МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИВАНОВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ ИМЕНИ
Д.К. БЕЛЯЕВА»

На правах рукописи

УДК 631.847.2:631.816.11

Галкина Оксана Владимировна

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ БИОПРЕПАРАТОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ГОРОХО-ОВСЯНОЙ СМЕСИ В УСЛОВИЯХ ВЕРХНЕВОЛЖСКОГО РЕГИОНА

Специальность 06.01.04 – агрохимия

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель:
Тарасов Алексей Леонидович,
кандидат с-х наук,
доцент кафедры «Агрохимии и землеустройства»

Иваново 2020

Содержание

Введение……..4
1. Обзор литературы……...8
1.1. Применение азотфиксации в сельскохозяйственной практике и влияние ее на продуктивность различных сельскохозяйственных культур…….....8
1.2. Азотофиксация у растений……19
1.3. Применение ассоциативных диазотрофов для инокуляции семян различных культур……25
1.4. Применение арбускулярно - везикулярной микоризы для инокуляции семян бобового компонента……26
1.5. Применение биопрепаратов в сельском хозяйстве……30
1.6. Биологические и ботанические особенности горохо-овсяной смеси……..39
1.6.1. Хозяйственное значение горохо-овсяной смеси……..39
1.6.2. Биологические и ботанические особенности горохо-овсяной смеси…....40
2. Условия и методика проведения исследований……....45
2.1.Объект исследования……..45
2.2. Методика проведения исследований……....50
2.3. Почвенные и агротехнические условия проведения опыта……...53
3. Влияние минерального питания, биомодифицированного удобрения и биопрепаратов на динамику микрофлоры почве ……..60
3.1.Динамика микрофлоры почвы в посеве горохо-овсяной смеси……60
4. Формирование урожая зеленой массы горохо-овсяной смеси на разных уровняхминерального питания и применения биопрепаратов……...64
4.1. Динамика всхожести смешанных посевов……..64
4.2.Динамика формирования листовой поверхности……....67
4.3. Динамика прироста сухого вещества……..69
5. Влияние минеральных удобрений и биопрепаратов на урожайность смешанных посевов овса с горохом……71
5.1. Урожайность зеленой массы и сухого вещества…….....71

5.2. Химический состав и кормовая ценность горохо-овсяной смеси при уборке на зеленую массу…….....74
6.Накопление основных элементов питания в урожае зеленой массы…….82
6.1. Вынос азота, фосфора и калия урожаем зеленой массы…….....82
7.Эффективность использования минеральных удобрений и биопрепаратов в смешанных посевах овса с горохом……..85
7.1.Экономическая эффективность от применения биопрепаратов и минеральных удобрений……85
7.2.Агрономическая эффективность использования биопрепаратов и минеральных удобрений в посевах овса с горохом на зеленый корм…….88
Выводы и практическое предложение…….90
Практическое предложение……..90
Список литературы……....93
Приложения……..112

Введение

Актуальность. Главным направлением по увеличению производства и качества кормов является расширение посевов зернобобовых культур, рост урожайности и качество продукции. Более рентабельно возделывать однолетние бобовые в смеси со злаковыми растениями, так как они отличаются различным строением и расположением корневой системы, благодаря чему увеличивается усваивающая способность и полнее используются факторы внешней среды плодородия почвы (Безгодова, 2013). Смешанные посевы злаковых культур с бобовыми культурами дольше сохраняют свое кормовое качество не только за счет более высокого содержания протеина в бобовой культуре, но и то, что процесс роста бобовых культур идет гораздо дольше, чем злаковых, а вместе с ним – и образование листьев, что нет у злаковых культур (Бартая, 2017).

Применение минеральных удобрений в последнее время уменьшилось в связи со значительным ростом цен на их закупку. По общим данным в сфере земледелия РФ их применяют в среднем 33 кг/д.в. посевов. Повышение эффективности использования растениями элементов питания из минеральных удобрений имеет большое значение для отрасли сельского хозяйства. Одним из путей реализации может быть применение микробных препаратов, обладающих комплексным действием таких как, стимуляция роста, бактерицидные и фунгицидные свойства, в так же фиксация азота и фосфатомобилизирующая активность (Завалин, 2015).

Интерес сельскохозяйственных предприятий к микробным биопрепаратам возрастает, так как их применение не только повышают урожайность, но и обеспечивают вовлечение в агроценоз биологический азот, а также повышают доступность растениям почвенных запасов фосфора и калия (Тарасов и др.,2016)
Проделанная научно-исследовательская работа является инновационной,так как впервые проведена оценка эффективности инокуляции семян овса биопрепаратом Экстрасол, его основу составляет штамм ризосферных бактерий Bacillus subtilis Ч-13, семян гороха арбускулярно – везикулярной микоризой - это вид, образующиеся под действием грибов-зигомицетов из порядка Endogone,

заражающие растения большинства семейств, изученных до настоящего времени, включая имеющие наибольшее сельскохозяйственное значение, - злаки и бобовые, оба препарарата улучшает всасываемую способность корневой системы, тем самым улучшается поступление питательных веществ из труднодоступных слоев почвы, биомодификации сложных минеральных удобрений биопрепаратом БисолбиФит на основе споровых ризосферных азотфиксирующих бактерий *Bacillus subtilis* штамма Ч-13, обладающих ростостимулирующим действием, на горохо-овсяной смеси. Применение микробных биопрепаратов в используемых агротехнологиях – это дополнительный приём повышения урожайности сельскохозяйственных культур, но актуальность подобной проблемы не исчезнет даже при достаточном потреблении и доступности товаропроизводителям агрохимикатов. Оптимальное использование средств химизации возможно при их рациональном сочетании с комплексом биологических препаратов.

Цель и задачи исследований

Цель исследований – оценить влияние биопрепаратов и минеральных удобрений на урожайность и качество зеленой массы в смешанных посевах овса с горохом в условиях Верхневолжского региона.

Для этого решались следующие задачи:

1. Изучить влияние минерального питания, биомодифицированного удобрения и биопрепаратов на динамику микрофлоры почве.
2. Изучить особенности формирования урожая зеленой массы горохо-овсяной смеси на разных уровнях минерального питания и применения биопрепаратов.
3. Дать оценку влияния минеральных удобрений и биопрепаратов на урожайность и качество зеленой массы смешанных посевов овса с горохом.
4. Установить влияние биопрепаратов и минеральных удобрений на накопление основных элементов питания в урожае зеленой массы.
5. Определить экономическую и агрономическую эффективность от применения биопрепаратов и минеральных удобрений в смешанных посевах овса с горохом.

Научная новизна. В результате исследований проведена агрохимическая оценка комплексного применения минеральных удобрения и биопрепаратов при

возделывание горохо-овсяной смеси на зеленый корм. Установлено, что применение азотного удобрения, биопрепаратов ассоциативных диазотрофов (экстрасол, бисолбифит и арбускулярно-везикулярная микориза) повышают урожайность зеленой массы с 18,0 т/га до 29,8 т/га, что доказано математически. В полевых условиях установлена возможность сочетания биомодифицированного удобрения и инокуляции семян биопрепаратами как бобовых, так и злаковых культур.

Увеличение урожайности зеленой массы горохо-овсяной смеси при использовании минеральных удобрения и биопрепаратов обусловлена улучшением условий минерального питания растений, которые выражаются в повышении концентрации и накопления растениями азота, фосфора и калия в основные фазы вегетации растений, приводящего к формированию большей биомассы растений и площади листьев.

Применение в смешанных посевах овса с горохом на зеленый корм биопрепаратов и минеральных удобрений повышает окупаемость на 58,4 кг/кг удобрений прибавкой урожая зеленой массы и увеличивает коэффициент использования растениями минеральных удобрений.

Практическая значимость. Полученные данные, по результатам проведенных исследований, по эффективности применения биомодифицированного удобрения, биопрепаратов для инокуляции семян овса и гороха, являются научной основой для разработки приемов и их использования при возделывание горохо-овсяной смеси на зеленый корм на дерново-подзолистой почве Верхневолжья. Применения биопрепаратов может повысить окупаемость минеральных удобрений прибавкой урожайности зеленой массы в 1,5 – 2,0 раза. Увеличение оплаты минеральных удобрений прибавкой урожайности зеленой массы и коэффициента их использования растениями при использовании биопрепаратов имеет не только экономическое, но и экологическое значение.

Положения, выносимые на защиту:

- результаты агрохимического анализа почвы;

- влияние минерального питания, биомодифицированного удобрения и биопрепаратов на динамику микрофлоры почве;

-формирование урожая зеленой массы смешанных посевов;

-влияние биопрепаратов и минеральных удобрений на урожайность и качество зеленой массы;

- влияние биопрепаратов и минеральных удобрений на накопление основных элементов питания в урожае зеленой массы;

-экономическая и агрономическая эффективность применения биопрепаратов и минеральных удобрений в посевах овса с горохом на зеленый корм.

Степень достоверности и апробация результатов исследований подтверждается проведенным анализом теоретических достижений российских и зарубежных ученых, использованием корректных методик, достаточным количеством лабораторных и полевых наблюдений, учетов и анализов, статистической обработкой результатов исследований.

Публикации результатов исследований.

По теме диссертации опубликовано 12 научных статей, в т.ч. 4 – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем диссертации.

Диссертация изложена на 124 страницах компьютерной верстки и состоит из введения, 7 глав, 16 таблиц, 6 рисунков, заключения, предложений производству, списка литературы, включающего 191 источник, из которых 38 иностранных.

1.Обзор литературы

1.1. Применение азотфиксации в сельскохозяйственной практике и влияние ее на продуктивность различных сельскохозяйственных культур

В АПК многих стран мира к концу XX века - одним из рациональных путей развития является внедрение в практику землепользования биотехнологий, сокращение или замена средств химизации биологическими препаратами (Воробейков, 1998; Дудина, 1991). На данный момент сельскохозяйственная микробиология предлагает достаточно большой спектр биопрепаратов, которые используются для повышения почвенного плодородия, продуктивности культурных растений и качества урожая, а также защиты их от фитопатогенной микрофлоры и вредителей, снижения норм внесения минеральных удобрений, изменениям подхода к проблеме выращивания безопасной сельскохозяйственной продукции и постепенного перехода агропромышленных комплексов на экологически ориентированное землепользование (Гусев и др.,1992).

По полученным данным на территории РФ зарегистрированы и разрешены к использованию свыше 40 биологических препаратов для защиты растений и регуляторов роста. Половину из них приходится на долю биологических фунгицидов (Танский, 2002).

В настоящее время в сельском хозяйстве практикуется применение биопрепаратов для получения более высокой урожайности и качественной продукции растениеводства. Биопрепараты относительно безвредны для человека и окружающей среды (Черников и др., 2000), а стоимость их значительно ниже, чем протравителей семян, что очень важно в нынешних экономических условиях (Гилязетдинов и др., 2008). Предпосевная обработка семян биопрепаратами способствует более интенсивному накоплению биомассы растений, формированию фотоассимиляционного аппарата, кроме того, они повышают устойчивость растений к фитопатогенам (Володин и др., 1999). Применение биологических препаратов может стать одним из приоритетных в современном растениеводстве (Бирюков, 2004). Биопрепараты оказывают мощное действие на

протекающие в клетках растения обменные процессы, а также усиливают рост вегетативной массы, ускоряют созревание урожая, помогают сглаживать влияние различных неблагоприятных факторов (Чулкин, 1995). Кроме того, они адаптируют растение к существующим условиям, укрепляют их иммунитет и повышают устойчивость к распространенным заболеваниям, растет урожай культур и качество получаемой продукции (Анашенков, 2006).

Данные препараты известны уже более ста лет, но зачастую их эффективность была недостаточной или нестабильной, что не могло сыграть значимую роль в повышении продуктивности сельскохозяйственного производства (Черников, 2001). Только в последние годы появились фундаментальные знания, позволяющие преодолеть имеющиеся недостатки и предложить принципиально новые подходы к оптимизации микробно-растительного взаимодействия (Шабаев, 2004).

Понятие микробиологических препаратов является более узким, чем биопрепараты. Это препараты, которые содержат живые клетки микроорганизмов, выбранных в качестве агента биологической защиты или биоудобрения, а также продукты их метаболизма (Муравин, 2003). Микробиологические препараты могут быть как в жидком виде (клетки в культуральной жидкости), так и в виде живых клеток, которые адсорбируют на нейтральный носитель. Все иные препараты, содержащие полезные для растений продукты метаболизма (антибиотики, витамины, стимуляторы роста и др.), выработанные микроорганизмами, а также и сами отмершие клетки микроорганизмов, правильнее называть веществами микробиологической природы (Максимов, 2011).

Сравнительная характеристика действия химических и микро-биологических агентов в агроценозе показала, что:

– биопротекторы подавляют возбудителей заболеваний, они оказывают опосредованное действие, увеличивают устойчивость растений к возбудителям заболеваний, улучшают питание и индуцируют системную резистентность;
– они обладают антистрессовым эффектом, который выражается в лучшей

устойчивости обработанных растений к неблагоприятным климатическим факторам, а также солнечным и химическим ожогам, механическим повреждениям тканей;

- биоудобрения, в отличие от химических удобрений, обеспечивают фиксацию атмосферного азота, который наиболее доступен для растений, оптимизируют запасы элементов питания, находящихся в почве в связанном состоянии – это труднодоступные формы фосфора и ряда микроэлементов;
– ризосферные микроорганизмы, входящие в состав биопрепаратов стимулируют рост и развитие растений за счет продукции растительных гормонов (ауксинов, гиббереллинов), витаминов группы В и других полезных веществ;

– обладая полезной микрофлорой биопрепараты способствуют наиболее полному раскрытию потенциала сорта - это количественные и качественные показатели сельхозпродукции; многолетними испытаниями доказано увеличение содержания клейковины в зерновых, сахара в сахарной свекле, масла в подсолнечнике и пр. (Минаева и др., 2008). Но использование МБП не отменяет агротехники, применения минеральных удобрений и агрохимикатов. Поэтому идет разработка региональных технологических схем применения МБП и их корректировка к условиям хозяйства, способствующая большей эффективности традиционных агротехнических мероприятий (Штерншис и др., 2018).

В настоящее время возрос интерес к проблемам микробиологии в сельском хозяйстве. Удалось значительно углубить наши представления о роли микроорганизмов в жизни растений и расширить решение практических задач по сокращению объемов применения азотных и фосфорных удобрений, которые используются при выращивании растений, замене пестицидов на микробиологические препараты, защите растений от стресса, в том числе и создаваемого загрязнением почв тяжелыми металлами и радионуклидами (Володина, 2010). На сегодняшний день применение минеральных и органических удобрений в Российской Федерации не обеспечивает возврат отчуждаемого с урожаем количества элементов питания, в частности отрицательный баланс по азоту составляет около 1 млн. т в год (Дебелый, 2009). Дополнительным

источником элементов питания для растений может быть азот биологический, фиксированный в посевах бобовых и небобовых культур симбиотическими и ассоциативными диазотрофами (Шевченко и др. 2012; Шмырева, 2012). Для стимуляции этого процесса российские ученые создали биопрепараты, применение которых обеспечивает повышение урожайности бобовых и небобовых культур (Гамзикова, 1994;Кандаурова, 1997).

По обеспечению симбиотической азотфиксации бобовые значительно различаются между собой. В среднем обеспечение составляет от 100 кг на гектар в год у гороха - до 400-600 кг у бобовых трав. Для того, чтобы достичь таких величин азотфиксации должен соблюдаться ряд экологических требований, среди которых главным является наличие эффективного штамма клубеньковых бактерий, способного в условиях конкуренции со стороны спонтанных бактерий захватывать места образования клубеньков и формировать эффективно работающий симбиотический аппарат (Боголюбова, 2011).

Речь идет, прежде всего, об открытии явления интеграции генетических систем микроорганизмов и растений в процессе взаимодействия. Особенно глубоко это явление было исследовано на модели клубеньковых бактерий у бобовых растений. В результате молекулярно-генетического изучения микро - и макросимбионтов удалось доказать, что как бактерии, так и растения обладают наборами симбиотических генов, которые не экспрессируются (молчат) в отсутствии соответствующего партнера. Давно известное явление специфичности (способность устанавливать симбиоз только между партнерами с определенными генотипами) получило исчерпывающее объяснение на уровне передачи сигналов, предшествующих установлению симбиотических отношений. Каждое бобовое растение обладает определенным химическим «портретом», который определяется спектром флавоноидных соединений, специфичных для каждого вида бобового (Зотиков, 2008).

Азотфиксация - процесс связывания молекулярного азота (N_2) атмосферы и перевода его в азотистые соединения. Она осуществляется азотфиксирующими микроорганизмами, в том числе клубеньковыми бактериями, и другими

микроорганизмами (бактерии, актиномицеты, дрожжи, грибы и сине-зелёные водоросли), обитающими в почвах, пресных водоёмах, морях и океанах (Belimov A.A., 1995). Азотфиксация - важнейший биологический процесс, играющий большую роль в круговороте азота в природе и обогащающий почву и водоёмы связанным азотом. Азот, фиксируемый почвенными микроорганизмами, называется биологическим, а микроорганизмы, связывающие молекулярный азот, - азотфиксаторами, или диазотрофами (Falik E., 2004). Активность ассоциативной азотфиксации зависит от комплекса факторов, в котором растению принадлежит ведущая роль. Но и такие абиотические факторы среды, как почва, атмосфера влияют не только на растение, но и на микроорганизмы в ризосфере (Holguin G., 1999).

Доказано, что погодные условия существенно воздействуют на интенсивность азотфиксации, при достижении влажности почвы 60-70 % от полной влагоемкости азотфиксация возрастает до максимума. Ассоциативная азотфиксация может зависеть и от содержания CO_2 в биосфере. Регулирование концентрации углекислого газа в приземном слое атмосферы путем внесения навоза, компостов и других растительных остатков может способствовать повышению роли биологического азота в формировании урожая (Умаров, 1990).

В настоящее время выявлено более 200 видов бактерий, которые обладают различными уровнями активности азотфиксации (Kohl J.,2011). Более распространённые азотфиксирующие бактерии, живущие в ризосфере, ризоплане (на поверхности корня) и гистосфере (в тканях внутренней поверхности корня и между клеточными стенками), принадлежат к следующим родам: Agrobacterium, Arthrobacter, Azospirillum, Enterobacter, Bacillus, Flavobacterium, Pseudomonas и другим. Количество видов растений, способных вступать в ассоциацию с азотфиксирующими микроорганизмами, составляет не менее 12 тысяч (Кокорина и др., 2010).

Поступление азота в ходе вегетации растений происходит неравномерно. В начальные периоды роста при слаборазвитой корневой системе растения потребляют незначительное количество азота (Контагора, 2002). В процессе роста

потребление азота растениями существенно возрастает, что зависит от вида возделываемой культуры. Интенсивность поглощения азота существенно увеличивается в период максимального прироста биомассы растения. После прохождения периода формирования репродуктивных органов поступление азота в растения из почвы ослабевает, а дальнейшее развитие репродуктивных органов идет в основном за счет перераспределения (реутилизации) азотистых веществ. В конце вегетации растений происходит потеря азота, связанная с отмиранием и опадением листьев и плодоэлементов, а также выделением корнями в почву азотсодержащих соединений (Завалин и др., 2019).

Установлено, что минерализация почвенного азота в какой то степени зависит от условий роста растений (внесение удобрений, защита от вредителей и болезней, сортовые особенности и другие элементы технологии), чем выше их продуктивность, тем выше потребление почвенного азота (Heydari A.A., 2010). Единственным источником дополнительного азота, поступающего в растения при использовании азотных удобрений, является органическое вещество почвы.

Среди всех генов бобовых, принимающих участие во взаимодействии с микроорганизмами едва ли не самыми важными являются факторы, которые обеспечивают системную регуляцию азотфиксации (Holguin G., 1999). Данный признак необходим растению только в условиях дефицита азота.

Преимущество бобовых по способности к накоплению азота реализуется только в том случае, если в почве обеспечивается необходимые условия, способствующие клубенькообразованию. Вклад биологического азота в сельское хозяйство достаточно высок, он примерно вдвое превосходит вклад химических азотных удобрений и в ежегодном потоке азота на земной суше почти в три раза больше, чем азот минеральных удобрений. На долю фиксированного ассоциативными и свободноживущими микроорганизмами приходится 30 % от общего количества биологического азота (Кравченко и др., 1991).

Биологическая фиксация азота – один из самых важных процессов, при которых атмосферный азот трансформируется в живые составные части биосферы. Для формирования высоких и стабильных урожаев

сельскохозяйственных культур необходимо в достаточном количестве обеспечивать растения связанным азотом (Годова и др., 1996). Для этой цели возможно использовать только два источника – химические азотные удобрения и биологическую фиксацию азота. Несимбиотическая азотфиксация составляет больше половины от общей фиксации азота в год.

В отношении минерального питания следует отметить, что биологическая азотфиксация – саморегулирующийся процесс, который контролирует концентрацию неорганического азота в среде.

Из всех факторов, определяющих продуктивность сложной системы почва - растение – микроорганизмы, последние, в свою очередь, оказывают положительное действие на формирование и генезис почвы и определяют уровень плодородия почвы. При использовании современных молекулярно-биологических методов установлено, что растения обладают набором генов, определяющих успех растительно-микробного взаимодействия (Lohar D., 2009). Эти гены просто "молчат" при отсутствии микроорганизмов, многие из этих генов вообще уникальны и в других процессах не участвуют (Lacha J.K., 1986). Со своей стороны микроорганизмы также содержат генетические факторы, которые функционируют только во взаимодействии с растениями (Samuels G.L.,1996). Другими словами - сосуществование микроорганизмов и растений - это результат установления общей генетической системы, которая является новой общностью организмов. Такое сосуществование не является случайным - в ходе эволюции растения приобрели возможности оптимизации своей жизнедеятельности за счёт использования потенциала микроорганизмов (Molla A.F., 2004).

Образно говоря, растения решили доверить ряд своих функций микроорганизмам, при этом они выиграли, так как не несут все необходимые им гены, а только те, которые позволяют, запускать и регулировать растительно-микробное взаимодействие. Параллельно, были накоплены знания о том, что с помощью микроорганизмов растение обеспечивает свои потребности в элементах питания (азот, фосфор, калий и другие), гормонах, физиологически активных веществах. Микроорганизмы способны защитить растение от фитопатогенов,

причем наиболее опасных - почвенных инфекций, для борьбы с которыми пока нет эффективных средств (Niewiadomska A., 1998). Список полезного воздействия микроорганизмов на растения далеко не исчерпывается только этим, но и упомянутого достаточно, чтобы заключить, что активизация микробно-растительного взаимодействия является мощнейшим фактором повышения продуктивности агрофитоценоза, которой в настоящий момент используется крайне неудовлетворительно (Даниленко Н.Л.,2008).

Связывание молекулярного азота осуществляется прокариотными микроорганизмами: бактериями, цианобактериями и актиномицетами (Sharma R.R.,2009). Азотфиксирующие микроорганизмы разделяются по принципу взаимодействия с растениям: симбиотические, ассоциативные и свободноживущие. Микроорганизмы обладают специфическим ферментным комплексом - нитрогеназой, которая восстанавливает молекулярный азот до аммиака, легко ассимилируемого микробной плазмой и растениями (Шевелуха В.С., 1998).

Наиболее интенсивное азотонакопление обусловлено деятельностью микроорганизмов, живущих в симбиозе с высшими растениями (Paul E.A., 1988). Наибольшее значение в сельском хозяйстве имеют симбиотические системы, образуемые на корнях бобовых растений клубеньковыми бактериями из рода Rhizobium и Bradyrhizobium (Provorov N.A., 2003).

Так называемый бобоворизобиальный симбиоз вносит основной вклад в биологический баланс азота в земледелии. Накопленный экспериментальный материал позволяет считать, что около 80 % азота, поступающего в почву из атмосферы, обеспечивается благодаря взаимодействию клубеньковых бактерий и бобовых растений, что позволяет повысить его содержание в почве на 50 - 390 кг/га в год (Завалин, 2005).

В зависимости от региона, типа почвы, вида агробиоценоза, метода определения размеры поступления биологического азота за счет несимбиотических азотфиксаторов составляют от 23 до 107 кг/га (Завалин, 2015). Предпосевная обработка семян диазотрофными препаратами способствует

получению такого же урожая зерна, как внесение 20-60 кг/га азота минеральных удобрений (Байрамов и др., 1986).

В серии многочисленных экспериментов ВНИИСХМ в различных почвенно-климатических условиях установлено, что при использовании биопрепаратов урожай озимых культур повышается в среднем на 10 (овес) – 35 (сорго). Наибольшая эффективность на озимой и яровой пшенице, рисе и овсе получена от препарата ризоагринна кукурузе и озимой ржи – от флавобактерина, на ячмене, просе и гречихе – от азорина, на сорго, подсолнечнике, и рапсе – от препарата мизорин. По оценке эффективности микробных препаратов по данным РАСХН (2000г) на картофеле, сахарной свекле, томатах и моркови использование флавобактерина повышало урожайность на 20-30 % , при этом улучшалось качество получаемой продукции.

При обработке семян при посеве ассоциативными азотфиксирующими микроорганизмами повышается продуктивность зерновых культур на 10-30% по сравнению без применения биопрепаратов. Вследствие лучшей обеспеченности растений азотом в зерне накапливается больше сырого белка (Акимова и др., 2013). Происходит это не только за счет улучшения обеспеченности растений азотом, но и вследствие изменений в перераспределении азота между вегетативными и генеративными органами, способствующее повышению оттока азота в зерно (Воробьева, 2000). С изотопом ^{15}N показано, что благодаря инокуляции семян диазотрофами на 15-25 % возрастает поступление в растения азота удобрений (Курсакова, 2014).

При инокуляции семян использование смеси нескольких азотфиксирующих микроорганизмов, позволяет достичь более высоких значений азотфиксирующей активности в ризосфере или филосфере растений по сравнению с чистыми культурами (Бедников, 2001).

Улучшение роста растений в результате инокуляции является следствием лучшего развития и функционирования корней, поэтому изучение физиологических и генетических аспектов взаимодействия ризосферных бактерий

с корнями поможет достигнуть большей частоты и более высокого уровня положительного воздействия инокуляции *Azospirillum* (Назарюк, 2010).

Согласно данным, суммарное увеличение продуктивности озимой пшеницы при инокуляции семян ассоциативными диазотрофами обычно составляет 10 – 30 % (Никитин, 2008). Различные штаммы *Azospirillum* увеличивали все компоненты урожайности озимой пшеницы от 5 до 10 %, увеличивая такие характеристики как высота растения, длина стебля, количество зерна в колосе, массу 1000 зерен (Bashan, 2004; Vessey, 2003).

При возделывании сельскохозяйственных культур большое влияние на активность несимбиотической азотфиксации оказывают агрономические мероприятия, направленные на повышение урожайности растений — применение удобрений, гербицидов, мелиорантов. Благоприятные условия, создающиеся вследствие применения этих мероприятий, положительно сказываются на росте и развитии растительного организма, что обуславливает усиление экзоосмоса корневых выделений, которые служат источником энергии и питания для азотфиксаторов (Штерншис и др., 2016).

Способность азотфиксирующих бактерий, вносимых в препаратах инокулянтов повышать продуктивность культур, ограничена конкуренцией между этими бактериями и бактериями, естественно присутствующими в почве, на которой выращивается культура (Westone D.T., 1993). Однако изучение многих типов и подтипов почв показало, что порог ингибирования азотфиксации экзогенными соединениями азота у разных почв существенно различается и лежит за пределами обычно применяемых норм удобрений. Однако ситуация может измениться при использовании высоких доз минеральных удобрений. Наблюдения показали, что некоторое ингибирование процесса азотфиксации в черноземе выщелоченном под влиянием минеральных удобрений происходит лишь в случае внесения высоких доз азота - 290 кг/га под кукурузу и 150 кг/га - под рожь. Более низкие нормы азотных удобрений - 60 и 40 кг/га, используемые для проса и люцерны, не приводили к снижению активности азотфиксации. В некоторых случаях в первое время после внесения удобрений наблюдалось

повышение активности азотфиксации, что позволяло рассматривать эти дозы (60 и 40 кг/га) как стартовые, используемые диазотрофами для синтеза (Тихонович и др., 2005).

Таким образом, суммарное количество азота, фиксированное в удобряемых почвах, ниже, чем в не удобряемых аналогах (Oerke B.C., 2004). Характеристиками, оказывающими влияние на конкурентоспособность, являются подвижность, сцепление (прилипание), выделение липополисахаридов, эффективность и метаболическая активность. Кроме того, необходимо принимать во внимание влияние генотипов растения хозяина и бактерии, вырабатывание бактериоцинов экспрессию некоторых генов и т.д. Таким образом, отбор высокоэффективных штаммов и генетические манипуляции с генами, участвующими или связанными с конкурентноспособностью, могут улучшить качество инокулянтов (Лукин С.А., 1987).

Такая характеристика бактерий как их конкурентоспособность по отношению к почвенным бактериям очень сложно определяема, особенно в почвенных экспериментах, где очень сложно узнать количество бактерий, естественно обитающих в данной почве (Завалин и др., 2010).

При оценке вклада бобовых культур, обладающих в симбиозе с клубеньковыми бактериями способностью фиксировать атмосферный азот, установлено, что в земледелии страны валовое накопление общего азота в их урожае в среднем за год составляет 866,9 тыс. т, в том числе на фиксированный азот приходится 544,3 тыс. т, или 63 %. В объемах накопления общего и фиксированного азота значительная доля (51 %) принадлежит многолетним бобовым и бобово-злаковым травам. С органическим веществом бобовых растений после распашки в почву поступает 275,0 тыс. т общего азота, в том числе 172,4 тыс. т атмосферного, который будут использовать последующие культуры (Завалин и др., 2009).

При симбиозе с растением клубеньковые бактерии усваивают атмосферный азот и переводят его в соединения, доступные растению. Свою нужду в пище и энергетическом материале клубеньковые бактерии покрывают за счет веществ,

образующихся в результате фотосинтеза в растении, а также за счет других веществ корня (Okon Y., 1992). Ассимилированный же бактериями азот в значительных количествах передается растению. После запашки пласта, занятого посевом бобовых или травосмесью, в которой они являются составной частью, почвенный слой обогащается легкоминерализуемыми соединениями азота (Patten G.L.,1996). Полезные последствия выращивания бобовых растений отмечаются в течение нескольких лет (Яговкина и др., 2010).

В результате ассоциативного симбиоза на корнях растений не создается новых видимых структур, однако на поверхности корней в строго определенных местах формируются колонии ризосферных бактерий, которые способны обеспечить для растений целый ряд полезных функций (Juskiw P, 2001).

К основным функциям ризосферных бактерий относятся:

— ассоциативная азотфиксация в размере до 50 кг азота на гектар в год;

— выработка растительных гормонов, которые позволяют ускорить рост корневой системы и тем самым обеспечить растению успех в захвате необходимой площади питания, а также регулировать развитие растений;

— оптимизация усвоения фосфорных труднодоступных соединений;

— индукция системной реакции по защите от фитопатогенов;

— ограничение (биоконтроль) роста фитопатогенов на корнях растений с помощью таких механизмов, как выделение антибиотических соединений, растворение гифпатогенных грибов, конкуренция за места заселения на корнях, перехват питательных веществ, необходимых для развития водорослей и др.;

— подавление у растения стрессовых реакций;

— регулирование поступления в растения загрязнителей окружающей среды (Чеботарь и др., 2007; Фатина, 2007).

1.2. Азотфиксация у растений

Азотфиксация у растений является предметом большого количества специальных исследований. Подобранные и исследуемые материалы по азотфиксации и ее связи с фотосинтезом у злаковых растений гораздо менее подробны и многочисленны, так же предполагается, что характер этой

взаимосвязи у бобовых и злаковых растений является схожим и что недостаток азота может замедлить фотосинтез (Tirol-Padre A., 2005).

Фактор, регулирующий азотфиксацию в системе ”свободноживущие диазотрофы - растения”, является длина светового дня. Под влиянием различной освещенности фотосинтетическая активность растений изменяется в пропорциональной зависимости и азотфиксация находится в прямой зависимости от интенсивности фотосинтеза. Когда освещенность низкая актуальная азотфиксация составляет примерно 30 % от максимальной. Способность растений осуществлять фотосинтез в широком диапазоне светового режима обуславливает и волнообразный характер несимбиотической фиксации азота в ризоценозе (Васько, 2004). Дневные колебания акгивности азотфиксации в почве под растением обусловлены в первую очередь ритмом фотосинтетической активности последних, который изменяется в течение дня в зависимости от интенсивности освещения солнцем. Это подтверждают результаты определения азотфиксирующей активности в почве при искусственном освещении (Tsyganov A., 2004). Установлено, что под действием различной освещенности фотосинтетическая активность растений и нитрогеназная активность изменяются в пропорциональной зависимости. Функционирование ризосферной ассоциации в значительной степени зависит от корневой экссудации, т.е. поступления фотосинтатов в ризосферу, о чем свидетельствуют данные суточной и сезонной динамики активности азотфиксации (Сергалиев, 2008). С различиями в корневой экссудации связывают вариабельность показателей ассоциативной азотфиксации у различных видов и сортов растений.

С возрастом растения, временем года и суток, так и в зависимости от факторов внешней среды процесс фотосинтеза изменяется. Перед образованием репродуктивных органов наблюдается максимальная азотофиксация и она изменяется с накоплением сахаров в корнях растения (Куликов, 2006). Также на интенсивность фотосинтеза оказывает большое влияние налив зерна, так как в этот период интенсифицируется транспорт ассимилятов в зерно и снижается их поступление в корни. Наибольшая потребность наливающихся семян в

фотоассимилятах и азотистых соединениях связана с изменением направленности транспорта ассимилятов, что вызывает снижение азотфиксации (Контагора, 2002). Поэтому сокращается поступление азотистых веществ и других питательных веществ из корней в надземную часть растения, что приводит к подавлению фотосинтетической активности и ускоренному старению.

Таким образом, активность азотфиксации может определяться не только интенсивностью фотосинтеза, но и характером перераспределения фотоассимилятов. Так же на это влияет аттрагирующая способность различных органов растения. Кроме того влияние света на азотфиксацию у различных культур неодинаково. Фиксация молекулярного азота может осуществляться за счет запасных углеводов. Тогда интенсивность света влияет на процессы фотосинтеза и снабжение бактерий углеводами находится в зависимости от температуры (при температуре ниже 18^0C, транспорт углеводов уменьшается в следствии этого активность азотфиксации резко падает). Следовательно, азотфиксация определенное время может проходить и в отсутствие фотосинтеза за счет запасных углеводов.

Азотфиксация находится в тесной зависимости от ассимиляции углекислого газа растением-хозяином а так же ее функционирование зависит от такого фактора, как влажность. Во время засухи происходит завядание листьев, в результате этого может прекратиться доступ продуктов фотосинтеза бактериям. Так же при этом подавляется активность нитрогеназы в большей степени, чем нитратредукдазы. А в условиях избыточного увлажнения нарушается синтез нитрогеназы. Следовательно одной из причин снижения активности азотфиксации может быть косвенное действие дефицита влаги, который главным образом обеспечивается бактериями - ассимилятами.

Важный фактор, который влияет на процесс азотфиксации – это минеральный азот почвы. Предложено множество гипотез, которые объясняют причину подавления азотфиксации нитратной и аммонийной формой азота. Выделяют три аспекта: морфологический, физиологический и биохимический. По одной гипотезе ассимиляция нитратов бактериями вызывает дефицит продуктов

фотосинтеза, по второй гипотезе, вначале нитрат поглощается корнями затем восстанавливается до нитрита, и ингибирует нитрогеназу прямо через окись азота, в результате этого подавляется азотфиксация. Распространенной гипотезой остается мнение о конкурентности ферментов нитратредуктазы и нитрогеназы. Изменение их активности корней при ингибирующей концентрации нитрата также имеет несколько причин. Снижение нитрогеназной активности может быть вызвано из-за дефицита какого-либо элемента, это связано с усвоением в процессе синтеза нитратредуктазы и нитрогеназы. При увеличении интенсивности света при выращивании растений и прибавление в питательную среду сахарозы или фруктозы уменьшалось отрицательное действие минерального азота. Эго связано с тем, что сахара служат источником энергии и углерода для усвоения азота, а также они ингибируют поступление нитрата в растение. Пониженная фиксация молекулярного азота при воздействии аммиака и нитратов связано с конкуренцией за углеводы в процессе усвоения минерального азота и фиксацией атмосферного азота. Это объясняется тем, что снабжение углеводами является естественным регулятором нитрогеназной активности при азотфиксации. Это доказано данными о резком замедлении передвижения ассимилятов при наличии в питательной среде аммиака или нитратов. Поэтому действие повышенных доз азотных удобрений оказывает косвенное ингибирующее влияние на процесс азотфиксации через транспорт ассимилятов в корни (Bloemberg G.V., 2000).

При естественных условиях большое значение для активизации процесса азотфиксации является поступление в почву растительного опада, с которым вносятся разнообразные органические вещества, которые после предварительного разложения другими группами микроорганизмов могут являться энергетическим материалом для развития азотфиксирующих бактерий.

Обогащение растительными остатками пахотного слоя почвы повышает ее микробиологическую активность, снижает активность процессов денитрификации, а также повышает содержание доступных форм макроэлементов в почве (Богдевич, 2005).

По научным данным Т.М. Серой и др. (2011), запашка 10,3-18,3 т/га соломы культур, возделываемых на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве стационарного полевого опыта Института почвоведения и агрохимии в СПК «Щемыслица», способствовала поступлению в почву 41-71 ц С/га, 70-129 кг N/га, 35-60 кг P_2O_5 /га, 148-357 K_2O/га, а также 50-75 кг CaO/га. Следовательно содержание гумуса в почве за счет внесения соломы увеличилось от 0,04 до 0,08 %. Применение соломы совместно с минимальной дозой полного минерального удобрения ($N_{30}P_{20}K_{30}$), несмотря на обогащение почвы органическим веществом и питательными элементами, способно привести к неустойчивому эффекту из-за связывания минерального азота в начальный период роста и развития растений и слабой его доступности в период закладки репродуктивных органов (Осипов, 2001; Орлов, 2004). Последействие соломы проявляется не в первый год, а на второй и последующие годы, когда из нее высвобождается связанный микрофлорой азот (Русакова, 2009). По полученным данным Новозыбковской опытной станцией ВНИИА в Брянской области, наибольший эффект от применения на дерново-подзолистой песчаной почве 5 т/га соломы озимой ржи на фоне минеральных удобрений наблюдался в последействии. Урожай второй культуры 4-польного севооборота (ячменя) увеличивался на 22 %, а третьей (сераделлы) – на 38 %. Далее последействие удобрения имело затухающий характер.

Прекращение систематического использования соломы на удобрение на легких дерново-подзолистых почвах, как правило, приводит к быстрому снижению в почве уровня накопленных запасов органического вещества, так как этот прирост гумуса создается в основном за счет подвижных гуминовых и фульвокислот, слабо закрепленных минеральной частью почвы (Григорьева, 2001). По научным данным отмечена целесообразность комплексного применения соломы с навозом, пометом и другими видами органических удобрений. По результатам исследований ВНИИА и Рязанского НИПТИ, которые проводились на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве, выявлено, что в вариантах с сочетанием полного минерального удобрения ($N_{120}P_{120}K_{120}$ под кукурузу и

$N_{60}P_{60}K_{60}$ под ячмень) с соломой (3 т/га) и сидератом (5 т/га), а также NPK с соломой и навозом (30 т/га) и NPK с соломой, сидератом и навозом содержание гумуса в почве к концу опыта оставалось на исходном уровне в отличие от контрольного варианта (без удобрений), варианта с внесением NPK и варианта с использованием соломы на фоне NPK, где было отмечено снижение содержания гумуса на 0,2, 0,2 и 0,1 % соответственно (Орлов, 2004; Ненайденко, 2017).

Наряду с соломой и навозом, с пожнивными остатками многолетних трав в почву поступает в среднем 100 кг/га азота, который лучше закрепляется почвой, по сравнению с азотом минеральных удобрений, более активно включается в синтез гуминовых, фульвокислот и негидролизуемого остатка, принимая при этом непосредственное участие в повышении плодородия почвы (Мерзлая и др., 2010).

В настоящее время невозможно полное обеспечение растений связанным азотом за счёт применения минеральных удобрении, поэтому наиболее актуальным становится усиление процесса биологической фиксации азота атмосферы за счет совместного компостирования в почвах разнообразных органических веществ и фосфатов. Так, применение соломы, смешанной со шлаками и фосфатами внесённая в верхних слоях почвы, обеспечивает приход атмосферного азота, за счёт деятельности свободноживущих азотфиксаторов в количестве достаточном для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур (Бурлуцкая и др., 1991).

Основным компонентом, поступающих в почву растительных остатков является клетчатка, которая значительно стимулирует несимбиотическую азотфиксацию. Наиболее высокая активность азотфиксации была обусловлена деятельностью бактерий рода Clostridium, численность которых в вариантах с внесением клетчатки возросла (Jakoose H., Richardson A.E., 2005). Наблюдающийся при внесении в почву клетчатки, низкий уровень фиксации атмосферного азота, объясняется недоступностью для азотфиксаторов внесённой целлюлозы вследствие слабого развития анаэробных целлюлозоразлагающих бактерий и отсутствием эффективного взаимоотношения между двумя группами микроорганизмов.

1.3. Применение ассоциативных диазотрофов для инокуляции семян различных культур

Было установлено, что азотфиксирующие микроорганизмы способны вступать в ассоциации с небобовыми растениями. Во всем мире были начаты и стремительно развивались исследования ассоциативной (несимбиотической) азотфиксации (Крашенникова, 2006). По результатам проведенных исследований было установлено, что при инокуляции микробными препаратами улучшается урожай сельскохозяйственных культур, не вызывая значительных изменений естественной ризосферной микрофлоры (Колобова, 2003). Ризосферные (ассоциативные) азотфиксаторы - это микроорганизмы, образующие эндоризосферные ассоциации с корнями небобовых растений (Берестецкая и др., 2003). Считается, что зафиксировать азот могут 50-80 % почвенных микроорганизмов и что неспецифические азотофиксирующие ризосферные бактерии рода Azospirillum могут положительно влиять на развитие и урожайность различных растений - хозяев при соответствующих условиях развития. Они способны колонизировать ксилему как первичных, так и боковых корней (Миронова, 2009). Представители этого рода синтезируют фитогормоны, воздействующие на газообмен и метаболизм, в корне растения хозяина и на пролиферацию (разрастание путем деления клеток) этого корня, что приводит к потреблению воды и минеральных элементов инокулированными растениями (Дмитриев, 2005). Было показано положительное влияние инокуляции препаратами азоспириллы на урожайность овса, причем воздействие, оказываемое ею на качество продукции, было незначительным. Применение на растениях биопрепаратов азотфиксаторов в подавляющем большинстве случаев обеспечивает положительный результат (Vandebroek A., 1995). В серии многочисленных экспериментов ВНИИСХМ в различных почвенно - климатических условиях установлено, что при использовании биопрепаратов урожай озимых культур повышается в среднем на 10 % (овес) – 35 % (сорго). Присутствие комплекса бактерий в агроценозе Bacillus subtilis может усложнять структуру микробного сообщества в однолетнем и многолетнем циклах. В

процессе 4-летних модельных опытов, проведенных, Завалиным А.А., было установлено что даже однократная обработка почвы Экстрасолом за 60 дней привела к росту многообразия морфотипов бактерий в пахотном горизонте до 70 %. Эффект положительного последействия препарата на микрофлору и плодородие почвы сохраняется на протяжении не менее 2-х вегетационных периодов (Завалин, 2012). Способность корней активно колонизировать и обладать при этом высокой конкурентной способностью является одним из критериев селекции бактерий антагонистов (Дмитриев, 2000). В процессе колонизации корней, внесенные бактерии антагонисты, вступают в конкурентные отношения с почвообитающими микроорганизмами как за места обитания на поверхности корня, так и за источники питания. В результате исследований установлено, что почва, на которой выращивали растения, могла оказывать влияние на популяцию изучаемого штамма бацил. Штаммы Paenibacillus polymyxa обладали целым рядом хозяйственных свойств: они способны фиксировать молекулярный азот, продуцировать фитогормоны, а также биоконтрольные вещества (Pleachette C., 2003). Для обработки семян применение Paenibacillus polymyxa может быть интересным для увеличения урожайности сельскохозяйственных культур и снижения их заболеваемости (Ruegger A., Winter W.,1996).

1.4. Применение арбускулярно - везикулярной микоризы для инокуляции семян бобового компонента

Главной проблемой в сельском хозяйстве является снижение плодородия почв сельскохозяйственных угодий, ухудшение экологической обстановки, интенсивная деградация и разрушение агроландшафтов и экосистем. Поэтому на сегодняшний день остро стоит проблема баланса питательных веществ в почвах. Микориза является наиболее древней формой симбиоза растений с микроорганизмами. Свойством образовывать микоризу на корнях обладают до 80% всех растений (Гарибова и др., 2005). При этом грибы являются посредниками между растениями и почвой, обеспечивая хозяев питательными веществами. Большое распространение имеет неспецифичная форма

эндомикоризы – везикулярно-арбускулярная микориза (ВАМ), образуемая большинством наземных растений. Везикулярно-арбускулярная микориза и арбускулярная микориза являются мутуалистическими симбиозами, сформированными между корнями большинства растений и грибов отдела *Glomeromycota*, несколько лет назад выделенного из отдела *Zygomycota* (Gianinazzi S., Vosatka M.,2004). Наиболее распространена неспецифичная форма эндомикоризы – везикулярно-арбускулярная микориза (ВАМ), которая образуется большинством наземных растений (Марфенина, 2005).

Микориза – неотъемлемая часть большинства растений в природе. Инфекция системы корня растения этими грибами создает симбиотические отношения между растением и грибом. На инфицированных корнях грибы развивают внешний мицелий, который является мостом, соединяющим корень с окружающей почвой. Наиболее значимое влияние АМ-грибов на растение-хозяина – это увеличение поглощения фосфора, главным образом, из-за способности микоризированных грибов поглощать фосфаты из почвы и передавать их корням хозяина. А также микоризная инфекция приводит к увеличению поглощения меди, цинка, никеля и др. Кроме того, микориза уменьшает проблемы с болезнетворными микроорганизмами (Лабутова, 2000).

Установлено многими исследователями наличие АМ грибов в корнях растений улучшает поглощение воды и многих биофильных элементов, в том числе фосфора, азота, цинка, кальция и других. Особенно хорошо ВАМ развивается на обедненных почвах. Также есть доказательства, что ВАМ помогают дополнительному всасыванию растениями влаги на засушливых почвах. Формирование ВАМ увеличивает сопротивление засухе и болезням, а так же снижает повреждение вредителями корней и инфицирование нематодами, улучшает качество урожая. Штаммы этих грибов уже давно изучаются и используются в сельском хозяйстве многих стран, особенно с теплым климатом (Америка, Турция, Индия, Кения и многие другие), тем самым заменяя традиционные удобрения. Но в отличие от многих грибов, участвующих в других типах микориз, АМ-грибы не могут быть выращенными в культурах в отсутствие

корней растений, что представляет огромные трудности по изучению их роста, развития и влияния на растения (Муромцев, 1992).

ВАМ – это самый распространенный тип микоризы, он может быть найден в почти всех сообществах растений, естественных и сельскохозяйственных. Везикулярно- арбускулярная (ВА) и арбускулярная микориза являются эндомикоризами, сформированными гломеромицетами, как грибов и корней большинства растений семейств покрытосемянных. На морфологию корней везикулярно-арбускулярные микоризы влияют мало или совсем не влияют, но могут изменять их цвет. Микоризные корешки отличаются от не микоризных желтовато-бурой и зеленоватой окраской участков корня.

Везикулярно-арбускулярные грибы имеют следующее морфологическое строение. Вокруг корня формируется сеть наружного экстраматрикального мицелия, гифы которого резко увеличивают площадь поглощения корневой системы, что особенно важно в случае отсутствия корневых волосков у растений. Внутренний мицелий распространяется внутри и между клетками корня. Арбускулы развиваются, когда верхушечная или боковая ветвь гифы проникает в клетку хозяина и там начинает дихотомически ветвиться. В результате этого обеспечивается предельно большая площадь контакта между грибом и цитоплазмой клетки. Везикулы – сферические или овальные пузырчатые вздутия в середине и на концах гиф, главным образом, между клетками первичной коры. Благодаря наличию внешних гиф, микотрофные корни способны использовать значительно больший объем почвы. Это особенно важно для фосфатов, т.к. они быстрее поступают в корень через фосфатдефицитную зону, возникающую вблизи поверхности корня в почвах с низким содержанием фосфатов (Муромцев, 1992).

Существуют два вида поглощения питательных минеральных веществ микоризными грибами:

-первый за счет метаболической адсорбции из субстрата периферическими свободными гифами и затем транспортировкой во внутренние структуры ВАМ-грибов (арбускулы, везикулы и мицелий);

- второй путь – это диффузия питательных веществ из почвенного раствора в гифы гриба за счет градиента концентраций. Микориза поглощает питательные вещества и воду из почвы с более высокой скоростью, чем обычные корни.

Везикулярно-арбускулярная микориза представляет собой наиболее распространенную форму консортивных связей высших растений с грибами. Ее образуют большинство культурных растений из хозяйственно важных семейств. Эндофиты обнаружены у следующих культур: пшеница, кукуруза, картофель, бобы, соя, томаты, чай, кофе, какао, сахарный тростник, каучуковое дерево. Специализация и видоизменение органов растений характеризирует их высокую пластичность по отношению к рациональному использованию экологических факторов роста и развития (Смит и др.,2012). Это важное направление в эволюционном процессе. Ярким проявлением специализации корней является их сожительство с низшими формами живых организмов – грибами. Почвенное питание осуществляется с участием гиф гриба. Нередки случаи, когда растение развивается только в присутствии в почве гриба-симбионта во время прорастания семян. При обильном развитии гиф гриба на корнях растения корневые волоски не развиваются, их роль выполняют гифы гриба (Dehne H., 1998).

Микориза – это тесный мутуализм грибов и корневой ткани, при котором грибы помогают хозяевам получать минеральное питание. А сами берут у растения часть необходимого им органического углерода. Лишь представители очень немногих семейств, например, крестоцветные не образуют такой ассоциации. У большинства мхов, папоротников, плаунов, голосеменных ми покрытосеменных обнаружены ткани более или менее тесно переплетенные с мицелием грибов. Все доминанты основных типов растительности на земле – лесные деревья, травы и кустарники – имеют хорошо выраженную микоризу (Chaikovskaya L., 2001).

Ископаемые остатки древнейших наземных растений позволяют предполагать их тесную связь с грибами. У этих форм еще нет корневых волосков, а в некоторых случаях – даже корней, поэтому заселение суши могло зависеть от присутствия грибов – муталистов. Микориза оказывает на растение

благоприятное воздействие: за счёт развитого мицелия увеличивается поглощающая поверхность корня и усиливается поступление в растение воды и питательных веществ (Auge R.M.,2001).

Грибы – это микоризообразователи, которые способны разлагать некоторые недоступные растению органические соединения почвы, вырабатывать вещества типа витаминов и активаторы роста. Гриб же использует некоторые вещества (углеводы), извлекаемые им из корня растения. Микоризные симбиозы оказывают значительное влияние на систему растение-почва:

1. Улучшение поступления питательных веществ и влаги из почвы, усиление роста, повышение цветообразования и урожайности растений.
2. Повышение стойкости к воздействию стрессовых факторов окружающей среды.
3. Ослабление шока при пересадке и возрастание количества выживших растений.
4. Улучшение состояния здоровья растений при неблагоприятных условиях.
5. Положительное воздействие на сцепляемость частиц почвы, снижение эрозии, повышение способности почвы удерживать воду (Нетрусова, 2005).

1.5. Применение биопрепаратов в сельском хозяйстве

Главной задачей сельхозтоваропроизводителей является получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Одним из решений данной задачи является применение минеральных удобрений. В настоящее время уменьшилось внесение минеральных удобрений из-за сокращения их производства для нужд сельского хозяйства. Поэтому необходимо искать новые решения для ведения экологически более безопасных технологий возделывания культур, а при нехватке минеральных и органических удобрений – с целью обеспечения растений питательными элементами. Для повышения эффективности сельскохозяйственного производства за счёт увеличения урожайности и качества выращенной продукции в последние годы получили развитие технологии с использованием биопрепаратов (Завалин и др., 2019). К главным механизмам полезного действия микроорганизмов на растения относятся:

-улучшение питания растений (повышение коэффициентов использования питательных элементов из удобрений и почвы);

-оптимизация фосфорного питания растений; фиксация атмосферного азота (улучшение азотного питания);

-стимуляция роста и развития растений (более быстрое развитие растений и созревание урожая);

- подавление развития фитопатогенов (контроль за развитием болезней и снижение поражённости ими растений, улучшение хранения продукции);

-повышение устойчивости растений к стрессовым условиям (возможность повышения продуктивности растений на фоне водного дефицита, неблагоприятных температур, повышенной кислотности, засоления или загрязнения почвы) (Волкогон, 1997).

Прогресс производства и применения биопрепаратов связан с разработкой высокотехнологичных препаративных форм, сохраняющих долгое время свои исходные свойства. Установлена высокая отзывчивость ряда сельскохозяйственных культур на инокуляцию семян биопрепаратами, созданными на основе ассоциативных микроорганизмов, которые увеличивают накопление в растениях основных элементов минерального питания (Исаев, 2007).

Для создания прочной кормовой базы необходимо рациональное использование пахотных земель и луговых угодий. Производство зелёного корма можно обеспечить за счёт расширения смешанных посевов зерновых с бобовыми культурами. Которые являются традиционными культурами, урожайными, менее требовательными к условиям возделывания. Положительное влияние биопрепаратов ассоциативных бактерий получено на злаковых однолетних и многолетних культурах и растениях из разных семейств (Ласкин и др., 2007). В зависимости от региона, типа почвы, вида агробиоценоза, метода определения размеры поступления несимбиотического азота оставляют от 23 до 107 кг/га. Для укрепления кормовой базы и удовлетворения потребности животноводства в кормах необходимо усовершенствовать структуру однолетних кормовых культур путём расширения посевов злаково-бобовых (Дмитриев, 2000) .

Применение биопрепаратов в сельском хозяйстве оказывает положительное влияние на рост урожайности и качество продукции сельскохозяйственных культур. Кроме того, использование биопрепаратов в совместном применении с минеральными удобрениями снижают дозы внесения минеральных удобрений, особенно азотных форм, за счет улучшения азотофиксации.

Действие биопрепаратов и минеральных удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур определяется погодными условиями вегетационного периода и уровнем плодородия почвы. При недостатке атмосферных осадков в период вегетации урожайность от инокуляции и азотных удобрений не увеличивается. При достаточном увлажнении действие ассоциативных биопрепаратов эквивалентно внесению азотного удобрения под озимые пшеницу, рожь и тритикале, ячмень и овес в дозе 30 кг/га, под яровую пшеницу – 30-45 кг/га, под кукурузу – 45-60 кг/га и под картофель – 40-45 кг/га (Завалин, 2015). Кроме того, в большинстве случаев биологические препараты положительно влияют на качество урожая: способствуют повышению в зерне белка и снижению содержания тяжелых металлов (Завалин, 2005).

Использование биопрепаратов в сельском хозяйстве повышает урожайность сельскохозяйственных культур и тем самым становится реальным решением продовольственной проблемы, кроме того улучшается почвенное плодородие (Кожемяков и др., 1997).

Это объясняется тем, что многие годы интенсификации не прошли даром и во многих типах почвы отмечена отрицательная тенденция по исчезновению полезных групп микроорганизмов, а так же повышение численности и разнообразия вредных видов, что в результате вызывает резкое и часто необратимое ухудшение почвенного плодородия. Применение биопрепаратов ведет к снижению химической нагрузки на агроценоз сельхозугодий. Биопрепараты представляют собой живые клетки отселектированных по полезным свойствам микроорганизмов, которые находятся или в культуральной жидкости, или адсорбированы на нейтральном носителе (Петров и др., 2011). Данный препарат позволяет создать огромную концентрацию полезных форм

микроорганизмов (в 1 миллилитре или грамме препарата содержится до 1-5 млрд. клеток бактерий) в нужном месте и в нужное время. Поэтому внесенные формы могут успешно конкурировать с аборигенной микрофлорой и захватывать экологические ниши, предоставляемые им растением (Проворов, 2001).

Наилучшими функциональными видами микробиологических препаратов для земледелия являются микробиологические удобрения, фунгициды, стимуляторы роста, ризобиальные инокулянты для бобовых культур (биоинсектициды и родентициды в данной статье не рассматриваются).

Альтернативой применения минеральных азотных удобрениям в сельском хозяйстве является биологическая фиксация молекулярного азота атмосферы. Азотные минеральные удобрения довольно дорогостоющие из-за сокращения добычи ископаемого топлива, а кроме того, в последнее время повышается общественно-политическая озабоченность возможностью химических загрязнений, в частности минеральным азотом, окружающей среды. Поэтому внимание в настоящее время концентрируется на азотфиксации как альтернативе удобрениям (Балуева, 2000).

Оптимизация азотного питания растений и баланса азота в земледелии является одним из главных условий повышения урожайности сельскохозяйственных культур, улучшения качества урожая, плодородия почв и охраны окружающей среды. Зернобобовые культуры, благодаря деятельности клубеньковых бактерий (фиксация азота из воздуха), являются важнейшим источником азота в сельскохозяйственной практике. Самое большое количество азота передается от фиксирующей его культуры к нефиксирующей на почвах с низким содержанием азота (Кожемяков и др., 1997). Для наилучшей азотофиксации проводят инокуляцию семян бобовых культур различными биопрепаратами. К ним относятся микробиологические удобрения, фунгициды, стимуляторы роста, ризобиальные инокулянты для бобовых культур. Микробиологические биопрепараты - препараты, содержащие живые клетки отселектированных по полезным свойствам микроорганизмов, а также продукты

их метаболизма, которые находятся или в культуральной жидкости, или адсорбированы на нейтральном носителе (Bliss F.A., 1993).

В состав биопрепаратов входят различные микроорганизмы, которые положительно влияют на полевую всхожесть семян, это особенно важно при неблагоприятных погодных условиях, кроме того биопрепараты повышают устойчивость растений к фитопатогенам (Павлюшин, 2010). При обработке семян биопрепаратами возрастает накопление азота и других зольных элементов в урожае сельскохозяйственных культур, происходящее в результате его увеличения и в меньшей степени за счет изменения концентрации элементов питания в основной и побочной продукции. Инокуляция небобовых растений микробными препаратами, которые относятся к ассоциативным диазотрофам, как показывают результаты полевых опытов, снижает развитие корневых гнилей у озимой пшеницы при различных погодных условиях вегетационного периода на 14-45%, действие биопрепаратов возрастает при бинарной инокуляции семян (Завалин и др., 2019). С целью повышения эффективности бактериальных препаратов пытаются использовать особые вещества (прилепатели) при инокуляции семян (Колобова, 2003).

Применение биопрепаратов повышает продуктивность растений, улучшает их качество за счет повышения содержания белка, крахмала, витаминов и других соединений, позволяет получить более раннюю продукцию, улучшает ее сохранность (Курсаокова, 2015). Всероссийским научно-исследовательским институтом сельскохозяйственной микробиологии Россельхозакадемии разработаны ряд биопрепаратов на основе активных штаммов ризосферных микроорганизмов. Возьмем к примеру препарат Экстрасол, созданный на основе Pseudomonas (различные штаммы), который используется для предпосевной обработке семян и клубней, а кроме того его можно применять для пролива почвы до и после высадки рассады и также для внекорневой подкормки растений. Биопрепарат способствует лучшему поступлению элементов минерального питания в растения, синтезирует ростовые процессы и другие биологически активные вещества в

растениях, а так же образует соединения, которые снижают активность фитопатогенных микроорганизмов (Brockwell J., 1995).

Они позволяют создать огромную концентрацию полезных форм микроорганизмов, в которых в 1 миллилитре или грамме препарата содержится до 1-5 млрд. клеток бактерий. Они находятся в нужном месте и в нужное время. В результате внесенные формы могут успешно конкурировать с аборигенной микрофлорой и захватывать экологические ниши, предоставляемые им растением (Смирнов и др., 2009) **.**

Для получения исходных штаммов микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности является природная среда. Активное начало биопрепаратов выделяют из почвы, с поверхности растений, из больных и погибших насекомых. Наиболее активные природные штаммы селектируют для отбора (Anbessa Y., 2009). Перед началом применения биопрепаратов следует обращать внимание на природу действующего начала. Действие препарата, в состав которого входит микробный метаболит (токсин, антибиотик), меньше зависит от экологических факторов внешней среды, чем препарата на основе спор или клеток микроорганизмов. А эффективность биопрепаратов на основе грибов большей степени зависит от влажности (Тюлин, 2014).

Исследования по изучению механизмов азотфиксации и взаимодействия микроорганизмов и растений показали необходимость разработки и использования методов генной инженерии для создания новых азотфиксирующих систем, которые являлись бы основой высокоэффективных биопрепаратов нового поколения (Завалин и др., 2009). Данные биопрепараты комплексного действия, которые улучшают питание растений (как за счет фиксации атмосферного азота, так и за счет более эффективного использования питательных элементов удобрений и почвы), стимулируют рост растений, подавляют развитие фитопатогенной микрофлоры. Данное их достоинство ярко проявляется при сравнении с химическими препаратами — пестицидами. Поэтому обработка биопрепаратами полностью заменяет химическое протравливание семян. Их применение повышает продуктивность растений, улучшает их качество за счет повышения

содержания белка, крахмала, витаминов и других соединений, позволяет получить более раннюю продукцию, улучшает ее сохранность (Костин и др., 2010). Биопрепараты обладают широким спектром действия, но наибольшую эффективность они проявили на овощных и кормовых культурах. А так же их использование позволяет снизить норму минеральных азотных удобрений, что положительно сказывается на уровне нитратов и нитритов в продукции.

Ведущими функциональными видами микробиологических биопрепаратов для сельского хозяйства являются микробиологические удобрения, фунгициды, стимуляторы роста, ризобиальные инокулянты для бобовых культур (Шотт, 2007).

Преимущество применения биопрепаратов:

1. Биопрепараты положительно влияют на всхожесть семян и биомассу растений. При проведении исследований физиологии роста и развития растений выявлено, что воздействие на семена бактерий препаратами оказывает последействие на продуктивность растений. Поэтому инокуляция семян зерновых культур ризосферными диазотрофами способна повышать поступление в корневую систему элементов питания и стимулировать прорастание семян, вследствие продуцирования физиологически активных веществ типа витаминов, ауксинов, гиббереллинов, и ингибирования развития патогенной микрофлоры, увеличивать биомассу корней (Штерншис и др., 2012).

2. Биопрепараты, на основе ризосферных микроорганизмов, способны улучшать минеральное питание растений как за счет вовлечения в агроценоз азота атмосферы, так и в результате усиления поглощения корнями из почвы основных элементов питания (Гатаулина, 2012).

3. Биопрепараты подавляют развитие фитопатогенных микроорганизмов, что обеспечивает снижение поражаемости растений болезнями. Для подавления фитопатогенных микроорганизмов используют грибные, бактериальные и биопрепараты на основе антибиотиков.

4. Применение биопрепаратов усиливает устойчивость растений к неблагоприятным условиям (засуха, заморозки).

5. Повышается коэффициент использования минеральных удобрений и поступление питательных веществ из почвы, а так же регуляции по накоплению в растениях тяжёлых металлов, радионуклидов, нитратов и других вредных соединений (Патыка и др., 1997).

Разработка и применение биопрепаратов не только повышает урожайность сельскохозяйственных культур и тем самым становится реальным победа продовольственной проблемы, но и улучшает качественные показатели продукции растениеводства.

Их применение тем более актуально, что многие годы интенсификации не прошли даром. По результатам различных исследований установлено, что во многих почвах отмечена тенденция исчезновения полезных групп микроорганизмов и в то же время повышение численности и разнообразия вредных видов, что вызывает резкое и часто необратимое падение почвенного плодородия. Поэтому использование биопрепаратов ведет к снижению химической нагрузки на агроценоз сельхозугодий. Достигается это счет частичного замещения агрохимикатов и возможности сокращения доз минеральных удобрений (Сологуб, 2005).

Специфические действия от применения биопрепаратов определяется не только биологическими особенностями культур, но и варьирует между сортами растений. Поэтому возможен подбор биопрепаратов для наиболее распространенных или перспективных сортов (Сычев, 2009). Внесение в ризосферу растений азотофиксаторов в большинстве случаев обеспечивает положительный результат. По научным данным отмечено, что биопрепараты способствуют существенному увеличению продуктивности практически всех изученных культур (Дмитриев, 2008). При этом прибавка урожая зерновых составляет в среднем 15-20%, а овощных культур-20-30% (Степанова, 2013). Применение биопрепаратов равноценно 20-60 кг/га азотных минеральных удобрений (Ненайденко и др., 2017). Поэтому можно сделать вывод, что биопрепараты на основе ризосферных диазотрофов, обеспечивают растения азотом, стимулируют их рост и развитие за счет продуцирования физиологически

активных веществ различных групп. Повышение активности азотфиксирующих микроорганизмов можно достичь путем подбора растений, способных обеспечивать оптимальные условия в ризосфере, внесением в почву минеральных и органических удобрений (Васильев, 2005).

Оптимизированное азотное питание растений и баланс азота в земледелии является одним из главных условий повышения урожайности сельскохозяйственных культур, улучшения качества урожая, а так же плодородия почвы и охраны окружающей среды (Маркова, 2001).

Биологической альтернативой минеральным азотным удобрениям является биологическая фиксация молекулярного азота атмосферы. Как известно, азотные удобрения стали очень дорогими из-за сокращения добычи ископаемого топлива, а кроме того, в последнее время повышается общественно-политическая озабоченность возможностью химических загрязнений, в частности минеральным азотом, окружающей среды (Белоуса, 2002). Следовательно, внимание в настоящее время концентрируется на азотфиксации как альтернативе удобрениям (Минаков, 2002). Биопрепараты на основе азотфиксирующих бактерий обладают широким спектром действия, их использование позволяет снизить норму минеральных азотных удобрений, что положительно сказывается на уровне нитратов и нитритов в продукции (Добровольская, 2002).

Биопрепараты, созданные коллективами учёных ведущих научно-исследовательских учреждений России, при умелом их использовании позволяют значительно снизить токсическую нагрузку на агроландшафты, а по своей эффективности не уступают соответствующим химическим аналогам (Шпаков и др., 2002). Разработчики биопрепаратов прилагают усилия к расширению ассортимента и повышению качества биологических средств для возделывания и защиты сельскохозяйственных культур, для увеличения объёмов производства и применения. Разработки в этом направлении - достойный вклад отечественных учёных в решение продовольственной безопасности страны (Жученко, 2011).

1.6. Биологические и ботанические особенности горохо-овсяной смеси

1.6.1. Хозяйственное значение горохо-овсяной смеси

Горох является ценной зернобобовой культурой. В последнее время его кормовое значение возросло в связи с использованием в качестве концентрированного и зеленого корма, силоса, сена, травяной муки, сенажа. В 100 кг зерна содержится 114,8 кормовой единицы и 19,5 кг переваримого протеина. Основным веществом, определяющим кормовую ценность зерна гороха, являются белки, содержание которых в 2-3 раза выше, чем у хлебных злаков. Горох содержит все незаменимые аминокислоты, а по содержанию метионина превосходит другие зернобобовые культуры, уступая только сое (Политыко, 2010). Углеводы гороха представлены в основном крахмалом от 20до 50% и сахарами в среднем до 10%. Зеленая масса, содержит 18-25% протеина, много сахара и необходимые для животных кальций и каротин, ее используют для скармливания в свежем виде, а также для приготовления белково-витаминного корма и силоса (Васин и др., 2004).

Что касается бобовой соломы, она характеризуется высокими кормовыми достоинствами: в 100 кг ее содержится 23 кормовые единицы и более 3 кг переваримого протеина, много минеральных веществ, особенно кальция. Измельченную и запаренную солому скармливают скоту в смеси с другими культурами (Минеев, 1990). Кроме того, ценность гороха как кормовой культуры состоит в том, что он не только дает превосходный зеленый корм, но и отличается быстрым наращиванием вегетативной массы уже в начальные фазы развития, что позволяет организовать зеленый конвейер для кормовой базы хозяйств. Зеленая масса гороха, выращенного в чистых посевах или в смеси с другими бобовыми, злаковыми культурами, подсолнечником, широко используется для приготовления силоса, который отличается высоким содержанием протеина (155-210 г на 1 кормовую единицу)(Величко, 2001).

Что касается овса, то зерно используют для кормления крупного рогатого скота (особенно молодняка) и лошадей; в больших количествах скармливают его животным-производителям. При кормлении овсом повышается яйценоскость

птиц, увеличиваются надои молока. Высокими кормовыми достоинствами отличаются овсяная солома и полова (Посыпанов, 2007). Кроме того, овес высевают на сено в смеси с горохом, викой, чиной. Зерно относительно богато витаминами (В 1 , В 2), микроэлементами (кобальт, цинк, марганец) и другими веществами (Безлер и др., 2010).

При возделывании овса в смешанных посевах с бобовыми культурами получают хороший корм для кормовой базы хозяйства.

1.6.2. Биологические и ботанические особенности горохо-овсяной смеси

Горох представлен несколькими видами, из которых наиболее распространены горох посевной (P. sativum L.) и горох полевой, или кормовой (пелюшка) (P. arvense L.). Это однолетнее травянистое растение, имеющее сильно разветвленную стержневую корневую систему. Глубина проникновения главного корня более 1,5 м, боковые корни расположены преимущественно в пахотном горизонте. Максимальных размеров корневая система достигает в фазу цветения. На корнях образуются клубеньки с азотофиксирующими бактериями (Стрижова, 2008). При недостатке влаги в почве клубеньки формируются в незначительном количестве или вообще не образуются.

Корневая система отличается высокой растворяющей способностью, позволяющей усваивать фосфор из труднорастворимых соединений.

Стебель неясно четырехгранный, голый, в различной степени ветвящийся, без опоры легкополегающий. Высота стебля от 25 до 30 см. Листья с прилистниками, парноперистосложные, с двумя-тремя парами листочков, заканчивающихся разветвленными усиками, при помощи которых горох цепляется за опору. Форма листочков от удлиненно-ланцетной до яйцевидно-округлой. Соцветие - кисть, цветки имеют строение, типичное для бобовых растений. Венчик белый (горох посевной) или красно-фиолетовый (горох полевой).

Плод - многосемянный боб (от 3 до 10 семян), форма которого варьирует от прямой до изогнутой в различной степени. Семена округлые, угловато-округлые, с гладкой или морщинистой поверхностью. Масса 1000 семян составляет от 100 до 250 г.

Горох предъявляет умеренные требования к теплу. Семена его начинают прорастать при температуре 1-2 °С.

Наиболее быстро процесс прорастания протекает при температуре 18-25°С. Оптимальная температура в период формирования вегетативных органов 12-16°С, генеративных органов 16-20 °С, развития бобов и налива семян 16 -22 °С.

Развитие и деятельность клубеньков наиболее успешно осуществляются при температуре 20-25 °С. Общая потребность гороха в тепле за период от посева до созревания в зависимости от сорта и условий возделывания колеблется в пределах от 800 до 2000 °С (Сельскохозяйственная биотехнология, 2003).

По требовательности к влаге горох превосходит вику, чечевицу, чину и нут. При набухании семена поглощают 100-120 % воды от воздушно-сухой массы (Арнт, 1990). Наибольшую потребность во влаге испытывают растения в период от начала закладки генеративных органов до полного цветения, а также при наливе семян. Оптимальная влажность почвы составляет 70-80 % ПВ (Смирнов, 2014).

Горох относится к светолюбивой культуре, поэтому при затенении сильно угнетается. Этим в некоторой степени объясняется угнетение растений гороха в смешанных посевах, особенно при загущении злакового компонента смеси.

Наиболее высокие урожаи гороха получают на черноземных, каштановых, хорошо удобренных и известкованных дерново-подзолистых почвах. Слишком плотные глинистые, заболоченные, кислые, солонцеватые, а также легкие песчаные почвы непригодны для его возделывания (Bai Y., 2003).

Овес, возделываемый в нашей стране, относится к двум видам: овес посевной (AvenasativaL.) и овес византийский (AvenabuzantinaC. Koch). Овес посевной делится по форме метелок на развесистый (v. diffusaeMordv.) и одногривый (v. orientalisMordv.). Чаще возделывают пленчатые формы овса, но изредка и голозерные (они более требовательны к условиям и менее урожайны). Масса 1000 зерен 30-35грамм, пленчатость зерна составляет 22-30 %. По продолжительности вегетационного периода (100-120 дней) овес приближается к яровой пшенице. Температурный режим почвы также является важным фактором формирования урожайности растений, так как он функционально связан с

потенциалом почвенной влаги. Понижение температуры почвы обусловливает повышение потенциала влаги, и наоборот, повышение температуры приводит к уменьшению потенциала влажности. Температура почвы влияет на накопление подвижных питательных веществ и перенос их из почвенного раствора к поверхности корней. Отмечается, что температура ниже 10^0С отрицательно сказывается на поступление всех минеральных элементов в корневую систему растений (Усанова и др., 2012).

Поспевает он позже ячменя, поэтому не заходит так далеко на север. Овес - растение, относительно не требовательное к теплу. Зерно начинает прорастать при температуре 1-20^0 С и при набухании поглощает количество воды, приблизительно равное 60% массы зерна. Весенние заморозки -3…-5 и даже -8…-90 С всходы овса переносят хорошо. В фазе молочного состояния зерна посевы выдерживают заморозки до -4…-50 С. Овес - растение длинного дня. Он более влаголюбив и теневынослив, чем пшеница и ячмень, но в связи с повышенной чувствительности к повышенным температурам подвержен к запалу. Наибольшую потребность во влаге растение овса испытывает примерно за 2 недели до выметывания (критический период) (Ягодин, 1989). Даже при засушливой весне овес после выпадения дождей в июне способен еще долго куститься и развивать узловые корни. По интенсивности кущения овес уступает ячменю, но превосходит яровую пшеницу. Общее кущение 3-4 побега, а продуктивное 1.5-2. К почвам овес не требователен: его можно возделывать на песчаных, суглинистых, глинистых и заболоченных почвах. Переносит повышенную кислотность (pH 5-6), что позволяет возделывать овес при освоении торфяников и подзолистых земель в Нечерноземной зоне. Корневая система овса обладает способностью извлекать из почвы трудно растворимые питательные вещества (например, фосфорную кислоту фосфоритов). Хорошо реагирует на известкование почв и внесение удобрений (азотных и др.). При достаточной обеспеченности влагой овес успешно произрастает на песчаных почвах. На солонцеватых почвах удается хуже. Овес гораздо меньше повреждается шведской и гессенской мухами, чем другие злаковые

культуры. Он удается даже при летних посевах на зеленый корм в смеси с викой или горохом для осеннего использования (Рак и др., 2004).

Особенности агротехники

При возделывании гороха необходимо помнить, что эта культура требует большое количество влаги, лучше растет на легких, рыхлых почвах. Лучше, если это будет песчаная почва, суглинистая. Удобрения вносить можно, но необходимо соблюдать меру, так как внесением удобрений можно спровоцировать излишнее нарастание зеленой массы, и снизить образование пищевой части гороха. Семена гороха перед посевом рекомендуется обрабатывать ризоторфином и молибденом для улучшения азотофиксации.

Овес лучше размещать после пропашных или зерновых бобовых культур. Он требует много азота, поэтому хорошим предшественником для него служат бобовые растения, особенно горох. Высокие урожаи овес дает при размещении его после озимых культур, посеянных по удобренным парам. Очень ценные предшественники для овса в Нечерноземной зоне - картофель и лен-долгунец. Его не рекомендуется высевать после свеклы, так как это ведет к распространению общего для этих культур вредителя – нематоды (Трепачев, 1999).

Удобрение.

Овес хорошо отзывается на внесение органических и минеральных удобрений, особенно азотных. Он использует последействие навоза и компостов, давая прибавку урожайности 4 ц/га и более (Усанова и др., 2012). Если овес высевают на вновь осваиваемых землях, а также при подсеве к нему клевера, рекомендуется вносить азотные и фосфорно-калийные удобрения, которые значительно повышают урожай овса и способствуют лучшему росту клевера (Турчин, 2012). Эффективность применения минеральных удобрений на посевах овса зависит от уровня почвенного плодородия, погодных условий в период вегетации, агроэкологических характеристик культур и других факторов. Чтобы разработать правильную систему удобрений, нужно также учитывать не только дозы и оптимальное соотношение питательных веществ, но и периодичность питания растений. Как известно, для овса характерен длительный период поглощения

питательных веществ. Наиболее интенсивное потребление элементов питания происходит в фазы выхода в трубку и колошения. Органические удобрения под овес не вносят, но он хорошо использует их последействие (Ягодин, 1989).

Норма внесения удобрений определяется с учетом содержания элементов питания, коэффициентов их использования и планируемой урожайности (Серая и др., 2011).

Наиболее полно изучить действие удобрений на продуктивность культур можно в длительных полевых опытах с удобрениями. В агрохимических исследованиях такие опыты являются важной нормативной базой.

При возделывании этой культуры на осушенных торфяниках необходимо вносить удобрения, содержащие медь.

2. Условия и методика проведения исследований

2.1. Объект исследования

Объектом исследования является смешанный посев гороха посевного и овса посевного. В опыте использовали сорт овса Боррус и сорт гороха Труженик.

Сорт овса - Боррус (Borrus) - выведен в Германии. Соломина средней высоты, прочная, устойчива к полеганию. Листья прямостоячие, темно-зеленые. Метелка полусжатая, длиной 17-18 см, продуктивная. Колоски преимущественно двухцветковые. Масса 1000 зерен 28-38 г. Содержание белка в зерне 13-19 %. Сорт среднеспелый, пластичный, отзывчив на высокий агрофон и орошение. Урожайный. С 1982 года районирован в Нечерноземной зоне (Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, 2008).

Сорт гороха - Труженик – создан на Луганской сельскохозяйственной опытной станции. Стебель обычный, сильнозеленый, от среднего до средне-длинного (80- 100 см) размера. Соцветия - двухцветковая кисть. Цветки белые крупные. Бобы прямые, иногда слабоизогнутые, с тупой верхушкой, крупные (длина 6-7 см, ширина 1,2 см). Масса 1000 семян 220-260 г. Сорт среднеспелый.Продолжительность вегетационного периода 70-86 дней. Обладает высокой пластичностью. В 1984 году включен в Государственный реестр (Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, 2008).

Характеристика применяемых биопрепаратов

Арбускулярно-везикулярная микориза - это вид, образующийся под действием грибов-зигомицетов из порядка Endogone, заражающих растения большинства семейств, изученных до настоящего времени, включая имеющие наибольшее сельскохозяйственное значение, - злаки и бобовые. ВАМ растения в основном образуют на почвах с недостатком фосфора. Инокуляция семян грибами Endogone способствует увеличению поглощения растениями фосфора в несколько раз (Сиддики и др., 2001). Данный тип микоризы наиболее распространен: примерно 70 %, а в некоторых местообитаниях 90 % всех растений имеют такую

микоризу. Особенности ее в том, что внешний вид корня не меняется (Марфенина, 2005).

Развитие АВМ можно разделить на три этапа: преинфекционные взаимодействия, формирование межклеточного мицелия, развитие внутриклеточной симбиотической структуры. На первом этапе споры гриба прорастают в почве под действием растительных выделений и образуют специальные структуры прикрепления - апрессории. Во втором этапе из апрессорий во внутрь корня начинает расти инфекционная гифа, проникая через эпидермис в тканях кортекса, ветвится и образует мицелий. На третьем этапе, в местах тесного контакта мицелия с клетками гифы проникают в растительные клетки, где образуют арбускулы - разветвленные впячивания сложной формы, содержащие гифу гриба, окруженную растительной плазмолеммой и клеточной стенкой. Они тоньше, чем мицелий, многократно дихотомически ветвятся, напоминая собой деревце. Арбускулы являются местами наиболее интенсивного обмена партнеров метаболитами, в частности передачи в растение фосфатов, поглощаемых грибом из почвы. Исследования показали, что гриб способен транспортировать фосфаты на расстояние 1 - 2,7 см если почва обеднена ими, образование АВМ повышает скорость роста растения - хозяина и содержание в нем фосфатов, а хозяин, в свою очередь обеспечивает гриб углеродом (Кокорина и др., 2010).

Препарат применяют для инокуляции семян бобовых культур в день посева из расчета 400г на 1 га норму семян. Использование АВМ улучшает всасываемую способность корневой системы, тем самым улучшается поступление питательных веществ из труднодоступных слоев почвы. При проведенных экспериментах было установлено, что использование АВМ при инокуляции семян обеспечивает прибавку урожайности и улучшает качество продукции (Тихонович, 2005).

БисолбиФит – это микробиологический препарат комплексного действия, разработанный во Всероссийском НИИ сельскохозяйственной микробиологии Россельхозакадемии. Действующее начало препарата БисолбиФит составляет штамм споровых бактерий Ч - 13, относящихся к роду *Bacillus*, они обитают на

корнях здоровых растений (Завалин,2009). Спорообразующие бактерии *Bacillus subtilis* штамма Ч - 13 образуют активные ассоциации с растениями и обладают способностью активно колонизировать корни, улучшают развитие корневых волосков и их поглотительную способность. Кроме того, данные бактерии способны продуцировать фитогормоны и витамины, обладают способностью синтезировать в процессе своего роста антибиотики, подавляющие развитие фитопатогенных грибов и бактерий. Микроорганизмы, входящие в состав биопрепарата, повышают использование растениями элементов питания из минеральных удобрений, а также увеличивают доступность почвенных запасов фосфора и калия (Chebotar, 2000).

Используется как:

- микробиологического удобрения, повышающего плодородие почв

(восстанавливает и поддерживает баланс полезной почвенной микрофлоры, обладает способностью фиксации атмосферного азота, мобилизации труднодоступных форм фосфора и микроэлементов, гумификации пожнивных остатков);

- стимулятора и регулятора роста растений;

- биофунгицида (повышает устойчивость растений к заболеванием);

- модификатор минеральных удобрений (повышает усвоение растениями NPK из удобрений на 20-40 %);

Способ применения:

Модификация гранул минеральных удобрений с целью их КПД на 20-40 %.

Обработка сельскохозяйственных культур в различные периоды вегетации.

Предпосевная обработка семян

Эффективность применения:

- повышает биологическую активность почвы;

- повышает урожайность растений на 10-30 %;

- защищает растения от заболеваний;

- увеличивает всхожесть семян;

- повышает устойчивость растений к стрессам (Биопрепараты в сельском хозяйстве, 2005).

Экстрасол - основу препарата составляет штамм ризосферных бактерий Bacillus subtilis Ч-13, выделенный из черноземной почвы, после тщательного изучения и отбора. Данная бактерия обладает комплексом полезных свойств – способностью синтезировать в процессе своего роста вещества, подавляющие развитие фитопатогенных грибов и бактерий, являющихся возбудителями болезней растений. За счет активной колонизации корней растений полезные бактерии улучшают развитие корневых волосков и их поглотительную способность. Главным источником питания бактерий на корнях служат корневые выделения растений, такие как сахар, органические аминокислоты, витамины (Терещенко и др., 2017). Поэтому в ризосфере растения существует жесткая конкуренция за источники питания и преимущество здесь получает тот организм, который способен быстро расти и выделять вещества, (фунгицидного состава) подавляющие рост других вредоносных для растения бактерий. Именно этими свойствами и обладает Bacillus subtilis Ч-13 продуцент Экстрасола, которая поселяясь на корнях растений, усиливает их иммунитет, и устойчивость к стрессам, таким как заморозки и засуха (Тихонович и др., 2005).

Биопрепарат увеличивает всхожесть семян, ускоряет развитие растений, снижает, поражаемость растений фитопатогенными микроорганизмами, что существенным образом повышает продуктивность растений. Кроме того, препарат применяют как для обработки почвы (санация почвы) так и в различных стадиях развития растения – обработка семян, по вегетации и при закладке урожая на хранение (Тютерев, 2006).

Действие биопрепарата в вегетативной фазе развития растений обусловлено тем, что суспензия микроорганизмов и продуктов их метаболизма, попадающая на вегетирующие растения, способствует регуляции жизненно важных функций и защитноприспособительных реакций. Защитное действие рекомендуемого биопрепарата распространяется, прежде всего, на наиболее вредоносные болезни

такие как, ржавчина, мучнистая роса, гельминтоспориозы, фузариозы, бактериозы (Тихонович и др., 2005).

Потому своевременная профилактическая обработка биопрепаратом позволяет блокировать развитие патогенных микроорганизмов в начальных фазах развития растения, и это обеспечивает нормальное физиологическое развитие растений. Предотвращение порчи продуктов растениеводства в осенне-зимний период является главной проблемой, возникающей при хранении. Основной причиной потерь растительной продукции при хранении является микробиальная порча. Все известные способы борьбы с этим (холод, химическая обработка, ультрафиолетовое или радиационное облучение, озонирование и др.) уничтожает не только фитопатогенные микроорганизмы, но и ослабляют присущую растительным продуктам естественную болезнеустойчивость. Оставшиеся на продукте после обработки, как правило, самые агрессивные микроорганизмы легко поражают растительные ткани с ослабленной устойчивостью (Титова, 2011).

Характеристика применяемых минеральных удобрений

Аммиачная селитра (нитрат аммония)- водорастворимое азотное удобрение**,** содержит не менее 34,4 % азота.

Двойной суперфосфат - предусмотрены марки «А» и «Б» при содержании соответственно не менее 46 и 43 % водорастворимого доступного растениям фосфора, свободная кислотность удобрения в расчете на P_2O_5 не должна превышать 2,5 – 5 %.

Хлористый калий – главное калийное удобрение. В зависимости от технологии производства осуществляется выпуск ряда марок удобрений: марка К получается кристаллизацией из раствора, марка Ф – флотацией калийных руд ГОСТ 4568-74. В зависимости от сортов содержится (не менее): **марка К** – высший сорт – 62,5 %; I сорт – 62,0 %; II сорт – 60,0 %; **марка Ф** – II сорт – 60,0 %, III сорт – 58,1 % K_2O (Борин и др.,2018).

2.2. Методика проведения исследований

Исследования проводили в 2015-2017 гг. по изучению действия биопрепаратов и биоминерального удобрения на продуктивность горохо-овсяной смеси на зеленый корм, на опытном поле ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА.

Схема опыта представляет полный факторный эксперимент, включающий 20 вариантов, где изучены три уровня минерального питания ($N_0P_0K_0$, $P_{60}K_{60}$, $N_{30}P_{60}K_{60}$) и биопрепараты микориза на горохе, экстрасол на овсе, а также биоминеральное удобрение. Площадь делянки – 100 м^2. Повторение в опыте 4-х кратное. Размещение вариантов систематическое.

Минеральные удобрения в форме аммиачной селитры, двойного суперфосфата и хлористого калия вносили под предпосевную культивацию согласно схеме опыта. Семена овса обрабатывали препаратом экстрасол с нормой расхода 100 мл на гектарную норму. Инокуляцию гороха проводили грибом арбускулярно-везикулярной микоризы из расчета 400 г препарата. Биомодифицированное удобрение получали путем нанесения на гранулы аммиачной селитры, двойного суперфосфата и хлористого калия препарата бисолбифит с нормой 40 г на 1 кг удобрения. Предшественником были многолетние травы. Агротехника возделывания соответствовала зональной технологии.

Минеральные удобрения вносили вручную согласно схеме опыта под предпосевную обработку (Галкина, 2017). Уборку на зеленый корм проводили путем скашивания поделяночно в фазу цветения у бобовых и выметывание у овса.

Схема опыта:

Контроль
$P_{60}K_{60}$
$N_{30}P_{60}K_{60}$
$P_{60}K_{60}$+ бисолбифит
$N_{30}P_{60}K_{60}$ +бисолбифит
Овес (экстрасол)+Горох
(контроль)
$P_{60}K_{60}$ + экстрасол
$N_{30}P_{60}K_{60}$ + экстрасол
$P_{60}K_{60}$+ бисолбифит + экстрасол
$N_{30}P_{60}K_{60}$ +бисолбифит +
экстрасол
Овес+Горох(микориза)
(контроль)
$P_{60}K_{60}$ + микориза
$N_{30}P_{60}K_{60}$ + микориза
$P_{60}K_{60}$+ бисолбифит + микориза
$N_{30}P_{60}K_{60}$ +бисолбифит +
микориза
Овес(экстрасол)+
Горох(микориза) (контроль)
$P_{60}K_{60}$ + экстрасол + микориза
$N_{30}P_{60}K_{60}$ + экстрасол
+микориза
$P_{60}K_{60}$+ бисолбифит + экстрасол
+ микориза
$N_{30}P_{60}K_{60}$ +бисолбифит +
экстрасол + микориза

В опыте проводили следующие анализы, полевые наблюдения:

1. Анализ агрохимических свойств пахотного слоя почвы. Определяли следующие показатели: - содержание гумуса по Тюрину (ГОСТ 26207-91, 1992); - pH kcl; - подвижный фосфор и калий по Кирсанову (ГОСТ 26483-85, 1985; ГОСТ 26212-91, 1992);(Сычев, 2000).

2. Фенологические наблюдения по фазам развития растений овса и гороха, учет всходов, накопление сухого вещества в посевах проводили по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1985).

3. Рассчитывали характеристики фотосинтетической деятельности посевов: площадь листьев на 1 м^2.

Площадь листьев рассчитывали методом высечек по А.А. Ничипоровичу (1961):

$$S = \frac{PS_1 n}{P_1}$$

где S – общая площадь листовой пробы (м^2/м^2),

S□ – площадь одной высечки (м^2),

n – число высечек,

P – общая масса листьев (г),

P□ – масса высечек (г).

4. Учет содержания урожайности зеленой массы проводили путем скашивания поделяночно согласно схеме опыта с 1 м^2 путем взвешивания с дальнейшим пересчетом на 1 га.

5. Количественный состав микрофлоры почвы определяли по методу Е.З.Теллер (1993).

6. Определение содержание азота по ГОСТ 32044.1 (2012).

7. Определение содержание фосфора по ГОСТ 26657-97 (1997).

8. Определение содержание калия по ГОСТ 30504-97 (1997).

9. Определение нитратов по ГОСТ 26951 – 86 (1986).

10.Определение содержания кормовых единиц по методике расчета обменной энергии в кормах на основе содержания сырых питательных веществ (2008).

11.Статистическая обработка полученных данных методом дисперсионного анализа (Доспехов,1979; Кирюшин и др., 2013; Перегудов, 1987) на персональном компьютере с использование пакетов статистической обработки данных «Stat».

12.Экономическая эффективность изучаемых вариантов определяли по методикам, утвержденной РАСХН (1998).

2.3. Почвенные и агротехнические условия проведения опыта

Исследования проводили на дерново - подзолистой среднесуглинистой почве. В годы проведения исследований содержание гумуса составляло 1,7-1,8%, подвижного фосфора 170-190 мг/кг, калия от 145-156 мг/кг, pH 5,6 (табл.2.3.1).

Таблица 2.3.1

Агрохимическая характеристика почвы опытного участка

Показатель	Содержание		
	2015 год	2016 год	2017 год
Пахотный слой, см	0-20	0-20	0-20
pH (KCl) ГОСТ 26483-85	5,6	5,6	5,6
Гумус,% (по Тюрину) ГОСТ 26213-19	1,7	1,8	1,8
P_2O_5 мг/кг ГОСТ 26207-91	170	190	190
K_2O мг/кг ГОСТ 26207-91	145	156	156

Природно-климатические условия Ивановской области в целом благоприятны для ведения сельскохозяйственного производства. Климат района характеризуется как умеренно-континентальный, для которого характерны умеренно холодная (средняя температура января $-11,8^0$C), снежная зима и теплое (средняя температура июля $18,4^0$C), довольно дождливое лето. Среднегодовая температура воздуха: $+3,1^0$C. Средняя продолжительность теплого периода с температурой выше 0^0C – 207 суток, выше $+10^0$C – 126 суток, выше $+15^0$C – 78 суток. Сумма среднесуточных температур воздуха в период активной вегетации изменяется от 1900^0C до 2060^0C.

Среднемесячная температура вегетации равна 11,5 – $17,8^0$C (максимум в июне). Майские заморозки могут достигать -3^0C, а в первой декаде июня -1^0C (при 10% вероятности).

Средняя сумма осадков за год составляет 590 мм с колебаниями в отдельные дождливые годы до 800 мм, но бывают и засушливые явления в поздневесенний и раннелетний периоды (майско-июньская засуха). Вероятность засух составляет 10%, засушливые явления наблюдаются ежегодно. Сумма

осадков выпадающих за весь вегетационный период составляет 250 – 275 мм. Что касается запаса продуктивной влаги в почве весной в зависимости от ее гранулометрического состава колеблются от 120 до 215 мм. Гидротермический коэффициент в среднем за вегетационный период составляет 1,4 (варьирует в пределах 0,5 – 2,3) (Шкидина,1996).

Таблица 2.3.2

Среднесуточная температура воздуха, в °С
(по данным метеостанции г. Иваново)

Показатели	Май	Июнь	Июль
2015 год	14,7	18,2	17,9
2016 год	14,0	16,6	20,2
2017 год	8,6	13,3	15,7
Среднемноголетнее	11,6	15,8	17,8

В годы исследований среднесуточная температура воздуха и количество атмосферных осадков было разным. Метеорологические показатели вегетационных периодов в годы проведения опыта приведены в таблице 2.3.2.

Среднесуточная температура воздуха в мае 2015-2016 гг. (14,7-14,0 ^{0}С) превышала среднемноголетние значений (11,6 ^{0}С), в июне (18,2-16,6 ^{0}С) и в июле(17,9-20,2 ^{0}С), где среднее многолетние значение составило 15,8 ^{0}С-17,8^{0}С.

В 2017 году показатели с мая по июль были ниже среднемноголетнего значения (8,6 ^{0}С в мае, 13,3 ^{0}С в июне и 15,7 ^{0}С в июле).

Рисунок 1

Средняя температура воздуха (2015год)

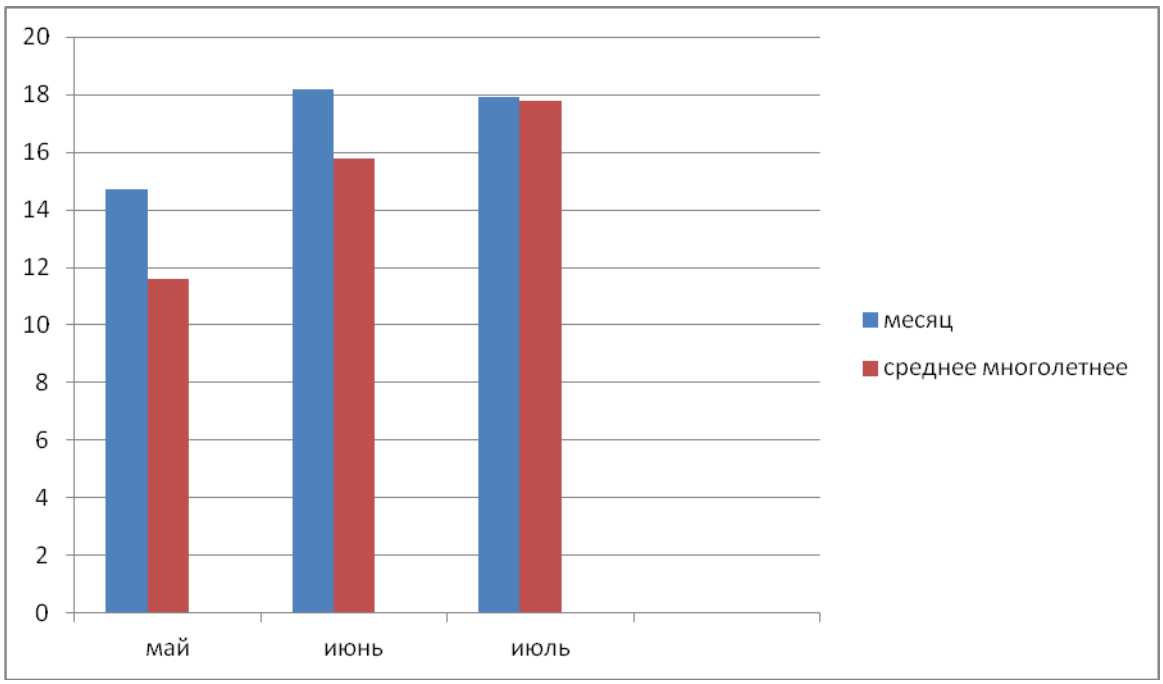


Рисунок 2

Средняя температура воздуха (2016год)

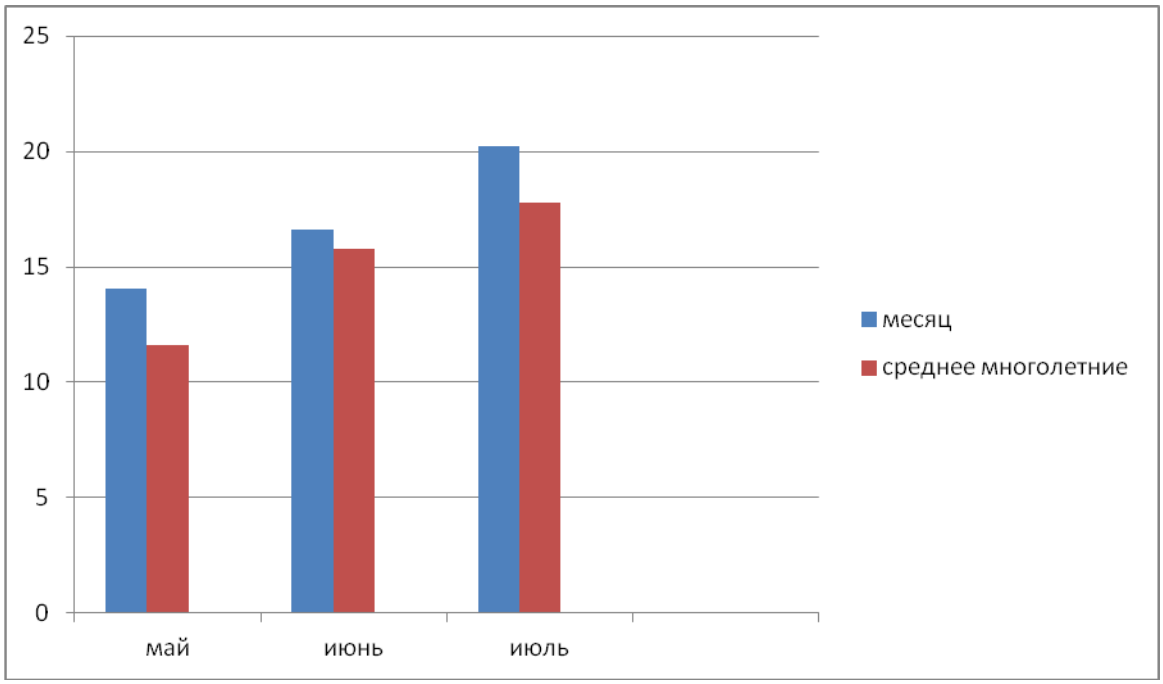


Рисунок 3

Средняя температура воздуха (2017год)

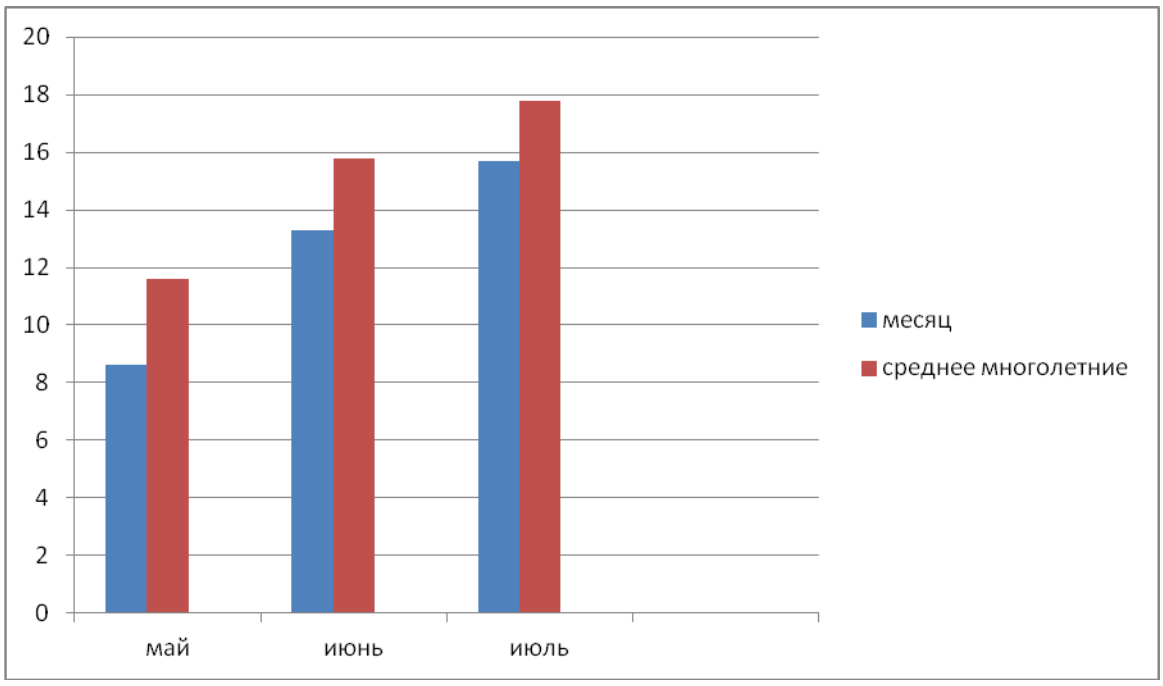


Таблица 2.3.3

Сумма осадков, мм (по данным метеостанции г. Иваново)

Показатели	Май	Июнь	Июль	За вегетацию
2015год	29	26	36	91
2016 год	7,8	36,3	19,8	63,9
2017 год	89,6	83,7	106,3	279,6
Среднемноголетнее	55	63	80	198

Условия для роста и развития растений, в годы исследований, были достаточно благоприятными. В мае, когда происходит формирование корневой системы, в 2017 г. выпало максимальное количество атмосферных осадков (89,6мм), а в 2016-2015 гг. их было существенно меньше (29 мм и 7,8мм) по сравнению с среднемноголетним значением (55мм). В остальные периоды вегетации 2015-2016 гг. также осадков выпало меньше многолетней нормы (26 мм и 36,3 мм в июне, 36-19,8 мм в июле), по сравнению с 2017 годом (83,7 мм в июне и 106,3 мм в июле), где показатели превысили среднемноголетнюю норму (табл.2.3.3).

Таким образом, погодные условия по количеству атмосферных осадков и среднесуточных температур в 2015-2016 годах были благоприятными, что отразилось на величине урожайности зеленой массы, по сравнению с 2017 годом.

Рисунок 4

Сумма осадков, мм (2015год)

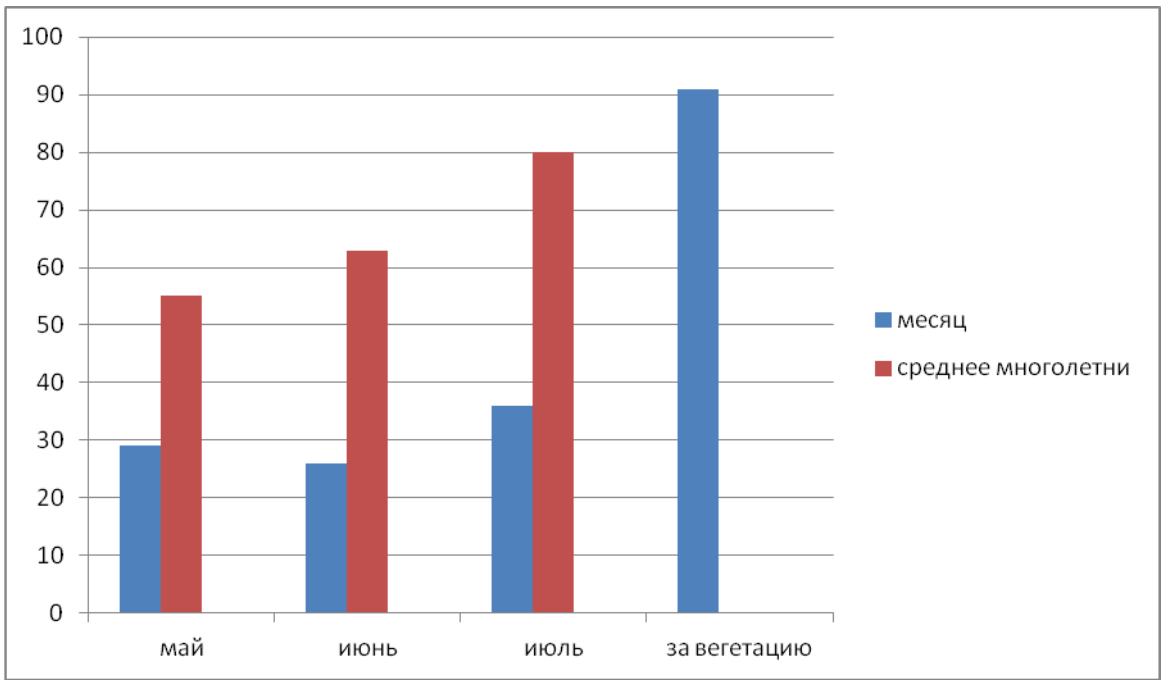
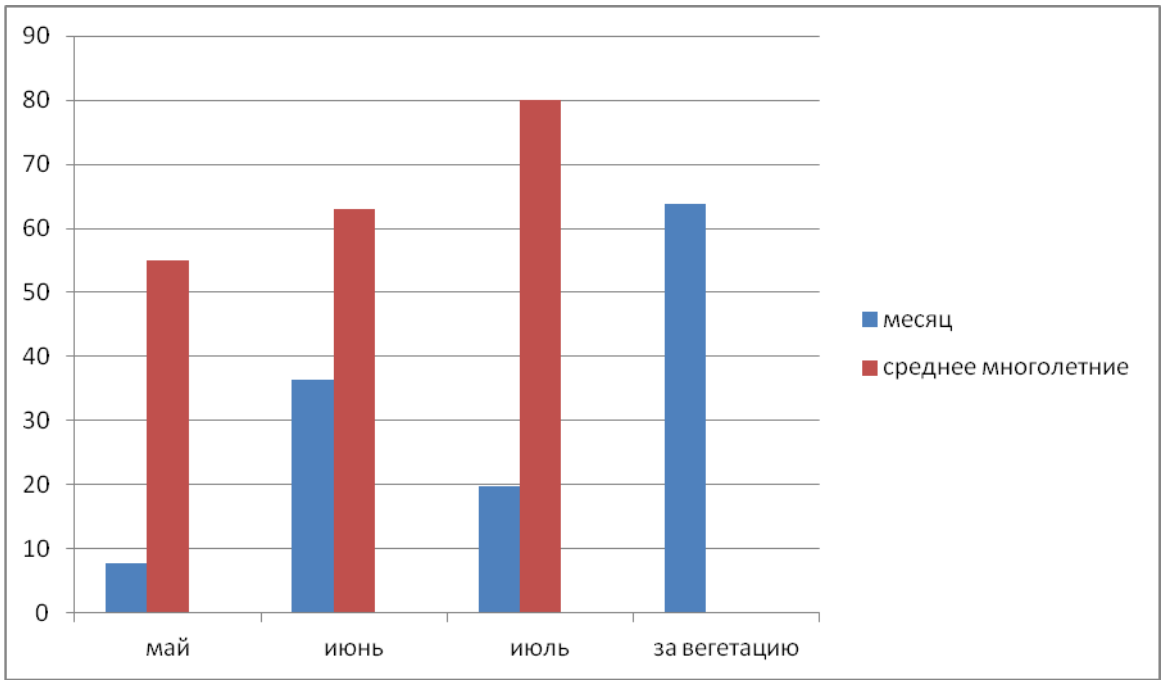


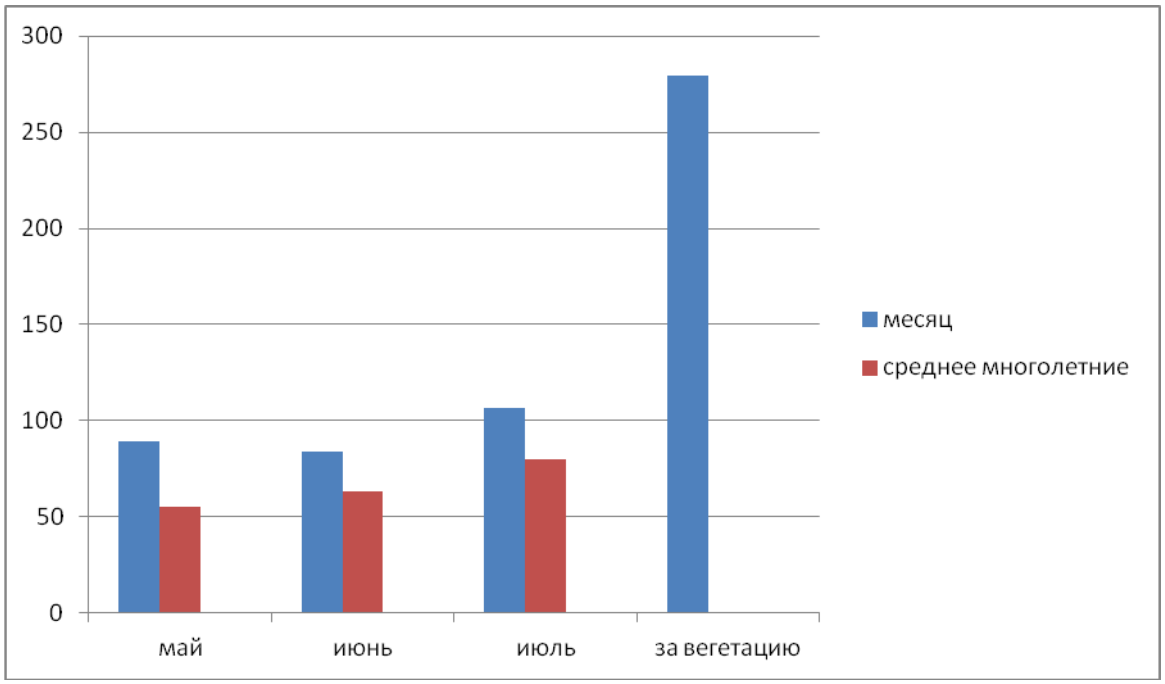
Рисунок 5

Сумма осадков, мм (2016 год)



Сумма осадков, мм (2017год)

Рисунок 6



3. Влияние минерального питания, биомодифицированного удобрения и биопрепаратов на динамику микрофлоры почве

3.1. Динамика микрофлоры в почве

Почва создает условия для развития микрофлоры, которая, в свою очередь, оказывает специфическое влияние на почву. В каждом виде почв, обладающем конкретными физико-химическими свойствами, развивается определенной количество и группы микроорганизмов, а также устанавливается биологическое равновесие, которое характерно для данных условий и сезона.

Литературные данные по содержанию микробной биомассы в почвах фрагментарны. Характеризуя биологическую активность почв, исследователи ограничивались фиксированием численности по посеву, в то время как содержание биомассы более объективно отражает биологическую активность почвы (Аристовская, 1980).

В наших исследованиях определяли общее микробное число (ОМЧ), которое служит показателем прокариотных микроорганизмов (бактерий) в одном грамме почвы. Это в основном сапрофитная группа, разлагающая органические остатки.

При определении численности и состава микроорганизмов используют микробиологический метод сравнения микробного пейзажа по вариантам путем взятия средних почвенных проб в пахотном слое. Микробиологические посевы проводят в тот же день. ОМЧ определяют после посева на МПА (мясо-пептонный агар). Учет ОМЧ проведен через сутки.

Таблица 3.1.1

Динамика ОМЧ в зависимости от применения биопрепаратов и минеральных удобрений, млн. /1 г почвы

Посев	Дозы удобрений				
	Контроль	$P_{60}K_{60}$	$N_{30}P_{60}K_{60}$	$P_{60}K_{60}$ биомодиф.	$N_{30}P_{60}K_{60}$ биомодиф.
2015 год					
Овес+горох	1,198	1,098	1,151	1,328	1,492
Овес+ЭС+горох	1,636	1,756	1,728	2,115	2,735
Овес+горох+микориза	2,325	2,324	2,834	3,172	3,764
Овес+экстрасол+горох +микориза	3,156	3,274	3,654	4,112	5,432
$НСР_{05}$	0,4	0,3	0,5	0,6	0,4

2016 год					
Овес+горох	1,354	1,242	1,263	1,432	1,531
Овес+ЭС+горох	1,728	1,898	1,874	2,131	2,836
Овес+горох+микориза	2,342	2,725	2,635	3,271	3,735
Овес+экстрасол+горох +микориза	3,405	3,325	3,728	4,098	5,604
$НСР_{05}$	0,4	0,6	0,5	0,5	0,7
2017 год					
Овес+горох	1,120	1,344	1,489	1,596	1,555
Овес+ЭС+горох	1,892	1,752	2,353	2,162	2,910
Овес+горох+микориза	2,617	2,826	3,399	3,325	4,126
Овес+экстрасол+горох +микориза	3,690	3,772	4,222	4,174	5,713
$НСР_{05}$	0,5	0,3	0,5	0,4	0,7
Среднее за 3 года					
Овес+горох	1,224	1,228	1,301	1,452	1,526
Овес+ЭС+горох	1,752	1,802	1,985	2,136	2,827
Овес+горох+микориза	2,428	2,625	2,956	3,256	3,875
Овес+экстрасол+горох +микориза	3,417	3,457	3,868	4,128	5,583
$НСР_{05}$	0,4	0,5	0,4	0,4	0,7

В 2015 году в посевах овса с горохом на зеленой корм, где не использовали биопрепараты, минеральные и биомодифицированные удобрения общее микробное число в почве составило 1,198 млн. /1 г почвы. На фоне применения биопрепарата Экстрасол, при инокуляции семян овса, содержание увеличилось до 1,636 млн. /1г почвы, без внесения удобрений. При обработке семян гороха арбускулярно-везикулярной микоризой величина ОМЧ на 1 г почвы составила 2,325 млн. А при обработке обоих компонентов биопрепаратами повысило его численность до 3,156 млн. /1г почвы (табл.3.1.1).

Что касается применения минеральных удобрений в посевах овса с горохом на зеленый корм, то выявлено, что на фоне внесения $P_{60}K_{60}$ и $N_{30}P_{60}K_{60}$ ОМЧ в 1 г почвы увеличилось от 1,098 до 1,151 млн. При нанесении штамма ризосферных азотфиксирующих бактерий *Bacillus subtilis* Ч - 13 на гранулы двойного суперфосфата и хлористого калия данный показатель увеличился до 1,328 млн. /1г почвы, а при применение данного штамма на $N_{30}P_{60}K_{60}$ соответственно до 1,492 млн. /1г почвы. На фоне инокуляции семян биопрепаратом Экстрасол при внесение фосфорно-калийного и полного минерального удобрений наблюдается не значительное увеличение численности ОМЧ по сравнению с контролем от

1,756 до 1,728 млн. /1г почвы. Использование биомодифицированных удобрений повышало показатель от 2,115 до 2,735 млн. /1г почвы.

При инокуляции семян гороха арбускулярно-везикулярной микоризой на фоне применения $N_{30}P_{60}K_{60}$ общее микробное число в 1 г почвы увеличилось соответственно до 2,834 млн. При использовании биомодифицированных удобрений исследуемый показатель повышался на 0,84-0,93 млн. /1 г сухой почвы.

При инокуляции семян обоих компонентов биопрепаратами увеличение ОМЧ происходило в большей степени за счёт применения минеральных удобрений от 3,274 до 3,654 млн. /г сухой почвы в зависимости от азотного фона. При использовании биомодифицированных удобрений исследуемый показатель повышался в 1,2 – 1,5 раза по сравнению с контролем (табл.3.1.1).

В 2016 году все формы минеральных удобрений на фоне инокуляции семян овса и гороха биопрепаратами положительно влияли на содержание общего микробного числа в 1 г почвы и увеличивало его количество до 3,728 млн. по сравнению с контролем (1,354 млн.). Максимальное увеличение количества данного показателя от 4,098 до 5,604 млн. /1г почвы (по сравнению с контролем) получено при использовании биомодифицированного двойного суперфосфата, хлористого калия и аммиачной селитры.

Количество ОМЧ в 1 грамме почвы в 2017 году на контроле составило 1,120 млн. Применение минеральных удобрений, достоверно повышало значение исследуемого показателя в вариантах без применение биопрепаратов от 1,344 до 1,489 млн. /1 г почвы. Использование биопрепарата экстрасол на семенах овса увеличивало количество ОМЧ в 1 г почвы до 1,892 млн., а на фоне внесение $N_{30}P_{60}K_{60}$ соответственно до 2,353 млн. Наибольшая эффективность получена от биомодификации $N_{30}P_{60}K_{60}$ соответственно до 2,910 млн. /1 г почвы. Инокуляция семян гороха арбускулярно-везикулярной микоризой увеличивало количество ОМЧ в 1 грамме почвы до 2,617 млн., а на фоне применение $P_{60}K_{60}$ и $N_{30}P_{60}K_{60}$ соответственно от 2,826 до 3,399 млн. Наибольшая эффективность по увеличению общего микробного числа в почве получена от

биомодифицированного минерального удобрения ($N_{30}P_{60}K_{60}$) соответственно – 4,126 млн. /1 г почвы. Максимальное увеличение данного показателя от 3,690 до 5,713 млн. в 1 г почвы (по сравнению с контролем) получено при использовании инокуляции семян обоих компонентов биопрепаратами и использование биомодифицированного двойного суперфосфата, хлористого калия и аммиачной селитры (табл.3.1.1).

В среднем за 3 года исследований общее микробное число без применения биопрепаратов и минеральных удобрений составило 1,224 млн. /1г почвы. При внесение фосфорно-калийного и полного минерального удобрения количество этого показателя увеличилось до 1,228-1,301 млн. / 1г почвы. На фоне биомодифицированного двойного суперфосфата и хлористого калия ОМЧ увеличилось на 0,228 млн./1 г почвы, при внесение биомодифицированной аммиачной селитры, двойного суперфосфата и хлористого калия соответственно на 0,302 млн. / 1г почвы по сравнению с контролем. При обработке семян овса биопрепаратом экстрасол содержание увеличилось до 1,752млн. /1г почвы. При инокуляции семян гороха арбускулярно-везикулярной микоризой в 1 г почвы ОМЧ составило 2,428 млн. В результате обработки обоих компонентов биопрепаратами экстрасол и арбускулярно-везикулярная микориза повысило ОМЧ до 3,417 млн. /1г почвы. Бинарное применение биопрепаратов на фоне внесение биомиодифицированного удобрения увеличило данный показатель в 3,3-4,5 раза по сравнению без их применения (табл.3.1.1).

Таким образом, в наших исследованиях установлено, что общее микробное число имело достоверную тенденцию к повышению от инокуляции семян биопрепаратами, а так же от применение биомодифицированного удобрения.

4. Формирование урожая зеленой массы горохо-овсяной смеси на разных уровнях минерального питания и применения биопрепаратов

4.1. Динамика всхожести семян в смешанных посевах

Урожайность сельскохозяйственных культурой, определяют количество семян, взошедших после посева растений. Как правило, на эти показатели могут влиять условия минерального питания, прежде всего инокуляция семян биопрепаратами и в меньшей степени внесение под культуры минеральных удобрений.

Ведущим фактором воздействия на растения в годы исследований были климатические условия. Характер колебаний метеоданных во время вегетации изучаемых культур отразился не только на росте и развитии растений, но и на формировании урожая и его качестве. Погодные условия 2015 и 2016 года можно охарактеризовать как благоприятные для роста и развития однолетних культур, а вегетационный период 2017 года отличался неблагоприятными погодными условиями. Низкий температурный режим сопровождался большим количеством осадков (особенно в мае, июне, июле), что негативно отразилось на росте, развитии и, в конечном счете, на урожайности изучаемых культур.

Таблица 4.1.1.

Изменение всхожести семян гороха и овса при использовании биопрепаратов и минеральных удобрений, %

Посев	Дозы удобрений									
	Контроль		$P_{60}K_{60}$		$N_{30}P_{60}K_{60}$		$P_{60}K_{60}$ биомодиф.		$N_{30}P_{60}K_{60}$ биомодиф.	
	О	Г	О	Г	О	Г	О	Г	О	Г
2015 год										
Овес+горох	78	75	80	78	81	84	83	85	82	83
Овес+ЭС+горох	80	76	81	80	83	86	82	88	84	85
Овес+горох+микориза	81	78	84	81	86	88	84	90	86	87
Овес+экстрасол+горох+ микориза	83	82	85	83	88	90	90	92	94	92
$НСР_{05}$	1,2	1,0	1,1	1,2	1,5	1,4	1,2	1,5	0,9	1,2
2016 год										
Овес+горох	76	75	77	78	75	80	77	82	78	80
Овес+ЭС+горох	78	77	79	80	81	82	81	84	82	83
Овес+горох+микориза	79	79	80	82	85	84	86	86	86	88
Овес+экстрасол+горох+	81	81	82	84	88	86	92	90	95	92

микориза										
$НСР_{05}$	1,3	1,2	0,7	1,0	1,3	1,2	1,7	1,6	1,4	1,6
2017 год										
Овес+горох	71	73	80	81	84	83	86	89	92	90
Овес+ЭС+горох	76	76	77	84	79	85	86	90	89	91
Овес+горох+микориза	80	79	79	86	78	88	85	90	98	91
Овес+экстрасол+горох+ микориза	91	82	91	90	88	91	97	91	96	93
$НСР_{05}$	1,7	1,3	0,9	1,5	0,9	1,3	1,0	0,9	1,3	0,9
среднее за 3 года										
Овес+горох	75	76	79	78	80	82	82	84	84	86
Овес+ЭС+горох	78	79	79	80	81	83	83	86	85	88
Овес+горох+микориза	80	79	81	82	83	85	85	87	90	91
Овес+экстрасол+горох+ микориза	85	81	86	84	88	87	93	90	95	93
$НСР_{05}$	1,0	1,5	0,9	1,2	1,0	0,9	1,0	1,5	1,0	1,4

Примечание:
О-овес, Г-горох

Условия минерального питания и применение биопрепаратов существенно отразились на динамике всхожести семян гороха и овса (табл. 4.1.1). На контроле всхожесть семян овса и гороха составила соответственно 78% у овса и 75% у гороха. На фоне применения $P_{60}K_{60}$ и $N_{30}P_{60}K_{60}$ всхожесть семян увеличилась соответственно на 2 - 3% у овса и 3 - 9 % у гороха. При нанесении на гранулы минеральных удобрений биопрепарата бисолбифит всхожесть семян овса увеличилось соответственно на 4 - 5% и на 8 - 10% семян гороха по сравнению с контролем. При инокуляция семян овса биопрепаратом экстрасол всхожесть без применении минеральных удобрений, составила – 80%, семян гороха до 76%. При внесении $P_{60}K_{60}$ и $N_{30}P_{60}K_{60}$ всхожесть семян увеличилась у овса незначительно. При применении биомодифицированного удобрения всхожесть семян овса составила 84%, у семян гороха 88%, что соответственно выше по сравнению с контролем на 6-8% (табл.4.1.1). Обработка семян гороха арбускулярно-везикулярной микоризой на фоне внесения фосфорно-калийного и полного минерального удобрения увеличила всхожесть семян гороха от 81 до 88%, а семян овса от 84 до 86% по сравнению с контролем. Применение биопрепарата БисолбиФит оказывало достоверное влияние на всхожесть семян овса и гороха.

Наибольшая всхожесть семян овса в 2015 году составила 94%, семян гороха - 92%. При обработке минеральных удобрений биопрепаратом бисолбифит и

инокуляции семян овса биопрепаратом экстрасол и семян гороха биопрепаратом арбускулярно-везикулярная микориза. В тенденции эта закономерность сохранилась в 2016-2017 годах (табл.4.1.1).

В среднем за 3 года проведенных исследований всхожесть семян горохо-овсяной смеси изменялась при использовании биопрепаратов и минеральных удобрений. На контрольном варианте процент полных всходов у семян овса составил 75 %**,** а у семян гороха – 76 %. На фоне применения $P_{60}K_{60}$ и $N_{30}P_{60}K_{60}$ всхожесть составила 79-80 % у овса и 78-82 % у гороха, что на 2-6 % выше контроля. При внесении фосфорно-калийного и биомодифицированного двойного суперфосфата и хлористого калия, без инокуляции семян, всхожесть семян овса увеличилась до 82 %, а гороха до 84 %. На фоне биомодифицированной аммиачной селитры, двойного суперфосфата и хлористого калия всхожесть гороха была 86%, овса - 85%. Припосевная обработка семян овса бипрепаратом экстрасол, без применения минеральных удобрений, повысила всхожесть семян овса на 3 %, по сравнению с контролем. При применении $P_{60}K_{60}$ и $N_{30}P_{60}K_{60}$ всхожесть семян гороха увеличилась на 3 %, а семян овса на 2 % по сравнению с контролем (табл.4.1.1).

На фоне внесения биомодифицированного удобрения процент всхожести у гороха составил 88 - 86%, у овса от биопрепарата экстрасол 83 - 85 %. Обработка семян бобового компонента арбускулярно-везикулярной микоризой увеличивает всхожесть семян гороха до 81 % без внесения удобрений и от 84 до 93% на фоне внесения $P_{60}K_{60}$ и $N_{30}P_{60}K_{60}$ и биомодифицированного удобрений. Что касается семян овса, то в тенденции эта закономерность сохраняется (табл.4.1.1).

При инокуляции семян обоих компонентов смеси биопрепаратами без применения удобрений происходило увеличение всхожести семян овса до 85% и семян гороха до 81% по сравнению с контролем. На фоне внесения фосфорно-калийного и полного минерального удобрения всхожесть семян овса повысилась до 86-88% и семян гороха от 84-87%.

Максимальная всхожесть семян овса - 95 % и гороха - 93% достигнута на фоне совместного сочетания биопрепаратов при инокуляции семян овса и гороха

и нанесении биопрепарата бисолбифит на гранулы минеральных удобрений (табл.4.1.1).

Следовательно, максимальный эффект по увеличению всхожести семян смешенного посева получен при инокуляции семян биопрепаратами, применение биомодифицированного удобрения.

4.2. Динамика формирования листовой поверхности

В проблеме повышения урожайности растений одним из ведущих факторов является установление оптимальных размеров площади листьев в посевах. Это соответственно связано с условиями внешней среды. К главным значениям в повышении интенсивности фотосинтеза растений относят факторы внешней среды - это концентрация углекислого газа в воздухе и в почве, сила света, температура воздуха, влажность воздуха и почвы, а также минеральные питательные вещества.

Таблица 4.2.1.

Динамика формирования листовой поверхности, тыс.м^2/га
(среднее за 2015-2017 гг.)

Посев		Дозы удобрений									
		Контроль		$P_{60}K_{60}$		$N_{30}P_{60}K_{60}$		$P_{60}K_{60}$ биомодиф.		$N_{30}P_{60}K_{60}$ биомодиф.	
		О	Г	О	Г	О	Г	О	Г	О	Г
Кущение (овес) Ветвление (горох)	Овес+горох	3,7	9,0	4,3	9,7	4,9	10,8	5,0	11,9	5,3	12,7
	Овес+ЭС+горох	4,3	9,7	5,6	10,8	6,1	11,4	7,1	11,9	7,8	12,3
	Овес+горох+ микориза	5,2	9,8	5,9	10,3	6,3	11,2	7,1	12,1	7,9	12,8
	Овес+экстрасол +горох+микориза	6,4	10,3	6,9	11,5	7,5	12,4	8,1	13,5	9,4	14,5
Выход в трубку (овес) бутонизация (горох)	Овес+горох	10,6	15,2	11,4	16,3	11,9	17,1	12,2	18,0	12,8	18,8
	Овес+ЭС+горох	11,5	16,4	13,4	18,5	14,3	19,2	15,1	19,8	15,9	20,4
	Овес+горох+ микориза	10,7	15,9	11,2	16,7	11,9	17,3	12,8	18,4	13,8	19,1
	Овес+экстрасол +горох+микориза	11,2	16,5	12,1	17,4	12,9	18,1	13,8	19,2	14,9	20,1
Выметывание(овес) цветение(горох)	Овес+горох	11,8	19,2	12,4	20,4	12,8	22,5	12,7	23,7	12,9	24,2
	Овес+ЭС+горох	12,4	20,8	13,4	21,6	15,3	22,8	16,2	23,4	17,0	23,9
	Овес+горох+ микориза	12,6	20,5	13,8	21,1	14,8	21,9	15,6	22,8	16,4	23,5
	Овес+экстрасол +горох+микориза	13,1	20,9	13,9	21,8	14,6	22,7	15,7	23,4	16,9	24,2
	$НСР_{05}$	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6	0,8	0,9	0,7	0,9

Применение биопрепаратов совместно с фосфорно-калийным и полным минеральным удобрением в среднем за 3 года повысило интенсивность роста листовой поверхности с фазы кущения (овса) /ветвление до цветения (гороха) /выметывания (овса). Площадь поверхности листьев достигала максимальных значений при уборке на зелёный корм с ростом уровня минерального питания и применения биопрепаратов (табл.4.2.1). На контроле, где не проводили инокуляцию семян овса и гороха биопрепаратами и не вносили минеральные удобрения площадь листовой поверхности овса от фазы кущения до фазы выметывания составила 3,7-11,8 тыс.м^2/га и гороха в фазу ветвление до цветение 9,0-19,2 тыс.м^2/га. С применением $P_{60}K_{60}$ и $N_{30}P_{60}K_{60}$ наблюдалась положительная тенденция по формированию листовой поверхности (табл.4.2.1), что касается применение биомодифицированного удобрения то площадь листовой поверхности как на овсе так и на горохе во все фазы фенологических наблюдений увеличилось в среднем на 10-15%. Инокуляция семян овса биопрепаратом экстрасол без применения минеральных удобрений увеличило площадь листовой поверхности до 4,3-12,4 тыс.м^2/га, на горохе динамика наблюдалась незначительно. На фоне применения $P_{60}K_{60}$ и $N_{30}P_{60}K_{60}$ площадь листовой поверхности на овсе увеличилась в среднем на 40%, на горохе динамика незначительная. Инокуляция арбускулярно-везикулярной микоризой семян гороха показала положительную динамику по формированию листовой поверхности как на фоне применения минерального и биомодифицированнного удобрения так и без их применения (табл.4.2.1). Обработка семян овса биопрепаратом экстрасол и семян гороха арбускулярно-везикулярной микоризой без применения удобрений, формирование листовой поверхности на овсе в фазу кущения составила 6,4 тыс.м^2/га, в фазе выход в трубку – 11,2 тыс.м^2/га и выметывание - 13,1 тыс.м^2/га. На горохе 10,3 тыс.м^2/га в фазу ветвления, 16,5 тыс.м^2/га в фазу бутонизации и 20,9 тыс.м^2/га в фазу цветение. Аналогичная положительная тенденция наблюдалась на фоне применения минерального удобрения и нанесения биопрепарата бисолбифит на гранулы $P_{60}K_{60}$ и $N_{30}P_{60}K_{60}$, а так же по каждому году исследований (см. приложение).

Таким образом, использование биопрепаратов, минерального и биомодифицированного удобрения положительно влияло на формирование листовой поверхности овса и гороха.

4.3. Динамика накопления сухой биомассы овса и гороха

Накопление сухого вещества в растениях во многом зависит от следующих факторов: условий произрастания, уровня минерального питания и компонентов в составе смеси. Применение минеральных удобрений и биопрепаратов оказывают существенное влияние на рост и развитие растений, и являются одним из антропогенных факторов внешней среды. Формирование биомассы в период вегетации, также существенно зависит от уровня минерального питания растений, плодородия почвы и погодных условий. Существуют общие для всех исследуемых вариантов закономерности. В первоначальный период роста и развития накопление сухого вещества в растениях происходит замедленно и в среднем по вариантам и уровням минерального питания колеблется в небольших пределах. Наиболее активно процессы накопления происходили в фазу бутонизации бобовых и выхода в трубку злаковых до фаз цветения и колошения.

Таблица 4.3.1

Динамика накопления сухой биомассы овса и гороха по фазам вегетации, г/100 растений (среднее за 2015-2017 гг.)

Посев		Дозы удобрений									
		Контроль		$P_{60}K_{60}$		$N_{30}P_{60}K_{60}$		$P_{60}K_{60}$ биомодиф.		$N_{30}P_{60}K_{60}$ биомодиф.	
		О	Г	О	Г	О	Г	О	Г	О	Г
Кущение (овес) Ветвление (горох)	Овес+горох	5,2	10,0	10,0	13,3	10,5	16,4	12,7	17,2	13,0	19,1
	Овес+экстрасол +горох	6,8	9,0	7,5	15,6	8,0	19,1	10,4	19,7	11,2	22,0
	Овес+горох+ микориза	7,4	8,9	9,2	14,9	11,3	15,8	14,5	16,0	15,6	17,2
	Овес+экстрасол +горох+микориза	8,3	12,0	11,1	18,0	12,4	18,8	10,5	21,1	12,8	22,6
Выход в трубку (овес) бутонизация (горох)	Овес+горох	20,0	28,8	22,4	34,2	25,2	34,2	26,1	40,3	29,1	41,3
	Овес+экстрасол +горох	17,7	31,4	18,5	38,8	20,1	39,7	23,4	43,7	26,1	44,7
	Овес+горох+ микориза	23,5	26,3	24,8	33,5	25,2	33,9	28,1	39,2	30,4	40,8
	Овес+экстрасол +горох+микориза	19,4	31,8	23,4	36,3	25,0	36,8	26,3	42,1	28,1	47,5

Выметывание(овес) цветение(горох)	Овес+горох	90,0	100,5	95,1	105	98,6	114,5	103,8	129,5	109,1	144,5
	Овес+ЭС+горох	81,3	110,3	85,1	116,7	92,3	122,0	98,5	136,1	105,1	149,7
	Овес+горох+ микориза	81,6	109,7	90,5	110,1	95,4	119,7	96,1	134,7	98,2	156,9
	Овес+экстрасол +горох+микориза	83,4	109,2	90,8	125,9	100	136,1	103,7	153,1	104,6	155,7
	$НСР_{05}$	0,6	0,7	1,1	1,2	0,9	1,0	0,9	1,1	1,0	0,9

Накопление сухой биомассы горохо-овсяной смеси в период вегетации в среднем за 3 года зависело от многих факторов, среди которых особое значение принадлежало условиям минерального питания и погодным условиям. По данным наблюдения применение биопрепаратов с минеральными удобрениями оказывало влияние на накопление сухой биомассы, которое было отмечено с фазы кущения у овса (ветвление у гороха), сохранилось в фазу бутонизации у гороха (выход в трубку у овса) и цветение у гороха (выметывание у овса). Где не использовали биопрепараты и минеральные удобрения сухая биомасса растений составила от 15,2 до 190,5 г/100 растений. Применение минеральных удобрений без инокуляции семян смеси увеличило сухую биомассу до 26,9-213,1 г/100 растений. Инокуляция семян биопрепаратами на фоне применения биомодифицированного удобрения повысило сухую биомассу горохо-овсяной смеси до с 260,3 г/100 растений (табл.3.4.1).

Таким образом, в результате внесения минерального удобрения, биомодифицированного удобрения и инокуляции семян овса биопрепаратами экстрасол и семян гороха арбускулярно-везикулярной микоризой отмечен рост сухой биомассы растений. При этом максимальная эффективность обеспечена при бинарном использовании биопрепаратов и биомодифицированой аммиачной селитры, двойного суперфосфата и хлористого калия (табл.3.4.1).

5. Влияние минеральных удобрений и биопрепаратов на урожайность и качество зеленой массы смешанных посевов овса с горохом

5.1. Урожайность зеленой массы

Урожайность является самым ценным показателем посевов однолетних трав, отражающие условия, при которых выращивались растения, к ним относятся погодные условия, сорт, агротехника выращивание (условия минерального питания). При проведении полевого опыта по изучению эффективности комплексного применения минеральных удобрений, биопрепаратов и биоминерального удобрения установлено, что урожайность зеленой массы значительно изменялась. Уборку на зеленую массу проводили в фазу цветения гороха и начало выметывания метелки у овса.

Таблица 5.1.1

Урожайность горохо-овсяной смеси на зеленую массу, т/га

№ п\п	Вариант	Средняя урожайность, т\га				Общая прибавка, т/га				Прибавка от биопрепарата, т/га			
		год											
		2015	2016	2017	среднее	2015	2016	2017	среднее	2015	2016	2017	среднее
1	Контроль	22,1	15,2	16,8	18,0	-	-	-	-	-	-		-
2	$P_{60}K_{60}$	24,6	19,6	19,5	21,2	2,5	4,4	2,7	3,2	-	-		-
3	$N_{30}P_{60}K_{60}$	25,1	21,8	22,0	22,9	3,0	6,6	5,2	4,9	-	-		-
4	$P_{60}K_{60+}$ бисолбиФит	26,0	23,0	21,8	23,6	3,9	7,8	5,0	5,6	1,4	3,4	2,3	2,4
5	$N_{30}P_{60}K_{60+}$ бисолбиФит	26,9	23,5	23,5	24,6	4,8	8,3	6,7	6,6	1,3	1,8	1,5	1,7
6	Овес(экстрасол)+ Горох (контроль)	23,5	18,6	17,5	19,8	1,4	3,4	0,7	1,8	1,4	3,4	0,7	-
7	$P_{60}K_{60}$ + экстрасол	26,7	21,8	20,4	22,9	4,6	6,6	3,6	4,9	3,2	3,2	2,9	3,1
8	$N_{30}P_{60}K_{60}$ + экстрасол	26,8	23,4	22,5	24,2	4,8	8,2	5,7	6,2	3,4	4,8	5,0	4,4
9	$P_{60}K_{60}$+ бисолбифит + экстрасол	27,3	24,2	23,0	24,8	5,2	9,0	6,2	6,8	0,6	2,4	2,6	1,9
10	$N_{30}P_{60}K_{60}$ +бисолбифит + экстрасол	27,6	25,0	24,0	25,5	5,5	9,8	7,2	7,5	0,7	1,6	1,5	1,3

11	Овес+ Горох (микориза) (контроль)	23,8	19,1	17,8	20,2	1,7	3,9	1,0	2,2	1,7	3,9	1.0	2,2
12	$P_{60}K_{60}$ + микориза	27,6	22,0	20,5	23,3	5,5	6,8	3,7	5,3	3,8	2,9	2.7	3,1
13	$N_{30}P_{60}K_{60}$ + микориза	27,7	22,9	21,5	24,0	5,6	7,7	4,7	6,0	3,9	3,8	3.7	3,8
14	$P_{60}K_{60}$+ бисолбифит + микориза	28,1	24,4	23,5	25,3	6,1	9,2	6,7	8,3	-0,4	2,4	3.0	3,0
15	$N_{30}P_{60}K_{60}$ +бисолбифит + микориза	28,4	25,3	24,2	25,9	6,3	10,1	7,4	8,9	-0,3	2,4	3.7	2,9
16	Овес (экстрасол) +Горох (микориза) (контроль)	24,3	20,8	19,5	21,5	2,2	5,6	2,7	3,5	2,2	5,6	2.7	3,5
17	$P_{60}K_{60}$ + экстрасол + микориза	33,5	22,9	21,8	26,0	11,4	7,7	5,0	8,0	9,2	2,1	2.3	4,5
18	$N_{30}P_{60}K_{60}$ + экстрасол + микориза	33,6	23,8	24,0	27,1	11,5	8,6	7,2	9,1	9,3	3,0	4.5	5,6
19	$P_{60}K_{60}$+ бисолбифит + экстрасол + микориза	33,8	24,8	27,0	28,5	11,7	9,6	10,2	10,5	0,3	1,9	5.2	2,5
20	$N_{30}P_{60}K_{60}$ +бисолбифит + экстрасол + микориза	34,0	25,5	30,0	29,8	11,9	10,3	13,2	11,8	0,4	1,9	6.0	2,7
	$НСР_{05}$	0,5	0,3	0,6	0,4								

В 2015 г. при внесении под смешанные посевы минеральных удобрений без применения биопрепаратов урожайность зеленой массы достоверно возрастала с 22,1 до 25,1 т/га. Использование биопрепарата при инокуляции семян овса увеличило урожайность зеленой массы без внесения минеральных удобрений и на фоне $P_{60}K_{60}$ и $N_{30}P_{60}K_{60}$. Рост урожайности зеленой массы овса с горохом от минеральных удобрений в этом году происходил при внесении как РК, NPK-удобрений, так и биомодифицированного удобрения. Инокуляция семян гороха грибом арбускулярно-везикулярной микоризы была положительной только на фоне применения $P_{60}K_{60}$ и $N_{30}P_{60}K_{60}$ удобрения. В смешанном посеве овса и гороха сбор зеленой массы повышался при инокуляции биопрепаратами семян

обеих компонентов при использовании минеральных удобрений, при этом более эффективной было биомодифицированное $N_{30}P_{60}K_{60}$ удобрение (табл. 5.1.1). В 2016 г. урожайность зеленой массы смешанного посева овса и гороха изменялась при внесении минеральных удобрений от 15,2 до 21,8 т/га, при этом более эффективным было полное минеральное удобрение. При нанесение на гранулы минеральных удобрений биопрепарата бисолбифит урожайность зеленой массы увеличилась от 1,5-2,3 т/га. При инокуляции семян овса экстрасолом на всех фонах удобрений получено достоверное увеличение сбора зеленой массы (табл. 5.1.1). Инокуляция семян биопрепаратом арбускулярной-везикулярной микоризы способствовала достоверному увеличению сбора зеленой массы смешанного посева на всех фонах минеральных и биомодифицированных удобрений. При обработке семян овса экстрасолом и семян гороха грибом арбускулярно-везикулярной микоризы получена достоверная прибавка к фону без применения - 5,6 т/га зеленой массы. На фоне РК удобрения и внесение N_{30} в составе РК-удобрений биопрепарат поднял урожайность зеленой массы до 22,9 - 23,8 т/га по сравнению с контролем – 15,2 т/га. Максимальный сбор зеленой массы смешанного посева получен на фоне применения биомодифицированной аммиачной селитры, двойного суперфосфата и хлористого калия.

В условиях 2017 г. сбор зеленой массы овса и гороха в смешанных посевах за счет применения минеральных удобрений и биопрепаратов возрастал с 16,8 до 30 т/га. Положительное влияние оказало внесение минеральных удобрений на урожайность смешанных посевов овса и гороха (табл.5.1.1). Инокуляция семян овса биопрепаратом экстрасол увеличила урожайность зеленой массы на 0,7 т/га, на фонах с применением минеральных удобрений прибавка от биопрепарата составила 2,9-5,7 т/га. При нанесении на гранулы минеральных удобрений препарата бисолбифит получена достоверная прибавка урожайности зеленой массы 1,5-2,6 т/га.

Высокая положительная эффективность достигнута от использования на горохе микоризных грибов, инокуляция которыми увеличила урожайность зеленой массы без применения минеральных удобрений на 1,0 т/га, при внесении

$P_{60}K_{60}$ и $N_{30}P_{60}K_{60}$ соответственно на 2,7-3,7 т/га, а на фоне биомодифицированного удобрения на 3,0-3,7 т/га. Еще больший эффект получен от инокуляции семян овса экстрасолом, гороха арбускулярно-везикулярной микоризой на фоне применения $P_{60}K_{60}$ и $N_{30}P_{60}K_{60}$ и нанесения на гранулы минеральных удобрений биопрепарата бисолбифит, в этом случае получена достоверная прибавка 2,7-6,0 т/га зеленой массы смешанных посевов овса и гороха. В тенденции эта закономерность сохранилась и в среднем за три года (табл.5.1.1).

Таким образом, при выращивании смешанного посева овса и гороха, семена которых были инокулированы биопрепаратом экстрасол и арбускулярно-везикулярная микориза урожайность зеленой массы в средне за три года увеличилась на 1,4-3,5 т/га. Рост урожайности смешанного посева происходил в результате внесения минеральных удобрений, при этом больший эффект получен от $N_{30}P_{60}K_{60}$, связанный с большей отзывчивостью злакового компонента на азотное удобрение. При инокуляции обоих компонентов посева соответствующими биопрепаратами на фоне внесение биомодифицированного минерального удобрения получена общая достоверная прибавка сбора зеленой массы от 11,8 - 10,5 т/га и от биопрепарата соответственно 2,5-2,7 т/га по сравнению с контролем (табл.5.1.1). Это свидетельствует об усилении действия биопрепаратов при бинарном использовании.

5.2. Химический состав и кормовая ценность горохо-овсяной смеси при уборки на зеленую массу

Наряду с показателями урожайности при оценке кормовых культур, большое значение имеет определение химического состава и кормовой ценности урожая (Протасова, 2001). В исследованиях установлено, что величина урожая смешанных посевов, уровень минерального питания, применение биопрепаратов и химический состав растений напрямую влияет на кормовую ценность зеленой массы. По результатам химического анализа наиболее высокие показатели по содержанию N, P_2O_5и K_2O были в вариантах, где применяли биопрепарат

экстрасол и микориза совместно с полным биоминеральным удобрением (табл.5.2.1.).

Таблица 5.2.1

Хим. анализ горохо-овсяной смеси на зеленый корм (среднее за 2015-2017 гг.), в %

Посев	Дозы удобрений														
	контроль			$P_{60}K_{60}$			$N_{30}P_{60}K_{60}$			$P_{60}K_{60}$ биомодиф.			$N_{30}P_{60}K_{60}$ биомодиф.		
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
Овес+ горох	1.93	0.74	2.46	2.86	0.81	3.09	2.89	0.85	3.15	3.03	0.88	3.31	3.25	0.98	3.43
Овес+ЭС+горох	2.43	0.77	2.96	3.08	0.89	3.16	3.30	0.90	3.39	3.35	0.94	3.49	3.56	1.00	3.53
Овес+ горох+микориза	2.84	0.79	3.02	3.12	0.88	3.53	3.32	0.95	3.56	3.40	1.00	3.59	3.59	1.02	3.83
Овес+экстрасол+ горох+ микориза	3.12	0.81	3.09	3.19	0.94	3.16	3.40	1.00	3.56	3.65	1.03	3.78	3.76	1.11	3.86

$НСР_{05}$=0,21

Накопление азота в зеленой массе составляло на контроле составило 1,93%. На фоне РК удобрения и внесение N_{30} в составе РК-удобрений увеличивало накопление азота от 2,86 до 2,89%. На фоне биомодифицированного фосфорно-калийного и полного минерального удобрения накопление азота в зеленой массе увеличилось в 1,7 раза по сравнению с контролем. Что касается инокуляции семян овса биопрепаратом экстрасол и семян гороха микоризой, на фоне внесение $P_{60}K_{60}$ и $N_{30}P_{60}K_{60}$ и нанесение на их гранулы биопрепарата бисолбифит, в тенденции эта закономерность сохранилась (табл.5.2.1).

Изменение содержание P_2O_5 под действием минеральных удобрений, биопрепаратов по вариантам опыта были существенны. В зеленой массе по результатам исследований концентрация фосфора в среднем за годы исследований составляло от 0,74 % (на контроле) до 1,11% (на фоне применения минеральных, биомодифицированного удобрений и обработке семян биологическими препаратами.

На контроле без применение биопрепаратов и минеральных удобрений концентрация калия в зеленой массе составила - 2,46%, а в результате внесение минеральных удобрений концентрация калия увеличилась соответственно на 0,63-0,69%. Внесение в почву биомодифицированных минеральных удобрений увеличило данный показатель на 0,85-0,97% по сравнению с контролем. Использование биопрепаратов для инокуляции семян овса экстрасол и семян гороха арбускулярно-везикулярная микориза увеличивало концентрацию калия в зеленой массе изменялась от 2,43 до 3,12%, а внесение $P_{60}K_{60}$ и $N_{30}P_{60}K_{60}$ от 3,16 до 3,56%. Обработка семян овса экстрасолом и семян гороха арбускулярно-везикулярной микоризой повышали содержание калия в зеленой массе на фоне применения биомодифицированного минерального удобрения, по сравнению с контролем в среднем в 2 раза (табл. 5.2.1).

В среднем за 3 года исследований, биомодификация минеральных удобрений, инокуляция семян овса биопрепаратом экстрасол и семян гороха арбускулярно-везикулярной микоризой обеспечило устойчивое дополнительное возрастание

суммарного выноса азота - на 18- 19%, фосфора – на 14 - 16%, калия – на 50 - 55%.

Содержание в растениях сырого белка определяется обеспеченностью растений азотом, чем больше в почве содержится минерального азота, тем больше накапливается в урожае белка (Завалин и др., 2010). Обеспеченность растений азотом обеспечивается двумя способами: первый – за счет внесения минеральных удобрений, второй – за счет его биологической фиксации. Биологическая фиксация азота осуществляется за счет деятельности ассоциативных и симбиотических микроорганизмов (Трепачев, 1999).

Определение содержания сырого белка в зеленой массе смешанных посевов овса и гороха по годам проведения полевого опыта (прил. 7-9). Обобщение экспериментальных данных в среднем за три года (табл. 5.2.2) показало, что накопление сырого белка в зеленой массе возрастало в результате внесения минеральных удобрений, инокуляции семян овса биопрепаратами экстрасол и семян гороха арбускулярно-везикулярной микоризой и нанесение на гранулы минеральных удобрений биопрепарата бисолбифит.

Таблица 5.2.2

Содержание сырого белка в зеленой массе (средняя за 2015-2017 гг.), в % абс. сухого вещества

Посев	Дозы удобрений				
	контроль	$P_{60}K_{60}$	$N_{30}P_{60}K_{60}$	$P_{60}K_{60}$ биомодиф.	$N_{30}P_{60}K_{60}$ биомодиф.
Овес+горох	11,0	16,3	16,4	17,2	18,5
Овес+ЭС+горох	13,8	17,5	18,8	19,0	20,2
Овес+горох+микориза	16,1	17,7	18,9	19,3	20,4
Овес+экстрасол+горох+микориза	17,7	18,1	19,3	20,8	21,4
$НСР_{05}$	0,6	0,8	0,4	0,9	0,7

Содержание белка на контроле без применения удобрений составило 11 %, внесение минеральных удобрений обеспечили увеличение на 5,3-5,4 %, а применение биомодифицированного удобрения повысило содержание белка на 6,2-7,5 % (табл.4.2.2).

При инокуляции семян овса экстрасолом содержание белка в зеленой массе составило 13,8 %. На фоне $P_{60}K_{60}$ и $N_{30}P_{60}K_{60}$ биопрепарат увеличил содержание

белка соответственно до 17,5-18,8 %, а на фоне биоминерального удобрения соответственно – 19,0-20,2 %.

Инокуляция гороха грибом арбускулярно-везикулярная микориза увеличила содержание белка до 16,1 %. Применение минеральных удобрений при обработке семян гороха микоризой повысило содержание белка в зеленой массе до 18,9 %.Предпосевная обработка гороха на всех фонах биомодифицированного минерального удобрения способствовало увеличению содержания белка соответственно до 20,4 %.

Следовательно, инокуляции обоих компонентов посева соответствующими биопрепаратами без применение удобрений дала положительный эффект, соответственно 17,7%. На фоне применения $P_{60}K_{60}$ и $N_{30}P_{60}K_{60}$, при инокуляции семян обоих компонентов посевов биопрепаратами, содержание белка составило соответственно 18,1-19,3 %. Аналогично результат получен и на всех уровнях биомодифицированной аммиачной селитры, двойного суперфосфата и хлористого калия соответственно 20,8 - 21,4 %.

Таблица 5.2.3

Сбор кормовых единиц (средняя за 2015-2017гг.), тыс./га

Посев	Дозы удобрений				
	Контроль	$P_{60}K_{60}$	$N_{30}P_{60}K_{60}$	$P_{60}K_{60}$ биомодиф.	$N_{30}P_{60}K_{60}$ биомодиф.
Овес+горох	1,9	2,9	2,9	3,0	3,3
Овес+ЭС+горох	2,5	3,1	3,3	3,4	3,6
Овес+горох+микориза	2,9	3,2	3,4	3,5	3,6
Овес+экстрасол+горох+ микориза	3,2	3,3	3,5	3,7	3,9

В результате исследований сбор кормовых единиц в зеленой массе без применения биопрепаратов и минеральных удобрений составил- 1,9 тыс./га, а при внесение $P_{60}K_{60}$ и $N_{30}P_{60}K_{60}$ сбор кормовых единиц увеличился в зеленой массе 1,5 раза. При нанесении штамма ризосферных азотфиксирующих бактерий *Bacillus subtilis* Ч - 13 на гранулы аммиачной селитры, двойного суперфосфата и хлористого калия данный показатель увеличился в 1,7 раза (табл.5.2.3).

При инокуляции семян овса билпрепаратом экстрасол сбор кормовых единиц в зеленой массе составило 2,5 тыс/га. На фоне РК удобрения и внесение N_{30} в составе РК-удобрений биопрепарат поднял сбор кормовых единиц на 1 га в зеленой массе в 1,6-1,7 раза, а на фоне биомиодифицированного удобрения в 1,8-1,9 раза.

Инокуляция семян гороха биопрепаратом арбускулярно-везикулярная микориза увеличила сбор кормовых единиц на фоне применение фосфорно-калийного и полного минерального удобрений до 3,4 тыс/га , а на всех фонах биомодифицированного удобрения до 3,6 тыс./га.

Таким образом, инокуляции обоих компонентов посева соответствующими биопрепаратами дала положительный эффект, получена достоверная прибавка сбора кормовых единиц в зеленой массе – 3,2 к.е. При применении РК удобрения и внесение N_{30} в составе РК-удобрений, при инокуляции семян биопрепаратами обоих компонентов посевов увеличило данный показатель от 3,5 до 3,6 тыс/га. В тенденции эта закономерность сохраняется на всех уровнях биомодифицированного минерального удобрения (табл.5.2.3).

Таблица 5.2.4

Содержание нитратов в урожае горохо-овсяной смеси на зеленый корм (среднее за 2015-2017 гг.), мг/кг

Посев	Дозы удобрений				
	контроль	$P_{60}K_{60}$	$N_{30}P_{60}K_{60}$	$P_{60}K_{60}$ биомодиф.	$N_{30}P_{60}K_{60}$ биомодиф.
Овес+горох	128	138	190	270	304
Овес+ЭС+горох	166	143	210	288	315
Овес+горох+микориза	158	165	218	295	375
Овес+экстрасол+горох+микориза	169	177	223	295	446
$НСР_{05}$	8	4	9	10	10

Очень важно для получения качественных кормов определить содержание нитратов в зеленой массе, где их наличие не должно превышать ПДК 500 мг/кг. В среднем за три года на контроле содержание нитратов в зеленой массе составило 128,0 мг/кг. На фоне применения $P_{60}K_{60}$ содержание нитратов увеличилось до 138,0 мг/кг, на фоне $N_{30}P_{60}K_{60}$ до 190 мг/кг. При нанесении на гранулы

минеральных удобрений биопрепарата бисолбифит количество нитратов в зеленой массе увеличилось в 2,1- 2,4 раза. Инокуляция семян овса препаратом экстрасол увеличило содержание нитратов в зеленой массе с 166 мг/кг до 315 мг/кг. Обработка семян гороха арбускулярно-везикулярной микоризой гороха поднимало содержание NO_3 с 158 до 375 мг/кг. Бинарное действие биопрепаратов увеличивало содержание нитратов с 169 до 446 мг/кг в зависимости от дозы применяемого минерального или биомодифицированного удобрения (табл.5.2.4).

6. Накопление основных элементов питания в урожае зеленой массы

6.1 Вынос азота, фосфора и калия урожаем зеленой массы

Одной из главных особенностей при возделывании зернобобовых является способность усваивать азот из атмосферы с помощью клубеньковых бактерий.

В зависимости от культуры они способны удовлетворять свои потребности 1/3-1/2 части общего выноса (Придворев и др., 2008). В первую очередь должна быть создана оптимальная реакция среды, во вторых обеспеченность фосфором и калием, в третьих отдельное внимание уделяется обеспеченностью молибденом. За весь вегетационный период в почве остается (накапливается) 40-80 кг/га азота в виде растительных остатков и отмерших клубеньковых бактерий. Особенностью этого азота в том, что он быстро переходит в доступную для растений форму.

Растения потребляют элементы питания в определенных соотношениях. Если за единицу принять удельный вынос фосфора, то для зерновых соотношение между N : P_2O_5 : K_2O : CaO : Mg составляет примерно 2,4 : 1,0 : 2,0 : 0,3 : 0,2 (Потаев, 2009).

Относительное содержание элементов минерального питания в основной и побочной продукции различных сельскохозяйственных культур определяется, прежде всего, их видовыми особенностями, но зависит также от сорта и условий выращивания.

Наиболее продуктивное использование сельскохозяйственными культурами питательных элементов из почвы и удобрений обеспечивается при наиболее благоприятных почвенно-климатических условиях, высоком уровне агротехники в сочетании с рациональным применением удобрений (Придворев и др., 2008).

Таблица 6.1.2

Вынос элементов питания с урожаем в смешанных посевах гороха и овса, (среднее за 2015-2017 гг.), кг/га

Вариант	N	P_2O_5	K_2O
Контроль	117,0	126,0	23,4
$P_{60}K_{60}$	137,8	148,4	27,5
N_{30} $P_{60}K_{60}$	148,8	160,3	29,8
$P_{60}K_{60}$+ бисолбиФит	153,4	165,2	30,7
$N_{30}P_{60}K_{60+}$ бисолбиФит	159,9	172,2	31,9
Овес(экстрасол)+Горох (б\у)	128,7	138,6	25,7
$P_{60}K_{60}$ + экстрасол	148,8	160,3	29,7
N_{30} $P_{60}K_{60}$ + экстрасол	157,3	169,4	31,5
$P_{60}K_{60}$+ бисолбифит + экстрасол	161,2	173,6	32,2
N_{30} $P_{60}K_{60}$ +бисолбифит + экстрасол	165,7	178,5	33,1
Овес+ Горох (микориза)(б\у)	131,3	141,4	26,2
$P_{60}K_{60}$ + микориза	151,4	163,1	30,2
N_{30} $P_{60}K_{60}$ + микориза	156	168,0	31,2
$P_{60}K_{60}$+ бисолбифит + микориза	164,4	177,1	32,8
N_{30} $P_{60}K_{60}$ +бисолбифит + микориза	168,8	181,3	33,6
Овес (Э)+Горох(М) б\у	139,7	150,5	27,9
$P_{60}K_{60}$ + экстрасол + микориза	169,0	182,0	33,8
N_{30} $P_{60}K_{60}$ + экстрасол + микориза	176,1	189,7	35,2
$P_{60}K_{60}$+ бисолбифит + экстрасол + микориза	185,1	199,5	37,0
N_{30} $P_{60}K_{60}$ +бисолбифит + экстрасол + микориза	193,7	208,6	38,7
$НСР_{05}$	10,5	9,8	4,2

Растения потребляют неодинаковое количество питательных элементов. Вынос питательных веществ на единицу продукции может изменяться в зависимости от условий произрастания, уровня урожайности, вида и количества

вносимых удобрений, орошения. Вынос питательных веществ на единицу основной продукции увеличивается при применении удобрений. В данном опыте этот показатель характеризуется уровнем урожая зеленой массы , а так же зависит от внесённых в почву удобрений, применении биопрепаратов. Анализируя данные за 2015-2017 год о выносе элементов питания смешанных посевов овса с горохом на зеленой корм (по зональным данным вынос основной продукции составляет 6,5 кг/т N, 2,0 кг/т P_2O_5 и 4,7 кг/т K_2O).

Установлено, что без применения удобрений, горохо-овсяная смесь расходует меньше питательных веществ по отношению к вариантам, где применяли удобрения как в чистом виде, так и нанесение на их гранулы биопрепарата бисолбифит и проводили инокуляцию семян гороха биопрепаратом арбускулярно-везикулярная микориза и семян овса биопрепаратом экстрасол. Максимальный вынос питательных веществ наблюдался в варианте, где проводили инокуляцию семян обоих компонентов при применении биомодифицированного удобрения (табл.6.1.2).

Таким образом применение биопрепарата экстрасол и арбускулярно-везикулярной микоризы при инокуляции семян овса и гороха на фоне применения биомодифицированной аммиачной селитры, двойного суперфосфата и хлористого калия обеспечило максимальный вынос питательных веществ, по сравнению с вариантами без их применения (табл.6.1.2).

7. Эффективность использования минеральных удобрений и биопрепаратов в смешанных посевах овса с горохом

7.1. Экономическая эффективность от применения биопрепаратов и минеральных удобрений

Важным параметром при возделывании различных сельскохозяйственных культур, показывающим эффективность использования удобрений, служит окупаемость затрат, прибавкой урожая зеленой массы (Коваленко, 2004).

При оценке экономической эффективности важным показателем является уровень рентабельности. Он позволяет сделать вывод о получении чистого дохода от продукции (в стоимостном выражении) количестве затрат, вложенных в производство данной продукции. Установлено, что уровень рентабельности повышается в зависимости от вносимых удобрений на планируемый урожай (Колобова, 2003).

С учетом вышеуказанных параметров проведен расчет экономической эффективности использования минеральных удобрений, биоминерального удобрения и различных биопрепаратов для инокуляции семян горохо-овсяной смеси, выращиваемой на зеленый корм (табл.7.1.1). Прибавки урожайности от использования вышеназванных средств химизации и биологизации варьировали от 3,2 до 11,8 т/га, максимальный эффект получен в результате применения полного биоминерального удобрения и биопрепаратов экстрасол и микориза.

Таблица 7.1.1

Экономическая эффективность возделываниия горохо-овсяной смеси

(средние за 2015-2017 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка ,т/га	Стоимость прибавки, руб	Дополнительные затраты, связанные с прибавкой, руб	Условный чистый доход, руб	Уровень рентабельности, %	Окупаемость затрат, руб
Контроль	18,0	-	-	-	-	-	-
$P_{60}K_{60}$	21,2	3,2	8000	5138	2862	55,7	1,6
$N_{30}P_{60}K_{60}$	22,9	4,9	12250	9635	2615	27,1	1,3
$P_{60}K_{60+}$ бисолбиФит	23,6	5,6	14000	10235	3765	36,8	1,4
$N_{30}P_{60}K_{60+}$ бисолбиФит	24,6	6,6	16500	13454	3046	22,6	1,2
Овес(экстрасол)+ Горох (контроль)	19,8	1,8	4500	3815	685	17,9	1,2
$P_{60}K_{60}$ + экстрасол	22,9	4,9	12250	9635	2615	27,1	1,3
$N_{30}P_{60}K_{60}$ + экстрасол	24,2	6,2	15500	11286	4214	37,3	1,4
$P_{60}K_{60}$+ бисолбифит + экстрасол	24,8	6,8	17000	14540	2460	16,9	1,2
$N_{30}P_{60}K_{60}$ +бисолбифит + экстрасол	25,5	7,5	18750	13285	5465	41,1	1,4
Овес+ Горох (микориза) (контроль)	20,2	2,2	5500	3815	1685	44,2	1,4
$P_{60}K_{60}$ + микориза	23,3	5,3	13250	10316	2934	28,4	1,3
$N_{30}P_{60}K_{60}$ + микориза	24,0	6,0	15000	11860	3140	26,5	1,3
$P_{60}K_{60}$+ бисолбифит + микориза	25,3	7,3	18250	13456	4794	35,6	1,4
$N_{30}P_{60}K_{60}$ +бисолбифит + микориза	25,9	7,9	19750	15162	4588	30,3	1,3
Овес (экстрасол) +Горох (микориза) (контроль)	21,5	3,5	8750	6315	2435	38,5	1,4

$P_{60}K_{60}$ + экстрасол + микориза	26,0	8,0	20000	16450	3550	21,6	1,2
$N_{30}P_{60}K_{60}$ + экстрасол + микориза	27,1	9,1	22750	19280	3470	18,0	1,2
$P_{60}K_{60}$+ бисолбифит + экстрасол + микориза	28,5	10,5	26250	20865	5385	29,6	1,3
$N_{30}P_{60}K_{60}$ +бисолбифит + экстрасол + микориза	29,8	11,8	29500	22754	6746	29,6	1,3

Существенно варьировала и стоимость прибавки урожая зерна при использовании различных биопрепаратов и минеральных и биоминерального удобрений. С возрастанием урожайности зеленой массы от внесения фосфорно-калийного, полного минерального и биомодифированного удобрений стоимость прибавки урожая возрастала до 8 – 16,5 тыс. рублей, а при использовании для инокуляции семян овса биопрепарата экстрасол стоимость прибавки урожая горохо-овсяной смеси возрастала до 4,5 тыс. рублей на один гектар без применения удобрений, а на фоне их применение до 18,75 тыс. рублей. Инокуляция семян гороха биопрепаратом микориза без применение удобрений увеличила данный показатель до 5,5 тыс. рублей, а на фоне их внесения до 19,75 тыс. рублей. Обработка обоих компонентов биопрепаратами повысила стоимость прибавки 8,75 тыс. рублей без внесения удобрений и от 20,0 тыс. рублей до 29,5 тыс. рублей на фоне применения фосфорно-калийного, полного и биоминерального удобрений.

Использование минеральных и биомодифицированных удобрений, инокуляция семян овса и гороха биопрепаратами отразилось на дополнительных затратах на их применение, а также возрос условно чистый доход, уровень рентабельности и окупаемость затрат при возделывания горохо-овсяной смеси на зеленый корм (табл. 6.1.1).

Таким образом, максимальный условный чистый доход (6,746 тыс. руб./га) получен при внесении биомодифицированной аммиачной селитры, двойного суперфосфата и хлористого калия на фоне инокуляции семян гороха и овса биопрепаратами экстрасол и арбускулярно везикулярная микориза.

7.2. Агрономическая эффективность использования биопрепаратов и минеральных удобрений в посевах овса с горохом на зеленый корм

Агрономическая эффективность совместного использования биопрепаратов с биоминеральным удобрением в смешанных посевах овса с горохом на зеленый корм показывает их влияние на величину урожайности и качества зеленой массы. Экономическая оценка целесообразна в совместном использовании агрономических приемов при возделывании смешанных посевов. Одним из основных параметров, которые определяют эффективность использования удобрений - это окупаемость 1 кг NPK прибавкой урожая зеленой массы. Чем больше получено урожая зеленой массы на 1 кг действующего вещества удобрений, тем более эффективнее используемая технология (Коваленко, 2004).

Окупаемость минеральных удобрений прибавкой урожая зерна рассчитывали по формуле:

Оф = Уп : Н,

где: Оф - фактическая окупаемость 1 кг д.в. удобрений, кг/кг,

Уп - прибавка урожая от минерального удобрения с 1 га, кг,

Н - фактическая доза удобрения, кг д.в./га.

Таблица 6.2.1

Фактическая окупаемость 1 кг д.в. удобрений прибавкой урожая зеленой массы (среднее за 2015-2017 гг.), кг/кг

Дозы	Дозы удобрений				
	контроль	$P_{60}K_{60}$	$N_{30}P_{60}K_{60}$	$P_{60}K_{60}$ биомодиф.	$N_{30}P_{60}K_{60}$ биомодиф.
Овес+горох	-	26,6	32,6	46,6	44,0
Овес+ЭС+горох	-	40,8	41,3	56,6	50,0
Овес+горох+микориза	-	44,1	40,0	69,1	59,3
Овес+экстрасол+горох+микориза	-	66,6	60,6	85,0	78,6

По данным таблицы 6.2.1. окупаемость минеральными удобрениями в вариантах, где не применяли биопрепараты, составила от 26,6 до 32,6 кг/кг. Обработка гранул минеральных удобрений биопрепаратом бисолбифит увеличило окупаемость до 44,0-46,6 кг/кг. На фоне инокуляции семян овса

препаратом экстрасол окупаемость составила 41,3 кг/кг, а в вариантах, где применяли биомодифицированное удобрение - 56,6 кг/кг. Инокуляция семян гороха арбускулярно-везикулярной микоризой при применении биомодифицированного удобрения увеличила окупаемость минеральными удобрениями до 59,3-69,1 кг/кг.

Таким образом, при обработке семян обоих компонентов и применения биомодифицированной аммиачной селитры, двойного суперфосфата и хлористого калия обеспечило положительная тенденцию от их применения и получена максимальная окупаемость до 85 кг/кг удобрений.

Выводы и практическое предложение

Проведенные исследования позволили изучить эффективность микробно-растительного взаимодействия минерального и биоминерального удобрения, оценить влияние элементов технологии возделывания горохо-овсяной смеси на зеленый корм в условиях Ивановской области и сделать следующие выводы:

- общее микробное число имело тенденцию к повышению, при внесении биомодифицированного удобрения на фоне инокуляции семян овса и гороха исследуемыми биопрепаратами, до 5,583 млн. в 1 г почвы, по сравнению с контролем - 1,224 млн.;

- максимальная всхожесть семян овса - 95 % и гороха - 93% достигнута на фоне совместного сочетания биопрепаратов при инокуляции семян овса и гороха и нанесении биопрепарата бисолбифит на гранулы минеральных удобрений.

- интенсивный рост листовой поверхности с фазы кущения овса /ветвление гороха до цветения гороха / выметывания овса наблюдается при применении биопрепаратов экстрасол и арбускулярно-везикулярная микориза совместно с фосфорно-калийным, полным и биомодифицированным удобрениями.

- в результате внесения минерального удобрения, использование биопрепаратов, возрастает сухая биомасса растений с фазы кущение овса и ветвление гороха до фазы выметывание у овса и цветение у гороха в 2 раза по сравнению с контролем. Максимальная эффективность получена при бинарном использование биопрепаратов и минеральных удобренйи - 260,3 г/100 растений в фазу уборки зеленой массы (выметывание у овса и цветение у гороха).

- рост урожайности смешанного посева происходил в результате внесения минеральных удобрений, при этом больший эффект получен от $N_{30}P_{60}K_{60}$, связанный с большей отзывчивостью злакового компонента на азотное удобрение. При инокуляции обоих компонентов посева соответствующими биопрепаратами на фоне внесение биомодифицированного минерального удобрения получена общая достоверная прибавка сбора зеленой массы от 11,8 - 10,5 т/га и от биопрепарата соответственно 2,5-2,7 т/га по сравнению с

контролем. Это свидетельствует об усилении действия биопрепаратов при бинарном использовании.

- в среднем за 3 года исследований, биомодификация минеральных удобрений, инокуляция семян овса биопрепаратом экстрасол и семян гороха микоризой обеспечило устойчивое дополнительное возрастание суммарного выноса азота - на 18- 19%, фосфора – на 14 - 16%, калия – на 50 - 55%.

- инокуляция обоих компонентов посева соответствующими биопрепаратами без применение удобрений дала положительный эффект, соответственно 17,7%. На фоне применения $P_{60}K_{60}$ и $N_{30}P_{60}K_{60}$, при инокуляции семян обоих компонентов посевов биопрепаратами, содержание белка составило соответственно 18,1-19,3 %. Аналогично результат получен и на всех уровнях биомодифицированной аммиачной селитры, двойного суперфосфата и хлористого калия соответственно 20,8 - 21,4 %.

- при применении РК удобрения и внесение N_{30} в составе РК-удобрений, при инокуляции семян биопрепаратами обоих компонентов посевов увеличило сбор кормовых единиц от 3,5 до 3,6 тыс./га. В тенденции эта закономерность сохраняется на всех уровнях биомодифицированного минерального удобрения соответственно от 3,7 до 3,9 тыс./га.

- бинарное действие биопрепаратов увеличивало содержание нитратов с 128 до 446 мг/кг в зависимости от дозы применяемого минерального или биоминерального удобрения.

- вынос азота с урожаем зеленой массы увеличился соответственно в 1,6 раз, фосфора и калия в 1,7 раза по сравнению с контролем, на фоне биомодифицированного удобрения при предпосевной обработки семян гороха биопрепаратом микориза и овса биопрепаратом экстрасол.

- использование минеральных и биоминеральных удобрений, биопрепаратов отразилось на дополнительных затратах на их применение, а также возрос условно чистый доход, уровень рентабельности и окупаемость затрат при возделывание горохо-овсяной смеси на зеленый корм. Максимальный условный чистый доход (6,746 тыс. руб./га) получен при внесении полного

биоминерального удобрения при инокуляции семян обоих компонентов горохо-овсяной смеси.

- биомодификация повышает окупаемость применяемых удобрений от 26,6 до 85 кг/га.

Практическое предложение

С целью получения высоких урожаев зеленой массы в смешанных посевах овса с горохом, агрономически и экологически обоснованным приемом является предпосевная инокуляция семян овса препаратом экстрасол и гороха арбускулярно-везикулярной микоризой, обеспечивающие на фоне внесения $P_{60}K_{60}$ и $N_{30}P_{60}K_{60}$ прибавку урожая от 8 до 9,1 т/га. При внесении в тех же дозах их формы, биомодифицированные препаратом бисолбифит прибавка урожайности зеленой массы составила соответственно 10,5 т/га и 11,8 т/га, по сравнению с контролем.

Список литературы

1. Анашенков С.Ю. Разработка технологии глубокой переработки биомассы древесной зелени /С.Ю. Анашенков, В.И. Рощин // Сб. науч. тр. Актуальные проблемы лесного комплекса. Брянск: БГИТА, 2006 – Вып. 14 – С. 78-81.

2. Акимова Е.Е., Блинова П.А., Минаева О.М., Терещенко Н.Н., Кравец А.В. Оценка эффективности бактериальных штаммов в модельных экспериментах // Защита растений в современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур: Материалы Международной научно-практической конференции (П. Краснообск, 24–26 июня 2013 г. С. 11–14.

3. Аристовская Т.В. Микробиология процессов почвообразования.Н.Л., Наука.1980 187 С.

4. Арнт В.А. Многокомпонентные смеси однолетних культур на корм / В.А. Арнт // Земледелие. 1990. - № 7. - С. 47-50.

5. Байрамов Б.И., Алиев М.А.//Информационный листок. Серии "Сельское хозяйство", Баку. 1986. 4 С.

6. Балуева Н.П. Сравнительная эффективность влияния биологически активных веществ на начальный рост и продуктивность яровой пшеницы: автореф. дис... канд. с.-х. наук (06.01.09) / Балуева Наталья Петровна: [Курганск..гос. с.-х. акад.]. – Курган, 2000 – 19 с.

7. Бартая Н.Н. Влияние биопрепаратов на урожайность зеленой массы однолетних злаковых культур в смешанных посевах в условиях АлтайскогоПриобья. //Вестник алтайского государственного аграрного университета.2017.№ 7. С.18

8. Бирюков В.В. Основы промышленной биотехнологии. М.: КолосС, 2004. 296 с.

9. Борин А.А., Ненайденко Г.Н. Минеральные удобрения их свойства и использование. Практикум для студентов сельскохозяйственных вузов. Иваново.2018.133 с.

10. Богдевич И.М., Лапа В.В. Плодородие почв - основа продуктивного и устойчивого землепользования // Белорус.сел. хозяйство. 2005. №2(34). С. 3-5.

11. Бурлуцкая Г.Р., Кубицова З., Умаров М.М. Влияние азотфиксирующего штамма Pseudomonasfluorescens на развитие небобовых растений // Вестн. МГУ. Сер.17. Почвовед. 1991. N1. С.54-58.

12. Берестецкий О.А., Доросинский Л.М., Кожемяков А.П. Эффективность препаратов клубеньковых бактерий в Географической сети опытов//М: , 2003 № 5, с. 670-679.

13. Бердников В.В. Эффективность биопрепаратов на посевах яровой пшеницы. // Бюл. ВИУА. 2001. №115 С. 117.

14. Безгодова И.Л., Коновалова Н.Ю., Прядильщикова Е.Н. Влияние минеральных удобрений на продуктивность гороха полевого усатого морфотипа в чистых и смешанных посевах.//Достижения науки и техники АПК.2013. №6.С.23.

15. «Биопрепараты в сельском хозяйстве» И.А. Тихонович, Ю.В. Круглов 2005.

16. Биопрепараты в сельском хозяйстве. (Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве). - М., 2005. - 154 с.

17. Васько В.Т. Теоретические основы растениеводства / В.Т. Васько. - М.: Профи-информ, 2004. - 200 с.

18. Васильев И. П. Практикум по земледелию//Туликов А. М., Баздырев Г. М.- М.: КолосС, 2005. — 424 с.

19. Величко В.А. Технологическая политика применения удобрений в России // А.В. Величко, П.Д. Попов. Агрохимический вестник, 2001. № 1.

20. Волкогон В.В. Влияние стимуляторов роста растений на активность процесса ассоциативной азотфиксации//Микробиологичный журнал, 1997, том 59. №4. С. 70-78.

21. Володина Т.И., Макарова А.И. Влияние систем удобрения на содержание подвижного фосфора и обменного калия в дерновоподзолистой слабооподзоленной почве // Агрохимия. 2010. №9. С. 31-35.

22. Воробейков Г.А. Микроорганизмы, урожай и биологизация земледелия / Г.А. Воробейков. - СПб, 1998. - 120 с.

23. Воробьева Л.А. Влияние удобрений и диазотрофных препаратов на урожай и качество зерна овса и ячменя в дерново-подзолистой песчаной почве: Авторефдисс. канд. с.-х. наук. М., 2000. 19 с.

24. Володин В.М., Еремина Р.Ф., Шестакова Л.П., Федорченко А.Е. Методика оценки эффективности систем земледелия систем земледелия на биоэнергетической основе. - М.: ВАСХНИЛ, 1999. - 39с.

25. Галкина, О.В., Тарасов А.Л.- Влияние биопрепаратов на урожайность и питательную ценность зеленой массы в смешанных посевах овса с горохом.// Современные наукоемкие технологии.-2017.-№2-122с.

26. Гамзикова О.И. Генетика агрохимических признаков пшеницы. Новосибирск, 1994. 220 с.

27. Гарибова Л.В., Лекомцева С.Н. Основы микологии. Морфология и систематика грибов и грибоподобных микроорганизмов. М. : Т-во научных изданий КМК, 2005. 220 с.

28. Гатаулина Г.Г. Формирование урожая и динамические характеристики продукционного процесса у зерновых бобовых культур: монография/Г.Г. Гатаулина , С.С. Соколова.-М.: Издательство РГАУ-МСХА,2012.-272 с.

29. Гилязетдинов Ш.Я., Нугуманов А.Х., Пусенкова Л.И. Эффективность антистрессовых препаратов и биофунгицидов в системе защиты сельскохозяйственных культур от неблагоприятных абиотических и биотических факторов. – Уфа : Гилем, 2008. -372 с.

30. Годова Г.В., Ницэ Л.К. Интенсивность освещенности растений как экологический фактор, влияющий на активность несимбиотичекой

азотфиксации. Тезисы докладов третьей Международной научной конференции ”Биологический азот в растениеводстве”. М., МСХА , 1996. 47 с.

31. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. Сорта растений. – М.: 2008. – 76 с.

32. ГОСТ 26207 - 91 «Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО» - М. - 1992. - 6 с.

33. ГОСТ 26483 - 85 «Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение её pH по методу ЦИНАО» - М. - 1985. - 4 с.

34. ГОСТ 26951 - 86 «Определение нитратов ионометрическим методом». - М. - 1986. - 7 с.

35. ГОСТ 26213 - 91 «Почвы. Методы определения органического вещества». - М. - 1991. - 6 с.

36. ГОСТ 32044.1-2012 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырьё. Определение массовой доли азота и вычисление массовой доли сырого протеина». - Москва. - 2014–4-10 с.

37. ГОСТ 26657-97 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырьё. Методы определения содержания фосфора ». - Минск. - 1997 – с.61

38. ГОСТ 30504-97«Корма, комбикорма, комбикормовое сырьё. Метод определения содержания калия». - Минск. - 1997 – с.12.

39. Гусев М. В., Минеева Л. А. Микробиология: Учеб. - М.: Изд-во МГУ, 1992. - 448 с.

40. Григорьева Э.С. Что должен знать специалист об особенностях биологии полевых культур и технологии их возделывания. - Барнаул: - ГИПП Алтай, 2001. - 360 с.

41. Даниленко Н.Л. Влияние бактериальных препаратов на продуктивность овса, пшеницы, люпина в чистых и смешанных посевах агрофитоценозов в зависимости от уровня азотного питания // Аграрная наука - сельскому хозяйству: Ш меж. науч. - прак. Конф. Книга 1. Барнаул, 2008. - Кн.1. - С.248-250.

42. Дебелый Г.А. Зернобобовые культуры в Нечерноземной зоне РФ. / Г.А. Дебелый.- М.: Немчиновка,2009.-258 с.

43. Добровольская, Т.Г. Структура бактериальных сообществ почв / Т.Г. Добровольская. - Москва: ИКЦ «Академкнига», 2002. - 282 с.

44. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос,1979

45. Дмитриев В.И. Создание и использование агрофитоценозов многолетних и однолетних кормовых культур. Новосибирск. 2008. С.215.

46. Дмитриев В.И. Продуктивность зерносенажных смесей в зависимости от сорта / В.И. Дмитриев, В.И. Серебренников, В.Н. Тимофеев // Научная конференция «Сибирские ученые аграрно-промышленному комплексу»: тез. докл. / СибНИИСХ. Омск, 2000.- с. 30-32.

47. Дмитриев В.И. Смешанные посевы однолетних кормовых культур на сенаж / В.И. Дмитриев, В.И. Серебренников, В.Н. Тимофеев // Научная конференция посвящ. 400-летию земледелия Омского Прииртышья: тез. докл. / СибНИИСХ. Омск, 2000.- с. 34-37.

48. Дмитриев, В.И. Смешанные посевы однолетних кормовых культур на силос /В.И. Дмитриев, В.И. Серебренников // Земледелие.-2005.- № 1.- С.12-14.

49. Дудина Н.Х. и др. Агрохимия и система удобрения. - 3-е изд-е., перераб. И доп. - М.: Агропромиздат, 1991. - 400 с.

50. Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России. М.: ООО «Издательство Агрорус», 2011 - 110 с.

51. Завалин А.А., Алферов А.А., Кожемяков А.П., Чернова Л.С. Влияние удобрения и ризоагрина на урожайность и качество зерна яровой пшеницы, потоки азота в системе удобрение–почва–растение// Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 9, с.10-15

52. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай [Текст] / А.А. Завалин. – М.: Изд-во ВНИИА,2005 – 302 с.

53. Завалин А.А. Вклад биологического азота бобовых культур в азотный баланс земледелия России / А.А. Завалин, Г.Г. Благовещенская // Агрохимия. - 2012. - № 6. - с. 33-37.

54. Завалин А.А., Алметов Н.С. Применение биопрепаратов и биологического азота в земледелии Нечерноземья. М.: Издательство ВНИИА.2009.с.4-7.

55. Завалин А.А. Оптимизация минерального питания и продуктивности растений при использовании биопрепаратов и удобрений./Завалин А.А. //Достижение науки и техники АПК.-2015.-№5.-с.26-28.

56. Завалин А.А., Соколов О.А. Коэффициент использования растениями азота удобрений и его регулирование// Международный сельскохозяйственный журнал.- 2019.-№ 4(370).- с.71-75.

57. Зотиков, В. И. Пути увеличения производства растительного белка в России Текст. / В. И. Зотиков, А. А. Боровлев // Повышение устойчивости производства сельскохозяйственных культур в современных условиях: сб. науч. тр. Орел, 2008. - с. 36-49.

58. Кандаурова Т.М. Роль азотфиксаторов в перераспределении азота между вегетативными и репродуктивными органами яровой пшеницы //Бюллетень ВИУА №110 . М., 1997. с. 13-14.

59. Кирюшин Б.Д., Усманов Р.Р., Васильев И.П. Основы научных исследований в агрономии.- С.-П., Квадро,2013.- 398с.

60. Кожемяков А.П., Хотянович А.В. Перспективы применения биопрепаратов ассоциативных азотфиксирующих микроорганизмов в сельском хозяйстве//Бюллетень ВИУА № 110. М., 1997. с. 4-5.

61. Кокорина, А.Л. Бобово - ризобиальный симбиоз и применение микробиологических препаратов комплексного действия - важный резерв повышения продуктивности пашни / А.Л. Кокорина, А.П. Кожемяков. - Санкт-Петербург: СПГАУ, 2010. - 50 с.

62. Колобова А.И. Планирование в аграрных предприятиях: Учеб. пособие, 5-е издание. - Барнаул, 2003. - 320 с.

63. Кравченко Л.В., Боровков А.В., Пшикриз З. Возможность биосинтеза ауксинов ассоциативными азотофиксаторами в ризосфере пшеницы. // Микробиология. 1991. Т.60. № 5. С. 927-937.

64. Коваленко Н.Я. Экономика сельского хозяйства. С основами аграрных рынков: курс лекций. - М.: ЭКМОС, 2004. - 448с.

65. Колобова А.И. Планирование в аграрных предприятиях: учеб. пособ. - 5-е изд. - Барнаул, 2003. - 320 с.

66. Контагора Хасан Гарба. Азотное питание и продуктивность кукурузы на силос при использовании ризосферных диазотрофов: Автореф. дисс. канд. с-х. наук. М.:МСХА,2002.16 с.

67. Костин В.И., Ерофеева Е.Н. Эффективность применения природных регуляторов роста в популяции озимой пшеницы// Вестник Казанского гос. аграрного ун-та. 2010 Т. 16 № 2 С.127-130.

68. Курсакова, В.С. Формирование продуктивности посевов кукурузы в зависимости от препаратов азотфиксирующих бактерий, микоризы и уровня азотного питания в условиях степной зоны АлтайскогоПриобья [Текст] / В.С. Курсакова, Н.В. Чернецова, М.А. Гаенко // Вестник Алтайского аграрного университета. – 2015 – № 4 (126). – С. 10–16.

69. Курсакова, В.С. Влияние азотфиксирующих бактерий и минеральных удобрений на фотосинтетичекую деятельность и продуктивность яровой пшеницы [Текст] / В.С. Курсакова, Т.Г. Хижникова, Л.А. Новикова // Вестник Алтайского аграрного университета. – 2014 – № 2 (112). – С. 23–27.

70. Куликов, Н. Ф. К вопросу об участии бобово-ризобиального симбиоза в повышении урожайности и качества зерна сои в Приморском крае Текст./ Н. Ф. Куликов // Агрохимия. 2006. - № 1. - С. 63-68.

71. Крашенникова Т.К. // Грибы и водоросли в биоценозах. — 2006: Материалы международной конференции, посвященной 75-летию Биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова: Москва, 31 января 3 февраля 2006 г. -М.:МАКС Пресс, 2006. - С. 143-145.

72. Инокуляция рапса активными штаммами почвенных диазотрофов и их мутантами с измененной азотфиксацией / М. М. Умаров [и др.] // Вестник МГУ. – Сер. 17 Почвоведение. –1990 – № 3 – С. 45–48.

73. Исаев Р.Ф. Эффективность применения биологических и антистрессовых препаратов на яровой пшеницы / Р.Ф. Исаев, Л.И.Гришина // Агрохимический вестник. – 2007 – №6.– С. 32-33.

74. Лабутова Н.М. Методы исследования арбускулярных микоризных грибов: методические рекомендации. СПб: Изд-во Санкт-Петербуржского университета, 2000. —23 с.

75. Ласкин О.Д., Старостин А.Е. Проявление конкуренции в смешанных посевах кормовых культур.- Аграрная наука - сельскому хозяйству: сборник статей. В 3 кн. / Международная научно-практическая конференция. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2007. Кн. 1.664 с.

76. Лукин С. А. Азоспириллы и ассоциативная азотфиксация небобовых культур в практике сельского хозяйства / С. А. Лукин, П. А. Кожевин, Д. Г. Звягинцев // Сельскохозяйственная биология. – 1987 – № 1 – С. 51–58.

77. Максимов И.В., Абизгильдина Р.Р., Пусенкова Л.И. Стимулирующие рост растений микроорганизмы как альтернатива химическим средствам защиты от патогенов (обзор) // Прикладная биохимия и микробиология. 2011. Т. 47, № 4. С. 373–385.

78. Маркова И.А. Основы сельскохозяйственных пользований: Учебное пособие / И.А. Маркова, М.Е. Гузюк, И.В. Вервейко. - СПб.: ЛТА, 2001. - 127 с.

79. Марфенина О. Е. Антропогенная экология почвенных грибов Текст. / О. Е. Марфенина. М. Медицина для всех, 2005. - 196 с.

80. Мерзлая Г.Е., Зябкина Г.А., Фомкина Т.П., Козлова А.В. и др. Содержание органического вещества в почве и продуктивность севооборота при длительном применении удобрений // Состояние и перспективы агрохимических исследований в Географической сети опытов с удобрениями. М.: ВНИИА, 2010. С. 215-219.

81. Методы исследования грибов, образующих с растениями микоризу арбускулярно-везикулярного типа. Под ред. Г.С. Муромцева. СПб: ВНИИСХМ, 1992. — 44 с.

82. Методика расчета обменной энергии в кормах на основе содержания сырых питательных веществ. – Дубровицы, 2008. – 32 с.

83. Минеев В.Г. Агрохимия. Учебник - М.: Изд-во МГУ, 1990. - 486 с.

84. Минаков И.А. Экономика сельского хозяйства. М. «КолосС», 2002-209с.

85. Минаева О.М., Акимова Е.Е., Евдокимов Е.В. Кинетические аспекты ингибирования роста фитопатогенных грибов ризосферными бактериями // Прикладная биохимия и микробиология. 2008 .- т.44 №5.-с.565-570.

86. Миронова М. Е. Влияние регуляторов роста бактериальных препаратов на формирование урожайности ячменя условиях лесостепи Поволжья: Дисс. на соиск. уч. ст. канд. с/х наук. – Пенза. – 2009. – С. 183.

87. Монастырский, О. А. Нужны ли биопрепараты и биологическая защита растений сельскому хозяйству? Текст. / О. А. Монастырский // Агро XXI. 2006. - № 4-6. - С. 14-17.

88. Муравин Э.А. Агрохимия. М.: КолосС, 2003. 384 с.

89. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / М.: Изд-во АН СССР, 1961. 133 с.

90. Основные принципы и параметры создания агрофитоценозов однолетних трав для полевых и кормовых севооборотов /А.С. Шпаков, Н.М. Матвеева, Адаптивное кормопроизводство: проблемы и решения. М., 2002. - С. 170-180.

91. Осипов, А.И. Роль азота в плодородии почв и питании растений / А.И. Осипов, О.А. Соколов. - Санкт-Петербург, 2001. - 360 с.

92. Орлов Д. С. Дополнительные показатели гумусного состояния почв и их генетических горизонтов / Д. С. Орлов, О. Н. Бирюкова, М. С. Розанова // Почвоведение. 2004. №8. — С. 916−926.

93. Назарюк В.М., Калимуллина Ф.Р. Влияние удобрений и растительных остатков на плодородие почвы, продуктивность и химический состав зерновых культур // Агрохимия. 2010. №6. С. 18-27.

94. Ненайденко Г.Н., Л.И. Ильин Л.И. Удобрение зерновых культур как фактор продовольственного импортзамещения в Верхневолжье М., 2017.- 332с.

95. Никитин С.Н. Урожайность и качество зерна сельскохозяйственных культур при применении биопрепаратов и минеральных удобрений / С.Н. Никитин // Науч. тр. Ульяновского НИИСХ. - Т 18. - Ульяновск, 2008. - С. 31-35.

96. Новые технологии производства и применения биопрепаратов ком- плексного действия / Под ред. А.А. Завалина, А.П. Кожемякова. - СПб: ХИМИЗДАТ, 2010. - 64 с., ил.

97. Павлюшин ВА. Научное обеспечение защиты растений и продоволь-ственная безопасность России // Защита и карантин растений. 2010. № 2. С. 11–15.

98. Патыка В.Ф., Калиниченко А.В., Колмаз Ю.Т., Кислухина М.В роль азотфиксирующих микроорганизмов в повышении продуктивности сельскохозяйственных растений.// Микробиологический журнал, 1997, том 59, №4,с. 3-14.

99. Петров В.А., Чеботарь В.К. Микробиологические препараты - базовый элемент современных интенсивных агротехнологий растениеводства// Достижение науки и техники АПК. – 2011. - № 8. - с 11-15.

100. Перегудов В.Н. Планирование многофакторных опытов с удобрениями и математическая обработка их результатов. М.: Колос, 1987.-с.182.

101. Повышение плодородия, продуктивности дерново-подзолистых и песчаных почв и реабилитации радиационно - загрязненных сельскохозяйственных угодий / Под ред. Н.М. Белоуса. М.: РАСХН ВИУА, 2002. 282 с.

102. Поливидовые посевы однолетних трав на зеленый корм и сенаж /В.Г. Васин, Н.Н. Ельганикова, А.В. Васин, О.П. Синютина// Кормопроизводство. -2004.-№3.-С. 2-9.

103. Политыко, П.М. Технологии возделывания яровых зерновых культур в Центральном Нечерноземье. Рекомендации / П.М. Политыко, Е.Ф. Киселев, В.К. Афанасьева, С.В. Тоноян, Н.В. Войтович, [и др.]. - Москва - Немчиновка, 2010. - 92 с.

104. Проворов Н.А. Генетико - эволюционные основы учения о симбиозе / Н.А. Проворов // Журнал общей биологии. - 2001. - Т. 62. - № 6. - С. 472-495.

105. Придворев Н., Верзилин В., Сидяков Е. Содержание и вынос элементов питания из почвы сорным компонентом агроценоза в зависимости от комплексов воспроизводства плодородия почв в плодосменном севообороте // Главный агроном. 2008. №11. С. 7-10.

106. Потаев В.С. Организация производства на предприятиях АПК: учебное пособие. - Улан-Удэ: БГСХА им. В.Р. Филиппова, 2009. - 111 с.

107. Протасова Н.А. Химические элементы в жизни растений / Н.А. Протасова, А.Б. Беляев // Соросовскийобразовательный журнал. - 2001. - Т. 7. - № 3. - С. 25-32.

108. Практикум по микробиологии: Учеб. пособие для студ. вузов / Под ред. А. И. Нетрусова. - М.: Изд.центр «Академия», 2005. - 608 с.

109. Растениеводство / Под ред. Г.С. Посыпанова. - М.: Колос, 2007.- 612 с.

110. Растениеводство. Учебное пособие / Сост. Н.В. Безлер, Д.И. Щеглов. - Воронеж: ВГУ, 2011. - 52 с.

111. Рак М.В., Дембицкий М.Ф., Сафрановская Г.М. Влияние некорневых подкормок микроэлементами на урожайность овса на дерново-подзолистой почве // Почвенные исследования и применение удобрений. Межведомств. темат. сб. - Вып. 28. Мн.: 2004. С. 203-209.

112. Русакова И.В. Содержание и качественный состав гумуса дерново-подзолистой супесчаной почвы при длительном применении соломы зерновых и зернобобовых культур // Агрохимия. 2009. №1. С. 11-17.

113. Сергалиев Н.Х., Влияние условий азотного питаникак активных веществ на формирование величины и качества урожая зерна яровой

пшеницы: Автореферат дисс…. кандидата биол. наук: 06.01.04/ Н.Х.Сергалиев, Москва.-1998.-с.20

114. Серая Т.М., Богатырева Е.Н., Мезенцева Е.Г, Бирюкова О.М. Влияние систем удобрения на продуктивность севооборота и изменение агрохимических показателей дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы // Агрохимия. 2011. №11. С. 17-24.

115. Сологуб, Д.Б. Эффективность применения ризосферных диазотрофов под зерновые в зависимости от содержания органического вещества в почве: Дисс. ... кандидата биол. наук: 06.01.04 / Д.Б. Сологуб, Москва. - 2005. - 164 с.: ил.

116. Сычёв В.Г. Плодородие. Журнал для ученых, специалистов и практиков//М.,№2(47),2009.,с 48.

117. Степанова Л.П. Влияние биопрепаратов и микроудобрения на продукционный процесс яровой пшеницы [Текст] / Л.П. Степанова, В.Н. Стародубцев, Е.А. Коренькова, Е.И. Степанова, И.М. Тихойкина //Вестник Орел ГАУ. – 2013 – № 1 (40). – С. 17–23.

118. Смирнов О.В., Доброхотов С.А. Микробиопрепараты для растениеводства. Защита растений №4/2009. С.18.

119. Смит С.Э., Рид Д.Д. Микоризный симбиоз. Пер. с 3-го английского издания. М : Товарищество научных изданий КМК. - 2012. - 776 с.

120. Смирнов П.М., Муравин Э.А. -Агрохимия- 2-е издание - М:2014-443 с.;

121. Стрижова Ф.М. Растениеводство: учебное пособие / Ф.М. Стрижова, Л.Е. Царева, Ю.Н. Титов. - Барнаул: Изд-во АГАУ, 2008. - 219 с.

122. Сиддики, Мд Абдул Хай. Влияние азотного удобрения и биопрепаратов на продуктивность ячменя в зависимости от уровня плодородия почвы: Дисс.. кандидата с. - х. наук: 06.01.04 / Мд. Абдул Хай Сиддики, Москва. - 2001. –С.15.

123. Сычев В.Г. Методические указания по определению баланса питательных веществ азота, фосфора, калия, гумуса, кальция / В.Г. Сычёв, П.Д. Музы- кантов, Н.К. Панкова. - М.: РАСХН, 2000. - 40 с.

124. Тарасов А.Л., Галкина О.В.- Влияние биопрепаратов на урожайность зеленой массы в смешанных посевах овса с горохом.// Вопросы повышения урожайности с/х культур.- Иваново, 2016-С.56.

125. Тарасов А.Л., Привезенцев С.Р. Влияние биопрепаратов на продуктивность яровой пшеницы.// Вопросы повышения урожайности с/х культур.- Иваново,2016 г.- С. 60.

126. Терещенко Н.Н., Акимова Е.Е., Минаева О.М. Современные методы оценки микробиологических свойств и экологического статуса почвы : учеб. пособие. Томск: Издательский дом ТГУ, 2017. 151 с.

127. Теппер Е.З. Практикум по микробиологии.- М.:Дрофа,2004.-256с.

128. Тихонович И.А. Биопрепараты в сельском хозяйстве. Биопрепараты в сельском хозяйстве. (Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве). М.: Издательство 2005 г. С.4-5.

129. Тихонович И.А., Кожемяков А.П., Чеботарь В.К. и др. Биопрепараты в сельском хозяйстве (Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве).-М.: Россельхозакадемия,2005.154 с.

130. Титова В.И. Изучение микробиологических и ростстимулирующих препаратов на кормовых культурах / В.И. Титова, Е.В. Дабахова, Д.Б. Сметов // Агрохимический вестник. - 2011. - № 2. - С. 31-33.

131. Трепачев Е.П. Агрохимические аспекты биологического современного земледелия.- М.Агроконсалт,1999.-532 с.

132. Турчин Ф.В.. Азотное питание растений и применение азотных удобрений.- М.Книга по Требованию, 2012 г.- 336 с.

133. Тютерев С.Л. Обработка семян фунгицидами и другими средствами оптимизации жизни растений. — СПб., 2006 — 248 с.

134. Тюлин В.А. Многолетние бобовые травы в агроландшафтах Нечерноземья./В.А. Тюлин и др. – Тверь: ТГСХА,2014.-232 с.

135. Усанова З.И., Васильев А.С. Эффективность применения новых видов удобрений и наноматериалов в технологии возделывания овса // Достижения науки и техники АПК. 2012. №8. С. 19-22.

136. Фатина П.Н. Применение микробиологических препаратов в сельском хозяйстве.// Вестник Астраханского государственного технического университета. -2007-№4-9 с.

137. Чеботарь В. К., Завалин А. А., Кипрушкина Е. И.2007. Эффективность применения биопрепарата экстрасол. М.: Изд. Россельхозакадемии. — 216 с.

138. Черников В.А., Черкес А.И. Агроэкология. М.: Колос, 2000. –с.536.

139. Чулкина В.А. Управление агроэкосистемами в защите растений. — Новосибирск, 1995 — С. 201.

140. Черников В. А. Экологическая безопасность и устойчивое развитие / В. А. Черников Н.З., Милащенко О. А. Соколов // Устойчивость почв к антропогенному воздействию. – Пущино: ОНТИ ПНЦ РАН, 2001 – Кн. 3 – 203 с.

141. Шабаев В. П. Роль биологического азота в системе «почва-растения» при внесении ризосферных микроорганизмов: Автореферат дисс. докт.биол. наук. М.: МГУ, 2004. — 46 с.

142. Шевченко В.А., Просвиряк П.Н. Продуктивность смешанных посевов зерновых и бобовых в зависимости от доли их семян в норме высева // Кормопроизводство. 2012. №4. С. 13-15.

143. Шевелуха, В. С. Сельскохозяйственная биотехнология Текст. / В. С. Шевелуха. М.: Высш. шк., 1998. - 416 с.

144. Шкидина Т.И. (отв. ред.). Атлас Ивановской области / Экспедиция №133 ВАГП Роскартографии. Иваново. 1996. 36 с.

145. Шмырева Н.Я., Соколов О.А., Цуриков Л.Н. Участие азота многолетних трав в формировании органического вещества дерново-подзолистой почвы // Плодородие. 2012. №6. С. 25-26.

146. Шотт, П.Р. Фиксация атмосферного азота в однолетнихагроценозах / П.Р. Шотт. - Барнаул: «Азбука», 2007. - 170 с.

147. Штерншис М.В. Тенденции развития биотехнологии микробных средств защиты растений в России // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2012. № 2(18). С. 92–100.

148. Штерншис М.В., Андреева И.В., Цветкова В.П. проблемы оптимизации энтомопатогенных биопрепаратов для защиты растений // Вестник НГАУ. 2011. № 1 (7). С. 7–13.Штерншис М.В., Андреева И.В., Томилова О.Г. Биологическая защита растений : учеб. 2-е изд., испр. и доп. СПб. : Лань, 2018. 332 с.

149. Штерншис М.В., Беляев А.А., Цветкова В.П., Шпатова Т.В., Леляк А.А., Бахвалов С.А. Биопрепараты на основе бактерий рода *Bacillus* для управления здоровьем растений. Новосибирск : Изд-тво СО РАН, 2016. 233 с.

150. Экологический мониторинг и методы совершенствования защиты зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков: методические рекомендации / под ред. В.И. Танского. — СПб.: ВИЗР, 2002 — 76 с.

151. Экологическое право : учебник / под ред. С. А. Боголюбова. — Э 40 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство Юрайт ; ИД Юрайт, 2011. - 482 с.

152. Ягодин Б.А., Смирнов П.М., Петербургский А.В. и др. Агрохимия. М.: Агропромиздат, 1989. - 639 с.

153. Яговкина Я.В., Пасынков А.В. Азотное питание растений овса различных сортов, формирование урожая и технологических качеств зерна в одновидовом и смешанном с горохом посевах // Агрохимия. 2010. №4. С. 18-30.

154. Augé R.M. Water relations, drought and vesicular-arbuscularmycorrhizal Symbiosis. Mycorrhiza, 2001. V. 11. N.3. - P. 136

155. Anbessa Y. Genetic variability in nitrogen use efficiency of spring barley / Y. Anbessa, P. Juskiw, A. Good, J. Nyachiro, J. Helm //Crop Science. - 2009. - Vol. 49. - Issue 4. - P. 1259-1269.

156. Bashan Y. Azospirillum-plant relationships: physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997-2003) / Y.Bashan, G. Holguin, L.E. De Bashan // Can. J. Microbiol. - 2004, 50, - P. 521-577.

157. Bai Y. Enhanced soybean plant growth resulting from coinoculation of Bacillus strains with Bradyrhizobium japonicum / Y. Bai, X. Zhou, D.S. Smith // Crop Science. - 2003. - Vol. 43. - P. 1774-1781.

158. Belimov A.A. Interaction between barley and mixed cultures of nitrogen fixing and phosphate - solubilizing bacteria / A.A. Belimov, A.P. Kojemiakov, C.V. Chuvarliyeva // Plant and Soil. - 1995. - V. 173. - No. 1. - P. 29-37.

159. Bloemberg G.V. Simultaneous imaging of Pseudomonas fluorescens WCS365 populations expressing three different autofluorescent proteins in the rhizo- sphere: new perspectives for studying microbial communities / G.V. Bloemberg, A.H.M. Wijfjes, G.E.M. Lamers, N. Stuurman, B.J.J. Lugtenberg // Molecular Plant - Microbe Interactions. - 2000. - Vol. 13. - Issue 11. - P. 1170-1176.

160. Bliss F. A. Breeding common bean for improved biological nitrogenfixation Text. / F. A. Bliss // Plant and soil. 1993. – P.79.

161. Brockwell J. Recent advances in inoculant technology and prospects for the future Text. / J. Brockwell, P. J. Bottomley // Soil Biol. Biochem. 1995. -Vol. 27.-P. 683-697.

162. Chaikovskaya L. Effect of endomycorrhiza on the winter wheat productivity in the conditions of Crimea irrigated lands // Proc. 19th European Regional conference of ICID. Brno and Prague, 2001. — P. 69.

163. Chebotar, V. EXTRASOL - A new multifunctional biopreparation for ecologically safe agriculture / V. Chebotar, A. Khotyanovich, A. Cazacov // In: H. Kleeberg & C.P.W. Zebits (eds), 2000. Druck & Graphic, Giessen. - P. 127-134.

164. Practice Oriented Results on Use and Production of Neem Ingredients and Pheromones IX.

165. Dehne H.-W. Production and use of inocula of VA mycorrhizal f ungi at inorganic carrier materials // 2nd Europ. Symp. on Mycorrhizae.: Abstr. Prague, 1998. — P. 26.

166. Fallik E. Growth response of maize roots to Azospirillum inoculation: effect of soil organic matter content, number of rhizosphere bacteria and timing of inoculation Text. / E. Fallik, Y. Okon // Soil Biol. Biochem. 2004. - Vol. 20. -P. 45-49.

167. Gianinazzi S., Vosatka M. Inoculum of arbuscular mycorrhizal fungi for production systems: science meets business // Canadian Journal of Botany. — 2004. — Vol. 82. — P. 1264—1271.

168. Heydari, A. A review on biological control of fungal plant pathogens using microbial antagonists Text. / A. Heydari, M. Pessarakli // Journal of Biological Sciences. 2010. - Vol. 10. - P. 273-290.

169. Holguin G. Genetics and molecular biology of Azospirillum / G. Holguin, C.L. Patten, B.R. Glick // Biology and Fertility of Soils. - 1999. - Vol. 29. - No. 1. - P. 10-23.

170. Holguin G. Genetics and molecular biology of Azospirillum / G. Holguin, C.L. Patten, B.R. Glick // Biology and Fertility of Soils. - 1999. - Vol. 29. - No. 1. - P. 10-23.

171. Kohl, J. Stepwise screening of microorganisms for commercial use in biological control of plant-pathogenic fungi and bacteria Text. / J. Kohl, J. Postma, Ph. Nicot, M. Ruocco, B. Blum // Biological Control. 2011. - V. 57, Is. 1. - p. 1-12.

172. Lohar D. Ethylene insensitivity conferred by a mutated Arabidopsis ethylene receptor gene alters nodulation in transgenic Lotus japonicus Text. / D. Lohar, J. Stiller, J. Kam, G. Stacey, P.M. Gresshoff// Annals of Botany. 2009. -Vol. 104-P. 277-285.

173. Molla A.H. Evaluation of solid-state bioconversion of domestic wastewater sludge as a promising environmental-friendly disposal technique Text. / A. H. Molla, A. F. Razi, Md. Z. Alam // Water Res. 2004. - Vol. 38. - P. 41434152.

174. Ruegger A., Winter W. Thresholds for recommendation for fungicide treatment: results with summer wheat seeds in Switzerland /VereinigungOsterreichischerPflanzenzuchter, 47, 1996 p. 91-97.

175. Samuels G. J. Trichoderma: a review of biology and systematics of the genus Text. / G. I. Samuels // Mycol Res. 1996. - № 100. - P. 923-935.

176. Sharma R. R. Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables by microbial antagonists: A review Text. / R. R. Sharma, D. Singh, R. Singh // Review article Biological Control. 2009. - Vol. 50, Is. 3. - P. 205-221.

177. Juskiw P. E. Phenological development of spring barley in a short-season growing area / P.E. Juskiw, Y-W. Jame, L. Kryzanowski // Agronomy Journal. - 2001. - Vol. 93. - Issue 2. - P. 370-379.

178. Jakobsen I., Legget M.E., Richardson A.E. Rhizosphere microorganisms and Plant phosphorus uptake // Phosphorus: Agriculture and Environment. Madisson: American Society of Agronomists, Crop Society of America, Soil Science Society of America, 2005. — P. 437—494.

179. Ladha J.K. Tirol A.C., Caldo G. Rice plant associated N2-fixation as affected by genotype, inorganic N fertilizer and organic manure. - Transaction of XIII Congr. of Intern. Soc. of Soil Sci. - Hamburg, 1986, v.11, p.598-599.

180. NiewiadomskaA.SawickaA. Pesticidesanfdinitrogen fixation activity under leguminous crops // Proc. Eur. Nitr Fix Conf, Lunteren, Sept 20-24, 1998.

181. Oerke, E. C. Safeguarding production—losses in major crops and the role of crop protection Text. / E. C. Oerke, H. W. Dehne // Crop Protection. 2004 Vol. 23, Is.-P. 275-285.

182. Okon Y., Vanderleyden J., Root-associated Azospirillum species can stimulate plants // Int. J. Syst. Bacteriol. – 1992. – N43. – P. 403-427.

183. Paul E.A. Advances in nitrogen cycling in agricultural eco¬systems// Intern.Symp.Brisbane(Austral) ed.Willson.J.R.1988. V.1.p.417.

184. Patten G. L. Bacterial biosynthesis on indole-3 acetic acid Text. / G. L. Patten, B. R. Glick // an. J. Microbiol. 1996. - Vol. 42, Is. 3- P.207-220.

185. Plenchette C., Strullu D.G. Long-term viability and infectivity of intraradical forms of Glomus intraradices vesicles encapsulated in alginate beads // Mycological Researches. — 2003. — Vol. 107. — P. 614—616.

186. Provorov N.A. Genetic resources for improving nitrogen fixation in legume-rhizobia symbiosis / N.A. Provorov, I.A. Tikhonovich // Genetic Resources and Crop Evolution. - 2003. - Vol. 50. - Issue 1. - P. 89-99.

187. Tirol-Padre A., Tsuchiya K., Jnubushi K., Lanha J.K. Enhancing soil quality throudh residue management in rice-wheat system in Fukuoka, Japan // Soil. Sci. Plant Nutr. 2005. V. 51. №6. P. 849-860.

188. Tsyganov A. The influence of microfertilizers on productivity and quality of peas grain on sward-podzolic soils / A.Tsyganov, O.Vildflush // AnnalesUniversitatisMariae Curie Skodowska. Sectio E. Agricultura. Lublin, 2004. V.59, N4. P.152-153.

189. Vandebroek A. Genetics of Azospirillum-plant association - review / A. Vandebroek, J. Vanderleyden // Critical Reviews in Plant Sciences. - 1995. -Vol. 14. - Issue 5. - P. 445-466.

190. Vessey J.K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers / J.K. Vessey // Plant and Soil. - 2003. - Vol. 255. No. 2. - P. 571-586.

191. Westone D.T. Nitrogen and planting date effects on low - protein spring barley / D.T. Westone, R.D. Horsley, P.B. Schwarz, RJ. Goos // AgronomyJournal. - 1993. - Vol. 85. - Issue 6. - P. 110-117.

Приложения

Приложение 1

Динамика формирования листовой поверхности (за 2015 год), тыс.м^2/га

№ п/п	Варианты	Кущение(овес), Ветвление (горох)		Бутонизация (горох), выход в трубку (овес)		Цветение (горох), выметывание(овес)	
		овес	горох	овес	горох	овес	горох
1	Контроль	3,5	9,1	10,3	14,2	11,6	19,1
2	$Р_{60}К_{60}$	4,2	9,6	11,2	17,2	12,3	20,3
3	$N_{30}Р_{60}К_{60}$	4,6	10,4	11,8	17,8	12,1	22,7
4	$Р_{60}К_{60+}$ БисолбиФит	4,9	11,5	12,1	18,5	12,2	23,5
5	$N_{30}Р_{60}К_{60+}$ БисолбиФит	5,2	12,6	12,5	18,9	12,6	24,1
6	Овес(экстрасол)+ Горох (б\у)	4,6	9,4	11,4	16,8	12,2	20,5
7	$Р_{60}К_{60}$ + экстрасол	5,3	10,6	13,5	18,4	13,3	21,7
8	$N_{30}Р_{60}К_{60}$ + экстрасол	6,0	10,4	14,8	19,3	15,5	22,5
9	$Р_{60}К_{60}$+ бисолбифит + экстрасол	7,3	10,9	15,6	19,5	16,3	23,3
10	$N_{30}Р_{60}К_{60}$ +бисолбифит + экстрасол	7,5	11,3	15,8	21,3	17,4	23,5
11	Овес+ Горох (микориза)(б\у)	4,9	9,5	10,3	16,2	12,4	20,7
12	$Р_{60}К_{60}$ + микориза	5,6	10,2	11,4	17,3	13,4	21,3
13	$N_{30}Р_{60}К_{60}$ + микориза	6,1	11,1	11,6	17,8	15,2	21,7
14	$Р_{60}К_{60}$+ бисолбифит + микориза	7,8	12,6	12,5	18,2	16,2	22,4
15	$N_{30}Р_{60}К_{60}$ +бисолбифит + микориза	7,4	12,9	13,7	19,5	16,4	23,3
16	Овес (Э)+Горох(М) б\у	6,3	10,5	11,0	17,3	13,3	20,5
17	$Р_{60}К_{60}$ + экстрасол	6,5	11,7	12,8	18,6	13,8	21,6

	+ микориза						
18	$N_{30}P_{60}K_{60}$ + экстрасол + микориза	7,2	12,8	13,2	19,2	14,4	22,8
19	$P_{60}K_{60}$+ бисолбифит + экстрасол + микориза	8,4	13,6	13,5	20,1	15,5	23,8
20	$N_{30}P_{60}K_{60}$ +бисолбифит + экстрасол + микориза	9,3	14,9	14,7	22,3	16,8	24,3
	$НСР_{05}$	0,7	0,9	0,9	1,1	1,1	1,2

Приложение 2

Динамика формирования листовой поверхности (за 2016 год), тыс.$м^2$/га

№ п/п	Варианты	Кущение (овес), Ветвление (горох)		Бутонизация (горох), выход в трубку (овес)		Цветение (горох), выметывание(овес)	
		овес	горох	овес	горох	овес	горох
1	Контроль	3,2	9,4	10,5	14,5	11,8	19,3
2	$P_{60}K_{60}$	4,8	9,2	11,4	17,3	12,8	20,5
3	$N_{30}P_{60}K_{60}$	4,5	10,8	11,6	17,5	12,3	22,8
4	$P_{60}K_{60+}$ БисолбиФит	5,1	11,8	12,8	18,7	12,6	23,9
5	$N_{30}P_{60}K_{60+}$ БисолбиФит	5,6	12,8	12,7	19,1	13,2	25,2
6	Овес(экстрасол)+ Горох (б\у)	5,0	10,2	11,8	17,3	13,4	21,2
7	$P_{60}K_{60}$ + экстрасол	5,9	11,6	13,9	18,9	13,6	22,1
8	$N_{30}P_{60}K_{60}$ + экстрасол	6,6	10,8	15,1	20,8	16,3	23,1
9	$P_{60}K_{60}$+ бисолбифит + экстрасол	7,8	11,2	16,2	20,2	18,6	24,2
10	$N_{30}P_{60}K_{60}$ +бисолбифит + экстрасол	7,9	11,6	16,1	22,3	18,1	24,2
11	Овес+ Горох (микориза)(б\у)	5,1	10,2	11,0	17,1	13,2	21,2

12	$Р_{60}К_{60}$ + микориза	6,3	10,8	11,9	17,5	13,6	21,8
13	N_{30} $Р_{60}К_{60}$ + микориза	6,4	11,5	11,8	17,7	15,6	21,3
14	$Р_{60}К_{60}$+ бисолбифит + микориза	7,9	12,8	12,6	18,5	16,4	22,6
15	N_{30} $Р_{60}К_{60}$ +бисолбифит + микориза	7,5	13,1	13,9	19,8	16,7	23,5
16	Овес (Э)+Горох(М) б\у	6,7	10,8	11,5	17,8	13,6	20,8
17	$Р_{60}К_{60}$ + экстрасол + микориза	6,3	11,9	12,9	18,7	13,9	22,1
18	N_{30} $Р_{60}К_{60}$ + экстрасол + микориза	7,3	13,1	13,5	20,2	14,8	22,9
19	$Р_{60}К_{60}$+ бисолбифит + экстрасол + микориза	8,7	13,8	13,9	20,5	15,9	24,2
20	N_{30} $Р_{60}К_{60}$ +бисолбифит + экстрасол + микориза	9,8	15,2	15,3	23,1	17,5	25,2
	$НСР_{05}$	0,8	1,1	1,2	1,3	1,5	1,2

Приложение 3

Динамика формирования листовой поверхности (за 2017 год), тыс. $м^2$/га

№ п/п	Варианты	Кущение (овес), Ветвление (горох)		Бутонизация (овес), выход в трубку (горох)		Цветение (горох), выметывание (овес)	
		овес	горох	овес	горох	овес	горох
1	Контроль	4,4	8,5	11,0	16,9	12,0	18,9
2	$Р_{60}К_{60}$	3,9	10,3	11,6	14,4	12,1	20,4
3	$N_{30}Р_{60}К_{60}$	5,6	11,2	12,9	16,0	14,0	22,0
4	$Р_{60}К_{60+}$ БисолбиФит	5,0	12,4	11,7	16,8	13,3	23,7
5	$N_{30}Р_{60}К_{60+}$ БисолбиФит	5,1	12,8	13,2	18,1	12,9	23,3
6	Овес(экстрасол)+ Горох (б\у)	3,3	9,5	11,3	15,1	11,6	20,7
7	$Р_{60}К_{60}$ + экстрасол	5,6	10,2	12,8	18,2	13,3	21,0

8	$N_{30}P_{60}K_{60}$ + экстрасол	5,7	13,0	15,4	17,9	14,1	22,8
9	$P_{60}K_{60}$+ бисолбифит + экстрасол	6,2	13,6	13,5	19,7	13,7	22,7
10	$N_{30}P_{60}K_{60}$ +бисолбифит + экстрасол	8,0	14,0	15,8	17,6	15,5	24,0
11	Овес+ Горох (микориза)(б\у)	5,6	9,7	10,8	14,4	12,2	19,6
12	$P_{60}K_{60}$ + микориза	5,8	9,9	10,3	15,3	14,4	20,2
13	$N_{30}P_{60}K_{60}$ + микориза	6,4	11,0	12,3	16,4	13,6	22,7
14	$P_{60}K_{60}$+ бисолбифит + микориза	5,6	10,9	13,3	18,5	14,1	23,4
15	$N_{30}P_{60}K_{60}$ +бисолбифит + микориза	8,8	12,4	13,8	18,0	16,1	23,7
16	Овес (Э)+Горох(М) б\у	6,2	9,6	11,1	14,4	12,4	21,4
17	$P_{60}K_{60}$ + экстрасол + микориза	7,9	10,9	10,6	14,9	14,0	21,7
18	$N_{30}P_{60}K_{60}$ + экстрасол + микориза	8,0	11,3	12,0	15,8	14,6	22,4
19	$P_{60}K_{60}$+ бисолбифит + экстрасол + микориза	7,2	13,1	14,0	17,0	15,7	22,2
20	$N_{30}P_{60}K_{60}$ +бисолбифит + экстрасол + микориза	9,1	13,4	14,7	14,9	16,4	23,1
	$НСР_{05}$	1,2	1,1	1,3	1,1	1,2	1,3

Приложение 4

Динамика накопление сухой биомассы овса и гороха по фазам вегетации (за 2015 год), г/100 растений

варианты	фазы		
	Кущение, ветвление	выход в трубку	выметывание
Контроль	14,9	47,6	189,6
$Р_{60}К_{60}$	22,1	56,6	198,5
N_{30} $Р_{60}К_{60}$	26,5	59,2	212,3
$Р_{60}К_{60}$+ БисолбиФит	28,5	65,9	232,5
$N_{30}Р_{60}К_{60+}$ БисолбиФит	31,3	69,5	252,6
Овес(экстрасол)+Горох (б\у)	16,2	47,5	192,3
$Р_{60}К_{60}$ + экстрасол	24,2	56,2	200,5
N_{30} $Р_{60}К_{60}$ + экстрасол	26,9	57,6	213,2
$Р_{60}К_{60}$+ бисолбифит + экстрасол	29,6	66,2	233,2
N_{30} $Р_{60}К_{60}$ +бисолбифит + экстрасол	32,8	60,9	253,2
Овес+ Горох (микориза)(б\у)	15,9	48,3	190,6
$Р_{60}К_{60}$ + микориза	23,9	56,8	198,5
N_{30} $Р_{60}К_{60}$ + микориза	26,2	60,1	214,6
$Р_{60}К_{60}$+ бисолбифит + микориза	20,9	66,5	228,6
N_{30} $Р_{60}К_{60}$ +бисолбифит + микориза	30,5	70,6	248,6
Овес (Э)+Горох(М) б\у	19,2	50,3	190,3
$Р_{60}К_{60}$ + экстрасол + микориза	28,9	57,8	216,5
N_{30} $Р_{60}К_{60}$ + экстрасол + микориза	30,2	61,8	236,1
$Р_{60}К_{60}$+ бисолбифит + экстрасол + микориза	31,4	66,5	242,3
N_{30} $Р_{60}К_{60}$ +бисолбифит + экстрасол + микориза	33,4	70,8	249,3
$НСР_{05}$	0,9	1,2	1,1

Приложение 5

Динамика накопление сухой биомассы овса и гороха по фазам вегетации (за 2016 год), г/100 растений

варианты	фазы		
	Кущение, ветвление	Выход в трубку	Выметывание
Контроль	16,3	49,2	191,5
$P_{60}K_{60}$	22,8	56,9	200,4
N_{30} $P_{60}K_{60}$	27,2	60,2	213,8
$P_{60}K_{60}$+ БисолбиФит	30,1	67,2	234,2
$N_{30}P_{60}K_{60+}$ БисолбиФит	32,8	70,5	253,9
Овес(экстрасол)+Горох (б\у)	15,9	49,6	191,8
$P_{60}K_{60}$ + экстрасол	23,5	57,8	201,9
N_{30} $P_{60}K_{60}$ + экстрасол	27,8	60,1	215,2
$P_{60}K_{60}$+ бисолбифит + экстрасол	30,8	67,9	234,8
N_{30} $P_{60}K_{60}$ +бисолбифит + экстрасол	33,7	70,9	254,9
Овес+ Горох (микориза)(б\у)	17,2	50,2	192,5
$P_{60}K_{60}$ + микориза	24,9	59,1	201,2
N_{30} $P_{60}K_{60}$ + микориза	27,9	59,6	215,8
$P_{60}K_{60}$+ бисолбифит + микориза	30,8	67,7	231,8
N_{30} $P_{60}K_{60}$ +бисолбифит + микориза	32,9	71,5	255,8
Овес (Э)+Горох(М) б\у	20,9	51,6	192,8
$P_{60}K_{60}$ + экстрасол + микориза	29,6	59,9	216,8
N_{30} $P_{60}K_{60}$ + экстрасол + микориза	30,9	62,1	237,8
$P_{60}K_{60}$+ бисолбифит + экстрасол + микориза	32,3	69,5	257,2
N_{30} $P_{60}K_{60}$ +бисолбифит + экстрасол + микориза	36,3	76,2	261,2
$НСР_{05}$	0,9	0,8	0,7

Приложение 6

Динамика накопление сухой биомассы овса и гороха по фазам вегетации (за 2017 год), г/100 растений

варианты	фазы		
	Кущение, ветвление	выход в трубку	выметывание
Контроль	14,4	49,6	190,4
$Р_{60}К_{60}$	22,0	56,9	198,8
N_{30} $Р_{60}К_{60}$	27,0	58,8	213,2
$Р_{60}К_{60}$+ БисолбиФит	22,1	66,1	233,2
$N_{30}Р_{60}К_{60+}$ БисолбиФит	32,2	71,2	254,3
Овес(экстрасол)+Горох (б\у)	15,3	50,2	190,7
$Р_{60}К_{60}$ + экстрасол	21,6	57,9	203,0
N_{30} $Р_{60}К_{60}$ + экстрасол	26,6	61,7	214,5
$Р_{60}К_{60}$+ бисолбифит + экстрасол	29,9	67,5	235,7
N_{30} $Р_{60}К_{60}$ +бисолбифит + экстрасол	33,1	80,6	256,3
Овес+ Горох (микориза)(б\у)	15,8	50,9	190,8
$Р_{60}К_{60}$ + микориза	23,5	59,3	202,1
N_{30} $Р_{60}К_{60}$ + микориза	27,2	57,6	214,9
$Р_{60}К_{60}$+ бисолбифит + микориза	40,1	67,7	232,0
N_{30} $Р_{60}К_{60}$ +бисолбифит + микориза	35,0	71,5	261,2
Овес (Э)+Горох(М) б\у	20,8	51,7	194,7
$Р_{60}К_{60}$ + экстрасол + микориза	28,8	61,4	217,1
N_{30} $Р_{60}К_{60}$ + экстрасол + микориза	29,8	61,5	234,4
$Р_{60}К_{60}$+ бисолбифит + экстрасол + микориза	31,1	69,2	270,9
N_{30} $Р_{60}К_{60}$ +бисолбифит + экстрасол + микориза	36,5	79,2	270,4
$НСР_{05}$	1,1	0,9	0,8

Приложение 7

Содержание сырого белка в зеленой массе (за 2015 год), в % абс. сухого вещества

Вариант	Уровни минерального питания				
	Конт-роль	$P_{60}K_{60}$	$N_{30}P_{60}K_{60}$	$P_{60}K_{60}$ биомодиф.	$N_{30}P_{60}K_{60}$ биомодиф.
Овес+горох	10,9	15,8	16,1	16,9	17,8
Овес+ЭС+горох	12,6	16,8	17,2	18,3	18,9
Овес+горох+микориза	15,7	17,1	18,1	19,1	19,8
Овес+экстрасол+горох+ микориза	16,3	17,9	19,2	20,5	21,3
$НСР_{05}$	0,7	0,9	0,6	1,1	0,9

Приложение 8

Содержание сырого белка в зеленой массе (за 2016 год), в % абс. сухого вещества

Вариант	Уровни минерального питания				
	Конт-роль	$P_{60}K_{60}$	$N_{30}P_{60}K_{60}$	$P_{60}K_{60}$ биомодиф.	$N_{30}P_{60}K_{60}$ биомодиф.
Овес+горох	11,9	16,9	17,2	18,1	18,9
Овес+ЭС+горох	14,2	17,9	18,5	19,2	21,3
Овес+горох+микориза	16,8	18,9	19,4	20,8	21,5
Овес+экстрасол+горох+ микориза	18,1	19,6	20,4	21,6	22,3
$НСР_{05}$	0,8	0,9	0,6	1,1	0,8

Приложение 9

Содержание сырого белка в зеленой массе (за 2017 год), в % на абс. сухого вещества

Вариант	Уровни минерального питания				
	Конт-роль	$P_{60}K_{60}$	$N_{30}P_{60}K_{60}$	$P_{60}K_{60}$ биомодиф.	$N_{30}P_{60}K_{60}$ биомодиф.
Овес+горох	10,2	16,2	15,9	16,6	18,8
Овес+ЭС+горох	14,6	17,8	20,7	19,5	20,4
Овес+горох+микориза	15,8	17,1	19,2	18,0	19,9
Овес+экстрасол+горох+микориз а	18,7	16,8	18,3	20,3	20,6
$НСР_{05}$	0,6	0,6	0,5	0,7	0,9

Приложение 10

Сбор кормовых единиц (за 2015 год), тыс./га

Вариант	Уровни минерального питания				
	Конт-роль	$P_{60}K_{60}$	$N_{30}P_{60}K_{60}$	$P_{60}K_{60}$ биомодиф.	$N_{30}P_{60}K_{60}$ биомодиф.
Овес+горох	3,0	3,5	3,9	3,9	4,2
Овес+ЭС+горох	3,1	3,6	4,0	4,1	4,3
Овес+горох+микориза	3,2	3,7	3,8	4,2	4,4
Овес+экстрасол+горох+ микориза	3,5	3,9	4,3	4,8	5,4

Приложение 11

Сбор кормовых единиц (за 2016 год), тыс./га

Вариант	Уровни минерального питания				
	Конт-роль	$P_{60}K_{60}$	$N_{30}P_{60}K_{60}$	$P_{60}K_{60}$ биомодиф.	$N_{30}P_{60}K_{60}$ биомодиф.
Овес+горох	2,1	2,9	3,1	3,3	3,4
Овес+ЭС+горох	2,5	3,2	3,3	3,5	3,8
Овес+горох+микориза	3,0	3,5	3,7	3,9	3,9
Овес+экстрасол+горох+ микориза	3,2	3,5	3,7	3,9	4,0

Приложение 12

Сбор кормовых единиц (за 2017 год), тыс./га

Вариант	Уровни минерального питания				
	Конт-роль	$P_{60}K_{60}$	$N_{30}P_{60}K_{60}$	$P_{60}K_{60}$ биомодиф.	$N_{30}P_{60}K_{60}$ биомодиф.
Овес+горох	1,8	2,9	2,8	2,9	3,4
Овес+ЭС+горох	2,6	3,2	3,7	3,5	3,6
Овес+горох+микориза	2,8	3,0	3,5	3,2	3,5
Овес+экстрасол+горох+ микориза	3,3	3,0	3,2	3,6	3,7

Приложение 13

Содержание нитратов в урожае горохо-овсяной смеси на зеленый корм (за 2015 год), мг/кг

Вариант	Уровни минерального питания				
	Контроль	$P_{60}K_{60}$	$N_{30}P_{60}K_{60}$	$P_{60}K_{60}$ биомодиф.	$N_{30}P_{60}K_{60}$ биомодиф.
Овес+горох	126	131	192	262	312
Овес+ЭС+горох	134	132	174	281	336

Овес+горох+микориза	121	129	198	273	369
Овес+экстрасол+горох+микориза	137	135	201	275	408
$НСР_{05}$	5	2	4	7	8

Приложение 14

Содержание нитратов в урожае горохо-овсяной смеси на зеленый корм (за 2016 год), мг/кг

Вариант	Уровни минерального питания				
	Контроль	$P_{60}K_{60}$	$N_{30}P_{60}K_{60}$	$P_{60}K_{60}$ биомодиф.	$N_{30}P_{60}K_{60}$ биомодиф.
Овес+горох	125	132	186	258	308
Овес+ЭС+горох	132	134	191	292	329
Овес+горох+микориза	123	127	176	278	386
Овес+экстрасол+горох+микориза	136	138	198	281	441
$НСР_{05}$	6	2	4	10	11

Приложение 15

Содержание нитратов в урожае горохо-овсяной смеси на зеленый корм (за 2017 год), мг/кг

Вариант	Уровни минерального питания				
	Контроль	$P_{60}K_{60}$	$N_{30}P_{60}K_{60}$	$P_{60}K_{60}$ биомодиф.	$N_{30}P_{60}K_{60}$ биомодиф.
Овес+горох	133	151	192	290	292
Овес+ЭС+горох	232	157	265	291	325
Овес+горох+микориза	230	239	280	334	375
Овес+экстрасол+горох+микориза	234	258	270	329	489
$НСР_{05}$	12	6	14	5	10

Приложение 16

Вынос элементов питания с урожаем в смешанных посевах гороха и овса (за 2015 год), кг/га

Варианты	N	P_2O_5	K_2O
Контроль	143,6	154,7	28,8
$P_{60}K_{60}$	159,9	172,2	31,9
$N_{30}P_{60}K_{60}$	163,1	187,6	34,8

$P_{60}K_{60}$+ БисолбиФит	169,0	191,1	35,5
$N_{30}P_{60}K_{60+}$ БисолбиФит	174,8	188,3	9,1
Овес(экстрасол)+Горох (б\у)	152,8	164,5	30,6
$P_{60}K_{60}$ + экстрасол	173,6	186,9	34,7
N_{30} $P_{60}K_{60}$ + экстрасол	174,2	187,6	34,8
$P_{60}K_{60}$+ бисолбифит + экстрасол	177,5	191,1	35,5
N_{30} $P_{60}K_{60}$ +бисолбифит + экстрасол	179,4	193,2	35,9
Овес+ Горох (микориза)(б\у)	154,7	166,6	30,9
$P_{60}K_{60}$ + микориза	179,4	193,2	35,6
N_{30} $P_{60}K_{60}$ + микориза	180,0	193,9	36,0
$P_{60}K_{60}$+ бисолбифит + микориза	182,6	196,7	36,5
N_{30} $P_{60}K_{60}$ +бисолбифит + микориза	184,6	198,8	36,9
Овес (Э)+Горох(М) б\у	157,9	170,1	31,6
$P_{60}K_{60}$ + экстрасол + микориза	217,7	234,5	43,6
N_{30} $P_{60}K_{60}$ + экстрасол + микориза	218,4	235,2	43,7
$P_{60}K_{60}$+ бисолбифит + экстрасол + микориза	219,7	236,6	43,9
N_{30} $P_{60}K_{60}$ +бисолбифит + экстрасол + микориза	221,0	238,0	44,2
$НСР_{05}$	2,1	3,5	2,5

Приложение 17

Вынос элементов питания с урожаем в смешанных посевах гороха и овса (за 2016 год), кг/га

Варианты	N	P_2O_5	K_2O
Контроль	98,8	106,4	19,8
$P_{60}K_{60}$	127,4	137,2	25,5
N_{30} $P_{60}K_{60}$	141,7	152,6	28,3
$P_{60}K_{60}$+ БисолбиФит	149,5	161,0	29,9
$N_{30}P_{60}K_{60+}$ БисолбиФит	152,7	164,5	30,6

Овес(экстрасол)+Горох (б\у)	120,9	130,2	24,2
$Р_{60}К_{60}$ + экстрасол	141,7	152,6	28,4
N_{30} $Р_{60}К_{60}$ + экстрасол	152,1	163,8	30,4
$Р_{60}К_{60}$+ бисолбифит + экстрасол	157,3	169,4	31,5
N_{30} $Р_{60}К_{60}$ +бисолбифит + экстрасол	162,5	175,0	32,5
Овес+ Горох (микориза)(б\у)	124,1	133,7	24,8
$Р_{60}К_{60}$ + микориза	143,0	154,0	28,8
N_{30} $Р_{60}К_{60}$ + микориза	148,9	160,3	29,8
$Р_{60}К_{60}$+ бисолбифит + микориза	158,6	170,8	31,7
N_{30} $Р_{60}К_{60}$ +бисолбифит + микориза	164,5	177,1	32,9
Овес (Э)+Горох(М) б\у	135,2	145,6	27,0
$Р_{60}К_{60}$ + экстрасол + микориза	148,9	160,3	29,8
N_{30} $Р_{60}К_{60}$ + экстрасол + микориза	154,7	166,6	30,9
$Р_{60}К_{60}$+ бисолбифит + экстрасол + микориза	161,2	173,6	32,2
N_{30} $Р_{60}К_{60}$ +бисолбифит + экстрасол + микориза	165,8	178,5	33,2
$НСР_{05}$	4,8	5,5	5,2

Приложение 18

Вынос элементов питания с урожаем в смешанных посевах гороха и овса (за 2017 год), кг/га

Варианты	N	$Р_2О_5$	$К_2О$
Контроль	109,2	117,6	21,8
$Р_{60}К_{60}$	126,7	136,5	25,4
N_{30} $Р_{60}К_{60}$	143,0	154,0	28,6
$Р_{60}К_{60}$+ БисолбиФит	135,1	152,6	28,3
$N_{30}Р_{60}К_{60+}$ БисолбиФит	152,8	164,5	30,6
Овес(экстрасол)+Горох (б\у)	113,7	122,5	22,8
$Р_{60}К_{60}$ + экстрасол	132,6	142,8	26,5

N_{30} $P_{60}K_{60}$ + экстрасол	146,2	157,5	29,2
$P_{60}K_{60}$+ бисолбифит + экстрасол	149,5	161,0	29,9
N_{30} $P_{60}K_{60}$ +бисолбифит + экстрасол	156,0	168,0	31,2
Овес+ Горох (микориза)(б\у)	115,7	124,6	23,1
$P_{60}K_{60}$ + микориза	133,2	143,5	26,7
N_{30} $P_{60}K_{60}$ + микориза	139,7	150,5	27,8
$P_{60}K_{60}$+ бисолбифит + микориза	152,7	164,5	30,6
N_{30} $P_{60}K_{60}$ +бисолбифит + микориза	157,3	169,4	31,5
Овес (Э)+Горох(М) б\у	126,7	136,5	25,4
$P_{60}K_{60}$ + экстрасол + микориза	141,7	152,6	28,3
N_{30} $P_{60}K_{60}$ + экстрасол + микориза	156,0	168,0	31,2
$P_{60}K_{60}$+ бисолбифит + экстрасол + микориза	175,0	189,0	35,1
N_{30} $P_{60}K_{60}$ +бисолбифит + экстрасол + микориза	195,0	210,0	39,0
$НСР_{05}$	8,5	9,5	3,8