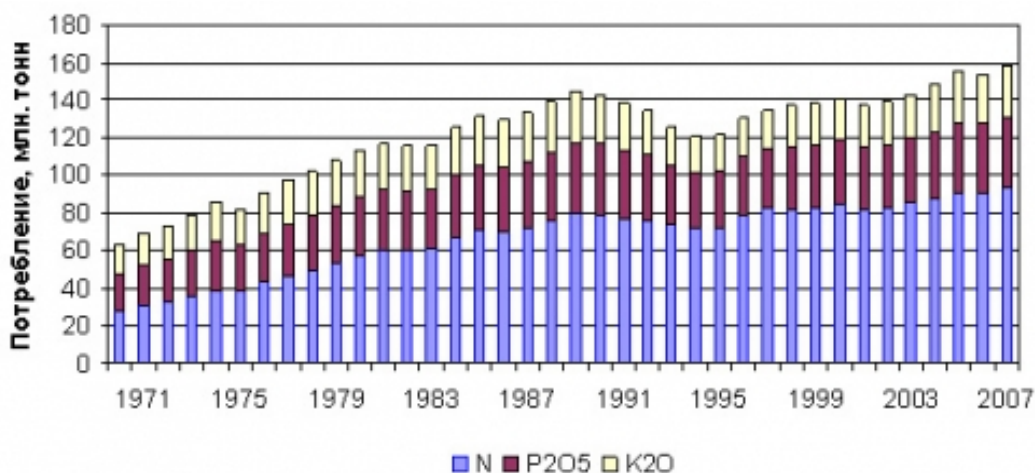


Рис. 4.1.2. Динамика объемов мирового потребления минеральных удобрений в 1970-2007 гг. (источник: IFA)

По данным экспертов, в ближайшие пять лет мировое потребление минеральных удобрений увеличится почти на 10 %. Факторы растущего потребления удобрений:

- рост численности населения;
- сокращение доступных площадей для выращивания сельскохозяйственных культур из-за истощения почв;
- повышение благосостояния населения и, как следствие, увеличение потребления продуктов питания (мяса, фруктов, овощей).

Основная движущая сила спроса – увеличение населения земного шара, существенно опережающее расширение пахотных земель. Без применения удобрений нынешнего количества земли уже сейчас хватило бы только для того, чтобы прокормить не более 3 млрд человек. По данным ООН, к концу 2010 года население земного шара достигло 6,9, а к 2020 году составит 7,7 млрд человек. Площади пахотных земель на душу населения будут сокращаться: вместо 22,8 сотки в 2000 году к 2020-му останется 18,3, а к 2050-му – только 7. Повышение интенсивности земледелия, в том числе с использованием удобрений, представляется единственным решением проблемы обеспечения продовольствием (рис. 4.1.3).

Еще одна причина роста спроса на удобрения – бурное развитие индустрии биотоплива, сырьем для которого служат сельскохозяйственные культуры (рапс, кукуруза и сахарный тростник). Это направление развития

экономики считается сегодня наиболее перспективным. Однако биомассу нужно не только собрать, перевезти, переработать, ее нужно еще и вырастить. Для этого необходимы удобрения, и прежде всего азотные.

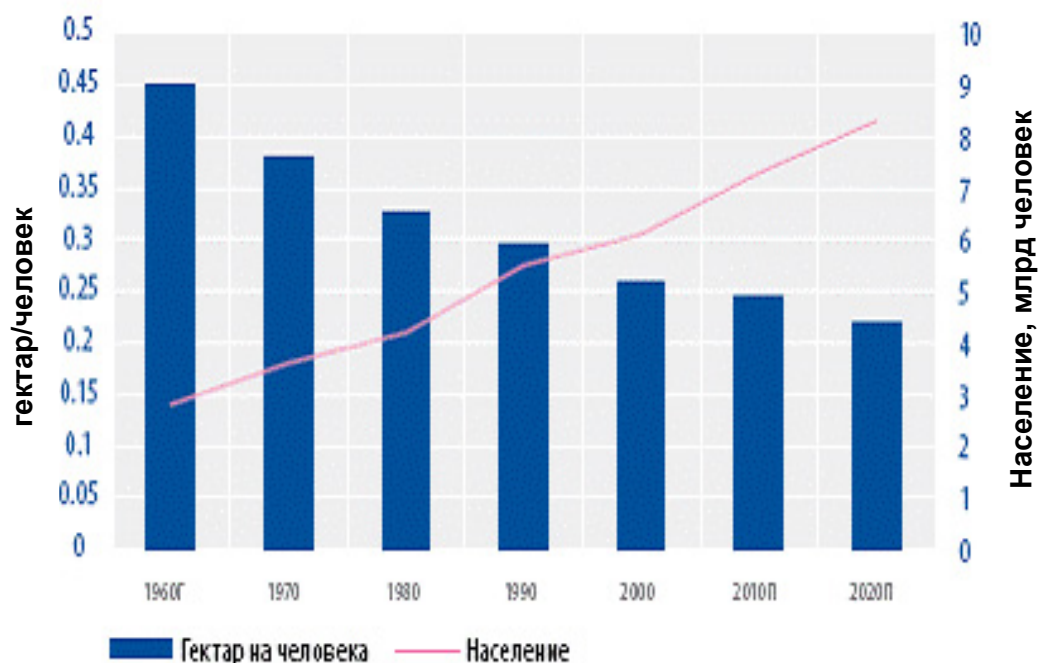


Рис. 4.1.3. Соотношение роста численности населения и доступных для земледелия площадей (источник: IFA)

Цены на минеральные удобрения

Мировой рынок минеральных удобрений в последние годы стремительно развивается. Однако в 2009 году из-за мирового финансового кризиса произошло снижение цен на минеральные удобрения (в первую очередь на азотные), а в ближайшей перспективе ожидается рост цен на 10-15 %. Данная ситуация касается в первую очередь калийных и фосфорсодержащих удобрений, спрос на которые в ближайшие годы будет расти наибольшими темпами. Ограниченные возможности наращивания мощностей по их производству ввиду особенностей сырьевой базы способствуют сохранению стесненного баланса спроса и предложения, в результате цены демонстрируют устойчивую восходящую динамику.

Что касается азотных удобрений, то здесь ситуация сложнее. Факторами, определяющими изменение цен на данные удобрения, будут цены на газ и соотношение ввода новых мощностей с ростом спроса.

С учетом вышеизложенного можно ожидать, что после некоторого ослабления цен в 2009 году их рост продолжится. В ближайшей перспек-

тивом росту цен на удобрения будет способствовать растущее население планеты на фоне общего сокращения доступных сельскохозяйственных площадей, что должно привести к росту интенсивности их использования.

Ниже представлен прогноз цен на важнейшие минеральные удобрения на мировом рынке в 2014-2016 гг. (табл. 4.1.1).

Таблица 4.1.1

Прогноз мировых цен на минеральные удобрения, \$/т

Удобрения	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Карбамид	430	500	540
Аммиачная селитра	310	350	380
Аммофос	880	940	970
Диаммонийфосфат	790	870	930
Хлорид калия	340	350	370

Спрос на минеральные удобрения

Мировой рынок минеральных удобрений характеризуется высокой насыщенностью в развитых странах и активным расширением спроса в развивающихся странах (рис. 4.1.4).

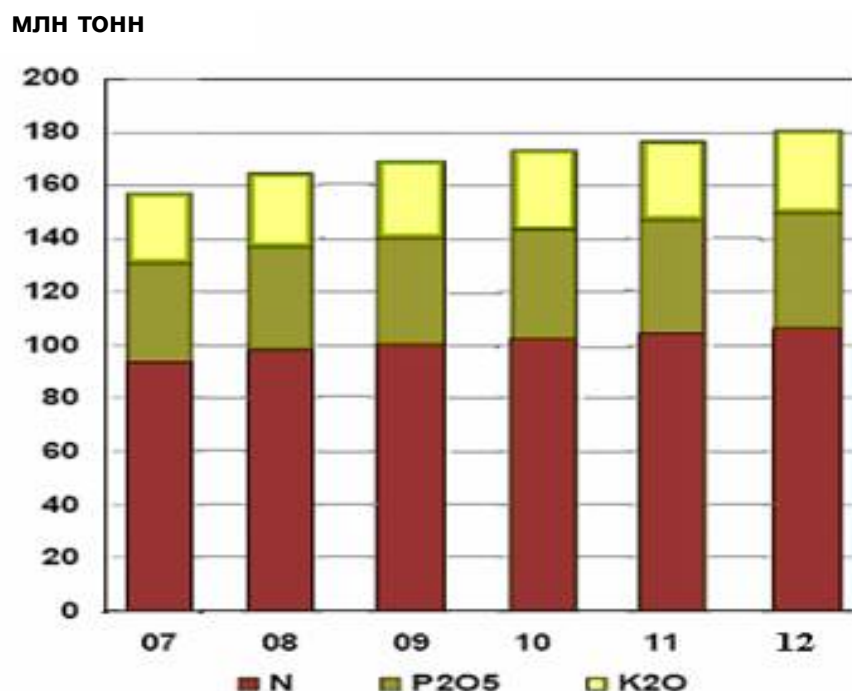


Рис. 4.1.4. Прогноз спроса на минеральные удобрения на мировом рынке в 2007-2012 гг. (источник: АКПП, Mosaic, IFA)

С начала 70-х гг. прошлого века доля развивающихся стран выросла с 20 до 70 %. Это связано, с одной стороны, с быстрорастущим населением этой категории стран и, как следствие, использованием все большего количества удобрений, с другой – с сокращением производства сельскохозяйственных культур развитыми странами, особенно Западной Европой, из-за очень высокой себестоимости и перенесением центра сельского хозяйства в развивающиеся страны. В перспективе тенденция роста доли потребления минеральных удобрений развивающимися странами сохранится.

Описанные выше тенденции подтверждаются цифрами: по данным IFA, в последний год наиболее высокие темпы прироста объемов потребления наблюдались в Южной Азии (+7,5 %), Восточной Азии (+4,5 %) и Западной Азии (+4,0 %). В то же время значительное снижение объемов использования минеральных удобрений имело место в большей части Африки (-8,0 %), Северной Америке (-7,0 %), Западной Европе (-6,8 %). На фоне общего роста рынка минеральных удобрений в той или иной степени объем потребления минеральных удобрений увеличился во всех регионах мира (рис. 4.1.5).

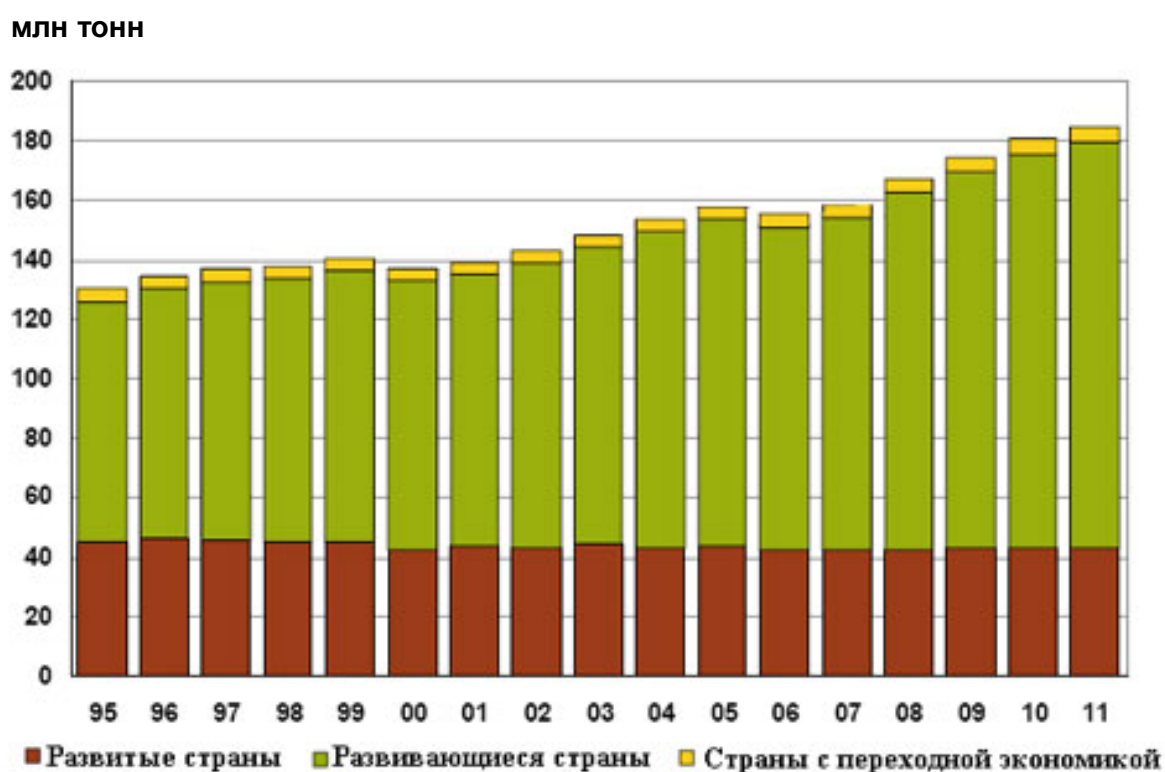


Рис. 4.1.5. Объемы потребления минеральных удобрений развитыми и развивающимися странами в 1995-2011 гг. (источник: IFA)

В последние годы крупнейшим районом по потреблению удобрений является азиатский регион (54 %). Основными потребителями в Азии являются, безусловно, Китай (30 %) и Индия (17 %). В среднесрочной перспективе рост спроса на удобрения в этих странах ежегодно будет увеличиваться не менее чем на 2,4 %. Самые высокие темпы роста (3,3 %) ожидаются в странах Латинской Америки (Бразилия, Аргентина и др.), где в последние годы наблюдается очень бурное развитие аграрного сектора. По оценкам IFA, развивающиеся страны обеспечат около 90 % прироста объемов использования минеральных удобрений в ближайшие пять лет. Наиболее перспективны рынки удобрений Восточной Азии (Китай), Южной Азии (Индия), стран Латинской Америки и США (в основном благодаря биоэтанолю). Еще один огромный рынок потребления удобрений – Бразилия и Аргентина. С 2004 по 2006 гг. емкость рынка удобрений Бразилии выросла в 1,5 раза (с 4 до 6 млн тонн).

Российский рынок минеральных удобрений

В России сейчас выпускается около 18 млн тонн удобрений в год. Стратегия развития химической промышленности России (рис. 4.1.6), подготовленная Минпромэнерго, предусматривает прирост мощностей по выпуску минеральных удобрений до 2015 года на 4,9 млн тонн.



Рис. 4.1.6. Изменение объемов внутреннего производства минеральных удобрений в 2008-2012 гг.

Российская отрасль минеральных удобрений остается ориентированной на экспорт, несмотря на то, что постоянно ведутся разговоры о переориентации на внутренний рынок. В последние годы доля экспорта в общем объеме производства несколько снизилась: если в 2000 году доля экс-

порта в производстве составляла 79 %, в 2005 году этот показатель снизился до 77 %, в 2006 – до 75 %, в 2010 году на экспорт было отгружено чуть более 70 % выпущенных в стране минеральных удобрений.

Данная динамика является следствием нескольких факторов. Во-первых, это снижение объемов экспортных отгрузок; во-вторых, активный выход на мировой рынок новых производителей с дешевыми природными ресурсами; в-третьих, снижение конкурентоспособности российских минеральных удобрений вследствие роста цен на сырье и энергоносители (в основном это касается азотных и комплексных удобрений).

Некоторому росту объемов внутреннего потребления способствуют мероприятия, проводимые государством по поддержке сельского хозяйства.

Вместе с тем, по данным Минсельхоза России, в пересчете на 1 гектар посевной площади в 2013 году в среднем по России внесено 32 кг д.в. минеральных удобрений (на уровне 2009-2012 гг.). Из-за недостатка внесения удобрений в земледелии сложился отрицательный баланс питательных веществ, который составил около 9,4 млн тонн питательных веществ, а за 10 лет – около 87 млн тонн.

С целью обеспечения отечественных сельхозтоваропроизводителей минеральными удобрениями в условиях присоединения России к ВТО и с учетом перехода с 1 января 2013 года на рыночные условия формирования цен на минеральные удобрения при их поставках на внутренний рынок по инициативе Минсельхоза России с 12 октября 2012 года было подписано Соглашение о взаимодействии между Российской ассоциацией производителей минеральных удобрений (РАПУ) и Агропромышленным союзом России.

В целом изменение структуры товарных рынков минеральных удобрений в 1991-2010 гг. можно представить следующим образом (рис. 4.1.7).

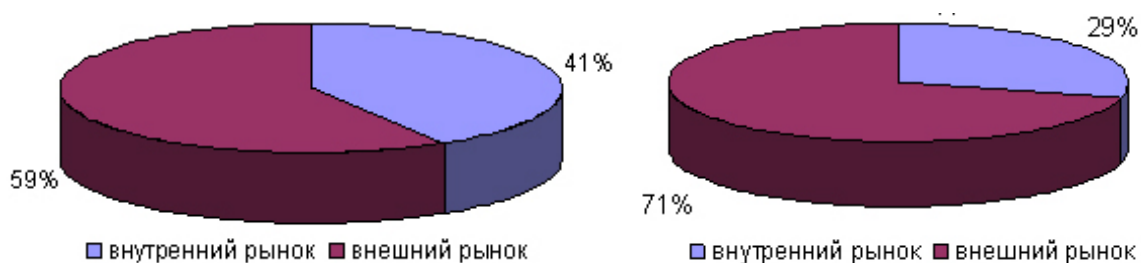


Рис. 4.1.7. Структура товарных рынков минеральных удобрений в 1991 (слева) и 2010 гг. (справа)

Размер рынка, сегменты, потенциальные потребители

Что касается сегментов рынка удобрений, то зерновые культуры являются самым большим сегментом рынка удобрений (с долей приблизительно 60 %), следующий по объему рынок сбыта – это такая востребованная сельскохозяйственная продукция, как овощи, фрукты, виноград, цветы и сахарная свекла.

Ниже приведена общая структура использования минеральных удобрений в сельском хозяйстве. В анализе целевой структуры потребления минеральных удобрений использовались основные направления их внесения, представленные на рисунке 4.1.8.

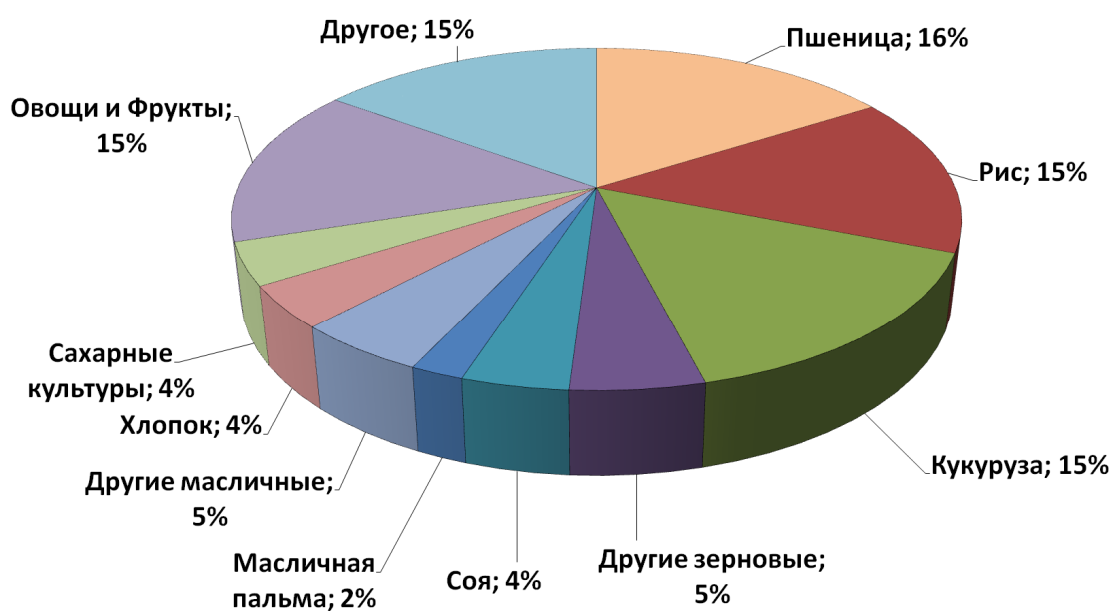


Рис. 4.1.8. Структура использования минеральных удобрений

Одним из ключевых факторов, влияющих на спрос на минеральные удобрения в мире, является рынок зерновых культур и рынок фруктов и овощей. Например, в Китае в последние 10 лет площадь под фруктовые и овощные культуры увеличилась на 14 млн га, и именно фрукты и овощи внесли около половины прироста спроса на минеральные удобрения в этой стране. На текущий момент под эти культуры используется около трети всех минеральных удобрений в Китае. В то же время в Бразилии и ряде других латиноамериканских стран наиболее важными культурами, рост производства которых неразрывно связан с увеличением объемов потребления минеральных удобрений, являются бобовые.

В связи с этим в указанных странах наиболее востребованы фосфорные и калийные удобрения, потребность в которых у данного вида культур наиболее высока. Кроме того, в последние годы здесь активно развивается производство пальмового масла, что также ведет к увеличению использования минеральных удобрений.

Структура потребления удобрений

В структуре потребления минеральных удобрений азотные составляют 59 %, фосфорные – 24 % и калийные – 17 %.

Наибольшее распространение в сельском хозяйстве получило применение азотных удобрений. Они позволяли быстрее достигать продуктивной и, как результат, экономической отдачи посевных площадей. Следствием этого стало увеличение доли азотных удобрений в мировом балансе удобрений с 45 % в начале семидесятых до 58 % в 2007 году (рис. 4.1.9).

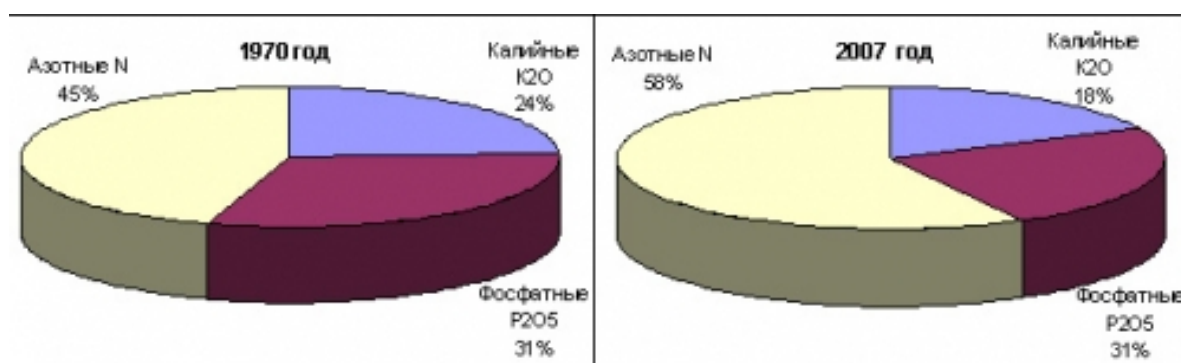


Рис. 4.1.9. Структура мирового потребления минеральных удобрений по питательным веществам в 1970 и 2007 гг. (источник: IFA)

Такая практика привела к существенному истощению земель по элементам, содержащимся в калийных и фосфатных удобрениях, и изменению минерального состава почв, не позволяющему получать прежние высокие урожаи. Для восстановления минерального баланса в ближайшие годы сельхозпроизводители будут вынуждены вносить калийные и фосфорные удобрения в больших объемах. Эта тенденция наметилась уже в 2006-2008 гг. По данным IFA, к 2012 году темпы роста потребления фосфорных удобрений составили 2,6 %, калийных – 3,0 %, азотных – только 2,2 %.

Для стран Восточной Европы, включая Россию, характерна несколько отличная от общемировой ситуация, когда большая часть производи-

мых азотных удобрений не потребляется, а экспортируется. В результате на данный момент восточноевропейские страны являются крупнейшими экспортерами азотных удобрений. Это связано с тем, что до развала СССР данный сектор производства, также работавший на внутреннее потребление, перестал быть востребованным внутри страны – объемы потребления удобрений сократились в несколько десятков раз. Поэтому отрасль была вынуждена переориентироваться на экспорт.

Основные потребители удобрений – сельскохозяйственные организации, крестьянские (фермерские) хозяйства, садовники и огородники. На долю крупных сельскохозяйственных организаций приходится более 70 % всего объема потребления удобрений.

В России в 1993 году объем потребления удобрений сократился более чем в 5 раз. Сейчас положение с использованием удобрений в России улучшается, и в ближайшие 10 лет следует ожидать увеличения потребления минеральных удобрений в сельском хозяйстве как минимум в 2 раза.

В 2009 году российский рынок минеральных удобрений пережил не лучшие времена. Кризис в банковском секторе практически полностью парализовал кредитный рынок. Покупка удобрений традиционно осуществлялась на кредитные деньги. Отсутствие спроса привело к снижению цены. Значительнее всего упали цены на азотные удобрения. В 2010 году ситуация на рынке минеральных удобрений стабилизировалась.

На сегодняшний день список крупнейших российских производителей минеральных удобрений выглядит следующим образом (по данным Российской ассоциации производителей удобрений):

1. МХК «ЕвроХим».
2. ФосАгро АГ.
3. Холдинг Акрон.
4. СИБУР – Минеральные удобрения.
5. ОХК «УралХим».
6. Агропродмир.
7. ОАО «Уралкалий».
8. ОАО «Сильвинит».
9. ОАО «КуйбышевАзот».
10. ООО «Тольяттиазот».
11. ООО «Менделеевсказот».

Крупнейшими в России производителями тукосмесей являются:

1) ЗАО «ФосАгро». Считается пионером тукосмешения. Во многом этому способствовало наличие в структуре компании сбытовой сети «ФосАгро-Регион», самой крупной в России, в состав которой входят 13 представительств, дилерские компании, собственные складские мощности объемом единовременного хранения свыше 450 тыс. т.

На сегодняшний день в составе «ФосАгро» четыре тукосмесительные установки (фирмы European Machine Trading – первая и Agro CS – остальные): в Орле, Нижнем Новгороде, Белгороде и Ростове-на-Дону. Из них три – производительностью 15 т/ч и одна (в Белгороде) – 20 т/ч. Тукосмесительная установка – вещь локальная для внутреннего рынка. Здесь имеет значение транспортное плечо. Она работает на регион дислокации, а также соседние области. Так, например, установка в Орле работает на 6-8 областей – Орловскую, Брянскую, Тульскую, Липецкую, Смоленскую и т.д. На тукосмесительных установках «ФосАгро» по итогам 2008 года было выпущено около 30 тыс. т смесей.

2) ОАО «ЕвроХим». Одна тукосмесительная установка в г. Белореченске Краснодарского края. Установка чешской фирмы Agro CS введена в 2007 году. Ее мощность составляет 300 т/сут. Основные рынки сбыта – юг России (Краснодарский край и Ставрополье). Ассортимент 2008 года – 5 марок тукосмесей (под сахарную свеклу, рапс, рис и т.д.). По итогам 2008 года выпущено около 15 тыс. т тукосмесей. В менее удачном 2009 году – 10 тыс. т. В планах у «ЕвроХима» – создание в ближайшем будущем второй тукосмесительной установки (предположительно в Черноземье).

3) ТД «Агрохимцентр». Одна тукосмесительная установка общей мощностью 15 тыс. т/месяц работает в п. Бузняк (Башкортостан). Ассортимент – 12-15 марок тукосмесей. Из них 3-4 марки – наиболее ходовые. Упаковка – мешки по 50 кг. Действует фасовочная линия по упаковке товара в МКР – 800 кг. Кроме того, имеется оборудование для включения в тукосмеси микроэлементов, таких как бор, сера, цинк, железо и др. По итогам 2008 года на установке было изготовлено около 50 тыс. т. В 2009 году – 30 тыс. т. Основной рынок сбыта – Башкортостан. Тукосмеси берут преимущественно под сахарную свеклу, пивоваренный ячмень и овощи.

4) ЗАО «Агросоль». Самая современная для российского рынка тукосмесительная установка, введенная в 2007 году в Татарстане (п. Каратун).

Установка была построена в 2006 году. Это совместный проект ЗАО «ХК «Золотой колос» и ЗАО «Агросоль» с фирмой Kemira GrowHow. Ту-

космесительная установка голландской фирмы European Machine Trading непрерывного действия (что позитивно сказывается на экономике производства). Мощность – 250 тыс. т/год. Возможен выпуск около 200 марок. В настоящее время выпускаются примерно 70, а ходовыми являются 20 марок. Важнейший сегмент потребления тукосмесей «Агросоли» – это сахарная свекла. Установка нацелена на регионы восточной части России. Рынки сбыта: Татарстан (основной), Чувашия, Удмуртия, Красноярский край, Тюменская область и др. По итогам 2007 года было выпущено 75 тыс. т тукосмесей, 2008 года – 70 тыс. т, 2009 года – 60 тыс. т. Причина снижения объема производства тукосмесей в 2009 году – экономический кризис, сложное финансовое положение сельских хозяйств, а также неудовлетворительная ситуация с дотациями (субсидиями на средства химизации).

5) *ОАО «Акрон»*. Одна тукосмесительная установка производительностью 60 т/ч в г. Дорогобуж (Смоленская область), где расположена вторая производственная площадка холдинга – ОАО «Дорогобуж».

6) *ООО «Арви NPK»*. Самой крупной экспортной площадкой и обладателем самой уникальной в России технологии выпуска тукосмесей в «одной грануле» является производство на предприятии ООО «Арви NPK» в Калининградской области, построенное с участием группы Arvi (Литва). Технология паровой грануляции позволяет выпускать удобрения в одной грануле, что обеспечивает важные качественные преимущества перед традиционным «сухим» тукосмешением, в частности, стабильный гранулометрический состав. Но в нынешней ситуации такие продукты для российского рынка получаются дороже обычных примерно в 1,5 раза, поэтому на него поставляется не более 10 % выпускаемых объемов. Основные рынки – Прибалтика, Западная Европа¹.

Емкость рынка биомодифицированных минеральных удобрений, которые планируется выпускать в рамках проекта, оценивается примерно в 1 млн т. К 2020 году планируется занять около 10 % рынка (100 тыс. т). На сегодняшний день уже имеются договоренности о поставках этих удобрений в сельскохозяйственные организации Ульяновской, Пензенской, Нижегородской областей, Республики Мордовия и других регионов.

Конкурентоспособность биомодифицированных минеральных удобрений обеспечит их экономическая эффективность. Биоминеральные удобрения рентабельнее обычных форм на 40-50 %.

¹ По данным <http://www.newchemistry.ru>.

За счет более высокой эффективности модифицированных форм минеральных удобрений по сравнению с обычными минеральными удобрениями будет компенсироваться недостаточное количество их внесения в почву, которое в последнее время не соответствует рекомендуемым нормам. Вместе с тем важно оценивать состояние баланса элементов питания в почве, поскольку неконтролируемое использование может привести к существенному снижению в почве содержания элементов питания.

4.2. Технико-экономическое обоснование создания участка по биологической модификации минеральных удобрений на химическом заводе

Для реализации биомодифицированных минеральных удобрений не требуется их государственной регистрации, так как они реализуются на рынке как тукосмесь, все компоненты которой уже зарегистрированы и включены в реестр агрохимикатов, разрешенных к использованию на территории РФ.

Для создания участка по биологической модификации гранул минеральных удобрений при действующем химическом заводе требуются дополнительные инвестиции в размере около 3 млн руб. (табл. 4.2.1).

Таблица 4.2.1

Инвестиционные затраты на создание участка по биологической модификации минеральных удобрений на химическом заводе

№ п/п	Наименование статьи затрат	Стоимость, руб.
1	Проектно-сметная документация	200 000,00
2	Оборудование (бункер-дозатор, смеситель) для нанесения бактерии на поверхность гранулы удобрений	2 000 000,00
3	Строительно-монтажные и пусконаладочные работы	300 000,00
4	Автоматика	300 000,00
5	Прочие	200 000,00
	Итого	3 000 000,00

Дополнительные затраты завода по нанесению препарата «БисолбиФит» на поверхность гранул минерального удобрения составят ориентировочно 1100 руб. в расчете на 1 т. При этом стоимость самого препарата составит 1000 руб./т, остальные затраты (электроэнергия, амортизация, заработная плата и др.) – не более 100 руб./т (табл. 4.2.2).

Таблица 4.2.2

**Дополнительные текущие затраты на нанесение бактерий
в расчете на 1 т минеральных удобрений**

№ п/п	Наименование статьи затрат	Стоимость, руб./т
1	Материальные затраты на БисолбиФит	1000,00
2	Электроэнергия	~ 100,00
3	Заработная плата и отчисления	
4	Амортизация	
5	Прочие	
	Итого	1100,00

Дополнительная прибыль завода от реализации 1 т модифицированного минерального удобрения составит 500 руб. (при рекомендуемой наценке 1600 руб./т) (табл. 4.2.3).

Таблица 4.2.3

**Дополнительная прибыль
от биологической модификации минеральных удобрений**

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Значение
1	Рекомендуемая наценка на 1 т биомодифицированного минерального удобрения	руб.	1600,00
2	Дополнительная прибыль от реализации 1 т модифицированного минерального удобрения	руб.	500,00

Рентабельность биологической модификации минеральных удобрений при этом составит 45 %. Для окупаемости инвестиций на создание участка по биологической модификации минеральных удобрений непосредственно при химическом заводе (в размере 3 млн руб.) потребуется произвести и реализовать на рынке минимум 6 тыс. т таких удобрений (табл. 4.2.4).

Таблица 4.2.4

**Расчет точки безубыточности
(окупаемость дополнительных инвестиционных затрат)**

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Значение
1	Рентабельность биологической модификации минерального удобрения	%	45,45
2	Точка безубыточности (минимальный объем производства модифицированных удобрений, при котором окупаются инвестиции)	т	6000

Биомодифицированные минеральные удобрения будут выпускаться как тукосмеси под собственной торговой маркой предприятий. Такие тукосмеси применяются без ограничений для минерального питания всех видов сельскохозяйственных культур, в любых климатических условиях как отдельно, так и с любыми минеральными подкормками, стимуляторами роста растений, пестицидами и микробиологическими препаратами.

Тукосмеси содержат важнейшие элементы питания в легкоусвояемой форме (азот, фосфор и калий), а также бактерию, которая дополнительно: а) мобилизует и переводит в доступную для растений форму почвенные запасы азота, фосфора и калия; б) стимулирует и ускоряет развитие растения, укрепляет его иммунитет, увеличивает интенсивность фотосинтеза; в) повышает усвоение элементов минерального питания из удобрений; г) блокирует развитие болезнетворных микроорганизмов, возбудителей болезней, таких как мучнистая роса, бурая ржавчина, снежная плесень, фитофтороз, корневые гнили, сосудистый бактериоз и многие другие.

Для изготовления тукосмесей применяются агрохимикаты, в том числе микроудобрения и микробиологические препараты, прошедшие обязательную государственную регистрацию.

Биомодифицированные минеральные удобрения испытываются во Всероссийском НИИ агрохимии им. Д. Н. Прянишникова с 2002 года. По полученным данным, это более эффективные и экологически совершенные формы минеральных удобрений. Их применение позволяет повысить биологическую активность почвы, а также урожайность сельскохозяйственных культур, рентабельность производства, окупаемость затрат на удобрения. Полученные результаты их применения доказывают целесообразность организации их производства в промышленных масштабах.

4.3. Организация промышленного производства биомодифицированных минеральных удобрений на базе тукосмесительного завода в Ульяновской области

Сущность получения модифицированных удобрений заключается в нанесении на гранулу минеральных удобрений микробного препарата «Би-солбиФит». Процесс биологической модификации может осуществляться на химических, тукосмесительных заводах, а также непосредственно в условиях сельскохозяйственных предприятий. Для каждого случая необходимо подбирать свой состав оборудования, позволяющий механизировать и автоматизировать данный процесс.

Авторы данной монографии поставили перед собой цель организовать промышленное производство биомодифицированных минеральных удобрений на базе строящегося тукосмесительного завода в Ульяновской области.

Технологическая схема биологической модификации минеральных удобрений на базе тукосмесительной линии выглядит следующим образом (рис. 4.3.1).

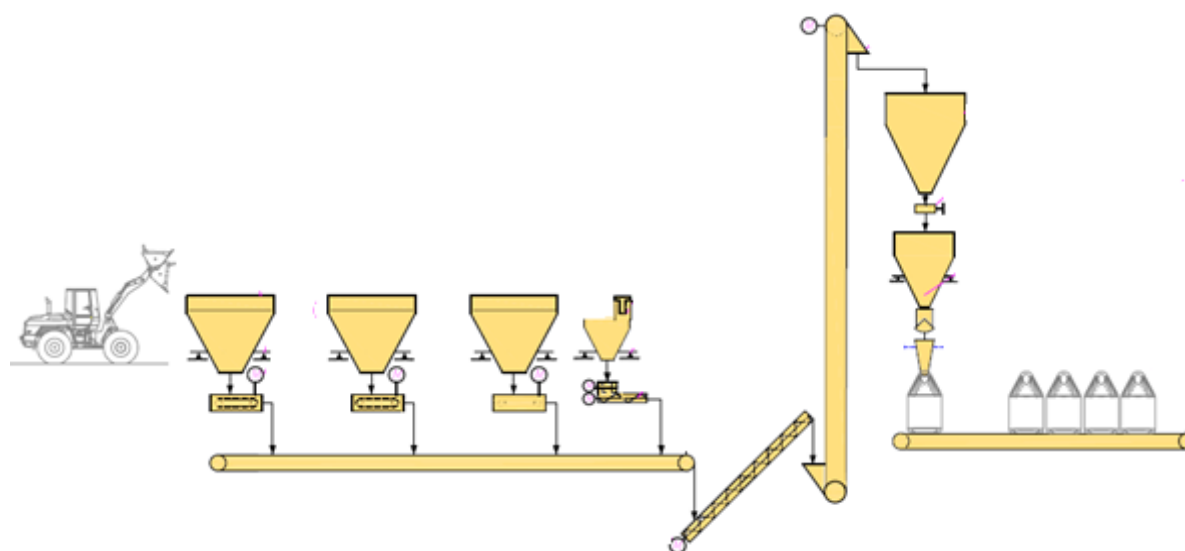


Рис. 4.3.1. Технологическая схема биологической модификации минеральных удобрений

В соответствии с указанной технологической схемой разработан проект завода по выпуску тукосмесей – смесей минеральных удобрений и микробного препарата.

Схема позволяет осуществлять фасовку минеральных удобрений в мягкие контейнеры (МКР), смешивание и получение традиционных ту-

космесей для конкретного типа почв, а также биологическую модификацию всех видов минеральных удобрений. Для удобства биомодифицированные удобрения далее будем называть тукосмеси.

Производство тукосмесей представляет собой комплекс приема, смешивания и фасовки сухих гранулированных минеральных удобрений в МКР.

Завод по производству тукосмесей включает в себя:

- прием из вагонов минеральных удобрений;
- транспортирование минеральных удобрений к узлу смешения;
- подготовку к дозированию модификатора;
- смешивание удобрений и модификатора в заданной пропорции;
- фасовку тукосмесей в МКР;
- складирование готовой продукции;
- отгрузку продукции потребителям.

Мощность производства тукосмесей будет составлять 128,2 тыс. т в год (табл. 4.3.1).

Таблица 4.3.1

Расчет плановой мощности производства тукосмесей

№ п/п	Наименование показателя	Значение
1	Транспортная система подачи гранулированных минеральных удобрений в отдельные отсеки	100 т/ч
2	Транспортная система подачи гранулированных минеральных удобрений в наддозаторный бункер	100 т/ч
3	Механическая фасовка минеральных удобрений в мягкие контейнеры типа биг-бэг по 800 кг, не менее	90 мешков/ч
4	Число рабочих дней в году	252
5	Годовой фонд рабочего времени	2016 ч
6	Количество смен в сутки	1
7	Продолжительность рабочей смены	8 ч
8	Коэффициент использования технологического оборудования	0,92
9	Коэффициент понижения в зависимости от удельного веса минеральных удобрений	0,96
10	Производственная мощность, тыс. т	128,2

Производительность завода по механической фасовке минеральных удобрений (тукосмесей) в МКР по 800 кг составляет 160 248 мешков, или 128,2 тыс. т в год.

Цикл фасовки одного МКР по 800 кг составляет 40 с, в том числе:

- установка биг-бэга – 15 с;
- заполнение биг-бэга – 10 с;
- транспортировка биг-бэга в зону действия погрузчика – 15 с.

Прием сухих гранулированных минеральных удобрений предусматривается осуществлять при помощи транспортной системы, которая размещается во вновь построенной галерее.

Проектная мощность транспортной системы составляет 100 т/ч, что позволяет на протяжении одной смены принимать до 6-7 вагонов-хопперов или минераловозов.

Проектом предусмотрено кратковременное напольное складирование (хранение) сухих гранулированных минеральных удобрений в отсеках крытого склада, полезная площадь которых составляет 144 м². Высота отсеков – 2,800 м.

Смешивание минеральных удобрений с модификатором осуществляется на тукосмесительной линии. Смешиваются разные виды минеральных удобрений, а также минеральные удобрения с микробиологическими добавками.

Фасовка готовых тукосмесей, а также отдельных видов гранулированных минеральных удобрений в биг-бэги производительностью не менее 500 т в смену осуществляется на участке фасовки, который включает в себя бункер-дозатор емкостью 16 м³ и фасовочную машину для фасовки в МКР. В комплект установки для фасовки в МКР входит тензобункер с пневмозадвижкой, вентилятор для раздува МКР, а также ленточный транспортер для отвода МКР в зону действия погрузчиков.

Готовая продукция в таре при помощи вилочных погрузчиков транспортируется на склад готовой продукции.

Обеспечение данного комплекса электроэнергией осуществляется от существующей ТП предприятия.

Обеспечение данного комплекса сжатым воздухом осуществляется от существующего компрессора.

При приеме, смешивании и механической фасовке сухих гранулированных минеральных удобрений необходимо предусмотреть систему

управления технологическим процессом, которая должна выполнять следующие функции:

- контроль уровня продукта в бункере-дозаторе;
- звуковая сигнализация при включении оборудования и система технологических блокировок;
- аварийная остановка конвейеров по всей длине путем нажатия на трос, который прокладывается по конструкции конвейеров со стороны проходов.

Участок приема с вагонов минеральных удобрений

Готовые сухие гранулированные минеральные удобрения поставляются на участок приема минеральных удобрений в вагонах-хопперах или вагонах-минераловозах.

Подача вагонов на территорию предприятия осуществляется при помощи маневрового локомотива, а перемещение вагонов в зону выгрузки – при помощи маневровой лебедки, которой должен быть оборудован данный комплекс.

Из вагонов минеральные удобрения разгружаются в приемный бункер БП-3,0М, который размещен во вновь запроектированном приямке. Бункер выполнен в виде трех отдельных бункеров. Сверху бункер закрыт решеткой. Истекающие из люков вагона минеральные удобрения просыпаются через решетки и, обтекая разгрузочные горки, поступают к виткам шнеков (рис. 4.3.2).

Непрерывно работающие разгрузочные шнеки, расположенные в нижней части каждого приемного бункера, производят выгрузку удобрений из приемных бункеров в собирательный конвейер винтовой горизонтальный КВГ-4/2. Конвейер состоит из U-образного желоба, в котором установлены два синхронно вращающихся шнека. Желоб установлен на раме, имеет три загрузочных окна и выгрузной патрубок (рис. 4.3.3).

Из собирательного горизонтального конвейера минеральные удобрения подаются в конвейер винтовой наклонный, с помощью которого их транспортируют в цех на дозирочно-смешивающий узел приготовления смеси.

Дозировочно-смешивающий узел приготовления смеси состоит из приемных дозирующих емкостей на весовых датчиках для компонентов смеси минеральных удобрений с ленточными, дозирующими конвейерами в количестве трех штук. Объем каждой емкости – 5,5 м³. Применяются для получения сложных минеральных удобрений заданного состава.

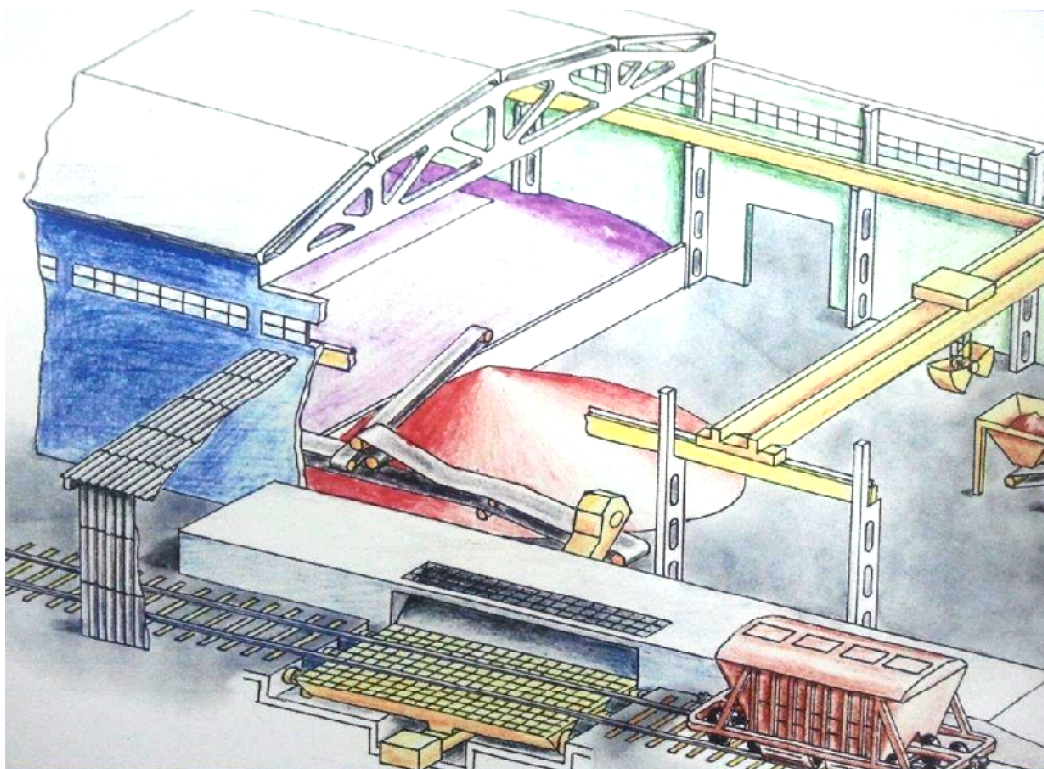


Рис. 4.3.2. Приемка минеральных удобрений

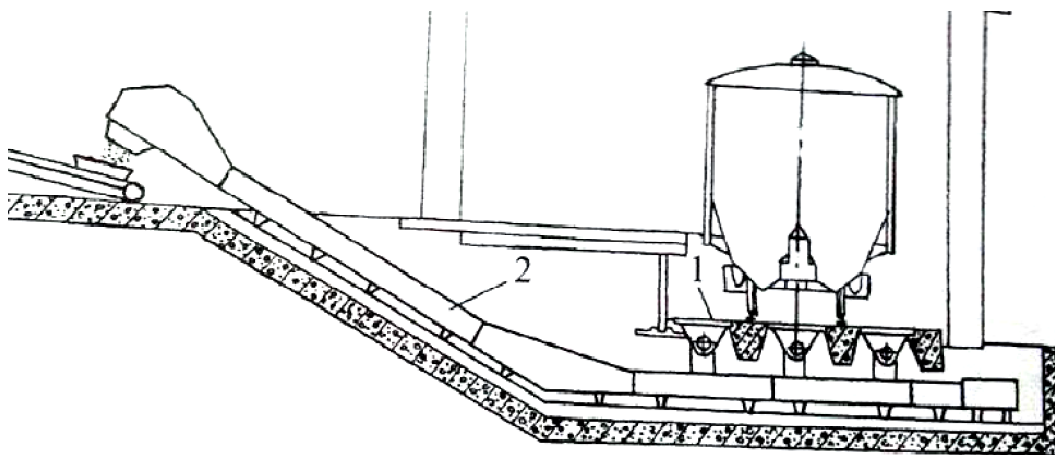


Рис. 4.3.3. Разрез участка приемки минеральных удобрений навалом

Дозирование модификатора осуществляется с помощью бункера-растаривателя и винтового спирального конвейера (рис. 4.3.4).

В приемные дозирующие емкости с ленточными дозирующими конвейерами минеральные удобрения подают из ячеек склада с помощью фронтальных погрузчиков. Из емкостей с помощью дозирующих конвейеров удобрения и добавки выгружаются на загрузочный ленточный конвейер с вогнутым профилем транспортной ленты.

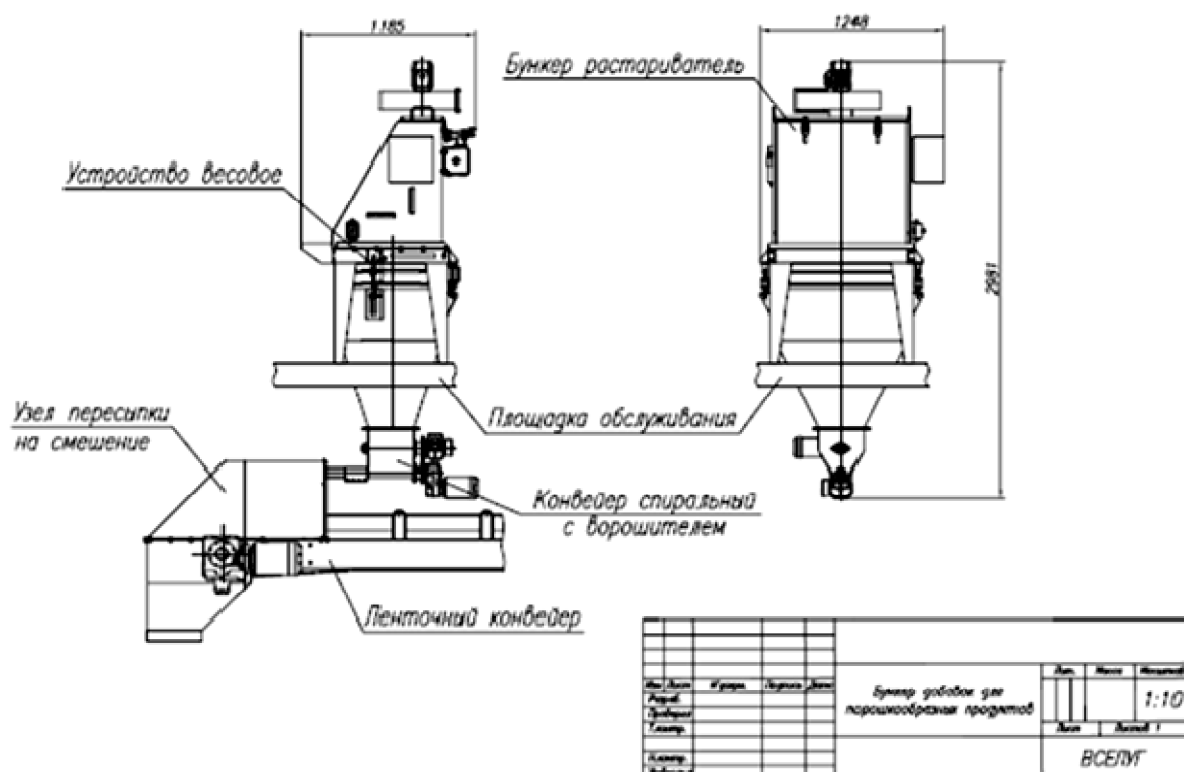


Рис. 4.3.4. Чертеж дозатора модификатора

Загрузочный ленточный конвейер с вогнутым профилем транспортной ленты предназначен для загрузки в винтовой смеситель минеральных удобрений из приемного отделения (или склада) и добавок.

Винтовой смеситель непрерывного действия производительностью до 100 м³/ч предназначен для смешивания компонентов минеральных удобрений. Смесь минеральных удобрений из смесителя через разгрузочный выход попадает к загрузочному входу ковшевого элеватора.

Ковшовый элеватор имеет производительность до 100 м³/ч. Предназначен для подъема смеси минеральных удобрений с помощью транспортной ленты, оснащенной ковшами, к накопительному бункеру.

Накопительный бункер объемом 15 м³ оснащен датчиками уровня материала, люком для обслуживания, рукавным фильтром, а также дисковой пневмозадвижкой, которая установлена на разгрузочном отверстии бункера.

Для механической фасовки сухих гранулированных минеральных удобрений в мягкие контейнеры предусмотрена установка производительностью не менее 90 МКР в час. В комплект данной установки входит тензобункер с пневмозадвижкой, вентилятор для раздува биг-бэга и транспортер для отвода биг-бэгов в зону работы погрузчиков. Готовая продукция в

таре транспортируется при помощи вилочных погрузчиков на склад готовой продукции.

Транспортировка минеральных удобрений, упакованных в специальные мягкие контейнеры, может осуществляться в крытых вагонах, на полувагонах и автомобильным транспортом.

Описание технологической схемы

Сухие гранулированные минеральные удобрения поставляются на объект железнодорожным транспортом в вагонах-хопперах. При помощи маневровой лебедки вагон перемещается в зону разгрузки и устанавливается над приемным бункером. Разгрузка производится при включенной транспортной системе.

Бункер приемный, объем которого составляет 9 м^3 , расположен в готовом приямке. Бункер выполнен в виде трех отдельных бункеров. Размеры одного бункера составляют $10550 \times 1180 \times 810$ мм. Бункеры опираются на двутавровые балки.

Из приемного бункера минеральные удобрения при помощи наклонного ленточного конвейера транспортируются на загрузочный ленточный конвейер открытого типа, на который с помощью дозатора подается модификатор. Далее минеральное удобрение с модификатором транспортируется в смеситель непрерывного действия. Готовая смесь минерального удобрения и добавки подается с помощью ковшового элеватора в накопительный бункер и далее из него в фасовочную машину. Мешки с готовой смесью транспортируются с помощью отводящего конвейера в зону работы погрузчика, который перевозит их на склад.

Для весового дозирования модификатора используется специальный дозатор, установленный на тензометрические датчики.

Компоновка участка биологической модификации минеральных удобрений представлена на рисунке 4.3.5.

Полученная тукосмесь упаковывается в МКР по 800 кг (рис. 4.3.6).

Биоминеральные удобрения маркируют как «ТУКОСМЕСЬ», т.е. смесь минеральных и микробиологических удобрений, прошедших регистрацию (прил. 3-4).

Производство предлагается разместить при железной дороге на территории Инзенского района Ульяновской области. Планировка завода представлена на рисунке 4.3.7.

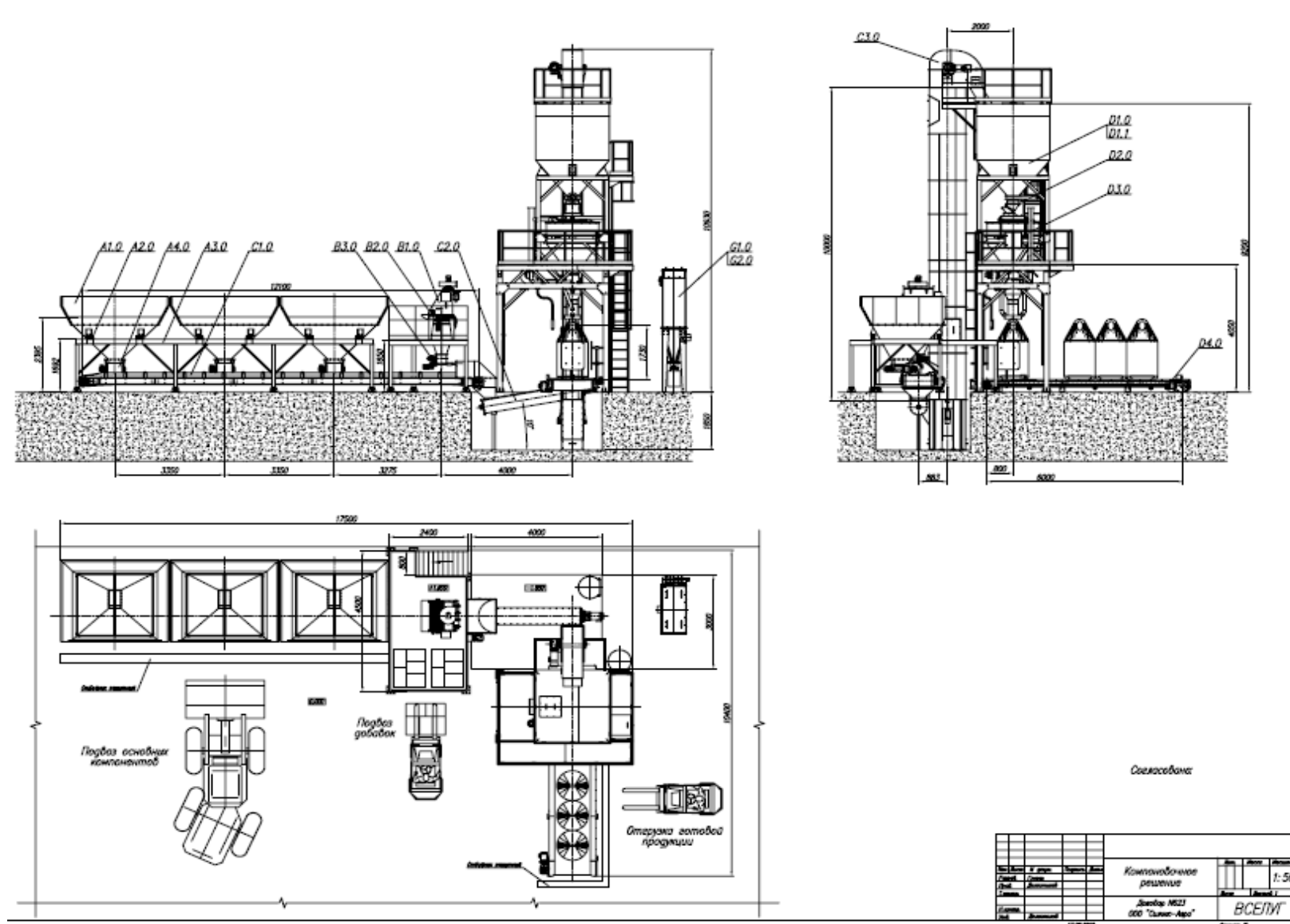


Рис. 4.3.5. Компонировка участка биологической модификации минеральных удобрений

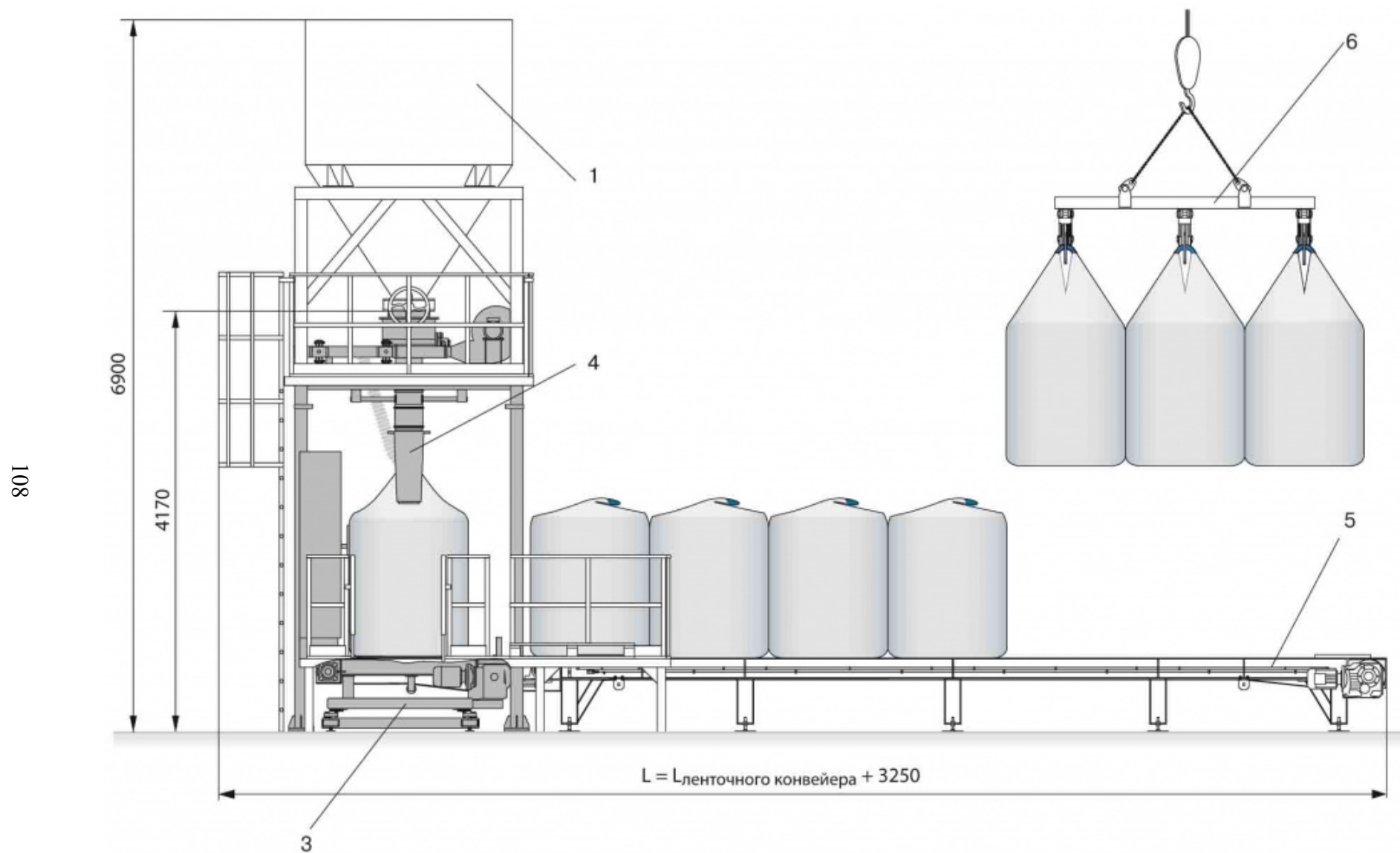


Рис. 4.3.6. Упаковка биомодифицированных минеральных удобрений в мягкие контейнеры

Рис. 4.3.7. Планировка тукосмесительного завода

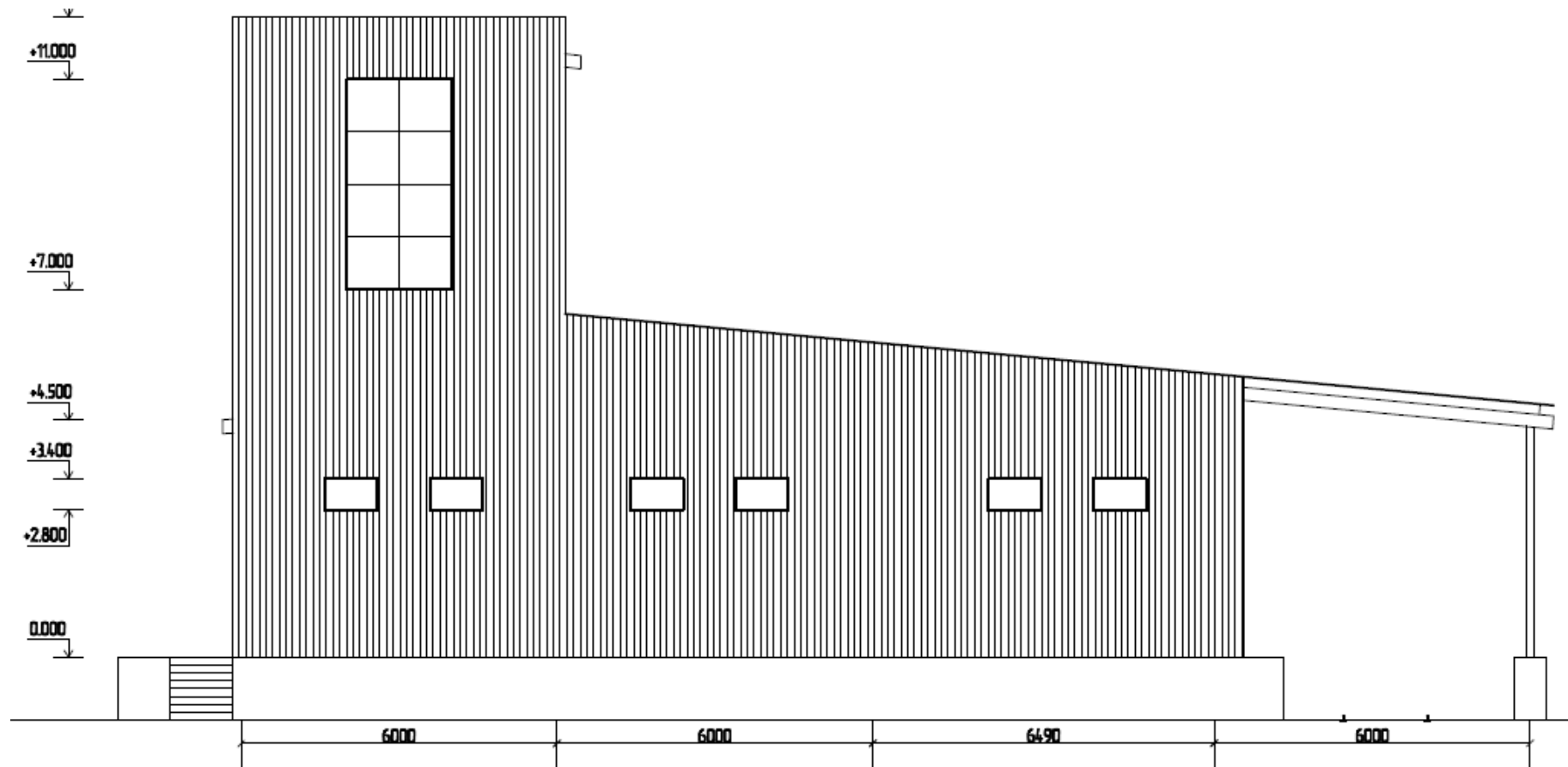


Рис. 4.3.8. Завод (вид справа)

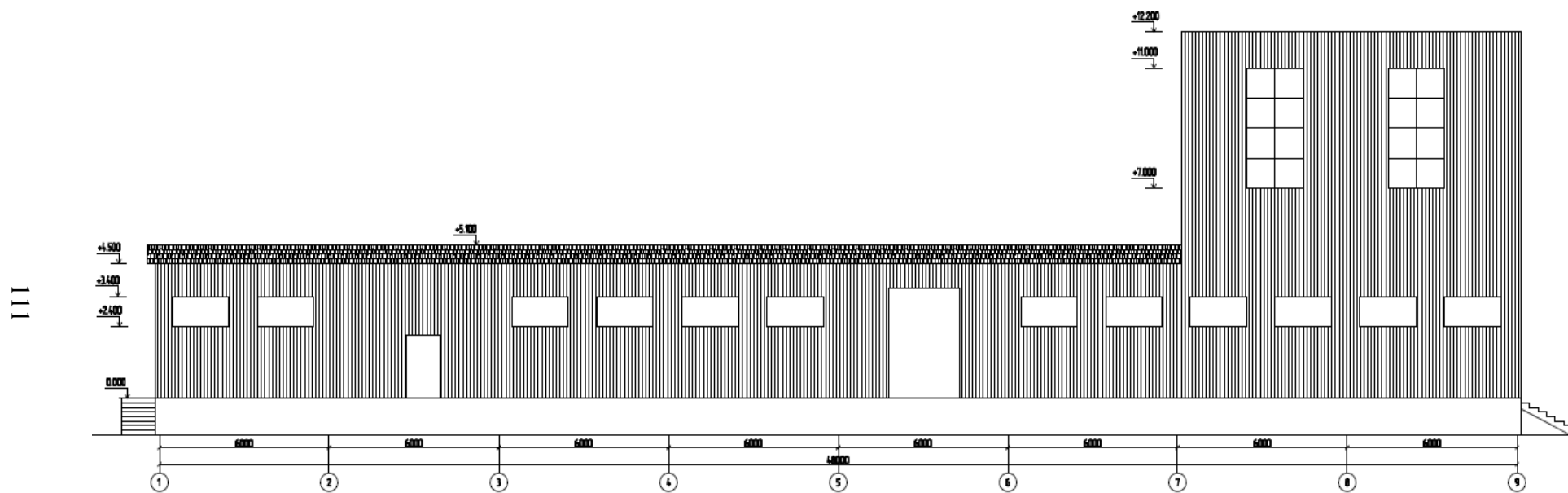


Рис. 4.3.9. Завод (вид сзади)

В рамках проекта предполагается создание отделения для приемки удобрений навалом, реконструкция склада и возведение основного производственного корпуса, монтаж существующей комплектной линии по производству тукосмесей, восстановление тупика и погрузочно-разгрузочной площадки. Минеральные удобрения, поступающие железнодорожным транспортом, предполагается перерабатывать сразу или временно размещать навалом на складе оперативного хранения для дальнейшего получения сложных удобрений по формуле заказчика. Готовую продукцию предполагается хранить на открытой площадке, так как будет использоваться двойная упаковка. Отгрузка готовых тукосмесей будет осуществляться как автомобильным, так и железнодорожным транспортом. Вид завода (справа и сзади), генеральный план представлены на рисунках 4.3.8-4.3.10.

Технология получения биомодифицированных минеральных удобрений защищена патентом РФ № 2241692 «Способ получения биоудобрений» (заявка № 2002127984/13 от 11.10.2002 Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений РФ 10 декабря 2004 г.). Кроме того, защищены все торговые марки, под которыми предполагается выход на рынок. На продукцию разработаны технические условия, маркировка и паспорт качества (прил. 1-3).

Экономическая эффективность производства

Перед началом производства новой продукции необходимо иметь представление о его экономической эффективности. Для этого необходимо составить калькуляцию, рассчитать планируемую прибыль и рентабельность производства (табл. 4.3.2-4.3.4).

Таблица 4.3.2

Расчет переменных издержек на производство 10 000 т тукосмесей (в 1-й год, на примере биомодифицированного аммофоса)

Наименование статьи затрат	Ед. изм.	На ед. продукции			На весь выпуск	
		Норма	Цена, руб.	Сумма, руб.	Кол-во	Сумма, руб.
1. Сырье и материалы						
Аммофос ($N_{12}P_{52}$) навалом	т	1	16 950	16 950	10 000	169 500 000
БисолбиФит (Bs)	кг	4	210	840	40 000	8 400 000

Наименование статьи затрат	Ед. изм.	На ед. продукции			На весь выпуск	
		Норма	Цена, руб.	Сумма, руб.	Кол-во	Сумма, руб.
Мешкотара с логотипом	шт.	1,25	200	250	12 500	2 500 000
2. Топливо и электроэнергия на тех. нужды						
Электроснабжение	кВт	1,8	4,5	8,1	18 000	81 000
ГСМ	л	0,5	30	15	5000	150 000
3. Заработная плата с отчислениями						
Заработная плата основных рабочих				266,76		2 667 600
Заработная плата вспомогательных работников				32,76		327 600
ИТОГО переменных затрат				18 363		183 626 200

Таблица 4.3.3

Расчет общехозяйственных и общепроизводственных затрат

Наименование статьи затрат	Сумма в год, руб.
Амортизация	900 000
Зарплата адм.-управл. персонала и отчисления	2 262 000
Коммунальные платежи	432 000
ГСМ и транспорт	340 000
Ремонт и обслуживание производства	200 000
Коммерческие расходы	120 000
Телефонная связь, Internet, почтовые расходы	80 000
Реклама, маркетинг	420 000
Командировочные	120 000
Охрана труда. Пожарная безопасность	60 000
Охрана окружающей среды	60 000

Наименование статьи затрат	Сумма в год, руб.
Услуги агрохимической и микробиолог. лаборатории	160 000
Материал, инструмент, приспособления, спецодежда	120 000
Канцтовары	36 000
Содержание охраны. Безопасность	250 000
Представительские расходы	60 000
Обслуживание ж/д тупика	60 000
Содержание офиса, помещений (свет, тепло, вода и т.п.)	432 000
ИТОГО постоянных затрат	6 112 000

Таблица 4.3.4

Расчет полной себестоимости и прибыли от продаж 1 т

Наименование показателя	Значение
Объем производства, т	10 000
Переменные издержки на 1 т, руб.	18 363
Общехоз. и общепроизв. издержки на 1 т, руб.	611
Себестоимость 1 т, руб.	18 974
Норма прибыли, руб./т	569,22

Таким образом, производство биомодифицированных удобрений обеспечивает получение 569 руб. прибыли с 1 т. При объеме производства 10 тыс. т в первый год валовая прибыль от продаж составит 5,69 млн руб.

При стоимости тукосмесительного завода под «ключ» ориентировочно 30 млн руб. его окупаемость составит при таком объеме прибыли 5,5 лет.

Заключение

В ближайшие пять лет ожидается рост мирового потребления минеральных удобрений почти на 10 %. Основная движущая сила спроса – увеличение населения земного шара и сокращение посевных площадей. Все это требует повышенной отдачи от каждого га сельхозугодий.

По данным ООН, к концу 2020 года население земного шара достигнет 7,7 млрд человек. Площади пахотных земель на душу населения будут сокращаться: вместо 21 сотки в 2014 году к 2020-му останется 18,3, а к 2050-му – только 7. Повышение интенсивности земледелия, в том числе с использованием удобрений, представляется единственным решением проблемы обеспечения продовольствием.

Однако указанную проблему невозможно решить только за счет количественного фактора, т.е. банального увеличения доз внесения минеральных удобрений в расчете на 1 га пашни. Как известно, большая часть питательных веществ удобрений вымывается в грунтовые воды, улетучивается в атмосферу (азотные удобрения) или переходит в недоступную для растений форму (фосфорные удобрения). При этом стоимость минеральных удобрений очень высока, и не всегда их применение оправдывается дополнительной прибавкой урожая. В этой связи необходимо в максимальной степени задействовать качественные факторы, а именно повышение отдачи от каждого кг внесенного минерального удобрения.

Повысить эффективность минеральных удобрений возможно путем использования современных достижений отечественной микробиологии – Всероссийского НИИ сельскохозяйственной микробиологии (г. Санкт-Петербург), где разработан, апробирован и запатентован способ получения биомодифицированных удобрений, окупаемость которых прибавкой урожая на 50 % выше, чем обычных форм.

Под модифицированным минеральным удобрением понимается (в соответствии с ГОСТ 20432-83 «Удобрения. Термины и определения») минеральное удобрение, частицы которого покрыты тонким слоем различных материалов, улучшающих их свойства.

Суть биологической модификации заключается в нанесении на поверхность гранул минеральных удобрений (в условиях химического или тукосмесительного завода) специального микробиологического препарата «БисолбиФит», созданного на основе штамма *Bacillus subtilis* Ч-13. Новый

способ биологической модификации минеральных удобрений позволяет повысить коэффициент усвоения растениями питательных веществ из удобрений и почвы от 10 до 40 %. В свою очередь, дополнительно мобилизованные элементы питания позволяют улучшить минеральное питание растений и тем самым добиться более высокого урожая. Экономическая эффективность биологической модификации минеральных удобрений в производственных условиях составляет от 5 до 20 руб. на 1 руб. дополнительных затрат в зависимости от вида удобрения, культуры и почвенно-климатических условий.

Новизна решения проблемы низкой эффективности усвояемости питательных веществ из удобрений подтверждается:

- Патентом РФ № 2241692 «Способ получения биоудобрений» (заявка № 2002127984/13 от 11.10.2002. Зарегистрировано в Госреестре изобретений РФ 10 декабря 2004 г.).
- Патентом РФ № 2512277 «Способ получения биоминеральных удобрений и мелиорантов» (заявка № 2012143318/13 от 10.10.2012. Опубликовано 10.04.2014).

Уникальность предлагаемой технологии заключается в том, что в результате проведенных научных исследований впервые выявлена возможность целенаправленного совмещения гранул минеральных удобрений с бациллярными препаратами, обладающими комплексом полезных для культурных растений свойств, таких как стимуляция роста растений, защита от грибных и бактериальных заболеваний, усиление иммунитета растений и повышение их устойчивости к стрессам (заморозки, засуха).

Считалось, что микроорганизмы не способны существовать на поверхности минеральных удобрений. Причина этому – неблагоприятные условия, которые ингибируют рост бактерий. Во Всероссийском НИИ сельскохозяйственной микробиологии при микробиологических анализах проб различных видов минеральных удобрений были получены данные об аборигенной микрофлоре, обитающей на исходном сырье и поселяющейся впоследствии на поверхности гранул минеральных удобрений на заключительном этапе их производства либо при их дальнейшем хранении и транспортировке. Анализ показал, что два из пяти исследуемых образца оказались стерильными. Остальные три образца имели на своей поверхности небольшое количество микроорганизмов. Количество морфотипов варьировало от трех до пяти. Основными представителями аборигенной микрофлоры являлись штаммы бактерий из рода *Bacillus*. Видовое разно-

образии оказалось незначительным и в основном было представлено видами *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus megaterium*. На некоторых видах сложных минеральных удобрений обнаружен *Staphylococcus epidermidis*, который может вызывать сепсис и гнойную инфекцию ран.

Таким образом, на поверхность гранул минеральных удобрений целесообразно искусственно заселять агрономически полезные бактерии, способные участвовать в трансформации сложнодоступных форм элементов в легкодоступные и повышать усвояемость питательных веществ из минеральных удобрений.

Биологизация гранул минеральных удобрений микробиологическим препаратом «БисолбиФит» является на сегодняшний день одним из самых перспективных и действенных способов повышения эффективности их использования. Данный способ позволяет повысить окупаемость минеральных удобрений прибавкой урожая на 50-60 %.

Дополнительные затраты на биологическую модификацию в расчете на 1 га составляют примерно 115 руб. (сюда входят стоимость самого модификатора и стоимость его нанесения на минеральное удобрение). Дополнительная прибыль от применения биомодифицированных удобрений составляет около 785 руб./га. Соотношение дополнительной прибыли и дополнительных затрат составляет 7:1. Это означает, что каждый рубль, дополнительно вложенный в биологическую модификацию минеральных удобрений, обеспечивает за счет прибавки урожая получение 7 руб. прибыли.

Библиографический список

1. Абрамова, И. М. Требования к технологической адекватности ячменного сырья / И. М. Абрамова, В. А. Поляков, В. Б. Савельева, Т. Г. Воробьева // Пищевая промышленность. 2013. № 5. С. 52-54.
2. Ариткин, А. Г. Повышение социально-экономического уровня развития Ульяновской области путем создания регионального биотехнологического кластера / А. Г. Ариткин, А. В. Кумбралев // Сб. науч. тр. по матер. Междунар. науч.-практич. конф. «Наука и образование в жизни современного общества» : в 18 ч. Ч. 16. Тамбов, 2013. С. 17-20.
3. Афанасьев, Р. А. Дифференциация доз фосфорных удобрений в зависимости от содержания фосфатов в почве / Р. А. Афанасьев, А. В. Ваулин, Д. Д. Орловский // Плодородие. 2003. № 5. С. 20-24.
4. Байрамов, Л. Э. Азотное питание и продуктивность ячменя при использовании биопрепаратов : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Л. Э. Байрамов. М. : ВИУА, 2000. 25 с.
5. Баталова, Г. А. Овес в Волго-Вятском регионе / Г. А. Баталова. Киров : ООО «Орма», 2013. 288 с.
6. Биопрепараты в сельском хозяйстве (методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве) / отв. ред. И. А. Тихонович, Ю. В. Круглов. М. : Россельхозакадемия, 2005. 154 с.
7. Былков, И. А. Формирование урожайности и качества зерна ячменя в зависимости от сорта и удобрений на дерново-подзолистых почвах Волго-Вятского региона : дис. ... канд. с.-х. наук / И. А. Былков. Н. Новгород : НГГСХА, 2002. 184 с.
8. Внукова, М. А. Производство пивоваренного ячменя в Орловской области / М. А. Внукова, Е. М. Титова // Зерновое хозяйство. 2006. № 7. С. 14-16.
9. Воробейков, Г. А. Микроорганизмы, урожай и биологизация земледелия / Г. А. Воробейков. СПб. : РГПУ им. А. И. Герцена, 1998. 120 с.
10. Воробьева, Л. А. Влияние удобрений и diaзотрофных препаратов на урожай и качество зерна овса и ячменя в дерново-подзолистой песчаной почве : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Л. А. Воробьева. М. : ВНИИ Агроэкоинформ, 2000. 19 с.
11. Гитун, Т. В. Дисбактериоз. Как восстановить свое здоровье / Т. В. Гитун. М. : РИПОЛ классик, 2010. 64 с.
12. Глуховцев, В. В. Значение сорта ярового ячменя при энергоресурсосберегающих технологиях возделывания / В. В. Глуховцев, С. В. Царевский, Е. В. Столпивская, С. Н. Кулясов, А. С. Толпекина // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2012. № 4. С. 3-5.

13. Гребенщиков, В. Ю. Влияние минеральных удобрений на урожай и качество зерна ячменя, размещаемого по разным предшественникам / В. Ю. Гребенщиков // Агроэкологическая эффективность применения средств химизации в современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур. Матер. 39 Междунар. науч. конф. (ВНИИА). М. : ВНИИА, 2005. С. 175-178.
14. Гулидова, В. А. Особенности возделывания ячменя для производства солода / В. А. Гулидова // Зерновое хозяйство. 2001. № 3. С. 26-29.
15. Гусева, Ю. Е. Использование растениями ячменя элементов питания из разных слоев дерново-подзолистой почвы : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Ю. Е. Гусева. М. : РГАУ-МСХА, 2012. 20 с.
16. Дериглазова, Г. М. Влияние природных и антропогенных факторов на урожай и качество ярового ячменя / Г. М. Дериглазова // Земледелие. 2012. № 6. С. 43-45.
17. Жученко, А. А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика : в 3 т. / А. А. Жученко. М. : ООО «Изд-во Агрорус», 2008. Т. I. 814 с.
18. Жученко, А. А. Адаптивное растениеводство / А. А. Жученко. Кишинев : Штиница, 1990. 432 с.
19. Жученко, А. А. Ресурсный потенциал производства зерна в России (теория и практика) / А. А. Жученко. М. : ООО «Изд-во Агрорус», 2004. 1110 с.
20. Завалин, А. А. Биологизация минеральных удобрений как способ повышения эффективности их использования / А. А. Завалин, В. К. Чеботарь, А. Г. Ариткин, Д. Б. Сметов // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 9. С. 45-47.
21. Завалин, А. А. Биопрепараты, удобрения и урожай / А. А. Завалин. М. : ВНИИА, 2005. 302 с.
22. Завалин, А. А. Вклад биологического азота бобовых культур в азотный баланс земледелия России / А. А. Завалин, Г. Г. Благовещенская // Агрохимия. 2012. № 6. С. 32-37.
23. Завалин, А. А. Новые технологии производства и применения биопрепаратов комплексного действия / А. А. Завалин, А. П. Кожемяков, В. К. Чеботарь ; под ред. А. А. Завалина, А. П. Кожемякова. СПб. : Химиздат, 2010. 64 с.
24. Завалин, А. А. Опыт применения биоминеральных удобрений / А. А. Завалин, В. К. Чеботарь, А. Г. Ариткин, В. В. Есин // Мир серы, N, P и K. 2011. № 6. С. 27-30.
25. Завалин, А. А. Эффективность применения под яровую пшеницу аммиачной селитры, обработанной биопрепаратом / А. А. Завалин, А. Л. Тарасов, В. К. Чеботарь, А. Е. Казаков // Вестник Россельхозакадемии. 2008. № 1. С. 64-66.

26. Завалин, А. А. Эффективность применения под яровую пшеницу биопрепарата *Bacillus subtilis* Ч-13 при нанесении на гранулы аммиачной селитры / А. А. Завалин, А. Л. Тарасов, В. К. Чеботарь, А. Е. Казаков // Агрохимия. 2007. № 7. С. 32-36.
27. Зимин, Д. А. Агроэкологическая оценка фосфатного режима почв Нечерноземной зоны европейской части России и эффективность фосфорных удобрений : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Д. А. Зимин. М. : НИИСХ ЦРНЗ, 2001. 24 с.
28. Иванов, А. Л. Приоритеты научного обеспечения земледелия / А. Л. Иванов, А. А. Завалин // Агрохимия. 2011. № 3. С. 17-23.
29. Кандаурова, Т. М. Роль азотфиксаторов в перераспределении азота между вегетативными и репродуктивными органами яровой пшеницы / Т. М. Кандаурова // Бюл. ВИУА. 1997. № 110. С. 13-14.
30. Кирюшин, В. И. Экологизация земледелия и технологическая политика / В. И. Кирюшин. М. : Изд-во МСХА, 2000. 473 с.
31. Климашевский, Э. Л. Генетический аспект минерального питания растений / Э. Л. Климашевский. М. : Агропромиздат, 1991. 415 с.
32. Кожемяков, А. П. Биопрепараты для земледелия // Биопрепараты в сельском хозяйстве (методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве) / А. П. Кожемяков, В. К. Чеботарь ; отв. ред. И. А. Тихонович, Ю. В. Круглов. М. : ГНУ ВНИИСХМ, 2005. С. 18-54.
33. Конова, А. М. Комплексное применение минеральных удобрений и пестицидов при возделывании ячменя на дерново-подзолистой почве / А. М. Конова // Плодородие. 2010. № 2. С. 13-14.
34. Кореньков, Д. А. Агроэкологические аспекты применения азотных удобрений / Д. А. Кореньков. М. : Агроконсалт, 1999. 296 с.
35. Кошеляев, В. В. Урожай и качество зерна пивоваренного ячменя в зависимости от минеральных удобрений / В. В. Кошеляев // Земледелие. 2006. № 2. С. 24-25.
36. Кулаковская, Т. Н. Оптимизация агрохимической системы почвенного питания растений / Т. Н. Кулаковская. М. : Агропромиздат, 1990. 219 с.
37. Кутровский, В. Н. Нормативы выноса основных элементов питания урожаем, затраты и окупаемость минеральных удобрений при возделывании новых сортов зерновых селекции НИИСХ ЦРНЗ / В. Н. Кутровский. Новоивановское (Немчиновка), 2009. 20 с.
38. Лапа, В. В. Влияние различных систем применения минеральных удобрений на урожайность и качество ячменя на дерново-подзолистой супесчаной почве / В. В. Лапа, Н. Н. Ивахненко // Агрохимия. 2000. № 11. С. 34-40.

39. Лепайыз, Я. Я. Пивоваренный ячмень в Эстонии / Я. Я. Лепайыз. Таллин : Валгус, 1980. 248 с.
40. Мельникова, О. В. Пивоваренные качества зерна и солода ярового ячменя при различных условиях минерального питания / О. В. Мельникова, В. В. Ториков // Проблемы агрохимии и экологии. 2011. № 2. С. 54-57.
41. Менликиев, М. Я. Возможности биологической иммунизации хлопчатника эндофитными бактериями / М. Я. Менликиев, М. Х. Султанова, Н. У. Шарипова // Проблемы генетики, селекции и интенсивной технологии сельскохозяйственных культур. Душанбе : Изд-во АН ТССР, 1987. С. 76-77.
42. Михайлова, Л. А. Оптимизация питания ячменя, озимой ржи, картофеля и клевера и эффективность минеральных удобрений при разной окультуренности дерново-подзолистых почв Предуралья : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / Л. А. Михайлова. Пермь : Пермская ГСХА, 2008. 41 с.
43. Мосолов, И. В. Физиологические основы применения минеральных удобрений / И. В. Мосолов. М. : Колос, 1979. 255 с.
44. Назарюк, В. М. Баланс и трансформация азота в агроэкосистемах / В. М. Назарюк. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2002. 257 с.
45. Некоторые новые методы количественного учета почвенных микроорганизмов и изучения их свойств / под ред. Ю. М. Возняковской. Л. : ВНИИСХМ, 1987. 52 с.
46. Оценка эффективности микробных препаратов в земледелии / под ред. А. А. Завалина. М. : Россельхозакадемия, 2000. 82 с.
47. Павлов, А. Н. Повышение содержания белка в зерне / А. Н. Павлов. М. : Наука, 1984. 119 с.
48. Пасынков, А. В. Статистические зависимости основных показателей качества зерновых культур / А. В. Пасынков, Е. Н. Пасынкова // Агрохимия. 2011. № 2. С. 24-40.
49. Патент РФ на изобретение «Способ получения биоудобрений» № 2241692. Зарегистрирован 10.12.2004. М., 2004.
50. Петров, В. Б. Микробиологические препараты в биологизации земледелия России / В. Б. Петров, В. К. Чеботарь, А. Е. Казаков // Достижения науки и техники АПК. 2002. № 10. С. 16-20.
51. Петров, В. Б. Микробиологические препараты в практическом растениеводстве России: функции, эффективность, перспективы / В. Б. Петров, В. К. Чеботарь // Рынок АПК. 2009. № 7. С. 16-18.
52. Петров, В. Б. Управление процессами деструкции и гумификации пожнивных остатков зерновых культур с использованием микробиологического препарата Экстрасол / В. Б. Петров, В. К. Чеботарь // Сельскохозяйственная биология. 2012. № 3. С. 103-108.

53. Петров, В. Б. Управление свойствами агроценоза Северо-Запада России с применением спектра новейших микробиологических препаратов / В. Б. Петров, Н. М. Ковалева, О. В. Свиридова [и др.] // Матер. науч.-практич. конф. «Почвенные ресурсы Северо-Запада России: состояние, охрана и рациональное использование». 15-17 мая 2008 г. СПб. : Изд-во Политех. ун-та, 2008. С. 167-175.
54. Позняк, Е. И. Влияние азотных удобрений на урожайность и качество зерна различных сортов пивоваренного ячменя / Е. И. Позняк // Земледелие и селекция в Беларуси : сб. науч. тр. Несвиж : МОУП «Несвижская укрупненная типография им. С. Будного», 2011. Вып. 47. С. 58-67.
55. Свиридова, О. В. Информационное взаимодействие микромицетов и бактерий в экологических нишах с лигноцеллюлозными субстратами / О. В. Свиридова, Н. И. Воробьев, В. Б. Петров [и др.] // Современная микология в России. Тез. докл. 2-го съезда микологов России. Москва, 16-18 апреля 2008 г. М. : Национальная академия микологии, 2008. С. 233-234.
56. Свиридова, О. В. Микробиологическая деструкция древесных отходов и вовлечение лигнинсодержащих компонентов в агроэкосистему / О. В. Свиридова, Н. И. Воробьев, В. Б. Петров // Матер. науч. конф. «Постгеномная эра в биологии и проблемы биотехнологии». Казань, 17-18 июня 2004 г. Казань : Казанский гос. ун-т, 2005. С. 75-76.
57. Соколов, М. С. Здоровая почва как основа благополучия России (концептуально-аналитические аспекты) / М. С. Соколов, А. И. Марченко // Агрохимия. 2011. № 6. С. 3-10.
58. Тихонов, Н. И. Научно обоснованная технология производства пивоваренного ячменя в Российской Федерации : учеб. пособие / Н. И. Тихонов. Волгоград : ВолГУ, 2007. 84 с.
59. Тихонович, И. А. Биопрепараты в сельском хозяйстве (методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве) / И. А. Тихонович, А. П. Кожемяков, В. К. Чеботарь [и др.]. М. : Россельхозакадемия, 2005. 154 с.
60. Тихонович, И. А. Кооперация растений и микроорганизмов: новые подходы к конструированию экологически устойчивых агросистем / И. А. Тихонович, Н. А. Проворов // Успехи современной биологии. 2007. № 4. С. 339-357.
61. Торилов, В. В. Урожайность зерна ярового ячменя в зависимости от условий возделывания / В. В. Торилов // Агрохимический вестник. 2011. № 3. С. 34-35.
62. Торилов, В. Е. Влияние минеральных удобрений и норм высева семян на кормовую ценность зерна ярового ячменя / В. Е. Торилов // Агрохимический вестник. 2012. № 2. С. 36-37.

63. Уразалиев, Р. А. Минеральное питание ярового ячменя в севообороте / Р. А. Уразалиев, А. К. Умбетов, Ж. И. Кожобаев // Зерновое хозяйство. 2003. № 4. С. 15.
64. Усманов, В. Т. Экстрасол: за и против / В. Т. Усманов // Амурская правда. 2010. № 3.
65. Федин, М. А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / М. А. Федин. М. : МСХ СССР, 1985. 285 с.
66. Чеботарь, В. К. Эффективность комплексного применения микробиологических препаратов при возделывании сои / В. К. Чеботарь, С. В. Рафальский, А. Г. Ариткин, В. В. Есин // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 8. С. 23-25.
67. Чеботарь, В. К. Эффективность применения биопрепарата Экстрасол / В. К. Чеботарь, А. А. Завалин, Е. Н. Кипрушкина. М. : Изд-во ВНИИА, 2007. 216 с.
68. Шевелуха, В. С. Рост растений и его регуляция в онтогенезе / В. С. Шевелуха. М. : Колос, 1992. 594 с.
69. Шульпина, И. Ю. Калийные удобрения в системе комплексного применения средств химизации под зерновые культуры на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / И. Ю. Шульпина. М. : ВИУА, 1998. 18 с.
70. Шуреков, Ю. В. БисолбиФит – перспективная новинка на рынке биопрепаратов / Ю. В. Шуреков, Д. Б. Дыньков, В. М. Кочетов // ПоволжьеАгро. 2011. № 4. С. 28-29.
71. Ягодин, Б. А. Агрохимия / Б. А. Ягодин, Ю. П. Жуков, В. И. Кобзаренко. М. : Колос, 2002. 584 с.
72. Ягодин, Б. А. Агрохимия / Б. А. Ягодин. М. : Мир, 2006. 585 с.
73. Abdel Wahab A. M. Nitrogen fixation by *Bacillus* strains isolated from the rhizosphere of *Ammophila arenaria* // Plant Soil. 1975. Vol. 42. P. 703-708.
74. Ash C., Farrow J. A. E., Wallbanks S., Collins M. D. Phylogenetic heterogeneity of the genus *Bacillus* revealed by comparative analysis of small subunit-ribosomal RNA sequences // Lett. Appl. Microbiol. 1991. Vol. 13. P. 202-206.
75. Ash C., Priest F. G., Collins M. D. Molecular identification of rRNA group 3 bacilli (Ash, Farrow, Wallbanks and Collins) using a PCR probe test. Proposal for the creation of a new genus *Paenibacillus* // Antonie van Leeuwenhoek. 1993. Vol. 64. P. 253-260.
76. Backman P. A., Wilson M., Murphy J. F. Bacteria for biological control of plant diseases // N. A. Rechcigl and J. E. Rechcigl, editors, Environmentally Safe Approaches to Crop Disease Control. Boca Raton, Florida: Lewis Publishers, 1997. P. 95-109.

77. Bai Y., Zhou X., Smith D. S. Enhanced soybean plant growth resulting from coinoculation of *Bacillus* strains with *Bradyrhizobium japonicum* // Crop Sci. 2003. Vol. 43. P. 1774-1781.
78. Berger F., Hong Li, White D., Schulz U. M., Werner D. Konstruktion von RAPD-Sonden für die Quantifizierung von *Bacillus subtilis* FZB C und dessen antagonistische Wirksamkeit im System *Cucumis sativus* / *Pythium ultimum* // Z. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz. 1996. Vol. 105. P. 168-180.
79. Bowen G. D., Rovira A. D. Microbial colonization of plant roots // Annu. Rev. Phytopathol. 1976. Vol. 14. P. 121-144.
80. Chanway C. P., Holl F. B., Turkington R. Genotypic coadaptation in plant growth promotion of forage species by *Bacillus polymyxa* // Plant and Soil. 1988. Vol. 106. P. 281-284.
81. Chanway C. P., Nelson L. M. Field and laboratory studies of *Triticum aestivum* L. inoculated with co-existent growth-promoting *Bacillus* strains // Soil Biol. Biochem., 1990. Vol. 22. P. 789-795.
82. Chanway C. P., Nelson L. M., Holl F. B. Cultivar specific growth promotion of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) by coexistent *Bacillus* species // Can. J. Microbiol. 1988. Vol. 34. P. 925-929.
83. Chebotar V., Khotyanovich A., Cazacov A. EXTRASOL – A New Multifunctional Biopreparation for Ecologically Safe Agriculture. In: Practice Oriented Results on Use and Production of Neem Ingredients and Pheromones IX / Kleeberg H. & Zebitz C. P. W. (eds). Giessen: Druck & Graphic, 2000. P. 127-134.
84. Curl E. A., Truelove B. The rhizosphere. Berlin: New York Springer Verlag, 1986. 288 p.
85. Ding Y., Wang J., Liu Y., Chen S. Isolation and identification of nitrogen-fixing bacilli from plant rhizospheres in Beijing region // J. Appl. Microbiol. 2005. Vol. 99. P. 1271-1281.
86. Glick B. R. The enhancement of plant growth by free-living bacteria // Can. J. Microbiol. 1995. Vol. 41. P. 109-117.
87. Grau F. H., Wilson P. W. Physiology of nitrogen-fixation by *Bacillus polymyxa* // J. Bacteriol. 1962. Vol. 83. P. 490-496.
88. Hallmann J., Rodriguez-Kabana R., Kloepper J. W. Chain mediated changes in bacterial communities of the soil, rhizosphere and internal roots of cotton in relation to nematode control // Soil Biol. Biochem. 1998. Vol. 31. P. 551-560.
89. Handelsmann J., Stabb E. V. Biocontrol of soilborne pathogens // The Plant Cell. 1996. Vol. 8. P. 1855-1869.
90. Holl F. B., Chanway C. P. Rhizosphere colonization and seedling growth promoting of lodgepole pine by *Bacillus polymyxa* // Can. J. Microbiol. 1989. Vol. 38. P. 303-308.

91. Holl F. B., Chanway C. P., Turkington R., Radley R. A. Response of crested wheatgrass (*Agropyron cristatum* L.) perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) and white clover (*Trifolium repens* L.) to inoculation with *Bacillis polymyxa* // Soil Biol. Biochemistry. 1988. Vol. 20. P. 19-24.
92. Jordan D. C., McNicol P. J., Marshall M. R. Biological nitrogen fixation in the terrestrial environment of a high Arctic ecosystem (Truelove Lowland, Devon Island, N.W.T.) // Can. J. Microbiol. 1978. Vol. 24. P. 643-649.
93. Junge H., Krebs B., Kilian M. Strain selection, production and formulation of the biological plant vitality enhancing agent FZB24 *Bacillus subtilis* // Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer. 2000. № 1. P. 94-104.
94. Kasana R. C., Salwan R., Dhar S., Dutt S., Gulati A. A rapid and easy method for detection of microbial cellulases on agar plates using Gram's iodine // Curr Microbiol. 2008. Vol. 57. P. 503-507.
95. Kloepper J. W., Scher F. M., Laliberte M., Zaleska I. Measuring the spermosphere colonizing capacity (spermosphere competence) of bacterial inoculants // Can. J. Microbiol. 1985. Vol. 31. P. 926.
96. Lebuhn M., Heulin T., Hartmann A. Production of auxin and other indolic and phenolic compounds by *Paenibacillus polymyxa* strains isolated from different proximity to plant roots // FEMS Microb. Ecol. 1997. Vol. 22. P. 325-334.
97. Lemanceau P., Corberand T., Gardan L. Effect of two plant species, flax (*Linum usitatissimum* L.) and tomato (*Lycopersicon esculantum* Mill.) on the diversity of soil-borne populations of fluorescent pseudomonads // Applied and Environmental Microbiology. 1995. Vol. 61. P. 1004-1012.
98. Leyns F., Lambert B., Joos H., Swings J. Antifungal bacteria from different crops // British Library Cataloguing in Publication Data. 1990. P. 437-443.
99. Liddel C. M., Parke J. L. Enhanced colonization of pea taproots by fluorescent pseudomonad biocontrol agent by water infiltration into soil // Phytopathology. 1989. Vol. 79. P. 1327-1332.
100. Lindberg T., Granhall U. Isolation and characterization of dinitrogen-fixing bacteria from the rhizosphere of temperate cereals and forage grasses // Appl. Environ. Microbiol. 1984. Vol. 48. P. 683-689.
101. Mahaffee W. F., Kloepper J. F. Temporal changes in the bacterial communities of soil, rhizosphere and endorhiza associated with field grown cucumber (*Cucumis sativus* L.) // Microbial Ecology. 1996. Vol. 34. P. 210-223.
102. Mavingui P., Heulin T. *In vitro* chitinase antifungal activity of a soil, rhizosphere and rhizoplane populations of *Bacillus polymyxa* // Soil Biol. Biochem. 1994. Vol. 26. P. 801-803.
103. Mavingui P., Laguerre G., Berge O., Heulin T. Genetic and phenotypic diversity of *Bacillus polymyxa* in soil and in the wheat rhizosphere // Appl. Environ. Microbiol. 1992. Vol. 58. P. 1894-1903.

104. Mehrvarz S., Chaichi M. R. Effect of phosphate solubilizing micro-organisms and phosphorus chemical fertilizer on forage and grain quality of barely (*Hordeum vulgare* L.) // American-Eurasian Journal Agricultural & Environmental Science. 2008. Vol. 3. Is. 6. P. 855-860.
105. Montesinos E., Bonaterra A., Badosa E., Frances J., Alemany J., Llorente I., Moragrega C. Plant-microbe interactions and the new biotechnological methods of plant disease control // Int Microbiol. 2002. Vol. 5. P. 169-175.
106. Neal J. L., Larson R. I. Acetylene reduction by bacteria isolated from the rhizosphere of wheat // Soil Biol. Biochem. 1976. Vol. 8. P. 151-155.
107. Nelson A. D., Barber L. E., Tjepkema J., Russel S. A., Powelson R., Evans H. J., Siedler R. J. Nitrogen fixation associated with grasses in Oregon // Can. J. Microbiol. 1976. Vol. 22. P. 523-530.
108. Oehrle N. W., Karr D. B., Kremer R. J. Enhanced attachment of *Bradyrhizobium japonicum* to soybean through reduced root colonization of internally seedborne microorganisms // Can. J. Microbiol. 2000. Vol. 46. P. 600-606.
109. Okon Y., Labandera-Gonzalez C. Agronomic applications of *Azospirillum*: an evaluation of 20 years worldwide field inoculation experiments // Soil. Biol. Biochem. 1994. Vol. 26. P. 1591-1601.
110. Parke J. L. Root colonization by indigenous and introduced microorganisms // The rhizosphere and plant growth / Keister D. L. and Cregan P. B. (eds.). Boston, USA: Kluwer Academic Publishers, 1991. P. 33-42.
111. Piuri M., Sanchez-Rivas C., Ruzal S. M. A novel antimicrobial activity of a *Paenibacillus polymyxa* strain isolated from regional fermented sausages // Lett. Appl. Microbiol. 1998. Vol. 27. P. 9-13.
112. Rennie R. J., Larson R. I. Dinitrogen fixation associated with disomic substitution lines of spring wheat // Can. J. Bot. 1979. Vol. 57. P. 2771-2775.
113. Rosado A. S., de Azevedo F. S., da Cruz D. W., van Elsas J. D., Seldin L. Phenotypic and genetic diversity of *Paenibacillus azotofixans* strains isolated from the rhizosphere or rhizoplane of different grasses // Appl. Environ. Microbiol. 1998. Vol. 64. P. 216-226.
114. Ryder M. H., Yan Z., Terrace T. E. et al. Use of strains of *Bacillus* isolated in China to suppress take-all and rhizoctonia root rot, and promote seedling growth of glasshouse-grown wheat in Australian soils // Soil. Biol. Biochem. 1999. Vol. 31. P. 19-29.
115. Seldin L., de Azevedo F. S., Alviano D. S., Alviano C. S., Bastos M. C. F. Inhibitory activity of *Paenibacillus polymyxa* SCE2 against human pathogenic micro-organisms // Lett. Appl. Microbiol. 1999. Vol. 28. P. 423-427.
116. Seldin L., Rosado A. S., Cruz D. W., Nobrega A., van Elsas J. D., Paiva E. Comparison of *Paenibacillus azotofixans* strains isolated from rhizoplane, rhizosphere and non-rhizosphere soil from maize planted in two different Brazilian soils // Appl. Environ. Microbiol. 1998. Vol. 64. P. 3860-3868.

117. Seldin L., van Elsas J. D., Penido E. G. C. *Bacillus azotofixans* sp. nov., a nitrogen-fixing species from brazilian soils and grass roots // Int. J. Syst. Bacteriol., 1984. Vol. 34. P. 451-456.
118. Seldin L., van Elsas J. D., Penido E. G. C. *Bacillus* nitrogen fixers from Brazilian soils // Plant Soil. 1983. Vol. 70. P. 243-255.
119. Shishido M., Loeb B. M., Chanway C. External and internal root colonization of lodgepole pine seedlings by two growth promoting *Bacillus* strains originated from different root microsites // Can. J. Microbiol. 1995. Vol. 41. P. 703-713.
120. Sturz A. V., Nowak J. Endophytic communities of rhizobacteria and the strategies required to create yield enhancing associations with crops // Appl. Soil Ecol. 2000. Vol. 15. P. 83-190.
121. Turk M. A., Tawaha A. M., Taifour H., Al-Ghzawi A., Musallam I. W., Maghaireh G. A. and Al-Omari Y. I. 2003. Two Row Barley Response to Plant Density, Date of Seeding, Rate and Application of Phosphorus in Absence of Moisture Stress. Asian Journal of Plant Sciences 2 (2): 180-183.
122. Von der Weid I., Duarte G. F., van Elsas J. D., Seldin L. *Paenibacillus brasiliensis* sp. nov., a new nitrogen-fixing species isolated from the maize rhizosphere in Brazil // Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 2002. Vol. 52. P. 2147-2153.
123. Von der Weid I., Edilson P., Alberto N., van Elsas J. D., Seldin L. Diversity of *Paenibacillus polymyxa* strains isolated from the rhizosphere of maize planted in Cerrado soil // Res. Microbiol. 2000. Vol. 151. P. 369-381.
124. Walker R., Powell A. A., Seddon B. *Bacillus* isolates from the spermosphere of peas and dwarf french beans with antifungal activity against *Botrytis cinerea* and *Pythium* species // J. Appl. Microbiol. 1998. Vol. 84. P. 791-801.

Приложение 1

Паспорт качества на биомодифицированное удобрение



ООО "СИЛЕКС-АГРО"

Россия, 433031, Ульяновская обл., г. Инза, ул. Советская, д.36, оф. 2, тел./факс: (84241) 2-58-55,
E-mail: info@silex-agro.ru, WEB: www.silex-agro.ru

ПАСПОРТ-СЕРТИФИКАТ № 50__
МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ «GREEN STAR»
ТУКОСМЕСЬ марки **НРК+Bs 16:16:1**
ТУ 2189-001-84275297-2012

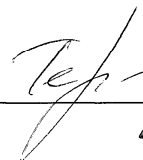
Ст. отправления: Инза, Куйбышевская ж/д
Ст. назначения: Кузнецк
Ж/д накладная:

" 07 " сентября 2012 г. № вагона № партии 4 Масса нетто: 62,4 тн.

Наименование показателя	Норма	Фактически по анализу
1. Массовая доля азота, %	16 +/-1	Соответствует
2. Массовая доля фосфатов, %	16 +/-1	Соответствует
3. Массовая доля в пересчете на K ₂ O	16 +/-1	Соответствует
4. Титр Bacillus subtilis Ч-13, 1х10 ³ КОЕ/г	1	Соответствует
4. Массовая доля воды, %, не более	1 +/- 0,3	Соответствует
5. Гранулометрический состав.		
Массовая доля гранул размером:		
менее 1 мм, %, не более	10	Соответствует
от 1 до 6 мм, %, не менее	90	Соответствует
6. Рассыпчатость, %	100	Соответствует

Продукт не токсичен, пожаро-и взрывобезопасен.
Класс опасности 4.
Продукт соответствует ТУ 2189-001-84275297-2012

Контролер




Приложение 2

Маркировка биомодифицированного удобрения

ООО «Силекс-Агро»

Россия, 433031, Ульяновская обл., г. Инза, ул. Советская, д.36, оф. 2,
Тел./факс: (84241) 2-58-55, e-mail: info@silex-agro.ru



Минеральные удобрения «GREEN STAR»

ТУКОСМЕСИ марки NPK+Bs

ТУ 2189-001-84275297-2012

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bacillus subtilis Ч-13, 1x10 ³ КОЕ/г
16	16	16	1

Аммиачная селитра ГОСТ 2-85. Гос. регистрация №16-16146(16147,16148)-0317-1
Аммофос ТУ 2186-670-00209438-01. Гос. регистрация №20-17516-0500-1
Хлористый калий ГОСТ 4568-95. Гос. регистрация №0201-06-201-052-0-0-1
БисолбиФит ТУ 929172-001-53281571-06 Гос. регистрация № 0680-07-208-216-0-0-1

Партия № 4

Срок годности: 6 месяцев со дня изготовления.

Номинальная масса НЕТТО: 800 ± 1 кг.

Дата изготовления «07» сентября 2012 г.

Рекомендации по применению агрохимиката прилагаются



Перед применением внимательно прочитайте!

Тукосмесь сложное азотно-фосфорно-калийное, азотно-фосфорное или фосфорно-калийное удобрение, используется на любых типах почв под все сельскохозяйственные культуры. Применяется как основное удобрение весной или осенью и для подкормки растений. Доза удобрения устанавливается агрохимической службой с учетом обеспеченности почвы питательными элементами и планируемого урожая. Класс опасности 4. Пожаро- и взрывобезопасно. Беречь от влаги. Хранить в закрытых помещениях, исключающих попадание атмосферных осадков и грунтовых вод, в штабелях высотой до 2 метров. Перевозить в крытых или укрытых пологом транспортных средствах. По окончании работ с удобрением вымыть руки с мылом. При попадании на кожу смыть водой с мылом. При попадании в глаза промыть большим количеством воды и обратиться к врачу для консультации (при себе иметь рекомендации по применению) При случайном проглатывании дать выпить несколько стаканов воды, вызвать рвоту. При необходимости вызвать врача или доставить пострадавшего в медицинское учреждение (при себе иметь рекомендации по применению) Для защиты органов дыхания от пыли удобрения используют респираторы «Лепесток» и «УК-2». Просыпи удобрения собирают и используют по назначению или утилизируют в отдельных местах. Освободившуюся тару утилизируют в отдельных местах.

Гарантийный срок хранения 6 месяцев со дня изготовления.

Приложение 3

Технические условия на биомодифицированные удобрения

Общество с ограниченной ответственностью «Силекс-Агро»
(ООО «Силекс-Агро»)

ОКП 21 8911

Группа Л 15

СОГЛАСОВАНО
Заведующий лабораторией
технологии микробных препаратов
ГНУ Всероссийский НИИ
сельскохозяйственной микробиологии РАСХН



В.К. Чеботарь
июня 2012 г.

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «Силекс-Агро»

А.Г. Ариткин
«15» июня 2012 г.



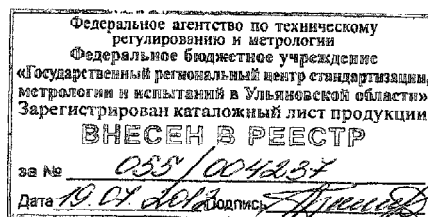
ТУКОСМЕСИ «GREEN STAR»

Технические условия
ТУ 2189-001-84275297-2012

Дата введения: 19.07.2012 г.

СОГЛАСОВАНО
Академик-секретарь
отделения земледелия
Российской академии
сельскохозяйственных наук

А.А. Завалин
«03» июня 2012 г.



Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Ульяновская область
г. Инза
2012

Настоящие технические условия распространяются на тукосмеси «GREEN STAR», полученные смешением готовых форм минеральных удобрений (карбамид, аммофос, хлористый калий и др.) с микробиологическим удобрением на основе ризосферных бактерий *Bacillus subtilis* Ч-13: сухая форма - "Бисолбифит", прошедших государственную регистрацию.

Тукосмеси «GREEN STAR» применяются без ограничений для минерального питания всех видов сельскохозяйственных культур, в любых климатических условиях как отдельно, так и с любыми минеральными подкормками, стимуляторами роста растений, пестицидами и биопрепаратами.

Тукосмеси «GREEN STAR» (далее по тексту - тукосмеси) содержат важнейшие элементы питания в легко усвояемой форме (азот, фосфор и калий), а также бактерию, которая дополнительно: а) мобилизует и переводит в доступную для растений форму почвенные запасы азота, фосфора и калия; б) стимулирует и ускоряет развитие растения, укрепляет его иммунитет, увеличивает интенсивность фотосинтеза; в) повышает усвоение элементов минерального питания из удобрений; г) блокирует развитие болезнетворных микроорганизмов, возбудителей болезней, таких как: мучнистая роса, бурая ржавчина, снежная плесень, фитофтороз, ризоктониоз, корневые гнили, сосудистый бактериоз, и многие другие.

При заказе продукта потребитель должен указать марку тукосмеси и обозначение настоящих технических условий, например: «Тукосмесь «GREEN STAR» марки NPK+Bs 16:16:16:1, ТУ 2189-001-84275297-2012, где NPK – содержание азота, фосфора и калия в масс.%

Bs – количество бактерий *Bacillus subtilis* Ч-13 в 1 г тукосмеси, 1×10^3 КОЕ.

Применение настоящих технических условий другими изготовителями разрешается только с письменного разрешения разработчиков.

Ссылочные нормативные документы приведены в приложении А.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТУ 2189-001-84275297-2012	Лит	Лист	Листов					
Инв. № подл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Тукосмеси «GREEN STAR» Технические условия	Лит	Лист	Листов					
											Разраб.	Ариткин	15.05.12	2	25
Пров.	Маенкова	15.05.12													
Т. контр.															
Н. контр.															
Утв.															

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

1 Технические требования

1.1 Основные параметры и характеристики

1.1.1 Тукосмеси должны соответствовать требованиям настоящих технических условий и изготавливаться по технологической документации, утвержденной в установленном порядке.

1.1.2 Тукосмеси выпускают разных марок с различным соотношением азота, фосфора и калия в гранулированном виде или в виде смеси гранул с порошком.

1.1.3 По физико-химическим показателям тукосмеси должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 51520 и значениям, указанным в таблице 1 и примечаниях к ней.

1.2 Требование к сырью

1.2.1 Для изготовления тукосмесей применяются агрохимикаты, в том числе микроудобрения и микробиологические препараты, прошедшие обязательную государственную регистрацию.

1.2.2 Сырье и материалы, применяемые для изготовления тукосмесей, должны соответствовать требованиям действующих нормативных и технических документов.

1.3 Маркировка

1.3.1 Тукосмеси не классифицируются как опасный груз. Транспортная маркировка - по ГОСТ 14192 с нанесением манипуляционного знака «Беречь от влаги» и классификационного шифра 923 по ГОСТ 19433 (на упаковку). Маркировка, характеризующая тукосмеси, наносится на этикетку типографским или другим способом.

1.3.2 Этикетка вкладывается в специальный кармашек на транспортной таре, обеспечивающий сохранность этикетки.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	ТУ 2189-001-84275297-2012	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		3

Таблица 1

Марка Техсмеси (N:PK:Bs)	Значение для марок по показателям						
	Массовая доля:			Количество клеток Bacillus subtilis Ч-13, 1х10 ³ КОЕ/г, не менее	Массовая доля:		
	общего азота (N), %	общих фосфатов (P ₂ O ₅), %	калия (K ₂ O), %		остатка на сите с сеткой № 6 по ГОСТ 3826, %, не более	примесей токсичных элементов, в т.ч. свинца, мышьяка, кадмия, %	воды, % не бо- лее
1	2	3	4	5	6	7	8
7:47:0:1	7±1	47±1	0	1	0	должна вы- держивать требования пункта 2.3	1,5
17:45:0:1	17±1	45±1	0	1	0		1,5
16:48:0:1	16±1	48±1	0	1	0		1,5
16:37:7:1	16±1	37±1	7±1	1	0		1,5
15:50:0:1	15±1	50±1	0	1	0		1,5
15:47:0:1	15±1	47±1	0	1	0		1,5
15:45:0:1	15±1	45±1	0	1	0		1,5
15:43:0:1	15±1	43±1	0	1	0		1,5
15:41:0:1	15±1	41±1	0	1	0		1,5
15:39:9:1	15±1	39±1	9±1	1	0		1,5
15:31:12:1	15±1	31±1	12±1	1	0		1,5
15:25:15:1	15±1	25±1	15±1	1	0		1,5
14:39:0:1	14±1	39±1	0	1	0		1,5
14:37:0:1	14±1	37±1	0	1	0		1,5
14:35:0:1	14±1	35±1	0	1	0		1,5
14:35:12:1	14±1	35±1	12±1	1	0		1,5
14:29:11:1	14±1	29±1	11±1	1	0		1,5
13:34:14:1	13±1	34±1	14±1	1	0		1,5
13:33:16:1	13±1	33±1	16±1	1	0		1,5
13:31:17:1	13±1	31±1	17±1	1	0		1,5
12:31:19:1	12±1	31±1	19±1	1	0		1,5
12:30:16:1	12±1	30±1	16±1	1	0		1,5
12:29:20:1	12±1	29±1	20±1	1	0		1,5
11:42:10:1	11±1	42±1	10±1	1	0		1,5
11:37:15:1	11±1	37±1	15±1	1	0		1,5
11:35:16:1	11±1	35±1	16±1	1	0		1,5
11:28:21:1	11±1	28±1	21±1	1	0		1,5
19:17:14:1	19±1	17±1	14±1	1	0		1,5
19:19:12:1	19±1	19±1	12±1	1	0		1,5
18:18:11:1	18±1	18±1	11±1	1	0		1,5
18:15:17:1	18±1	15±1	17±1	1	0		1,5
18:9:22:1	18±1	9±1	22±1	1	0		1,5
17:23:13:1	17±1	23±1	13±1	1	0		1,5
17:19:12:1	17±1	19±1	12±1	1	0		1,5
17:17:17:1	17±1	17±1	17±1	1	0		1,5
17:15:17:1	17±1	15±1	17±1	1	0		1,5
17:11:22:1	17±1	11±1	22±1	1	0		1,5
17:9:22:1	17±1	9±1	22±1	1	0		1,5
16:16:19:1	16±1	16±1	19±1	1	0		1,5
16:16:16:1	16±1	16±1	16±1	1	0		1,5
15:11:23:1	15±1	11±1	23±1	1	0	1,5	
15:11:22:1	15±1	11±1	22±1	1	0	1,5	
14:23:13:1	14±1	23±1	13±1	1	0	1,5	
14:14:21:1	14±1	14±1	21±1	1	0	1,5	
10:25:25:1	10±1	25±1	25±1	1	0	1,5	
9:39:15:1	9±1	39±1	15±1	1	0	1,5	
9:23:23:1	9±1	23±1	23±1	1	0	1,5	
9:22:22:1	9±1	22±1	22±1	1	0	1,5	
8:31:15:1	8±1	31±1	15±1	1	0	1,5	
7:26:23:1	7±1	26±1	23±1	1	0	1,5	
6:24:26:1	6±1	24±1	26±1	1	0	1,5	
6:22:29:1	6±1	22±1	29±1	1	0	1,5	
5:20:31:1	5±1	20±1	31±1	1	0	1,5	
4:15:39:1	4±1	15±1	39±1	1	0	1,5	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТУ 2189-001-84275297-2012	Лист
						4

Приложение 4

Рекомендации по применению микробиологического препарата в форме порошка «БисолбиФит» для садоводов-любителей

1. Использование БисолбиФита в сухом виде методом опудривания

Обработка семян, клубней, луковиц, корневищ. Назначение: повышение приживаемости при посадке на постоянное место, ростостимулирующей и иммунной активности растений, профилактика против развития фитопатогенов грибной и бактериальной природы. Расход – 2 г на 100 г материала. Особенно эффективен для обеззараживающей обработки посадочного материала с механическими повреждениями (порезами, трещинами, срезами на месте удаленных гнилых участков и др.).

Обработка при обрезке. Назначение: обеззараживающая и заживляющая обработка свежих надрезов, спилов, повреждений коры при обрезке деревьев и кустарников методом втирания щепотки порошка в нарушенный участок растения.

Обработка готовой продукции. Назначение: защита от комплекса болезней, зарубцевание механических повреждений, повышение содержания в эпидермисе витамина С перед транспортировкой или закладкой на хранение плодов и овощей. Отличные результаты дает опудривание препаратом «БисолбиФит» всех овощных и плодовых культур, особенно быстропортящейся продукции (томаты, сладкий перец, баклажаны и т.д.). Расход: 50 г на 20 кг плодоовощной продукции.

Опудривание гранул удобрений. Назначение: повышение эффективности минерального питания растений при возможности внесения пониженных доз удобрений. Доступность фосфорных удобрений, идущих непосредственно на формирование урожая, возрастает на 75-100 %, азотных – на 20-30 %, калийных – до 35 %, микроэлементных – не менее чем на 40 %. Расход: 50 г препарата на 10 кг удобрений (5 кг на 1 т). Повышение усвоения растениями питательных веществ удобрений (азот, фосфор, калий) до 50 %.

2. Использование раствора (суспензии) препарата «БисолбиФит»

Обработка семян. Семена замачиваются на 20-30 минут в растворе (50 г на 0,5 л воды) БисолбиФита с целью подавления семенных инфекций и заселения семян полезной сопровождающей микрофлорой. Дражированные семена импортной селекции обрабатывают раствором БисолбиФита непосредственно перед высевом во избежание повреждения капсульной оболочки.

Клубни картофеля. Обработка проводится непосредственно перед высадкой. Рекомендуется обработать клубни методом пролива через лейку 10 % раствором (50 г на 0,5 л воды) из расчета 1 литр рабочего (10 %) раствора на 100 кг клубней. Здесь важно, чтобы было смочено (инокулировано) не менее 20 % поверхности клубня.

Обработка рассады. Корневую систему рассады перца, огурцов, томатов, капусты белокочанной, цветной и других видов, цветов и других растений смочить в «болтушке» 1 % раствора (100 г на 10 л воды). Первую обработку 0,5 % раствором проводить при появлении 2-3 нормальных листьев (перед пикировкой), вторую – за 3-5 дней до посадки на постоянное место.

Обработка (биосанация) почв открытого грунта. Проводится перед посевом семян или высадкой рассады за 2-3 недели 0,1 % раствором БисолбиФита (50 г на 50 л воды) из расчета 7-8 л рабочего раствора на 1 м². Обработка семян и грунта для рассады проводится с целью защиты растений от почвообитающих фитопатогенов (сапрофитных и гнилостных грибов) и освобождения почвоутомленных экониш почвы для заселения корнеобитаемой зоны полезной микрофлорой. В первую очередь данный агроприем абсолютно необходим для картофелеводов, любителей земляники, тыквенных, многолетних цветов.

Обработка почвогрунтов в теплицах и парниках. В российской традиции выкатки грунтов из теплиц (за исключением регионов Северо-Запада РФ) не проводится вообще либо крайне редко. Естественно, что патогенный фон почвосубстратов накапливается и быстро трансформируется при выращивании сельскохозяйственно значимых растений в монокультуре. Рекомендуется: обильное смачивание (пролив) почвогрунтов 0,1 % раствором (50 г на 50 л воды) из расчета 7-8 л рабочего раствора на 1 м² 1 раз в 10-14 дней перед посадкой весной, с той же регулярностью – осенью, после сбора урожая. К тому же данными обработками, помимо биосанации, можно запустить механизм гумификации ботвы и корневых остатков. Ре-

комендуется проводить регулярные обработки защищенного грунта 0,1 % раствором 1 раз в 1 месяц.

Обработка корневой системы пересаживаемых растений перед высадкой на постоянное место. Корни саженцев замочить в 1 % растворе (50 г на 5 л воды) на 4-6 часов. Корни рассады любой культуры (овощные, цветочные, сеянцев хвойных) окунуть в 1 % раствор (50 г на 5 л воды) непосредственно перед высадкой в грунт.

Обработки по вегетации. Назначение: стимулирование роста растений и подавление грибных и бактериальных заболеваний. Способ обработки всех культур – опрыскивание растений на постоянном месте. Концентрация рабочего раствора – 1 % (50 г на 5 л воды).

- Рекомендуется проводить не менее двух обработок с интервалом 14-21 сутки за сезон на овощных культурах, картофеле, землянике в открытом грунте, каждые 10-14 суток – на культурах защищенного грунта.

- В фазу цветения томатов, перцев против фитофтороза и других грибных и бактериальных заболеваний обработку рекомендуется проводить по каждой новой зацветающей кисти на растениях индетерминантного роста; на детерминантных, в зависимости от ожидаемого уровня поражения, – 3-4 раза за сезон.

- На огурцах – в течение 1 месяца после посадки по каждому новым 4-5 листьям. Используются любые типы опрыскивателей.

Внекорневая обработка плодовых и ягодных насаждений. В фазы «зеленый конус», «розовый бутон», после цветения, при формировании завязей (плод размером с грецкий орех), в момент закладки почек под урожай будущего года и перед съемом плодов – за 20 дней обрабатывать 1 % раствором БисолбиФита (50 г на 5 л воды) с добавлением в рабочий раствор минерального удобрения и средств защиты растений.

Питомники плодовых и ягодных культур и винограда. Проводится профилактическая антифунгальная и иммуномодулирующая обработка семян перед закладкой на стратификацию, перед посевом в грунт черенков плодовых и ягодных, для прививки спящим и прорастающим глазком. Эффективна дезинфекция черенков плодовых и винограда перед закладкой на хранение и вымачивание черенков винограда перед постановкой на выгонку или высадку в школку.

Эффективны апробированные способы:

- ростостимулирующий (в первую очередь стимуляция развития корневой системы) полив молодых саженцев при наличии капельного или обычного орошения из расчета 50 г на 50 л воды;
- профилактическое опрыскивание против бактериозов и корневых гнилей 1 % раствором.

Виноградник. Опрыскивание сразу после открытия кустов, при набухании почек и прорастании побегов, перед цветением за 20 суток, при формировании ягод, начале размягчения ягод, при закладке на хранение. Норма расхода препарата – 50 г на 10 л воды.

Цветочно-декоративные культуры (комнатные, оранжерейные, цветы многолетние и однолетние открытого грунта) – обработка (пролив) почвогрунтов для оздоровления их микрофлоры и борьбы против грибных и бактериальных заболеваний. Замачивание семян, черенкование (промакивание перед высадкой), внекорневая и корневая подкормка в вегетационный период. Расход: пролив грунтов, полив под корень – 50 г на 50 л воды, опрыскивание – 50 г на 5 л воды.

Хвойные растения. Профилактические обработки против пузырчатой ржавчины, смешанной гнили, шютте обыкновенного, сумчатого гриба и гриба Цинангиума (отмирание веточек) на сеянцах, молодых и взрослых растениях. Расход при обработке молодых растений – 25 г, взрослых – 50 г на 5 л воды.

Обработка подвалов, погребов, складских помещений и хранилищ, тары для длительного хранения корнеплодов и картофеля. Применяется 0,1 % раствор (50 г на 50 л воды) из расчета 50-100 мл рабочего раствора на 1 м².

(За 50 г принимается 1 стандарт-фасовка сухой формы БисолбиФита.)

Для приготовления рабочего раствора БисолбиФита расчетное количество препарата разводят в заданном количестве воды при постоянном, в течение 5 минут, перемешивании. Используется чистая водопроводная или колодезная вода с оптимальной температурой 15-22 °С. Рабочий раствор готовится непосредственно перед обработкой и обязательно используется в день приготовления. Без перемешивания суспензия «БисолбиФит» устойчива в течение 30 минут. Далее расслаивается и теряет ряд технологических свойств.

**Способы обработки раствором БисолбиФита
вегетирующих растений методом опрыскивания**

Культура	1-я обработка	2-я обработка	3-я и 4-я* обработки	Расход рабочего 1 % р-ра на 1 м²
Перец	перед началом цветения	через 10-14 суток после первой	при появлении плодов	0,2 л
Томат	в фазе начала бутонизации	в фазе цветения 3-й кисти	при величине плодов с орех	0,2 л
Огурец, кабачок	через 10-14 суток после посадки	в фазе цветения	в момент массовой завязи плодов	0,3 л
Картофель	в фазе появления первых листьев	в фазе бутонизации	через 10-14 суток после второй	0,3 л
Капуста	через 2 недели после высадки рассады	при завязывании кочанов	через 10-14 суток после второй	0,2 л
Морковь	в фазе 2-3-х листьев	в фазе формирования корнеплодов	-	0,2 л
Свекла	в фазе 2-3 пар настоящих листьев	в фазе 8-10 листьев	через 10-14 суток после второй	0,3 л
Петрушка, сельдерей, салат, кинза, укроп	в фазе появления первых листьев	через 10-14 суток после первой	-	0,2 л
Клубника, земляника	перед началом цветения	при появлении ягод	после прищипывания усов	0,3 л
Чеснок, лук	в фазе 3-4-х листьев	через 10-14 суток после первой	через 10-14 суток после второй	0,2 л

Культура	1-я обработка	2-я обработка	3-я и 4-я* обработки	Расход рабочего 1 % р-ра на 1 м ²
Цветы 1-летние	в фазе появления 2-3-х нормальных листьев	в фазе бутонизации	-	0,2 л
Цветы 2-летние, многолетние	через 10-14 суток после схода снежного покрова	1 раз в 2-3 недели	1 раз в 2-3 недели	0,3 л
Яблоня, слива, груша	при появлении листьев	при закладке цветочных почек	-	0,2 л на 3-5-летнее и 0,4 л на взрослое растение
Смородина, крыжовник	в момент распускания почек	в фазу интенсивного образования завязей	-	0,2 л на взрослый куст
Малина, ежевика	в период распускания почек	перед началом и в период цветения	-	0,1-0,2 л на взрослый куст
Хвойники	весной, в начале движения сока у лиственных деревьев	каждый последующий месяц	осенью, после опада листьев у лиственных деревьев	0,1-0,15 л на одно растение

* 4-я обработка применяется по картофелю для профилактики фитофтороза.

Научное издание

*Чеботарь Владимир Кузьмич
Завалин Алексей Анатольевич
Ариткин Алексей Геннадьевич*

ПРИМЕНЕНИЕ БИОМОДИФИЦИРОВАННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Директор Издательского центра *Т. В. Филиппова*
Редактор *Г. И. Петрова*
Художественный редактор *Н. В. Пенькова*
Оформление оригинал-макета *Е. Е. Гусевой*

Подписано в печать 06.10.2014.
Формат 60×84/16. Гарнитура Times New Roman.
Усл. печ. л. 8,2. Уч.-изд. л. 7,0. Тираж 1000 экз.
Заказ № 103/

Оригинал-макет подготовлен в Издательском центре
Ульяновского государственного университета
432017, г. Ульяновск, ул. Л. Толстого, 42

Отпечатано с оригинал-макета в Издательском центре
Ульяновского государственного университета
432017, г. Ульяновск, ул. Л. Толстого, 42