

На правах рукописи

ШКОТОВА ОКСАНА НИКОЛАЕВНА

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ МИКРОБНО-РАСТИТЕЛЬНЫХ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ, МИНЕРАЛЬНОГО АЗОТА В
ОДНОВИДОВЫХ И СМЕШАННЫХ ПОСЕВАХ В УСЛОВИЯХ
СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ РФ**

06.01.01- Общее земледелие, растениеводство

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Брянск-2016

Работа выполнена в 2013 – 2015 гг. на кафедре общего земледелия, технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»

Научный руководитель:

Кононов Анатолий Степанович
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор кафедры общего земледелия,
технологии производства, хранения и
переработки продукции растениеводства
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ

**Официальные
оппоненты:**

Вьюгин Сергей Михайлович
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор кафедры агрономии и экологии
ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА

Яговенко Татьяна Владимировна
кандидат биологических наук,
заведующая лабораторией физиологии
ФГБНУ ВНИИ люпина

Ведущая организация:

Калужский филиал РГАУ-МСХА
имени К. А. Тимирязева

Защита состоится 23 сентября 2016 г. в 14.00 часов на заседании диссертационного совета Д 220.005.01 при ФГБОУ ВО Брянский ГАУ по адресу: 243365, Брянская область, Выгоничский район, с. Кокино, ул. Советская 2а, корпус 4. E-mail: uchsovet@bgsha.com, факс: 8 (483) 412- 42-16.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет» и на сайте организации по адресу <http://www.bgsha.com>.

Автореферат разослан «___» _____ 2016 г. и размещен на сайте Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации: <http://www.bgsha.com>.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор с.- х. наук

Дьяченко Владимир Викторович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. Существенно снизить потребность в удобрениях, повысить продуктивность сельскохозяйственных культур можно за счет совершенствования приемов биологизации и экологизации земледелия, а именно увеличения в структуре посевных площадей доли бобовых культур и гетерогенных посевов с бобовыми культурами (Кононов, 2003, 2005; Новиков, 2005; Мельникова, 2009; Белоус и др., 2012; Шаповалов и др., 2015), а также замены части минерального азота за счет использования биопрепаратов на основе азотфиксирующих и ассоциативных ризобактерий.

Использование биопрепаратов может обеспечить дополнительное снабжение растений бесплатным азотом (Кожемяков, 2008; Завалин и др., 2011). В странах с развитым земледелием до одной трети общей площади зерновых и зернобобовых культур бактеризуют биопрепаратами и за счет этого на 25 – 40% сокращают потребление минеральных удобрений (Чеботарь и др., 2007; Завалин и др., 2010; Петров, Чеботарь, 2011).

Однако в имеющиеся в научной сельскохозяйственной литературе сведения о приемах совместного использования в гетерогенных бобово-мятликовых агроценозах азотфиксирующих ризобактерий и средних доз минерального азота фрагментарны, а существующие мнения по этому вопросу противоречивы. В связи с этим научные исследования и разработка агроприемов совместного использования азотфиксирующих ризобактерий и минерального азота, для увеличения урожайности зерна и зеленой массы в земледелии являются актуальными.

Степень разработанности темы. Биологизация сельскохозяйственного производства и восстановление плодородия почвы с помощью зернобобовых культур (люпина, гороха и сои), рассмотрено и предложено в работах А.С. Кононова (1989, 1996, 2003, 2005, 2009), В.Н. Ефимова, А.И. Иванова (2001), А.М. Лыкова и др. (2001), М.Н. Новикова, В.Н. Барина (2007), О.В. Мельниковой, В.Л. Москалевой (2009), Н.М. Белоуса (2011), В.Е. Торикова и др., В.В. Дьяченко и др. (2014).

По мнению ряда ученых в системе «почва - растение - микроорганизмы» именно элемент «микроорганизмы» является наименее изученным (Умаров, 1986; Чеботарь, Малиновский, 1989; Тихонович, 2000; Завалин, 2005; Лактионов и др., 2008; Тихонович, Проворов, 2009; Парахин и др., 2012).

В настоящее время, особого внимания заслуживает, оценка эффективности биопрепаратов в агротехнологиях на разных сельскохозяйственных культурах и в различных регионах страны. По мнению А.П. Кожемякова и др. (2004), А.А. Завалина и др. (2007, 2008), А.А. Завалина, Н.С. Алметова (2009), С.А. Гужвина и др. (2012), Н.В. Новицкой и др. (2014) важное значение при разработке новых технологических приемов выращивания сельскохозяйственных культур приобретает оценка взаимодействия микробных биопрепаратов и минерального азота в агроценозах.

Цель исследований – разработать приемы совместного применения биопрепаратов и минерального азота, обеспечивающие увеличение урожайности зерна и зеленой массы, выхода сырого протеина в одновидовых и смешанных посевах ячменя, люпина, гороха и сои на серых лесных почвах Нечерноземья России.

В задачи исследований входило:

1. Изучить особенности формирования физиологических показателей при выращивании одновидовых и смешанных посевов ячменя, люпина, гороха и сои при предпосевной инокуляции семян ризобактериями и внесении средних доз минерального азота.

2. Изучить общее количество и общую биомассу почвенных бактерий, а так же бактерий азотфиксаторов в одновидовых и смешанных посевах при внесении ризобактерий и средних доз минерального азота.

3. Провести оценку влияния биопрепаратов и минерального азота на азотфиксирующую способность люпина, гороха и сои, вынос элементов минерального питания в одновидовых и смешанных посевах с ячменем.

4. Установить влияние биопрепаратов и минерального азота на формирование урожайности зерна и зеленой массы, выход сырого протеина в одновидовых и смешанных посевах.

5. Дать экономическую оценку и определить эффективность разработанных агроприемов применения ризобактерий и минеральных удобрений в одновидовых и смешанных посевах.

Научная новизна. Впервые в условиях серых лесных почв Нечерноземья России теоретически обосновано влияние общего количества и биомассы почвенных бактерий на уровень урожайности одновидовых и смешанных бобово-мятликовых посевов. Получены новые данные о физиологическом и агротехническом действии биопрепаратов, их эквивалентным дозам, дозе действующего вещества минерального азота. Установлены ранее не известные растительно-микробные взаимодействия при совместном применении в смешанных бобово-мятликовых посевах азотфиксирующих клубеньковых и ассоциативных ризобактерий со средними дозами различных видов азотных минеральных удобрений и разработаны новые агроприемы повышения урожайности зерна и зеленой массы, выхода сырого протеина за счет биологизации технологических приемов – замены части минерального азота симбиотическим.

Теоретическая и практическая значимость работы. Изучены принципы формирования продуктивности зернобобовых и злаковых культур в одновидовых и смешанных посевах в зависимости от вида клубеньковых и ассоциативных ризобактерий, видов и доз минерального азотного удобрения, общего количества и общей биомассы почвенных бактерий, а так же бактерий азотфиксаторов.

На основании проведенных исследований на серых лесных почвах Нечерноземья России разработаны и предложены сельскохозяйственному производству агрономически и экономически обоснованные рекомендации по возделыванию одновидовых и смешанных посевов: люпино-мятликовых, горохо-мятликовых и соя-мятликовых на зерно и зеленую массу, позволяющие получать высокие и стабильные урожаи, увеличить выход зерна зерносмеси на 30-44 % и сырого протеина на 42-67 %. Снижены затраты на 30-40 кг/га действующего вещества азотных минеральных удобрений, увеличена в 1,5-2 раза окупаемость удобрений прибавкой урожая зерносмеси в смешанных посевах. Установлена тесная прямая корреляция ($r = +0,67- +0,73$) между урожайностью зерна и общей биомассой почвенных бактерий в смешанных посевах, в том числе бактерий азотфиксаторов.

Методология и методы исследования. Методологической основой исследования одновидовых и смешанных агроценозов послужила концепция биологизации и экологизации сельского хозяйства, которая определяет систему устойчивого развития земледелия, растениеводства и продуктов питания для постоянно возрастающего населения планеты. Программа исследований разработана на основе теоретического и экспериментального материала, представленного в публикациях по вопросам биологизации и экологизации за счет биотехнологических подходов применения непатогенных почвенных ризобактерий в сельском хозяйстве. Основой диссертационной работы послужили экспериментальные данные, полученные в полевых и лабораторных опытах. Полевые и лабораторные исследования проводились по общепринятым методикам в земледелии и растениеводстве, в соответствии с требованиями методики полевого опыта.

Степень достоверности и апробация результатов проведенных исследований. Исследования выполнены в течение трех лет. Программа исследований утверждалась на заседаниях ученого совета агроэкологического института Брянского ГАУ. Правильность закладки опытов в полевых условиях проверялась и утверждалась специальной комиссией по приемки опытов. Результаты исследований докладывались на научно-практических конференциях различного уровня и публикациях в печати, в том числе в изданиях, рекомендованных ВАК. Все технологические операции в проведенных полевых опытах, кроме изучаемых агроприемов, выполнены в соответствии с рекомендациями, принятыми для почвенно-климатических условий места проведения опытов.

Результаты исследований докладывались на научно-практических конференциях различного уровня: IV Международная научно-практическая конференция естественно-географического факультета ФГБОУ ВПО «Брянского государственного университета им. академика И.Г. Петровского» (Брянск, 2011г.), Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы экологии, агрохимии и почвоведения в 21 веке» (Брянск, 2012), IV Региональная научно-практическая конференция молодых исследователей и специалистов «Проведение исследований по приоритетным направлениям современной науки для создания инновационных технологий» – «УМНИК 2012» (Брянск, 2012), Международная научная экологическая конференция: «Совмещенные посевы полевых культур в севообороте агроландшафта» (Краснодар, 2016), где получили положительную оценку. Ежегодно результаты исследований докладывались на заседаниях кафедры общего земледелия, технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства, ученого совета агроэкологического института ФГБОУ ВО Брянский ГАУ (2013-2015гг),

Победитель Всероссийского конкурса молодых исследователей и специалистов по приоритетным направлениям современной науки в номинации «Создание инновационных технологий» – «УМНИК 2012».

Производственная проверка результатов исследований проведена в КФХ «Челеняк» Севского района Брянской области на площади 60 га.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Методологическая основа исследования и разработки технологических агроприемов повышающих урожайность зерна зерносмеси и зеленой массы в смешанных бобово-мятликовых агроценозах люпина, гороха и сои является кон-

цепция биологизации и экологизации сельского хозяйства.

2. Высокая степень сопряженности количества общей микробной биомассы в почве, в том числе бактерий азотфиксаторов, и урожайностью зерносмеси в смешанных посевах, адекватность интенсивности микробно-растительных взаимодействий в системе почва - растение - микроорганизмы, определяют физиологическое состояние растений и плодородие почвы.

3. В одновидовых и гетерогенных посевах при применении симбиотических клубеньковых и ассоциативных ризобактерий наиболее высокая полевая всхожесть, интенсивность роста растений, площадь листьев, активный фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза, содержание хлорофилла в листьях формировались в посевах люпина, гороха, сои и смешанных люпино-ячменных, горохо-ячменных и соя-ячменных посевах при внесении минерального азота.

4. Сравнительная оценка влияния биопрепаратов и минерального азота в дозе N_{60} на азотфиксирующую способность и урожайность зерна и зеленой массы люпина, гороха и сои, вынос элементов минерального питания в одновидовых и смешанных посевах с ячменем позволяет определить как оптимальную дозу ассоциативных ризобактерий 300 г/га штамм 30-флавобактерин для ячменя и 300 г/га азотфиксирующих ризобактерий штамм 363а для люпина, штамм 2616 для гороха и штамм 6346 для сои, а так же смесь азотфиксирующих симбиотических ризобактерий ризоторфина штамм 363а – 300г/га с 400г/га ассоциативных микроорганизмов штамм 30-флавобактерин для люпино-ячменного, штамм 2616 и штамм 30 для горохо-ячменного, штамм 6346 и штамм 30 для соя-ячменного посевов соответственно.

5. Возделывание одновидовых и гетерогенных бобово-мятликовых посевов при использовании приемов предпосевной инокуляции семян клубеньковыми и ассоциативными ризобактериями при внесении экономически обоснованных средних доз различных видов азотных удобрений наиболее комплементарных для бобовой культуры с целью получения высококачественного, экологически безопасного зерна и зеленой массы с высоким содержанием сырого протеина агротехнически оправдано и экономически выгодно.

Личный вклад автора в разработку и осуществление научно-исследовательской работы по теме диссертации составляет 90 %. Принимала участие в разработке программы, выборе объектов и методов исследований. Теоретическая часть работы выполнена автором самостоятельно. Соискатель лично закладывала полевые опыты, проводила фенологические наблюдения, отбор почвенных и растительных образцов, лабораторные исследования, учет урожая зерна и зеленой массы, оценку общего количества и биомассы почвенных бактерий. Выполнены расчеты по статистическому анализу экспериментальных данных и по определению экономической эффективности различных агроприемов применения ризобактерий и минеральных удобрений в одновидовых и смешанных посевах, написание диссертационной работы по теме исследований.

Публикации. Основные результаты исследований по теме диссертационной работы опубликованы в восемнадцати научных работах, из них восемь в изданиях рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертационная работа изложена на 172 страницах компьютерного текста, включает в себя: введение,

основную часть (состоящую из 6 глав), заключение (выводы и предложения производству, перспективы дальнейшей разработки темы исследований), список литературы и приложения. Работа включает 57 таблиц и 64 приложений. Список литературных источников состоит из 160 источников, из них 17 иностранных авторов.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение. Обоснована актуальность темы диссертации, степень ее работанности, поставлены цель и задачи исследования, отражена научная новизна работы, теоретическая и практическая значимость, методология и методы диссертационного исследования, степень достоверности результатов, апробация и производственное внедрение результатов работы, сформулированы основные положения выносимые на защиту, представлен личный вклад автора в разработку и осуществление научно-исследовательской работы, публикации по теме исследований, структура и объем диссертационной работы.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

ГЛАВА 1. РОЛЬ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ И МИНЕРАЛЬНОГО АЗОТА В СМЕШАННЫХ ПОСЕВАХ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР – КАК ФАКТОР БИОЛОГИЗАЦИИ И СТАБИЛИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ (Обзор литературных источников)

По отечественным и зарубежным литературным источникам обоснована необходимость биологизации и экологизации растениеводческой отрасли, и рассмотрены основные их направления. Сделан анализ научных работ и публикаций по биологическим особенностям и хозяйственному значению зернобобовых культур, и их роли в стабилизации земледелия. Показано влияние биопрепаратов, минерального азота на урожайность и качество зерна и зеленой массы ячменя, люпина, гороха, сои в одновидовых и смешанных бобово-мятликовых посевах. Источники литературы свидетельствует о том, что почва обладает интегрирующими и управляющими функциями при мобилизации растительно-микробных взаимодействий. При анализе литературы установлено, что при совместном применении биологических и традиционных средств интенсификации растениеводства нет существенных противоречий, кроме того их совместное использование обеспечивает дополнительный интегральный эффект.

ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Климатические и метеорологические условия проведения полевых исследований

Погодные условия с 2013 по 2015 годы были типичными для региона, обеспечили формирование хорошей урожайности зерна одновидовых и смешанных бобово-мятликовых посевов (табл. 1).

За годы исследований гидротермический коэффициент в течение весенне-летней вегетации ячменя, люпина, гороха и сои значительно изменялся от 0,51 в

июне 2014г. до 2,22 в июне 2015г. Наиболее благоприятным по ГТК был 2015 год. Самым сухим месяцем в 2015 г. оказался август (ГТК=0,10), что способствовало быстрому и равномерному созреванию зерна.

Таблица 1– Характеристика метеорологических условий в 2013-2015 гг.

| Средняя температура воздуха, °С | | | | | | |
|---------------------------------|-------|-------|-------|--------|----------|--------------|
| Годы | Май | Июнь | Июль | Август | Сентябрь | Май-сентябрь |
| 2013 | +19,3 | +19,6 | +19,1 | +18,7 | +10,7 | +19,1 |
| 2014 | +16,7 | +16,5 | +21,0 | +19,9 | +12,7 | 18,4 |
| 2015 | +14,6 | +18,2 | +18,9 | +19,4 | +15,1 | +17,7 |
| Среднего-летнего | +12,5 | +16,6 | +18,4 | +17,0 | +11,4 | +16,1 |
| Сумма атмосферных осадков, мм | | | | | | |
| 2013 | 70,9 | 68,7 | 82,6 | 51,6 | 160,1 | 433,9 |
| 2014 | 92,3 | 25,1 | 61,6 | 41,4 | 36,1 | 256,5 |
| 2015 | 79,9 | 121,3 | 89,9 | 5,6 | 87,8 | 384,5 |
| Среднего-летнего | 55,0 | 65,0 | 82,0 | 64,0 | 46,0 | 312,0 |

2.2 Характеристика почвенных условий

Научные исследования выполнены на серой лесной среднесуглинистой почве. Почва характеризовалась следующими показателями: содержание гумуса – 2,47-2,53%, рН сол. – 5,51-5,58, насыщенность основаниями – 85,1%, обеспеченность подвижными формами фосфора – 17,2-19,3, содержанием обменного калия – 16,8-19,6 мг/100 г сухой почвы. В 1 грамме пахотного слоя почвы 0-10 см опытного участка содержалось $0,36-0,40 \cdot 10^3$ штук клеток спонтанных клубеньковых бактерий.

2.3 Объекты исследований

Объектами исследований были наиболее распространенные в юго-западной части Нечерноземной зоны сорта: ячмень (*Hordeum sativum* L.) Зазерский 85, люпин узколистный (*Lupinus angustifolius* L.) Белозерный 110, горох (*Pisum arvense*) Малиновка и соя (*Glycine hispida*) Магева, одновидовые и смешанные посевы бобовых и мятликовых культур. Оценивали эффективность микробных препаратов: штамм №30, штамм №363а, штамм №2616, штамм №6346 и минерального азота в виде аммиачной селитры (NH_4NO_3) и калийной селитры (KNO_3) в одновидовых и смешанных посевах.

2.4 Методика проведения исследований

Предшественник в полевом опыте – яровая пшеница. Размер опытной делянки: общая площадь – $25,8 \text{ м}^2$, учетная площадь – $25,0 \text{ м}^2$; повторность вариантов опыта – четырехкратная, расположение делянок – по методу систематических повторений. Посев изучаемых культур осуществлялся сеялкой СН-16. Закладку полевых опытов проводили по методике Б.А. Доспехова (1985).

Норма высева семян в одновидовых посевах: ячмень – 5,5 млн. всхожих

семян на гектар, люпин – 1,2 млн., горох – 1 млн., соя – 1 млн.; соотношения компонентов в гетерогенной системе составляло: люпин – 1,0 млн. + ячмень – 1,6 млн. всхожих семян на 1 га, соя – 0,8 млн. + ячмень – 1,6 млн. всхожих семян на 1 га, горох – 0,8 млн.+ ячмень – 1,6 млн. всхожих семян на 1 га.

Опыт 1 – Влияние штаммов ассоциативных, клубеньковых ризобактерий и аммиачной селитры на урожайность зерна и зеленой массы ячменя, люпина, гороха и сои в одновидовых посевах.

Схема опыта

| № п/п | Варианты | Формы минерального азота | |
|-------|-----------------------------------|--------------------------|--|
| | | Без удобрений | Аммиачная селитра (NH ₄ NO ₃) |
| 1 | Ячмень – контроль (без обработки) | - | N ₆₀ |
| 2 | Ячмень +штамм 30 | - | N ₆₀ |
| 3 | Люпин – контроль (без обработки) | - | N ₆₀ |
| 4 | Люпин + штамм 363а | - | N ₆₀ |
| 5 | Горох – контроль (без обработки) | - | N ₆₀ |
| 6 | Горох + штамм 2616 | - | N ₆₀ |
| 7 | Соя – контроль (без обработки) | - | N ₆₀ |
| 8 | Соя + штамм 6346 | - | N ₆₀ |

Опыт 2 – Влияние штаммов ассоциативных, клубеньковых ризобактерий и калийной селитры на урожайность зерна и зеленой массы ячменя, люпина, гороха и сои в одновидовых посевах.

Схема опыта

| № п/п | Варианты | Формы минерального азота | |
|-------|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| | | Без удобрений | Калийная селитра (KNO ₃) |
| 1 | Ячмень – контроль (без обработки) | - | N ₆₀ |
| 2 | Ячмень +штамм 30 | - | N ₆₀ |
| 3 | Люпин – контроль (без обработки) | - | N ₆₀ |
| 4 | Люпин + штамм 363а | - | N ₆₀ |
| 5 | Горох – контроль (без обработки) | - | N ₆₀ |
| 6 | Горох + штамм 2616 | - | N ₆₀ |
| 7 | Соя – контроль (без обработки) | - | N ₆₀ |
| 8 | Соя + штамм 6346 | - | N ₆₀ |

Опыт 3 – Влияние смеси штаммов ассоциативных и клубеньковых ризобактерий, и аммиачной селитры на урожайность зерна и зеленой массы люпина, гороха и сои в смешанных посевах с ячменем.

Схема опыта

| № п/п | Варианты | Формы минерального азота | |
|-------|---|--------------------------|--|
| | | Без удобрений | Аммиачная селитра (NH ₄ NO ₃) |
| 1 | Ячмень + люпин – контроль (без обработки) | - | N ₆₀ |
| 2 | Ячмень + люпин +штамм 30 + штамм 363а | - | N ₆₀ |
| 3 | Ячмень + горох – контроль (без обработки) | - | N ₆₀ |
| 4 | Ячмень + горох штамм 30 + штамм 2616 | - | N ₆₀ |
| 5 | Ячмень + соя – контроль (без обработки) | - | N ₆₀ |
| 6 | Ячмень + соя + штамм 30 + штамм 6346 | - | N ₆₀ |

Опыт 4 – Влияние смеси штаммов ассоциативных и клубеньковых ризобактерий, и калийной селитры на урожайность зерна и зеленой массы люпина, гороха и сои в смешанных посевах с ячменем

Схема опыта

| № п/п | Варианты | Формы минерального азота | |
|-------|---|--------------------------|--------------------------------------|
| | | Без удобрений | Калийная селитра (KNO ₃) |
| 1 | Ячмень + люпин – контроль (без обработки) | - | N ₆₀ |
| 2 | Ячмень + люпин +штамм 30 + штамм 363а | - | N ₆₀ |
| 3 | Ячмень + горох – контроль (без обработки) | - | N ₆₀ |
| 4 | Ячмень + горох штамм 30 + штамм 2616 | - | N ₆₀ |
| 5 | Ячмень + соя – контроль (без обработки) | - | N ₆₀ |
| 6 | Ячмень + соя + штамм 30 + штамм 6346 | - | N ₆₀ |

Семена в одновидовых посевах обрабатывали: ячменя – флавобактерином штамм 30, люпина – ризоторфином штамм 363а, гороха – штамм 2616 и сои – штамм 6346 из расчета 300 г препарата на гектарную норму семян в день посева. На одну гектарную норму смеси семян бобовых (люпина, гороха, сои) с ячменем

использовали механическую смесь, включающую 300 г/га ризоторфина и 400 г/га флавобактерина. Минеральные азотные удобрения на делянках вносили в виде аммиачной и калийной селитры в дозе N_{60} , после посева в рую.

Агрохимические анализы почвы, химические анализы зерна и растительной биомассы проводили по общепринятым методикам в соответствии с ГОСТами.

Фенологические наблюдения, учет густоты стояния растений в посевах проводили по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1985).

Подсчет общей численности бактерий в почве (0-10 см) проводили по методу Виноградского-Брида. Количество общей микробной биомассы рассчитывали по формуле Я.П. Худякова (2000).

Расчет эквивалентной дозы минерального азота дозе биопрепарата в одновидовых посевах и дозы смеси биопрепаратов (ризоторфина + флавобактерина) в смешанных посевах дозе действующего вещества минерального азота рассчитывали по прибавке урожайности зерна с учетом усвоения минерального азота 75 %. Рассчитывали затраты азота на 1 кг прибавки зерна, определяли разность между прибавкой при внесении биопрепарата и минерального азота с прибавкой зерна при внесении одного биопрепарата. Полученную разность массы зерна делили на количество зерна полученного в расчете на 1 кг минерального азота. Результат является дозой биологического азота эквивалентной дозе действующего вещества минерального азота.

Азотфиксирующую способность растений бобовых культур определяли по величине активного симбиотического потенциала по методу Г.С. Посыпанова (1991). Учет урожайности проводили со всей учетной площади делянки и приводили к стандартной влажности (14%).

Полученные экспериментальные данные обрабатывались статистическим методом дисперсионного и корреляционного анализа по методике Б.А. Доспехова (1985) с использованием стандартного компьютерного программного обеспечения (Excel 7.0). Экономическую эффективность применяемых биопрепаратов и видов минеральных удобрений оценивали, исходя из складывающихся производственных затрат и условно чистого дохода по каждому варианту опыта, на основании разработанных технологических карт с использованием методики Всероссийского НИИ кормов (Ларетин, Чирков, 2011).

ГЛАВА 3. ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО АЗОТА И БИОПРЕПАРАТОВ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, АЗОТФИКСАЦИЮ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ОДНОВИДОВЫМИ И СМЕШАННЫМИ ПОСЕВАМИ ЯЧМЕНЯ, ЛЮПИНА, ГОРОХА И СОИ

3.1. Физиологическое действие биопрепаратов и минерального азота на полевую всхожесть и выживаемость растений в одновидовых и смешанных посевах ячменя, люпина, гороха и сои

Было установлено, что стимулирующее действие ассоциативных и клубеньковых ризобактерий проявляется уже на этапе прорастания семян, и данная тенденция сохраняется до уборки урожая в одновидовых и смешанных посевах

ячменя с люпином, горохом и соей, как без внесения каких-либо видов минеральных удобрений, так и при их внесении.

Наиболее благоприятное влияние азота на всхожесть и сохранность растений ячменя, люпина и сои к уборке при возделывании в смешанных посевах установлено при внесении аммиачной селитры совместно со смесевым биопрепаратом. Исследования показали, что всхожесть в среднем за три года увеличилась у ячменя на 4,7-9,3 %, у люпина на 28 % и у сои на 8,7 %, а сохранность на 7,1-10,9 %, на 13,4 % и на 13,7 % соответственно по сравнению с контролем. У гороха в смешанных посевах наиболее благоприятное воздействие полевую всхожесть и выживаемость растений оказала калийная селитра.

3.2. Физиологическое действие биопрепаратов и минерального азота на рост растений, фотосинтез, водный обмен в одновидовых и смешанных посевах ячменя, люпина, гороха и сои

Трехлетние исследования показали, что в смешанных посевах ячменя с бобовыми культурами процессы новообразования элементов структуры злакового компонента проходили быстрее, чем в одновидовых посевах. При внесении аммиачной селитры в смешанных посевах ячменя с бобовыми культурами на фоне смесового биопрепарата наблюдались самые высокие показатели роста растений ячменя: в горохо-ячменном посеве высота его была на 14 см, в соя-ячменном на 15 см и в люпино-ячменном на 15,2 см выше, по сравнению с контролем. У зернобобовых: люпина, гороха и сои наблюдались аналогичные тенденции роста растений.

Было установлено, что площадь листьев на фоне внесения средних доз азотных удобрений в дозе N_{60} и смеси биопрепаратов была больше в люпино-ячменном посеве на 46,7 %, горохо-ячменном посеве на 46,4 % и соя-ячменном посеве на 47,2 %, ФП увеличился на 21,3 %, на 22,1 % и на 16,3 %, а ЧПФ на 26,5 %, на 16 % и на 23,5 % соответственно по сравнению с контролем. Интенсивность транспирации в люпино-ячменном посеве снизилась на 18,8 %, соя-ячменном посеве на 26,6 % и горохо-ячменном посеве на 30,6 % по сравнению с контролем.

ГЛАВА 4. ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ И МИНЕРАЛЬНОГО АЗОТА НА АЗОТФИКСАЦИЮ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ В ОДНОВИДОВЫХ И СМЕШАННЫХ ПОСЕВАХ

4.1 Общая численность и биомасса почвенных бактерий, в том числе азотфиксаторов на одновидовых и смешанных посевах изучаемых культур

Наши исследования показали, что общая численность и биомасса почвенных бактерий в одновидовых и смешанных посевах ячменя, люпина, гороха и сои зависела от микробно-растительных взаимодействий азотфиксирующих ризобактерий и действия различных видов азотных минеральных удобрений в агроценозе (таблицы 2).

Изучение корреляций между массой почвенных бактерий и урожайностью зерна в одновидовых посевах показало, что существует прямая средней тесноты корреляция ($r = +0,41$ - $+0,52$) между указанными показателями (таблица 3).

Наиболее тесная прямая корреляция ($r = +0,67$ – $+0,73$) установлена в смешанных посевах между общей массой бактерий в слое почвы 0-10 см и урожайностью зерна на вариантах с внесением смеси биопрепаратов, а так же с внесением различных видов азотных минеральных удобрений и биопрепаратов (таблица 3).

Таблица 2 – Влияние биопрепаратов и минерального азота на численность и биомассу бактерий в почвенных образцах под растениями ячменя, люпина, гороха и сои в смешанных посевах, среднее за 2013-2015 гг.

| № п/п | Варианты | Без удобрений | | Аммиачная селитра (NH_4NO_3) | | Калийная селитра (KNO_3) | |
|-------|--------------------------------------|--------------------------|-----------------|--|-----------------|-------------------------------------|-----------------|
| | | Н общ., кл/г сухой почвы | Био-масса, т/га | Н общ., кл/г сухой почвы | Био-масса, т/га | Н общ., кл/г сухой почвы | Био-масса, т/га |
| 1 | Ячмень+люпин – контроль | $3,1 \cdot 10^8$ | 25,7 | $3,2 \cdot 10^8$ | 26,6 | $3,1 \cdot 10^8$ | 25,8 |
| 2 | Ячмень+люпин + штамм 30 + штамм 363а | $3,6 \cdot 10^8$ | 29,9 | $3,8 \cdot 10^8$ | 31,6 | $3,7 \cdot 10^8$ | 30,8 |
| 3 | Ячмень+ горох – контроль | $3,0 \cdot 10^8$ | 24,9 | $3,1 \cdot 10^8$ | 25,7 | $3,1 \cdot 10^8$ | 25,8 |
| 4 | Ячмень+ горох +штамм 30 +штамм 2616 | $3,5 \cdot 10^8$ | 29,1 | $3,6 \cdot 10^8$ | 30,0 | $3,7 \cdot 10^8$ | 30,7 |
| 5 | Ячмень + соя – контроль | $3,0 \cdot 10^8$ | 24,9 | $3,1 \cdot 10^8$ | 25,8 | $3,0 \cdot 10^8$ | 25,0 |
| 6 | Ячмень +соя + штамм 30 + штамм 6346 | $3,3 \cdot 10^8$ | 27,4 | $3,5 \cdot 10^8$ | 29,2 | $3,4 \cdot 10^8$ | 28,3 |

Установлено, что от общей биомассы почвенных бактерий, а так же массы бактерий азотфиксаторов, накопленных под одновидовыми и смешанными бобово-мятликовыми посевами, во многом зависит их зерновая продуктивность. Высокая степень сопряженности общей биомассы бактерий в почве и урожайностью зерносмеси показывает её прямое тесное влияние на формирование уровня урожайности зерна в смешанных посевах. Это обстоятельство подтверждается увеличением урожайности зерна зерносмеси в люпино-ячменном посеве на 18,6 %, в горохо-ячменном посеве на 26,6 % и соя-ячменном посеве на 23 % по сравнению со средней суммой урожайности культур компонентов на контрольном варианте одновидовых посевов.

Расчет коэффициента детерминации показал, что доля изменений фактора урожайности зерна прямо зависит от биомассы почвенных бактерий под смешанными посевами. Установлено, что при внесении биопрепаратов без внесения минерального азота коэффициент детерминации (d_{yx}) составил 53 %. При внесе-

нии смеси биопрепаратов и различных видов азотных удобрений в дозе N_{60} доля влияния биомассы бактерий на урожайность зерна составила $d_{yx} = 45\%$ (таблица 3).

Таблица 3 – Коэффициенты корреляции (r) и детерминации (d_{yx}) между биомассой почвенных бактерий и урожайностью зерна в одновидовых и смешанных бобово-мятликовых посевах

| Показатели | Урожайность зерна, т/га | | | | | |
|---|-------------------------|----------|----------------------------------|----------|------------------------------|----------|
| | Без удобрений | | Аммиачная селитра (NH_4NO_3) | | Калийная селитра (KNO_3) | |
| | r | d_{yx} | r | d_{yx} | r | d_{yx} |
| Масса почвенных бактерий в одновидовых посевах - без внесения биопрепаратов, т/га | 0,52 | 27,0 | 0,41 | 16,8 | 0,48 | 23,0 |
| Масса почвенных бактерий в одновидовых посевах - с внесением биопрепаратов, т/га | 0,30 | 9,0 | 0,02 | 0,04 | 0,06 | 0,4 |
| Масса почвенных бактерий, в смешанных посевах - без внесения биопрепаратов, т/га | - 0,43 | 18,5 | 0,09 | 0,8 | 0,07 | 0,5 |
| Масса почвенных бактерий, в смешанных посевах - с внесением биопрепаратов, т/га | 0,73 | 53,3 | 0,67 | 44,9 | 0,67 | 44,9 |

Внесение биопрепаратов и азота стимулировало микробно-растительное взаимодействие, повысило численность и биомассу почвенных микроорганизмов. Количество микробной биомассы изменялось от 24,9 до 31,6 т/га, что характерно для смешанных посевов люпина, гороха, сои. Это обусловило повышение уровня почвенного плодородия за счет лучшего снабжения растений необходимыми элементами питания по сравнению с одновидовыми посевами.

Таким образом, в исследованиях установлена высокая степень зависимости урожайности зерна в смешанных посевах от применения биопрепаратов.

4.2. Действие биопрепаратов и минерального азота на азотфиксирующую деятельность в одновидовых и смешанных посевах люпина, гороха и сои

Исследования показали, что применение клубеньковых бактерий, повысило АСП в одновидовых посевах у люпина на 1,08 тыс. кг. • сут./га или на 12 %, у гороха на 1,14 тыс. кг. • сут./га или на 21,8 %, у сои на 1,29 тыс. кг. • сут./га и на 16,4 % по сравнению с контролем.

Наши исследования показали, что использование смеси ризобактерий (ризоторфин + флавобактерии) на фоне аммиачной селитры в смешанных посевах способствовало увеличению АСП. АСП в люпино-ячменном посеве составил 12,20 тыс. кг. • сут./га или на 29,9 % выше, в соя-ячменном – 10,85 тыс. кг. • сут./га или на 33,4 % выше, в горохо-ячменном – 7,64 тыс. кг. • сут./га или на 54,9 % выше по сравнению с контролем (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние биопрепаратов и минерального азота на активный симбиотический потенциал в смешанных посевах люпина, гороха и сои, в тыс.кг•сут./га (среднее за 2013-2015гг.)

| № п/п | Варианты | | Активный симбиотический потенциал, в тыс.кг•сут./га | | |
|--------------------|--------------------------------------|-------|---|--|--------------------------------------|
| | | | Без удобрений | Аммиачная селитра (NH ₄ NO ₃) | Калийная селитра (KNO ₃) |
| 1 | Ячмень + люпин – контроль | люпин | 9,39 | 11,84 | 10,65 |
| 2 | Ячмень + люпин + штамм30+штамм 363а | люпин | 9,72 | 12,20 | 11,18 |
| 3 | Ячмень + горох – контроль | горох | 4,93 | 6,10 | 6,76 |
| 4 | Ячмень + горох + штамм30+штамм 2616 | горох | 5,85 | 7,64 | 7,88 |
| 5 | Ячмень + соя – контроль | соя | 8,13 | 10,42 | 8,90 |
| 6 | Ячмень + соя + штамм 30 + штамм 6346 | соя | 8,44 | 10,85 | 9,54 |
| НСР _{0,5} | | | 0,28 | 0,32 | 0,41 |

4.3. Использование растениями азота, фосфора и калия в одновидовых и смешанных посевах ячменя, люпина, гороха и сои

Анализ трехлетних данных накопления азота, фосфора, калия в зерне и вегетативной массе люпино-ячменного, горохо-ячменного и соя-ячменного посевов показал, что определяющими факторами количественного содержания элементов питания были микробно-растительные взаимодействия, смеси ассоциативных и клубеньковых ризобактерий и действие различных видов азотных минеральных удобрений в агроценозе. Было установлено, что в смешанных люпино-ячменных, горохо-ячменных и соя-ячменных посевах при применении смеси биопрепаратов (ризоторфин + флавобактерин) суммарное содержание азота, фосфора и калия в зерне изучаемых культур было выше по сравнению с контролем на 5,5 %, 2,1 % и 3,5 % соответственно. Можно предположить, что более высокое накопление в зерносмеси элементов минерального питания связано с увеличением биомассы бактерий в пахотном слое почвы на вариантах опыта.

Расчёт показал, что на формирование урожая зерна на один гектар смешанного посева бобово-мятликовых культур требуется азота, фосфора и калия, примерно в 1,2-1,5 раза меньше по сравнению с выносом NPK средней сумме выноса одновидовых посевов культур-компонентов. Можно предположить, что улучшение питания растений в смешанных посевах связано с благоприятным влиянием изучаемых агроприемов на микробную биомассу в почве за счет внесения эффективных биопрепаратов и средних доз минерального азота.

ГЛАВА 5. ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ И МИНЕРАЛЬНОГО АЗОТА НА СТРУКТУРУ РАСТЕНИЙ И УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА И ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ В ОДНОВИДОВЫХ И СМЕШАННЫХ ПОСЕВАХ ЯЧМЕНЯ, ЛЮПИНА, ГОРОХА И СОИ

5.1. Действие биопрепаратов и минерального азота на структуру урожая зерна, выход сырого протеина в одновидовых и смешанных посевах ячменя, люпина, гороха и сои

Наиболее высокая урожайность зерна зерносмеси и выход сырого протеина в люпино-ячменном – 3,58 т/га и 1,375 т/га, соя-ячменном – 3,22 т/га и 1,124 т/га смешанных посевах получены при совместном внесении смесового биопрепарата (ризоторфин 300 г/га + флавобактерин 400г/га) и минерального азота в дозе N_{60} в виде аммиачной селитры, что на 44,3 % и 67,8 %, на 30,8 % и 44,6% соответственно больше, чем на контроле (таблица 5).

Таблица 5 – Влияние биопрепаратов и минерального азота на урожайность зерна зерносмеси и выход сырого протеина в смешанных посевах ячменя, люпина, гороха и сои, среднее за 2013-2015 гг.

| № п/п | Варианты | Урожайность, т/га | | | | | |
|-------|--|-------------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|
| | | Без удобрений | | Аммиачная селитра (NH_4NO_3) | | Калийная селитра (KNO_3) | |
| | | Зерносмеси | Сырого протеина | Зерносмеси | Сырого протеина | Зерносмеси | Сырого протеина |
| 1 | Ячмень + люпин – контроль | 2,48 | 0,819 | 3,03 | 1,122 | 2,96 | 1,021 |
| 2 | Ячмень + люпин + штамм 30 + штамм 363а | 2,95 | 0,997 | 3,58 | 1,375 | 3,27 | 1,165 |
| 3 | Ячмень + горох –контроль | 2,71 | 0,788 | 3,09 | 0,943 | 3,23 | 0,967 |
| 4 | Ячмень + горох + штамм 30 + штамм 2616 | 3,13 | 0,891 | 3,63 | 1,121 | 3,78 | 1,162 |
| 5 | Ячмень + соя – контроль | 2,46 | 0,777 | 2,91 | 0,977 | 2,81 | 0,903 |
| 6 | Ячмень + соя + штамм 30 + штамм 6346 | 2,70 | 0,862 | 3,22 | 1,124 | 3,09 | 1,012 |

Наиболее высокая урожайность зерна зерносмеси в горохо-ячменном посеве – 3,78 т/га и выход сырого протеина –1,162 т/га получены при совместном внесении смесового биопрепарата (ризоторфин 300 г/га + флавобактерин 400г/га) и минерального азота в дозе N_{60} в виде калийной селитры, что на 39,4% и 47,4 % соответственно больше, чем на контроле (таблица 5).

5.2 Действие биопрепаратов и минерального азота на формирование урожая зелёной массы, выход сырого протеина в одновидовых и смешанных посевах ячменя, люпина, гороха и сои

Трехлетние исследования показали, что наиболее высокая урожайность зеленой массы и выход сырого протеина в люпино-ячменном – 37,68 т/га и 1,436 т/га, горохо-ячменном – 25,68 т/га и 0,806 т/га, соя-ячменном – 17,77 т/га и 1,048 т/га смешанных посевов получены при совместном внесении смесового биопрепарата (ризоторфин 300 г/га + флавобактерин 400г/га) и минерального азота в дозе N₆₀ в виде аммиачной селитры, что на 30,5 % и 77,7 %, на 24,1 % и 64,4 %, на 38,3 % и 83,2 % соответственно больше, чем на контроле (таблица 6).

Таблица 6 – Влияние биопрепаратов и минерального азота на урожайность зеленой массы и выход сырого протеина в смешанных посевах ячменя, люпина, гороха и сои, среднее за 2013-2015 гг.

| № п/п | Варианты | Урожайность, т/га | | | | | |
|-------|--|-------------------|-----------------|--|-----------------|--------------------------------------|-----------------|
| | | Без удобрений | | Аммиачная селитра (NH ₄ NO ₃) | | Калийная селитра (KNO ₃) | |
| | | Зеленой массы | Сырого протеина | Зеленой массы | Сырого протеина | Зеленой массы | Сырого протеина |
| 1 | Ячмень + люпин – контроль | 28,87 | 0,808 | 34,64 | 1,246 | 31,80 | 1,016 |
| 2 | Ячмень + люпин + штамм 30 + штамм 363а | 30,86 | 0,906 | 37,68 | 1,436 | 34,08 | 1,027 |
| 3 | Ячмень + горох – контроль | 20,70 | 0,490 | 23,53 | 0,703 | 22,91 | 0,663 |
| 4 | Ячмень + горох + штамм 30 + штамм 2616 | 21,48 | 0,549 | 25,68 | 0,806 | 25,42 | 0,794 |
| 5 | Ячмень + соя – контроль | 12,84 | 0,572 | 16,28 | 0,928 | 14,97 | 0,687 |
| 6 | Ячмень + соя + штамм 30 + штамм 6346 | 13,71 | 0,631 | 17,77 | 1,048 | 16,05 | 0,760 |

ГЛАВА 6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИЕМОМ БИОЛОГИЗАЦИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОДНОВИДОВЫХ И СМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ

Экономический анализ показал, что в структуре производственных затрат при возделывании одновидовых посевов, наибольшую долю составляют затраты на азотные минеральные удобрения, например, в одновидовых посевах ячменя они составляют до 32,6 % от всех производственных затрат.

Расчет экономической эффективности возделывания люпина, гороха и сои показал, что внесение биопрепаратов с аммиачной и калийной селитрой в

дозе N_{60} рентабельность выращивания на зерно составила 215,3 %, 124,2 % и 188,8 % соответственно.

Изучение и анализ экономических показателей разработанных технологических приемов выращивания смешанных люпино-ячменных, горохо-ячменных и соя-ячменных посевов показал, что рентабельность производства зерносмеси в смешанных посевах при совместном внесении смесового биопрепарата (ризоторфин 300 г/га + флавобактерин 400г/га) и минерального азота в дозе N_{60} в виде аммиачной селитры составила 143,3 %, 120,2 % и 135,3% соответственно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные в 2013-2015 годах научные исследования позволили изучить эффективность микробно-растительных взаимодействий, минерального азота и оценить влияние элементов технологии возделывания одновидовых и смешанных посевов, на урожайность, качество зерна и зеленой массы в условиях серых лесных почв Нечерноземья РФ, определены следующие выводы:

1. Методологической основой исследования и разработки технологических агроприемов повышающих урожайность зерна зерносмеси на 30,8-44,3 % и зеленой массы на 24,1-38,3 % в смешанных бобово-мятликовых агроценозах люпина, гороха и сои послужила концепция биологизации и экологизации сельского хозяйства.

2. Установлено, что от общей массы почвенных бактерий, а так же массы бактерий азотфиксаторов, накопленных под посевами агроценозов, прямо зависит зерновая продуктивность посевов. Высокая степень сопряженности общей массы бактерий в почве и урожайностью зерносмеси показывает её прямое тесное влияние на формирование уровня урожайности зерна в смешанных посевах. Этот факт подтверждает увеличение урожайности зерна зерносмеси в люпино-ячменном посеве на 18,6 %, в горохо-ячменном посеве на 26,6 % и соя-ячменном посеве на 23 % по сравнению со средней суммой урожайности культур компонентов на контрольном варианте одновидовых посевов.

3. В исследованиях установлено, что в смешанном бобово-мятликовом агроценозе почва выполняет интегрирующие и управляющие функции. Рост продуктивности агроценоза зависит от фотосинтеза растений и почвы, в которой находится управляющая система микроорганизмы - растения аддитивно взаимодействующая между собой. Расчет функциональных величин связи урожайности зерна с биомассой почвенных бактерий под одновидовыми посевами показало, что существует прямая средней тесноты корреляция ($r = +0,41$ - $+0,52$) между указанными показателями. Наиболее тесная прямая корреляция ($r = +0,67$ - $+0,73$) установлена в смешанных посевах между общей массой бактерий в слое почвы 0-10 см и урожайностью зерна.

4. Исследование доли изменений изучаемого фактора урожайности зерна от общей биомассы почвенных бактерий под смешанными посевами показало, что эта доля изменений прямо зависит от внесения биопрепаратов и внесенного минерального азота. Коэффициент детерминации (d_{yx}) при внесении смеси биопрепаратов составил 53 %. При внесении смеси биопрепаратов и различных видов минеральных азотных удобрений в дозе N_{60} доля влияния биомассы бактерий на урожайность зерна составила $d_{yx} = 45\%$.

5. Большая численность почвенных микроорганизмов при внесении смеси биопрепаратов и средних доз азота, высокая скорость их генерации и короткая продолжительность жизни вовлекает в биологический круговорот большое количество микробной биомассы от 24,9 до 31,6 т/га, что характерно для смешанных посевов люпина, гороха, сои, и обуславливает почвенное плодородие за счет в 2,4 раза более высокого накопления в биомассе растений смешанного посева азота, фосфора и калия по сравнению со средней суммой накопления азота, фосфора и калия в одновидовых посевах культур-компонентов.

6. Установлено, что масса пожнивных и корневых остатков в одновидовых и смешанных посевах при использовании биопрепаратов увеличилась, в смешанных посевах на 30-55,2% по сравнению со средней суммой массы ПКО в одновидовых посевах культур-компонентов, что определяет общую биомассу микроорганизмов и потенциальное плодородие почв под смешанными посевами.

7. Исследования микробно-растительных взаимодействий показало, что под смешанными посевами общая численность почвенных бактерий повышалась при внесении биопрепарата и минерального азота: под люпино-ячменном посевом на 22,5 %, соя-ячменном посевом на 25 % и горохо-ячменном посевом на 28,5 % по сравнению со средней суммой общего количества бактерий в одновидовых посевах культур-компонентов. Активность состояния растений определялась спецификой формирования корневых выделений, которые являются питательным и энергетическим материалом для населяющих почву микроорганизмов. Это благоприятно влияло на формирование урожайности зерна и зеленой массы бобово-мятликового агроценоза.

8. Установлено, что внесение смеси биопрепаратов (ризоторфин + флавобактерин) в смешанных посевах, благоприятно влияло на физиологические показатели растений. Площадь листьев на фоне внесения средних доз азотных удобрений в дозе N_{60} и смеси биопрепаратов была больше в люпино-ячменном посеве на 46,7 %, горохо-ячменном посеве на 46,4 % и соя-ячменном посеве на 47,2 %, по сравнению с контролем. В смешанных посевах экономно расходовалась вода при применении азотфиксирующих микробиологических биопрепаратов (ризоторфина и флавобактерина) и минерального азота. Интенсивность транспирации в люпино-ячменном посеве снизилась на 18,8 %, соя-ячменном посеве на 26,6 % и горохо-ячменном посеве на 30,6 % по сравнению с контрольным вариантом без внесения биопрепарата и минерального азота.

9. Наши исследования показали, что режим азотного корневого питания оказывал сильное влияние на содержание хлорофилла в листьях. Как показали исследования в листьях растений ячменя в смешанном посеве с люпином в среднем за три года разнонаправлено по вектору изменялось количество хлорофилла а и b. У ячменя количество хлорофилла а составило 20,59 мг/л, а хлорофилла b было больше – 37,50 мг/л, их соотношение было равно 1:1,8. У люпина в этом посеве содержание хлорофилла а составляло 18,37 мг/л, а содержание хлорофилла b уменьшилось до 7,93 мг/л. Их соотношение было равно 2,3:1, то есть разнонаправлено различалось по вектору. Аналогичные тенденции установлены в горохо- и соя-ячменных посевах.

10. В смешанных посевах у бобовых значительно повышалось образование основного фотосинтезирующего хлорофилла а за счет более эффективного превращения хлорофилла b в хлорофилл а. Это благоприятно влияло на процесс

фотосинтеза. Фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза в смешанных бобово-мятликовых посевах были выше в 1,8 раза и в 2,1 раза по сравнению со средней суммой ФП и ЧПФ в одновидовых посевах культур-компонентов, что способствовало увеличению урожайности зерна в люпино-ячменных посевах на 1,10 т/га или на 44,3 %, горохо-ячменных посевах на 0,92 т/га или на 33,9 %, соя-ячменных посевах на 0,76 т/га или на 30,8 % по сравнению с контролем без внесения биопрепаратов и минерального азота.

11. Было установлено, при внесении смеси ризобактерий (ризоторфин + флавобактерин) и внесении минеральных удобрений в смешанных посевах обеспечивало лучшую активность азотфиксации. АСП в люпино-ячменном посеве составил 12,20 тыс. кг•сут./га, что на 29,9 % выше, соя-ячменном посеве – 10,85 тыс. кг•сут./га или на 33,4 % выше, в горохо-ячменном посеве – 7,88 тыс. кг•сут./га или на 59,8 % выше по сравнению с контролем.

12. Установлено, что в смешанных посевах при внесении биопрепаратов требуется в 1,5 -2,5 раза меньше азота, фосфора и калия на формирование урожая по сравнению с затратами NPK на урожай зерна в средней сумме сбора с гектара одновидовых посевов культур-компонентов. Можно предположить, что улучшение питания растений в смешанных посевах связано с благоприятным влиянием микробно-растительные взаимодействия вызванные внесением эффективных биопрепаратов и средних доз минерального азота.

13. Установлено, что предпосевная обработка семян смешанных посевов смесью ризобактерий включающей клубеньковые и ассоциативные азотфиксирующие бактерии, биопрепараты ризоторфин штаммы 363а, 2616, 6346 внесенные в дозе 300 г/га и флавобактерин штамм 30 внесенный в дозе 400г/га способны заменить внесение от 30,2 до 59,5 кг /га действующего вещества или от 86 до 170 кг/га минерального азота в пересчете на аммиачную селитру.

14. Установлено, что при выращивании смешанных люпино-ячменных и соя-ячменных посевов на зерно и зеленую массу в условиях серых лесных почв обязательным приемом должно быть внесение смесового биопрепарата включающего ризоторфин наиболее комплементарные штаммы клубеньковых бактерий для люпина штамм 363а, сои штамм 6346 и ассоциативных ризобактерий флавобактерин штамм 30, а так же минерального азота в дозе N_{60} в виде аммиачной селитры. Увеличение зерна в люпино-ячменной зерносмеси составило 1,10 т/га или на 44,3 %, зеленой массы 8,81 т/га или на 30,5 %; в соя-ячменной зерносмеси 0,76 т/га или на 30,8 %, зеленой массы 4,93 т/га или на 38,3 % больше по сравнению с контролем. В горохо-ячменном посеве обязательным приемом, должно быть внесение смесового биопрепарата включающего ризоторфин штамм 2616 и флавобактерин штамм 30, а так же минерального азота в дозе N_{60} в виде калийной селитры, обеспечивших увеличение зерна зерносмеси на 1,07 т/га или на 39,4 %, зеленой массы на 4,72 т/га или на 22,8 % по сравнению с контролем.

15. Внесение смеси клубеньковых, ассоциативных ризобактерий и минерального азота в смешанных бобово-мятликовых посевах в дозе N_{60} повысило выход сырого протеина с гектара в урожае зерна в 2 раза по сравнению со средней суммой сырого протеина в зерне одновидовых посевов культур компонентов

16. Экономический анализ технологических приемов выращивания люпино-ячменных, горохо-ячменных и соя-ячменных посевов показал, что исполь-

зование смеси клубеньковых и ассоциативных ризобактерий, биопрепаратов ризоторфина наиболее комплементарных штаммов к изучаемым бобовым культурам, и флавобактерина наиболее комплементарного штамма 30 к ячменю при внесении средней дозы минеральных азотных удобрений является экономически оправданным эффективным приемом. Установлено, что рентабельность производства зерносмеси в смешанных люпино-ячменных и соя-ячменных посевах составила 143,3 % и 135,3% соответственно, при совместном применении смеси биопрепаратов и аммиачной селитры. В горохо-ячменных посевах экономически обоснованным приемом является использование комплементарных к гороху и ячменю биопрепаратов ризоторфин штамм 2616 и флавобактерин штамм 30 с внесением минерального азота в дозе N_{60} обеспечивших рентабельность 119,2-120,2%.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Для получения стабильно высоких урожаев зерна и зеленой массы в одновидовых посевах ячменя обязательным приемом возделывания должно быть внесение наиболее комплементарных ассоциативных ризобактерий биопрепарата флавобактерин в дозе 300 г/га совместно с аммиачной селитрой обеспечивших увеличение урожайности зерна 1,10 т/га по сравнению с контролем. Обязательным агрономически и экономически обоснованным приемом при выращивании люпина и сои в одновидовых посевах является, предпосевная обработка семян симбиотическими азотфиксирующими ризобактериями, ризоторфином штамм 363а и штамм 6346 в дозе 300 г/га при внесении аммиачной селитры в дозе N_{60} , обеспечивших прибавку урожайности зерна 1,43 т/га и 1,33 т/га, зеленой массы 6,65 т/га и 1,49 т/га к контролю. Для гороха целесообразно предпосевная обработка семян ризоторфином штамм 2616 в дозе 300 г/га при внесении калийной селитры в дозе N_{60} , обеспечивших прибавку урожайности зерна 1,58 т/га и зеленой массы 2,71 т/га к контролю.

2. С целью получения стабильно высоких урожаев зерна и зеленой массы в смешанных посевах люпина с ячменем с нормой высева 1,0+1,6 млн.шт./га и сои с ячменем с нормой высева 0,8+1,6 млн.шт./га, обязательным агрономически и экономически обоснованным приемом должна быть предпосевная инокуляция семян смесевым биопрепаратом включающим наиболее комплементарные азотфиксирующие симбиотические ризобактерии ризоторфина штамм 363а и штамм 6346 в дозе 300 г/га в смеси с ассоциативными ризобактериями флавобактерина штамм 30 в дозе 400г/га, обеспечивших при средней дозе N_{60} аммиачной селитры прибавку урожайности зерна люпино-ячменной зерносмеси 1,10 т/га и соя-ячменной зерносмеси 0,76 т/га, зеленой массы 8,81 т/га и 4,93 т/га соответственно по сравнению с контролем. Для горохо-ячменного посева целесообразна предпосевная обработка семян ризоторфином штамм 2616 в дозе 300 г/га совместно с флавобактерином штамм 30 в дозе 400 г/га при внесении калийной селитры в дозе N_{60} , обеспечивших прибавку урожайности зерносмеси 1,07 т/га и зеленой массы 4,72 т/га к контролю.

Перспективы дальнейшей разработки темы исследований

1. Расширить ассортимент видов бобовых и злаковых культур, и их смешанных агроценозов для исследования влияния смесевых биопрепаратов и раз-

личных доз и видов удобрений, а так же физиологически активных веществ при их комплексном применении.

2. Провести апробирование и обеспечить широкое внедрение разработанных новых агроприемов биологизации возделывания смешанных бобово-мятликовых культур за счет перехода на широкое внедрение биотехнологий в практику сельскохозяйственного производства снижающих дозы внесения минерального азота в условиях серых лесных почв Нечерноземья РФ.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Кононов, А.С. Влияние форм азотных удобрений на одновидовые и смешанные бобово-злаковые агроценозы / А.С. Кононов, О.Н. Шкотова // Вестник Брянского государственного университета. № 4 (2011): Точные и естественные науки. – Брянск: РИО БГУ, 2011. – С.152-156.

2. Кононов, А.С. Влияние форм азотных удобрений на содержание хлорофилла в одновидовых и смешанных бобово-злаковых агроценозах / А.С. Кононов, О.Н. Шкотова // Вестник Брянского государственного университета. № 4 (1, 2012): Точные и естественные науки. – Брянск: РИО БГУ, 2012. – С.103-106.

3. Кононов, А.С. Влияние аммиачного азота на эффективность физиологических процессов в одновидовых и бобово-злаковых агроценозах / А.С. Кононов, О.Н. Шкотова // Вестник Брянского государственного университета. № 4 (2, 2012): Точные и естественные науки. – Брянск: РИО БГУ, 2012. – С.151-157.

4. Шкотова, О.Н. Реакция смешанных бобово-злаковых агроценозов на внесение аммиачной селитры в условиях серых лесных почв юго-запада России / О.Н. Шкотова // Вестник Брянского государственного университета. № 4 (2013): Точные и естественные науки. – Брянск: РИО БГУ, 2013. – С.180-183.

5. Шкотова, О.Н. Эффективность биопрепаратов в активизации продукционного процесса у ячменя / О.Н. Шкотова, А.С. Кононов, А.Н. Шкотов // Вестник Брянского государственного университета. № 4 (2013): Точные и естественные науки. – Брянск: РИО БГУ, 2013. – С.183-187.

6. Шкотова, О.Н. Приемы внесения биопрепаратов и минерального азота и их влияние на урожайность смешанных посевов в условиях серых лесных почв / О.Н. Шкотова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар: КубГАУ, 2016. – № 04(118). – IDA [article ID]: 1181604097.

7. Шкотова, О.Н. Приемы оптимизации азотного питания в смешанных люпино-злаковых посевах/ О.Н. Шкотова, А.С. Кононов // Всероссийский научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры». – Орел, 2016. – №2 (18) – С. 169-176.

8. Шкотова, О.Н. Влияние микробно-растительных взаимодействий и минерального азота на урожайность смешанных посевов в условиях серых лесных почв / О.Н. Шкотова // Журнал «Зерновое хозяйство России». – Черноград, 2016, – №3 (45) – С. 137-143.

Публикации в других изданиях

1. Шкотова, О. Н. Влияние штаммом азотфиксирующих микроорганизмов на физиологические процессы роста, транспирации и фотосинтеза растений люпина и

ячменя в смешанном агроценозе / О.Н. Шктова, А.С. Кононов // Сборник студенческих научных работ. Вып. 10. – Брянск: РИО БГУ, 2011. – С.194-199.

2. Кононов, А.С. Физиология влияния форм азотных удобрений на одновидовые и смешанные бобово-злаковые агроценозы / А.С. Кононов, О.Н. Шктова // Ежегодник НИИ фундаментальных и прикладных исследований за 2011 г. – Брянск: РИО Брянского государственного университета, 2012. – С.60-64.

3. Кононов, А.С. Влияние ценоотических отношений на физиологические процессы и содержание НРК в одновидовых и смешанных агроценозах / А.С. Кононов, О.Н. Шктова // Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы экологии, агрохимии и почвоведения в 21 веке». – Брянск: Изд-во Брянской ГСХА, 2012. – С.163-167.

4. Кононов, А.С. Влияние ассоциативных биоудобрений на физиологические показатели и продуктивность ячменя/ А.С. Кононов, А.С. Буренок, О.Н. Шктова, А.В. Шугаев // Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы экологии, агрохимии и почвоведения в 21 веке». – Брянск: Изд-во Брянской ГСХА, 2012. – С.168-171.

5. Кононов, А.С. К вопросу о влиянии азота, биопрепаратов, молибдена, бора и янтарной кислоты на эффективность физиологических процессов одновидовых и бобово-злаковых агроценозов / Кононов А.С., Шктова О.Н., Шугаев А. В. // Ежегодник НИИ фундаментальных и прикладных исследований за 2013 г. – Брянск: РИО Брянского государственного университета, 2014. – С.56-65.

6. Кононов, А.С. Механизмы минерального питания люпина в смешанных посевах / А.С. Кононов, О.Н. Шктова, А.В. Шугаев // Ежегодник НИИ фундаментальных и прикладных исследований за 2014 г. – Брянск: РИО Брянского государственного университета, 2015. – С.38-43.

7. Шктова, О.Н. Эффективность приемов технологии возделывания ячменя, люпина, гороха и сои в смешанных агроценозах в условиях серых лесных почв юго-запада России / О.Н. Шктова // Научный журнал «Вестник Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Брянский государственный аграрный университет» - Брянск, 2015, - №5 - С. 39 - 43.

8. Шктова, О.Н. Влияние посевных соотношений семян в смешанных посевах на процесс синтеза белка и крахмала у яровой пшеницы / О.Н. Шктова, А.С. Кононов, А.Н. Шкотов // Научный журнал «Вестник Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Брянский государственный аграрный университет». – Брянск, 2015. – №6. – С. 10 - 15.

9. Шктова, О.Н. Оценка эффективности штаммов биоудобрений и минерального азота в одновидовых и смешанных посевах ячменя / О.Н. Шктова, А.Н. Шкотов // Вестник Брянского государственного университета. № 1 (2015): Педагогика и психология. История. Право. Литературоведение. Языковедение. Экономика. Точные и естественные науки. – Брянск: РИО БГУ, 2015. – С.379-381.

10. Шктова, О.Н. Смешанные посевы ячменя с зернобобовыми культурами в условиях серых лесных почв Брянской области / О.Н. Шктова, В.Е. Ториков, А.С. Кононов // Совмещенные посевы полевых культур в севообороте агроландшафта: Междунар. науч. экол. конф. / под ред. И. С. Белюченко. – Краснодар. – КубГАУ, 2016. – С.224-228.

Подписано к печати 20.07.2016 г. Формат 60x84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Усл. п. л. 1,0. Тираж 100 экз. Изд. №.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ