

УДК 631.847.2:631.816.11

На правах рукописи

Галкина Оксана Владимировна

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

Специальность 06.01.04 – агрохимия

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук**

Иваново 2020

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном общеобразовательном учреждении высшего образования «Ивановская государственная сельскохозяйственная академия имени Д.К. Беляева» на кафедре «Агрохимии и землеустройства»

Научный руководитель: Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Тарасов Алексей Леонидович

Официальные оппоненты: **Никитин Сергей Николаевич**
доктор сельскохозяйственных наук, Ульяновский НИИСХ – филиал ФГБУН «Самарский федеральный исследовательский центр РАН, заместитель директора по научной работе
Селицкая Ольга Валентиновна
кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО «РГАУ –МСХА имени К.А. Тимирязева, кафедра микробиологии и иммунологии, заведующая кафедрой

Ведущая организация: ФГБНУ «Верхневолжский федеральный аграрный научный центр»

Защита диссертации состоится « 3 » декабря 2020 года в 14.00 час. на заседании диссертационного совета Д006.029.01 при ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии Д.Н. Прянишникова (ФГБНУ ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова) по адресу: 127550, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 31а.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии Д.Н. Прянишникова и на сайте: <https://vniia-pr.ru/diss/diss-galkina-07-09-2020.pdf>

Автореферат разослан «__» _____ 2020 г.

Отзывы на автореферат в 2-х экземплярах, заверенные гербовой печатью учреждения, просим направлять по адресу: 127434, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 31а, ученому секретарю диссертационного совета. E-mail: dissovet_vniia@mail.ru

Ученый секретарь

диссертационного совета

Никитина Любовь Васильевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

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, а 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 препарата улучшает всасываемую способность корневой системы, тем самым улучшается поступление питательных веществ из труднодоступных слоев почвы, биомодификации сложных минеральных удобрений биопрепаратом БисолбиФит на основе спорных 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 воз-

можно 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 почвы.
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 агрономическую и экономическую эффективность от применения биопрепаратов и минеральных удобрений в смешанных посевах овса с горохом.

Научная новизна. В результате исследований проведена агрохимическая оценка комплексного применения минеральных удобрений и биопрепаратов при возделывании горохо-овсяной смеси на зеленый корм. Установлено, что применение азотного удобрения, биопрепаратов ассоциативных diaзотрофов (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 удобрений и биопрепаратов обусловлена улучшением условий минерального питания растений, которые выражаются в повышении концентрации и накопления растениями азота, фосфора и калия. 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.

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 возделывании горохо-овсяной смеси на зеленый корм на дерново-подзолистой почве Верхневолжья. Применение 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 почвы;
- 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.

Личный вклад автора Автор принимал личное участие в планировании и проведении экспериментов, обобщении отечественных и зарубежных литературных источников, анализе и обработке результатов собственных исследований, подготовке научных публикаций и оформлении диссертационной работы (доля участия автора 92%).

Автор выражает благодарность научному руководителю Тарасову А.Л., заведующему кафедрой агрохимии и землеустройства ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА Борину А.А., за оказанную помощь и содействие в выполнении исследований, составивших содержание диссертации.

Апробация работы. Основные положения и результаты исследований обсуждались на всероссийских научных конференциях: «Аграрная наука в условиях модернизации и инновационного развития АПК России» (ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА, 2015-2017), всероссийская научно-практическая конференция с международным участием, посвященной 75-летию со дня образования агрономического факультета (ФГБОУ ВО Вятская ГСХА, 2019).

Публикации. По результатам исследований опубликовано 12 научных работ, из них 4 статьи в изданиях рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем диссертации. Работа включает введение, 7 глав, выводы, предложения производству, список литературы и приложения. Общий объем работы составляет 124 страницы компьютерного текста, 16 таблиц и 6 рисунков. Список литературы включает 191 источник, из них 38 на иностранных языках.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Объекты методы и условия проведения исследований

Работу по оценке эффективности применения различных биопрепаратов и минеральных удобрений в посевах овса с горохом на зеленую массу проводили в 2015-2017 гг. на опытном поле ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА. Исследования проводили на дерново - подзолистой среднесуглинистой почве. В годы прове-

дения исследований содержание гумуса составляло 1,7-1,8%, подвижного фосфора 170-190 мг/кг, калия от 145-156 мг/кг, рН 5,6

В опыте использовали включенные в реестр по Ивановской области сорт овса Боррус и сорт гороха Труженник. Культуры выращивали в смешанных посевах с соотношением компонентов в смеси 50:50%, от нормы высева в чистом виде 250 кг/га. Полевой опыт закладывали согласно методик (Программа и методика..., 1990; Оценка эффективности..., 2000).

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 арбускулярно - везикулярная микориза на горохе, экстрасол на овсе, а также биомодифицированное удобрение. Площадь деланки - 100 м^2 . Повторность опыта 4-х кратная. Размещение вариантов систематическое.

Предшественником были многолетние травы. Агротехника возделывания соответствовала зональной технологии. Уборку на зеленый корм проводили путем скашивания поделаночно в фазу цветения у бобовых и выметывание у овса.

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 семян гороха, обработанного ризоторфином, проводили грибом арбускулярно-везикулярной микоризы из расчета 400 г. препарата. В качестве прилипателя использовали обезжиренное молоко. Биомодифицированное удобрение получали путем нанесения на гранулы бисолбифит с минеральными удобрениями, с нормой 40 г. на 1 кг удобрения. Биопрепараты изготовлены во ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии.

Арбускулярно-везикулярная микориза - 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. Использование АВМ улучшает всасываемую способность корневой системы, тем самым улучшается поступление питательных веществ из труднодоступных слоев почвы.

Бисолбифит – это микробиологический препарат комплексного действия. Данный штамм разработан на основе ризосферных бактерий *Bacillus subtilis*. БисолбиФит является сухой формой препарата «Экстрасол», дополнительно содержит необходимый для роста растений кремний. Используется как микробиологического удобрения, повышающего плодородие почв, стимулятора и регулятора роста растений, повышает устойчивость растений к заболеванию, модификатор минеральных удобрений (повышает усвоение растениями НРК из удобрений на 20-40 %).

Экстрасол – его основу 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.

Погодные условия в годы проведения полевого опыта - среднесуточная температура воздуха и количество атмосферных осадков было разным. В мае, когда происходит формирование корневой массы, в 2017 г выпало максимальное количество атмосферных осадков (89,6мм), а в 2016-2015 гг их было существенно меньше (29 мм и 7,8мм) среднемноголетней нормы (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 (63 мм и 80мм). Среднесуточная температура воздуха в мае 2015-2016 гг (14,7-14,0 °С) превышала среднемноголетние значений (11,6 °С), в июне (18,2-16,6 °С) и в июле (17,9-20,2 °С), где среднее многолетние значение составило 15,8 °С-17,8°С.

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

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.

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); - рН ксl; - подвижный фосфор и калий по Кирсанову (ГОСТ 26483-85, 1985; ГОСТ 26212-91, 1992);
2. Динамика ОМЧ микрофлоры почвы определяли по методу Е.З. Теллер (1993).
3. Фенологические наблюдения по фазам развития растений овса и гороха, учет всходов, накопление сухого вещества в посевах проводили по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1985).
4. Рассчитывали характеристики фотосинтетической деятельности посевов: площадь листьев рассчитывали методом высечек по А.А. Ничипоровичу (1961):
5. Учет содержания урожайности зеленой массы проводили путем скашивания поделяночно согласно схеме опыта с 1 м² путем взвешивания с дальнейшим пересчетом на 1 га.
6. Определение содержание азота по ГОСТ 32044.1 (2012), фосфора по ГОСТ 26657-97 (1997), калия по ГОСТ 30504-97 (1997).
7. Определение содержания кормовых единиц по методике расчета обменной энергии в кормах на основе содержания сырых питательных веществ (2008).
8. Определение нитратов по ГОСТ 26951 – 86 (1986).

9. Накопление основных элементов питания в урожае зеленой массы (справочные данные по агрохимии, 2014).

10. Агрономическую и экономическую эффективность изучаемых вариантов определяли по методикам, утвержденной РАСХН (1998).

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

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Влияние минерального питания, биомодифицированного удобрения и биопрепаратов на динамику микрофлоры почвы

Наши исследования показали, что общее микробное число в смешанном посеве гороха с овсом на зеленый корм, зависело от микробно-растительных взаимодействий и применения минеральных удобрений.

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

Посев	Дозы удобрений				
	Контроль	Р ₆₀ К ₆₀	Н ₃₀ Р ₆₀ К ₆₀	Р ₆₀ К ₆₀ биомодиф.	Н ₃₀ Р ₆₀ К 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+ЭС+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+ЭС+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+ЭС+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+ЭС+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.1).

Что касается применения минеральных удобрений в посевах овса с горохом на зеленый корм, то выявлено, что на фоне внесения P₆₀K₆₀ и N₃₀P₆₀K₆₀ 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 применении данного штамма на N₃₀P₆₀K₆₀ соответственно до 1,492 млн. /1г почвы. На фоне инокуляции семян биопрепаратом Экстрасол при внесении фосфорно-калийного и полного минерального удобрений наблюдается незначительное 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 N₃₀P₆₀K₆₀ 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.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 применения 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 внесения $N_{30}P_{60}K_{60}$ 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 применения $P_{60}K_{60}$ 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 использовании биомодифицированного двойного суперфосфата, хлористого калия и аммиачной селитры.

В среднем за 3 года исследований общее микробное число без применения биопрепаратов и минеральных удобрений составило 1,224 млн. /1г почвы. При внесении 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 внесении 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 внесения биомодифицированного удобрения увеличило данный показатель в 3,3-4,5 раза по сравнению без их применения (табл.1).

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

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

Динамика всхожести семян в смешанных посевах

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: большим количеством осадков (особенно в мае, июне, июле), что негативно отразилось на росте, развитии и, в конечном счете, на урожайности изучаемых культур.

Таблица 2 - 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 О - овес, Г-горох										
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+ЭС +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+ЭС +горох+микориза	81	81	82	84	88	86	92	90	95	92
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+ЭС+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+ЭС+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

Условия минерального питания и применение биопрепаратов существенно отразились на динамике всхожести семян гороха и овса (табл. 2). 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 инокуляции семян овса биопрепаратом экстрасол всхожесть без применения 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.2). 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.2).

В среднем за 3 года проведенных исследований всхожесть семян горохово-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 биопрепаратом 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.2).

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.2).

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.2).

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

Динамика формирования листовой поверхности

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.3).

Таблица 3 - Динамика формирования листовой поверхности, тыс.м²/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+ЭС+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 (го- рох)	Овес+горох	10,6	15,2	11,4	16,3	11,9	17,1	12,2	18,0	12,8	18,8
	Овес+ЭС+го- рох	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+ЭС +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+го- рох	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+ЭС +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

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.м²/га и гороха в фазу ветвление до цветение 9,0-19,2 тыс.м²/га. С применением P₆₀K₆₀ и N₃₀P₆₀K₆₀ наблюдалась положительная тенденция по формированию листовой поверхности (табл.3), 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.м²/га, на горохе динамика наблюдалась незначительно. На фоне применения P₆₀K₆₀ и N₃₀P₆₀K₆₀ 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 биомодифицированного удобрения так и без их применения (табл.3). 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. м²/га, в фазе выход в трубку – 11,2 тыс.м²/га и выметывание - 13,1 тыс.м²/га. На горохе 10,3 тыс. м²/га в фазу ветвления, 16,5 тыс.м²/га в фазу бутонизации и 20,9 тыс.м²/га в фазу цветение. Аналогичная положительная тенденция наблюдалась на фоне применения минерального удобрения и нанесения биопрепарата бисолбифит на гранулы P₆₀K₆₀ и N₃₀P₆₀K₆₀, а так же по каждому году исследований.

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

Динамика накопления сухой биомассы овса и гороха

Формирование биомассы в период вегетации, также существенно зависит от уровня минерального питания растений, плодородия почвы и погодных условий. 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 выметывания.

Таблица 4 - 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++ЭС+ +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+ЭС +горох+мик ориза	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+ЭС +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+ЭС +горох+ микориза	19,4	31,8	23,4	36,3	25,0	36,8	26,3	42,1	28,1	47,5
Выметывание (овес)	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+ЭС +горох+	83,4	109,2	90,8	125,9	100	136,1	103,7	153,1	104,6	155,7

	микориза										
	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) (табл.4).

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.

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

В наших исследованиях по изучению эффективности комплексного применения минеральных удобрений, биопрепаратов и биомодифицированного удобрения установлено, что урожайность зеленой массы значительно изменялась в зависимости от погодных условий и изучаемых в опыте факторов. Уборку на зеленую массу проводили в фазу цветения гороха и начало выметывания метелки у овса.

В 2015 г при внесении под смешанные посевы минеральных удобрений без применения биопрепаратов урожайность зеленой массы достоверно возрас- тала 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 P₆₀K₆₀ и N₃₀P₆₀K₆₀. 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 P₆₀K₆₀ и N₃₀P₆₀K₆₀ 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 N₃₀P₆₀K₆₀ удобрение (табл. 5). 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 экстра- солом на всех фонах удобрений получено достоверное увеличение сбора зеле- ной массы (табл. 5). 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 экстразолом 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 внесения 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. Инокуляция семян овса биопрепаратом экстразол 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 (табл.5).

Таблица 5 - Урожайность горохо-овсяной смеси на зеленую массу. т/га

№ варианта	Средняя урожайность, т/га				Общая прибавка, т/га				Прибавка от биопрепарата, т/га			
	2015	2016	2017	среднее	2015	2016	2017	среднее	2015	2016	2017	среднее
1	22,1	15,2	16,8	18,0	-	-	-	-	-	-	-	-
2	24,6	19,6	19,5	21,2	2,5	4,4	2,7	3,2	-	-	-	-
3	25,1	21,8	22,0	22,9	3,0	6,6	5,2	4,9	-	-	-	-
4	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	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	23,5	18,6	17,5	19,8	1,4	3,4	0,7	1,8	1,4	3,4	0,7	-
7	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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								

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 экстрасол, 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 на фоне внесения биомодифицированного минерального удобрения получена общая и эта закономерность сохранилась и в среднем за три года (табл.5).

Таким образом, при выращивании смешанного посева овса и гороха, семена которых были инокулированы биопрепаратом экстрасол и арбускулярно-везикулярная микориза урожайность зеленой массы в среднем 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 достоверная прибавка сбора зеленой массы от 10,5 – 11,8 т/га и от биопрепарата соответственно 2,5-2,7 т/га по сравнению с контро-

лем (табл.5). Это свидетельствует об усилении действия биопрепаратов при бинарном использовании.

Таблица 6 - 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+ЭС+ +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.6).

При инокуляции семян овса экстраксом содержание белка в зеленой массе составило 13,8 %. На фоне P₆₀K₆₀ и N₃₀P₆₀K₆₀ 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 применения удобрений дала положительный эффект, соответственно 17,7%. На фоне применения P₆₀K₆₀ и N₃₀P₆₀K₆₀, 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 7 - 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+ЭС+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 внесении $P_{60}K_{60}$ 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.7).

При инокуляции семян овса биопрепаратом экстрасол сбор кормовых единиц в зеленой массе составило 2,5 тыс./га. На фоне РК удобрения и внесения 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 биомодифицированного удобрения в 1,8-1,9 раза.

Инокуляция семян гороха биопрепаратом арбускулярно-везикулярная микориза увеличила сбор кормовых единиц на фоне применения 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 тыс./га. При применении РК удобрения и внесении 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.7).

Таблица 8 - 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+ЭС+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 экстракол 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.8).

Накопление основных элементов питания в урожае зеленой массы.

Вынос азота, фосфора и калия урожаем зеленой массы

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.

Таблица 9 - Вынос элементов питания с урожаем в смешанных посевах гороха и овса, (среднее за 2015-2017 гг), кг/га

№ варианта	N	P_2O_5	K_2O	№ варианта	N	P_2O_5	K_2O
1	117,0	126,0	23,4	11	131,3	141,4	26,2
2	137,8	148,4	27,5	12	151,4	163,1	30,2
3	148,8	160,3	29,8	13	156	168,0	31,2
4	153,4	165,2	30,7	14	164,4	177,1	32,8
5	159,9	172,2	31,9	15	168,8	181,3	33,6
6	128,7	138,6	25,7	16	139,7	150,5	27,9
7	148,8	160,3	29,7	17	169,0	182,0	33,8
8	157,3	169,4	31,5	18	176,1	189,7	35,2
9	161,2	173,6	32,2	19	185,1	199,5	37,0
10	165,7	178,5	33,1	20	193,7	208,6	38,7
$НСП_{05}$	10,5	9,8	4,2	$НСП_{05}$	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 P₂O₅ и 4,7 кг/т K₂O).

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.

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.9).

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.

Таблица 10 - Фактическая окупаемость 1 кг д.в. удобрений прибавкой урожая зеленой массы (среднее за 2015-2017 гг), кг/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	-	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+ЭС+горох+микориза	-	66,6	60,6	85,0	78,6

По данным таблицы 10 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 (табл.10).

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

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 использовании биопрепаратов и минеральных удобрений - 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 внесении 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 применения удобрений дала положительный эффект - содержание белка составило соответственно 17,7%, по сравнению с контролем – 11 %. На фоне применения $P_{60}K_{60}$ и $N_{30}P_{60}K_{60}$, при инокуляции семян обоих компонентов посевов биопрепаратами, содержание данного компонента увеличилось от 18,1 до 19,3 %. Аналогичный результат получен и на всех уровнях биомодифицированной аммиачной селитры, двойного суперфосфата и хлористого калия соответственно 20,8 - 21,4 %.

- при применении РК удобрения и внесении 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 биомодифицированного 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 опубликованных работ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Галкина, О.В., Тарасов, А.Л. Влияние биопрепаратов на урожайность и питательную ценность зеленой массы в смешанных посевах овса с горохом. //Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение 2017. №2 (50) , с.122-126
2. Галкина, О.В., Тарасов, А.Л. Эффективность применения биопрепаратов в смешанных посевах овса с горохом на зеленый корм. //Аграрный вестник Верхневолжья.2018. № 2 (23), с.12-14
3. Галкина, О.В., Тарасов, А.Л. Влияние предпосевной обработки семян овса и гороха биопрепаратами и внесение разных доз минеральных удобрений на продуктивность зеленой массы. //Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение 2019. №1 (59) , с.116-120
4. Галкина, О.В. Влияние инокуляции семян овса и гороха биопрепаратами при внесении разных доз минеральных удобрений на урожайность и качество зеленой массы. //Аграрный вестник Верхневолжья.2019. № 2 (27), с.50-53

Публикации в других изданиях

5. Галкина, О.В., Тарасов А.Л. Влияние различных биопрепаратов на урожайность зеленой массы в смешанных посевах овса с горохом на зеленый корм. // Аграрная наука в условиях модернизации и инновационного развития АПК России. Сборник материалов Всероссийской научно-методической конференции с международным участием, посвящённой 85-летию Ивановской государственной сельскохозяйственной академии имени Д.К. Беляева том 1, Иваново, Россия, 2015,с.196-198
6. Галкина, О.В., Тарасов А.Л. Влияние биопрепаратов на урожайность зерна в смешанных посевах овса с горохом. // Наука и молодежь: Новые идеи и решения в АПК. Сборник всероссийских научно-методических конференций с международным участием, Том 1, Иваново, 2016 ИГСХА, с.56-58
7. Галкина, О.В., Тарасов А.Л. Влияние биопрепаратов на урожайность зеленой массы гороха с овсом. // Вопросы повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Сборник научных статей под редакцией профессора, заслуженного деятеля РФ Г.Н. Ненайденко, Иваново, Россия,2016, с.58-60
8. Галкина, О.В., Тарасов А.Л. Влияние биопрепаратов на урожайность горохо-овсяной смеси на зерносенаж. //Системы интенсификации земледелия и биотехнологии как основа инновационной модернизации аграрного производства. Коллективная монография, Суздаль, Россия, 2016,с.264-266

9. Галкина, О.В., Тарасов А.Л. Влияние биопрепаратов на урожайность и содержания белка в зеленой массе в смешанных посевах.// Вопросы повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Сборник научных статей под редакцией профессора, заслуженного деятеля РФ Г.Н. Ненайденко, Иваново, Россия, 2017, с.62-66
10. Галкина, О.В., Тарасов А.Л. Влияние биопрепаратов на урожайность и содержания белка в зеленой массе в смешанных посевах овса с горохом. //Аграрная наука в условиях модернизации и инновационного развития АПК России Сборник материалов, Иваново, Россия, 2017,с.200-202
- 11.Галкина, О.В., Тарасов А.Л. Влияние биоминерального удобрения на урожайность и качество зеленой массы в смешанных посевах.// Аграрная наука в условиях модернизации и инновационного развития АПК России Сборник материалов, Иваново, Россия, 2018,с.80-82
- 12.Галкина, О.В. Эффективность применения биоминерального удобрения в смешанных посевах овса с горохом на зеленый корм. //Вестник АПК Верхневолжья.2019. №1 (45),с.27-29