

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«НАУЧНО - ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СЕЛЬСКОГО
ХОЗЯЙСТВА КРЫМА»

На правах рукописи

Кулинич Роман Алексеевич

**ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ ЗЕРНОБОБОВЫХ
КУЛЬТУР ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ
МИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ В ЗОНЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ СТЕПИ
КРЫМА В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ**

06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата

сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук,
Паштецкий Владимир Степанович

Симферополь – 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ		СТР.
ВВЕДЕНИЕ		4
1. ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР ПУТЕМ ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН МИКРОБНЫМИ ПРЕПАРАТАМИ РАЗЛИЧНОГО СПЕКТРА ДЕЙСТВИЯ (обзор литературы)		12
2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ		32
2.1. Зоны и методика условия в годы исследований		33
2.2. Почвы и зоны опытного участка		36
2.3. Методика проведения исследований		37
2.4. Агротехника культур в опытах		44
3. ВЛИЯНИЕ МИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ПОСЕВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА СЕМЯН ГОРОХА, ЧИНЫ, ЧЕЧЕВИЦЫ..		46
4. ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИМБИОТИЧЕСКОЙ АЗОТФИКСАЦИИ ПРИ БАКТЕРИЗАЦИИ СЕМЯН ГОРОХА, ЧИНЫ, ЧЕЧЕВИЦЫ БИОПРЕПАРАТАМИ В УСЛОВИЯХ ВЕГЕТАЦИОННОГО ОПЫТА.		52
5. ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН МИКРОБНЫМИ ПРЕПАРАТАМИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ГОРОХА, ЧИНЫ, ЧЕЧЕВИЦЫ В АГРОЦЕНОЗАХ		57
5.1. Оценка эффективности бобово-ризобиального симбиоза		57
5.2. Влияние бактеризации на морфо-биологические показатели растений.....		63
5.3. Влияние предпосевной бактеризации семян на структуру урожая.		65
5.4. Зависимость величины площади ассимиляционной поверхности растений от инокуляции семян микробными препаратами.....		68
5.5. Урожайность зернобобовых культур в зависимости от		

применения микробных препаратов.....	70
5.6. Влияние микробных препаратов на содержание сырого протеина в семенах.....	72
6. ИНТЕНСИФИКАЦИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В РИЗОСФЕРЕ ЧЕРНОЗЕМА ЮЖНОГО ПРИ БАКТЕРИЗАЦИИ СЕМЯН ГОРОХА, ЧИНЫ, ЧЕЧЕВИЦЫ БИОПРЕПАРАТАМИ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ.....	75
7. КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВЯЗИ В АГРОЦЕНОЗАХ ГОРОХА, ЧИНЫ, ЧЕЧЕВИЦЫ.....	90
8. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ ГОРОХА, ЧИНЫ, ЧЕЧВИЦЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ	105
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	112
РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ	114
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	115
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	142

ВВЕДЕНИЕ

Активизация микробно-растительного сообщества – мощный фактор продуктивного функционирования агрофитоценозов. Препараты биологического направления способны решать ряд важных вопросов в растениеводстве и производстве сельскохозяйственной продукции. Это существенно уменьшает пестицидные нагрузки на окружающую среду, улучшает фитосанитарное состояние агрофитоценозов, способствует улучшению питания растений, активизируя природные процессы – азотфиксацию и фосфатмобилизацию в ризосфере, повышают потенциал растительно-микробного взаимодействия.

Микробные препараты – важный элемент современных экологически безопасных технологий выращивания высококачественной продукции, который не приводит к ухудшению окружающей среды, положительно влияет на организмы людей и животных, а также значительно экономит материальные ресурсы сельскохозяйственных производителей.

Необходимо отметить, что стабилизирующей основой большинства систем земледелия и формирование устойчивых агроэкосистем являются бобовые растения. В течение многих лет применение биопрепаратов на основе азотфиксирующего действия является обязательным агроприемом при выращивании бобовых культур (Виноградский С.Н., 1952; Мишустин Е.Н., Шильникова В.Н., 1973; Емцев В.Т., 1985; Пенчуков В.М., 1996; В.П. Патика 2001). Использование инокуляции семян штаммами клубеньковых бактерий в технологиях выращивания зернобобовых культур обеспечивает формирование активного бобово-ризобияльного симбиоза, рост интенсивности усвоения азота из воздуха, увеличение продуктивности растений.

Другим важным аспектом механизма позитивного действия микробных препаратов является влияние бактерий на доступность труднорастворимых фосфатов в почве. Фосфатмобилизирующие микроорганизмы гидролизуют ферментативным путем органической формы фосфатов, количество которых является иногда высоким в чернозёмных почвах, и улучшают фосфорное питание инокулированных растений. При интродукции этих микроорганизмов с семенами в

почвенный микробоценоз проходит синтез биологически активных соединений, которые обеспечивают ростостимулирующий эффект для растений, при этом отмечается интенсивное развитие корневой системы и увеличивается ее абсорбирующая способность, что так же сказывается на усваивании фосфора сельскохозяйственными культурами (Щигорцова Е.Л., 2005).

Следует отметить, что в настоящее время в мировом земледелии растет производство зернобобовых растений (Розвадовский А.М., Бабич А.О., 1990; В.П. Петриченко, 2003; В.Ф. Каминский, 2003). В последнее время в России также отмечается рост посевных площадей зернобобовых культур. Если, в 2008 году зернобобовые занимали 1 млн. га, то в 2016 – 4,62 млн. га. В целом, в зависимости от года, доля зернобобовых в общем производстве зерновых культур составляет 2-3% (Зотиков В.И., 2014).

Возделывание зернобобовых в симбиозе с клубеньковыми азотфиксирующими бактериями стало обязательным агроприемом технологий производства зернобобовой продукции (Карнаухов В.К., 1962; Клищенко С., 2004; Тихонович И.А., 2005). Исследованиями Н.З. Толкачева (1992), Ф.Ф. Адаменя (1999), Е.Л. Щигорцовой, С.В. Дидович (2002, 2007, 2013) выявлены генетически комплементарные и специфичные различным сортам сои, гороха, нута, чины, чечевицы штаммы клубеньковых бактерий. Показана эффективность совместного применения препаратов на основе клубеньковых бактерий *Mesorhizobium ciceri* и фосфатмобилизирующих микроорганизмов в условиях Крыма (С.В. Дидович, 2002; 2013); препарата биопротекторного действия Биополицида на продуктивность сорго зернового (Н.В. Алексеенко, И.А. Каменева, О.А. Пергаев, 2013).

Однако исследование эффективности комплексного применения микробных препаратов на основе симбиотических азотфиксаторов, фосфатмобилизирующих, ростостимулирующих и биопротекторных микроорганизмов и их влияние на продуктивность агроценозов зернобобовых культур в почвенно-климатических условиях степного Крыма не проводилось, что и определило стратегию исследования в данной работе.

Актуальность темы. Анализ современного отечественного и мирового опыта применения полезных микроорганизмов в агробиотехнологии (Тихонович И.А., 2006; Волкогон В.В. с соавт., 2011; Патыка В.П. с соавт., 2012; Vance С.Р., 2001; Maria Harrisonetal., 2012; RayD., 2014) подтверждает возможность создания высокопродуктивных растительно-микробных систем и указывает на необходимость изучения условий для их эффективного функционирования в определенных почвенно-климатических условиях. Обусловлено это тем, что микробиота является незаменимой и неотъемлемой составляющей почвы и способна оказывать комплексное влияние на растения и почву в агроценозах, так как при ее непосредственном участии осуществляются природные процессы биологической азотфиксации, фосфатмобилизации, ростстимуляции, биопротекции, гумусообразования. Бактеризация семян микробными препаратами способствует интродукции в агроценозы агрономически полезных микроорганизмов и является элементом органического земледелия, которое основывается на методологии экологически безопасных технологий, возобновления природных ресурсов и их энергосбережения, оздоровления населения.

В связи с этим исследования актуальны в мировом сообществе и в России. Разработка безопасных технологий выращивания растениеводческой продукции в Крыму имеет особое значение в связи с развитием туризма и со специализацией региона на оздоровительных и лечебно-профилактических услугах. Ценность этому исследованию придает выбор зернобобовых культур – незаменимых источников растительного белка и пополнения почвы биологическим симбиотрофным азотом.

Цель и задачи исследования. Целью исследований было проведение оценки влияния инокуляции семян полифункциональными микробными препаратами на основе азотфиксирующих, фосфатмобилизирующих, ростстимулирующих и биопротекторных микроорганизмов на формирование урожая и продуктивность растений гороха, чины, чечевицы и направленность микробиологических процессов в их ризосфере на черноземе южном в зоне Центральной степи Крыма.

Для достижения поставленной цели решали следующие задачи:

- выявить влияние полифункциональных микробных препаратов на формирование бобово-ризобиальной системы, рост, развитие и урожайность семян гороха, чины, чечевицы;
- установить интенсивность микробиологических процессов в ризосфере растений на черноземе южном при бактериализации семян гороха, чины, чечевицы микробными препаратами полифункционального действия;
- провести поиск функциональных зависимостей показателей бобово-ризобиального симбиоза, продуктивности и качества зерна при выращивании зернобобовых культур;
- определить экономическую и биоэнергетическую эффективность комплексного применения биопрепаратов на основе азотфиксирующих, фосфат-мобилизирующих, ростстимулирующих и биопротекторных микроорганизмов в агротехнологии выращивания гороха, чины, чечевицы в зоне Центральной степи Крыма.

Объект исследований: взаимодействие микроорганизмов-биоагентов микробных препаратов с зернобобовыми растениями в агроценозах.

Предмет исследований: полифункциональные микробные препараты: Ризобифит, Фосфоэнтерин, Полимиксобактерин, Альфобактерин, Биополицид. Зернобобовые культуры: горох сорт Девиз, чина сорт Сподиванка, чечевица сорт Линза.

Методы исследований – Влажность почвы определяли термостатно-весовым методом; площадь листовой поверхности – методом высечек; нитрогеназную активность – ацетиленовым методом; коэффициент микробиологической трансформации органического вещества – по методике В.Д. Мухи определение сырого протеина в зерне – ГОСТ 13496.4-93; оценка посевных качеств семян согласно ГОСТ 12038-84; математико-статистический анализ экспериментальных данных был выполнен с помощью компьютерных программ Excel–2007 и Statistica–7; индекс олиготрофности определяли по Никитину Д.И.

Научная новизна полученных результатов впервые в условиях агроценоза при применении полифункциональных микробных препаратов (Ризобофит, Фосфоэнтерин, Полимиксобактерин, Альбобактерин, Биополицид) установлены корреляционные связи симбиотических показателей, элементов продуктивности, урожайности и качества семян гороха, чины и чечевицы. Научно-обоснованы функциональные зависимости влияния и изменения данных показателей от условий года и бактеризации, определены направленность и интенсивность корреляций в системе бобово-ризобиального взаимодействия и реализация его потенциала в агроценозе.

Установлено, что на формирование и функционирование микробоценоза в ризосфере почвы бобовых растений влияет вид бобовой культуры, фаза развития растения, интродукция полифункциональных микроорганизмов – биоагентов микробных препаратов. Установлена возможность интенсификации микробиологических процессов в ризосфере почвы чернозема южного на разных этапах онтогенеза растений гороха, чины и чечевицы в условиях применения препаратов полифункционального действия.

Практическое значение полученных результатов. На основании многолетних исследований в почвенно-климатических условиях зоны Центральной степи Крыма для улучшения посевных качеств семян, получения экономически обоснованной и экологически безопасного урожая семян, активизации микробиоты ризосферы растений гороха, чины, чечевицы сельскохозяйственным предприятиям разных форм собственности рекомендовано проведение предпосевной бактеризации семян комплексом микробных препаратов Ризобофит + Фосфоэнтерин + Биополицид в дозе 100 мл препарата на посевную единицу семян на 1 га.

Бактеризация семян позволяет повысить урожайность гороха на 0,39 т/га (18,5%), чины на 0,31–0,50 т/га (11,7–18,8 т/га), чечевицы на 0,26 т/га (12,1%) и содержание в семенах сырого протеина на 1,9%. Экономический эффект применения бактеризации в агротехнологии выращивания гороха составил 19 тыс. руб.

при рентабельности 62%, чины – 45 тыс. руб. при рентабельности 183%, чечевицы – 48 тыс. руб. при рентабельности 180%.

Результаты исследований были внедрены в сельскохозяйственное производство Крыма в Красногвардейском районе (ЧП «Петров», КФХ Кузьменко). Внедрение данного элемента технологии возделывания зернобобовых культур в хозяйство КФХ «Кузьменко» на площади посева гороха 100 га в условиях орошения способствовало получению дополнительной прибыли в сумме 220 тыс. руб. Применение полифункциональных препаратов на чечевице площадью 30 гектар на орошении способствовало получению дополнительной прибавки к чистой прибыли 74 тыс. рублей. В сельскохозяйственном предприятии «Петров» проведение инокуляции тройным комплексом микробных препаратов семян гороха дала возможность получить дополнительную прибавку к чистой прибыли в размере 285 тыс. руб.

Основные положения, выносимые на защиту.

- стимуляция роста и развития растений гороха, чины и чечевицы путем бактериализации семян различными полифункциональными микробными препаратами;
- бактериализация семян гороха, чины и чечевицы различными полифункциональными микробными препаратами как фактор повышения продуктивности растений и улучшения качественных характеристик семян гороха, чины и чечевицы;
- интенсификация микробиологических процессов в ризосфере чернозема южного при интродукции микроорганизмов в ризосферу гороха, чины, чечевицы;
- функциональные зависимости показателей бобово-ризобияльного симбиоза и продуктивности в агроценозах зернобобовых культур;
- энергетическое и экономическое обоснование целесообразности применения комплексной бактериализации семян полифункциональными микробными препаратами при возделывании гороха, чины и чечевицы.

Личный вклад соискателя заключается в обобщении отечественной и зарубежной литературы по теме диссертации, определении проблемных вопросов, планировании и проведении полевых и лабораторных экспериментов, статистической обработке полученных результатов, формулировании выводов и практические

ских рекомендаций, в написании статей и рукописи диссертации. Публикации выполнены как самостоятельно, так и в соавторстве. В опубликованных работах, выполненных в соавторстве, доля автора составляет от 30 до 80 % и заключается в получении экспериментальных данных и обобщении результатов исследований.

Автором были проведены полевые, вегетационные и лабораторно-полевые эксперименты. По теме диссертации проведен анализ отечественной и зарубежной литературы. Обобщены результаты исследований, проведена их систематизация и статистическая обработка данных, сформулированы основные положения диссертационной работы, выводы и рекомендации производству.

В опубликованных научных работах доля автора составляла 30–100%

Апробация результатов диссертации. Результаты исследований, основные положения и выводы были заслушаны и обсуждены на заседаниях методической комиссии и Ученого Совета Крымского института агропромышленного производства УААН (2013–2014 гг.); на международной молодежной конференции «Новые Вавиловы, новые Квасницкие», посвященной памяти академиков М.И. Вавилова, О.В. Квасницкого (Полтава, 22-23 августа, 2013 г.); международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Волгоградского государственного аграрного университета и кафедры «Земледелие и агрохимия» (Волгоград, 14 июля 2014 г.); международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Уральского государственного аграрного университета (Екатеринбург, 26-27 февраля, 2015 г.); IX международной научно-практической конференции молодых ученых «Инновационные тенденции развития Российской науки» (г. Красноярск, 22-23 марта 2016 г.); международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «Вклад молодых ученых в аграрную науку» (Кинель, 13-14 апреля 2016 г.); V международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 25-летию ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия» (с. Соленое Займище, 11-13 мая 2016г.).

За период 1.10.2014-31.12.2014 гг. являлся ответственным исполнителем проекта «Интерактивные связи и прогнозирование биологической активности

почв в агроценозах для формирования стабильных и безопасных экосистем Крыма по гранту, при финансовой поддержке РФФИ и Республики Крым 14-44-01621 «р_юг_а».

Публикации. По результатам диссертации опубликовано 24 научных работ, в т. ч. 4 статьи в профессиональных изданиях из перечня ВАК России, 6 статей из перечня ВАК Украины, 4 статьи в научных журналах РИНЦ, 10 статей в других научных изданиях.

Автор выражает глубокую признательность научному руководителю Паштецкому Владимиру Степановичу за организационные и научные советы при выполнении диссертационной работы.

Большую помощь в проведении исследований оказали сотрудники ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма» кандидат сельскохозяйственных наук Е.Л. Турина и кандидат сельскохозяйственных наук С.В. Дидович. Считаю своим приятным долгом выразить им сердечную благодарность.

1. ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР ПУТЕМ ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН МИКРОБНЫМИ ПРЕПАРАТАМИ РАЗЛИЧНОГО СПЕКТРА ДЕЙСТВИЯ (обзор литературы)

Интенсификация сельскохозяйственного производства, предусматривающая внесение значительного количества удобрений и пестицидов, за последние пол века позволила увеличить прирост сельскохозяйственной продукции на 70-90 %. Но повышение урожайности сопровождается значительными вложениями капиталов и энергоресурсов (Gold M.V., 1999).

В мировой практике наблюдается тенденция снижения доз применяемых минеральных удобрений, и возрастает роль их интегрированного использования (по экономическим и экологическим соображениям) с агротехническими приемами, направленными на поддержание естественного плодородия почв, мероприятиями по повышению биоразнообразия полезной почвенной микрофлоры (Патыка В.П., Петриченко В.Ф., 2004). Без принятия срочных мер по охране и повышению плодородия почв, оно уже в ближайшем будущем может быть необратимо утрачено на обширных земледельческих территориях (Парахин Н.В., Наумкина Т.С. 2008).

Наиболее эффективное и экологически безопасное применение минеральных удобрений возможно только при удовлетворении потребности растений в широком спектре других компонентов, обеспечивающих развитие растений без ущерба для плодородия почв. Одним из них является инокуляция («заражение») комплексом полезных почвенных микроорганизмов (Bennet J.M., 1984; Vance C.P., 2001; Illmer P., 2003; Natalia Requena, 2012; Maria Harrison, Daniela Floss, 2012; Liu J., 2014).

На исключительно важное значение полезных почвенных микроорганизмов для питания растений обращали внимание великие ученые агрономического почвоведения В.В. Докучаев (1940) и П.А. Костычев (1951). В очерке «К вопросу об открытии при русских университетах кафедр почвоведения и учение о микроорганизмах», В.В. Докучаев писал: «Несомненно, вместе с навозом вносятся в почву

и бактерии, роль которых, по всей вероятности, не меньше вносимых удобрительных веществ».

На протяжении XX столетия были проведены масштабные исследования, в результате которых было установлено, что в зависимости от типа почвы и ее культурного состояния, разница проявляется в значительных колебаниях численности и структуре почвенных микроорганизмов, микробиота активно функционирует и формирует преимущественно верхний горизонт почвы, участвуя в образовании гумусового слоя, где наибольший запас органических форм питательных элементов и почвенные микроорганизмы тесно взаимосвязаны (Круглов Ю.В., 2012; Патыка Н.В., 2012). С одной стороны, микробные сообщества способствуют активной миграции питательных веществ к корням, с другой – микроорганизмы вследствие интенсивной ферментативной деятельности и продуцирования метаболитов влияют на доступность для растений труднорастворимых соединений биогенных элементов.

Экспериментально доказано, что лишение растений необходимой микрофлоры может привести к снижению интенсивности корневого питания до 15 раз (Волкогон В.В., 2011). Список составляющих полезного воздействия микроорганизмов на растения не исчерпывается только выше указанным, но и этого достаточно для понимания того, что активизация микробно-растительного взаимодействия является мощным фактором повышения продуктивности агроценозов.

Повышение урожайности сельскохозяйственных культур зависит от обеспечения их элементами минерального питания. У большинства почв в первом минимуме находятся доступные растениям минеральные азотные соединения. Поэтому вопрос о повышении плодородия почв и продуктивности сельскохозяйственных растений, в первую очередь, связывается с обеспечением их азотом.

Основными источниками азотного питания растений являются: минеральный азот соединений, образованных в почве в результате микробиологических процессов; азот минеральных удобрений, которые вносятся; азот органических удобрений; азотные соединения, которые получают при фиксации молекулярного азота микроорганизмов; азотные соединения, которые поступают в почву с

атмосферными осадками, поливной водой и семенами (Патыка В.Ф., 1992; Адамень Ф.Ф., 2003).

Удовлетворение потребностей растений в азоте – задание более трудное, чем в обеспечение каким-нибудь другим минеральным элементом (Патыка В.П., 1993). На протяжении всего периода жизни они проявляют относительно высокую потребность в азоте. Высшие растения не способны использовать в роли источника азотного питания молекулярный азот (исключение бобовые и ряд других), так как они не способны преодолеть силы сцепления атомов у молекулы азота. В результате вся огромная масса атмосферного азота (около 8 т на каждый квадратный метр земной поверхности) растениям недоступна. Кроме того, большое количество азота помещается в горных породах – 95-97% от всего азота Земли (на атмосферный азот приходится лишь 3-5%) (Звягинцев Д.Г., 1987; Иванов Н.С., 1986). Тем не менее, по мнению многих исследователей, преобладающее количество связанного азота, который поглощаются растениями из почвы в естественных условиях, была накоплена из атмосферы, и он не является азотом первичных пород, а входит в состав органических веществ (Блек К.А., 1973).

Бобовые растения обладают уникальной способностью вступать в симбиоз с клубеньковыми бактериями и образовывать азотфиксирующие клубеньки. В соответствии со многими исследованиями, проведенными в России и других странах, установлено, что бобовые культуры в симбиозе с клубеньковыми бактериями *Rhizobium* способны фиксировать большое количество азота: клевер – 180-670 кг/га, люцерна – 200-460, бобы – 100-550, соя – 90-240, горох – 70-160, люпин – 150-450, пастбища с бобовыми – 100-260 кг/га (Бабич А.О., 1996; Адамень Ф.Ф., 1999).

Каждый вид бобовых растений образует клубеньки при инокуляции определенным видом клубеньковых бактерий. Бактерии проникают в корневой волосок, где образуется инфекционная нить, стенки которой формируются растительной клеткой, а внутреннее содержимое представляет бактериальный полисахарид, в который погружены клетки ризобий. Находящиеся в инфекционной нити бактерии делятся и по мере роста нити продвигаются в зону меристемы корня. Затем

они проникают из инфекционной нити в цитоплазму растительных клеток, перестают делиться и превращаются в бактериоиды, где синтезируется нитрогеназа - фермент, восстанавливающий азот до аммиака. Процесс инокуляции подробно освещен в работах Е.Н. Мишустина и В.К. Шильниковой (1973).

По мнению Л.А. Вакулиной, Л.Н. Крыловой (1966), эффективное использование растениями биологически связанного азота возможно лишь тогда, когда клубеньковые бактерии вирулентны (способны быстро проникать в корни) и активны. Судить о вирулентности клубеньковых бактерий можно по количеству клубеньков, образовавшихся на корнях, а об активности – по приросту урожайности и количеству накопленного азота.

После уборки зернобобовых культур до 30 % биологически фиксированного азота остается в пожнивных и корневых остатках и используется последующими культурами (Сичкарь В.И., 2004).

Установлено, что в естественных условиях бобовые растения используют только 10-30 % своего азотфиксирующего потенциала (Костычев П.А., 1951; Адамень Ф.Ф., 2004). Инокуляция семян повышает этот параметр до 15-50 % (на 40-60 %), а остальной резерв может быть использован при оптимизации условий функционирования симбиоза.

В почвах Крыма обитают природные популяции клубеньковых бактерий зернобобовых культур (Карпов Е.В., 2016; Толкачев М.З., 2004). Растения способны вступать в симбиоз с клубеньковыми бактериями вида *Rhizobium Leguminosarum* (Frank), которые на корнях растения-хозяина образуют клубеньки с довольно высокой азотфиксирующей активностью. Клубеньковые наросты начинают формироваться в фазе 5-8 листков через 10-15 дней после начала роста. Максимальный их рост отмечается от начала цветения и до начала созревания.

Однако азотфиксирующую активность гороха можно значительно увеличить путем применения для предпосевной инокуляции семян биопрепаратов конкурентоспособных селекционных штаммов клубеньковых бактерий.

Так, согласно результатам исследований Е.Л. Щигорцовой (2004,2005,2008,2009), для зоны Степного Крыма лучшими штаммами для гороха

сорта Эффектный являются 261-Б, Г-8, 4; для сорта Харвус 1 – 261-Б, Г-8, 65, 31; Харвус 2 – 261-Б, П-2; Харвус 3 – 261-Б, Г-8, 31; Комбайновый 1 – 261-Б, Г-8, 245А. Результаты исследований Института земледелия УААН показали, что применение высокоактивного штамма клубеньковых бактерий в технологии выращивания гороха в зоне Лесостепи Украины обеспечивает прирост урожая на 3,5-4,1 ц/га (Сичкарь В.И., 2015). В этой же зоне в опытах О.М. Мартынюк (2004) получена достоверная прибавка урожайности зерна гороха при инокуляции семян равная 0,5-1,1 ц/га.

Н.З. Толкачев, С.В. Дидович, Е.В. Шерстобоева, Т.Н. Мельничук (2002) считают применение инокуляции семян для нута обязательной, так как в Крыму отсутствуют аборигенные ризобии культуры и нутовая клубеньковая бактерия является узкоспециализированной и развивается только на нуте.

Согласно результатам полевых исследований С.В. Дидович (2007), проведенных в Предгорной зоне Крыма, применение Ризобифита (штамм Н-12) обеспечило повышение урожайности зерна нута сорта Триумф на 24,7 % и сбора "сырого" протеина на 22,3 %, сорта Розанна – 4,4-15,0 % и 6,6-14,7 % соответственно по сравнению с контролем (необработанные семена).

В варианте с Ризоторфином большую семенную продуктивность по сравнению с контролем (7,5 – 50%) сформировали растения образцов нута к-1029 (Эфиопия), к-5107 (Индия), и сортов Краснокутский 195, Юбилейный, Зерноградский 36, Краснокутский 36 и Заволжский (Наумкина Т.С., 2013)

В условиях Центральной степи Крыма Щигорцовой Е.Л. (2009), Адаменем Ф.Ф. (2010) и Л.Е. Мартемьяновой (2015) экспериментально доказано, что наиболее эффективными штаммами для чины сорта Красноградская 4 являются П-2, 261-Б и 2802, для чечевицы сорта Луганчанка – Ч-14, 248-Б, которые способствуют дополнительной прибавке урожая на 2,1-3,5 ц/га.

Предпосевная инокуляция семян гороха Ризоторфином способствовала образованию активного симбиоза в опытах В.В. Барабанова (2008) – масса клубеньков на обработанных вариантах в среднем за три года достигала 4,9 г/10 растений к фазе цветения, в то время как на необработанных вариантах наблюдались лишь

спонтанные мелкие клубеньки зеленоватого цвета, масса которых не превышала 0,3 г/10 растений.

Имеются данные О.Д. Данильченко (2012), что бактеризация семян чечевицы Полимиксобактерином также обеспечивает увеличение количества клубеньков до 11,5 штук на растение, что больше контроля (без инокуляции) на 16,5 %, а увеличение массы клубеньков на 15,7 %.

В опытах Л.В. Гаврилишиной, М.В. Первачук (2013) предпосевная инокуляция штаммами *Bradyrhizobium sp. (Lotus)* 1801 семян лядвеница сорта Аякс обеспечило образование активных азотфиксирующих клубеньков – в среднем от 4 до 10 единиц и биомассой 272 – 730 мг/растение, при этом азотфиксирующая активность клубеньков существенно не отличалось между собой, что способствовало повышению урожайности зерна на 0,65 т/га в сравнении с вариантом без инокуляции.

Мелкие, грязно-сероватые или зеленоватые, коричневые клубеньки, образованы, как правило, неэффективными клубеньковыми бактериями. Обычно крупные клубеньки, расположенные на главном корне или около него, обладают высокой азотфиксирующей активностью (Берестецкий А.О., 1984).

Е.В. Агафонов (2002) утверждает, что бывают случаи, когда растения слабо отзываются на инокуляцию бактериальными препаратами. Это, как правило, связано с рядом причин. Кожемяков А.П. (1997), Н.М. Мандровская, О.Д. Кручева, Л.В. Косенко (2001), связывают слабую отзывчивость гороха на инокуляцию семян с тем, что он давно используется в культуре земледелия, поэтому в почве появилось большое количество спонтанных и, возможно, агрессивных штаммов, которые являются конкурентами производственных. По этой причине прирост урожая от инокуляции семян в некоторых случаях не превышает 10-15 %.

Кроме того, химизация сельского хозяйства, применение минеральных удобрений, особенно азотных, также негативно отразились и на симбиотическом потенциале, и на сапрофитно существующих ризобиях, агрессивные формы которых конкурируют с производственными штаммами. Это, в свою очередь, приводит к получению слабо- или неэффективному симбиозу.

Нередко результат инокуляции семян бобовых культур бывает нулевым, если в ризосфере количество почвенных микроорганизмов превышает количество микроорганизмов, привнесенных людьми (Самсонова С.К., 1990). Подобная замена явно нежелательна, так как клубеньки при таком симбиозе формируются мелкие, белого цвета, со всеми признаками низкой активности к азотфиксации.

По мнению С.К. Самсонова (1990), естественные ценозы конкурентоспособней, но в симбиотической азотфиксации они менее активны, и конечный результат оказывается неудовлетворительным.

Одним из основных резервов повышения симбиотической азотфиксации является взаимодействие макро - и микросимбионтов (Трепачев Е.П., 1991). Клубеньковые бактерии должны обладать высокими не только азотфиксирующими, но и конкурентными способностями, чтобы вытеснить местные штаммы, занять доминирующее положение и самим образовывать клубеньки на корневой системе бобовых растений. Однако конкурентоспособность штамма определяется также соответствием его генетической характеристики растения-хозяина. Высококонкурентоспособный штамм на одном сорте растения может снизить эту способность на другом сорте.

По мнению Ф.Ф. Адаменя (2005), именно за счет улучшения соответствия партнеров симбиоза можно надеяться на повышение урожайности бобовых растений.

В качестве подтверждения автор приводит результаты опытов с сортами сои, инокулированными различными штаммами *Rhizobium*. Так, конкурентная способность штамма бактерий СВ 1809 в зависимости от совместимости его генетической характеристики с отдельными сортами сои выразилась следующим образом: для сорта Хэмптон – СВ 1809, СС 709, СВ1795, а для сорта Харди – СС 709, СВ 1795, СВ 1809, т. е. штамм СВ 1809 был высоко конкурентоспособным на сорте Хэмптон и неконкурентоспособным на сорте Харди.

В опытах Е.В. Агафонова, М.Ю. Стукалова, Л.Н. Агафоновой (2002) это подтвердилось – штаммы клубеньковых бактерий 261 и 626 не оказали существенного влияния на азотфиксирующую способность гороха сорта Сармат, его

развитие и продуктивность, однако применение штамма 263 достоверно повышало урожайность культуры.

В своих научных работах Щигорцова Е.Л. (2005)., Турин Е.Н. (2005)., Кулинич Р.А. (2013) подчеркивают, что обработку семян бобовых растений следует проводить специфическими (специфический – особенный, отличительный, свойственный только данному предмету, явлению) штаммами клубеньковых бактерий для каждого отдельного сорта. Клубеньковые бактерии должны обладать высокими не только азотфиксирующими, но и конкурентными способностями, чтобы вытеснить местные штаммы, занять доминирующее положение и самим образовывать клубеньки на корневой системе бобовых растений (Кулинич Р.А. 2014).

Общеизвестно, что фосфорные удобрения также, как и азотные, являются неотъемлемым условием повышения урожайности сельскохозяйственных культур. В этом отношении важным аспектом механизма позитивного влияния микробиологических препаратов является влияние бактерий на доступность труднодоступных фосфатов почвы (Гатулина Г.Г., 2016) Фосфатмобилизирующие микроорганизмы усваивают ферментативным путем органические формы фосфатов, количество которых иногда является достаточно высоким в черноземных почвах, и в определенной степени, улучшают фосфорное питание инокулированных растений. Микробиота почвы обладает способностью растворять даже такой стойкий фосфоросодержащий минерал, как фторапатит (Цавкелова Е.А., 2005). Кроме того, действенным ингредиентом интродуцированных микроорганизмов является биологически активные соединения, которые обеспечивают ростостимулирующий эффект для растений - отмечается интенсивное развитие корневой системы и рост ее абсорбирующей способности, что в свою очередь обеспечивает увеличение использования минеральных веществ и, в том числе, минеральных удобрений на 20 – 30 % (Волкогон В.В., 2010).

Важной особенностью фосфорного питания инокулированных растений является возможность привлечения элемента с нижних горизонтов почвенного профиля, куда постепенно, с годами, перемещаются и трансформируются в фосфор. Развитая корневая система, инициированных бактериализацией растений, спо-

собна проникать на значительные глубины, привлекать к растительному метаболизму фосфаты, которые не могут быть использованы растениями. По сути, инокулированные растения является своеобразной биологической помпой, с помощью которой происходит возвращение фосфатов в верхние горизонты почвенного профиля (Гатулина Г.Г., 2016; Коц И.В., 2000).

Недоступные для растений соединения фосфора могут переводить в растворимые соединения разные виды микроорганизмов, но наиболее активными являются представители родов *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Mycobacterium*, *Penicillium* (Кузин А.И., 2001). Многочисленные литературные источники описывают способность свободноживущих фосфатмобилизирующих микроорганизмов высвобождать фосфор из малодоступных соединений как в лабораторных исследованиях, так и в условиях вегетационных и полевых опытов, оказывая значительное влияние на структуру урожая и на его величину.

Положительное действие фосфатмобилизирующих микроорганизмов на питание растений отмечала в своих трудах еще в 1961 году Р. Менкина, а позже А. Берестецкий и А. Хотянович (1984), Чайковская Л.А (2004).

Применение фосфатмобилизирующих бактерий способствует значительному улучшению фосфорного питания растений, о чем свидетельствуют данные по содержанию фосфора в вегетативной массе (Fiabig В., 1989). Другие ученые указывают на подобный эффект в опытах с ячменем, урожайность которого увеличивалась на 23%, салатом, огурцами, помидорами - их урожайность увеличивалась на 20% (Егоров С.Ю., 1997). Применение фосфатмобилизирующих ризосферных бактерий способствовало увеличению содержания фосфора в проростках и растениях пшеницы (Domey S., 1988).

Установлено положительное действие инокуляции семян чечевицы фосфатмобилизирующими бактериями в условиях полевых опытов с использованием горных природных фосфоритов. Выявлено, что эффективность использования природных фосфатов в течение исследуемых лет составляла 30-51% эффективности суперфосфата. Инокуляция повысила эффективность использования фосфатов - она выросла до 60 и 100% по сравнению с суперфосфатом (Хурцидзе Т.Д., 1981).

На основе исследований с сахарной свеклой, кукурузой и льном установлено, что фосфатмобилизирующие бактерии, улучшают фосфорное питание растений, способствуют повышению урожайности этих сельскохозяйственных культур (Патыка В.П., 2000; 2002; 2001).

Положительное влияние на растения имеет, и совместная инокуляция фосфатмобилизирующими и азотфиксирующими бактериями. Совместную инокуляцию фосфатмобилизирующими бактериями с азотобактером и ризобиями предлагали проводить А. Берестецкий и А. Хотянович (1984). При совместной инокуляции лаванды значительно увеличивалось вегетативная масса растений, повысилась урожайность пшеницы (Ключенко В.В., 2012) (Kundu V.S., 1980), проса (Kalaghatagi S.V., 1996) сои (Нетрусов А.И., 2004), ячменя (Баранская М.И., 2008) (Belimon A.A., 1995). Однако все исследователи отмечают, что для эффективности такого совместного приема большое значение имеют подбор партнеров и содержание фосфора в почве.

Коллективом отдела микробиологии ФГБУН «НИИСХ Крыма» разработан микробиологический препарат Фосфоэнтерин (биоагент *Enterobacter nimipressuralis* 32-3, авторы Чайковская Л.А., Мельничук Т.Н. и др.). Результаты, полученные при испытании Фосфоэнтерина в условиях полевых опытов, свидетельствуют о положительном влиянии предпосевной инокуляции семян на урожайность зерна озимой пшеницы сорта Альбатрос одесский – она возростала в среднем на 3,7 ц/га (Мельничук Т.Н., 2008). Применение Фосфоэнтерина способствовало увеличению зерновой урожайности рапса сорта Галицкий в среднем за три года исследований на 16 %. Прирост к контролю урожая помидоров сорта Шанс от применения Фосфоэнтерина составил 13,8 % (Мельничук Т.Н., Пархоменко Т.Ю., Татарин Л.М., 2008).

В исследованиях О.Е. Клименко, Н.И. Клименко, И.А. Каменевой (2008) Фосфоэнтерин повышал качество саженцев персика за счет усиления роста сеянцев, лучшей приживаемости окулянтов, образования и роста боковых побегов и корней у растений. В связи с этим выход однолетних саженцев увеличивался на 2-10% по сравнению с контролем.

Показано, что обработка семян сорго бактериями фосфатмобилизирующими бактериями улучшает рост растений на 10% и способствует увеличению биомассы растений на 35%. При этом возрастает содержание фосфора в растениях, а урожайность повышается на 9-10% (Алексеевко Н.А., 2013).

Данные, полученные В.В. Бордай, Т.В. Данилковой (2013), свидетельствуют о положительном применении микробиологических препаратов для защиты растений и бактериальных удобрений Планриз, Фитоцид, Диазофит и Фосфоэнтерин в условиях Львовской области для обработки клубней картофеля перед посадкой, растений в период бутонизации и цветения, перед закладкой на хранение – снижение поражения возбудителями болезней в 1,6-2,9 раза.

Биопрепараты Полимиксобактерин (биоагент *Paenibacillus polymyxa KB*) и Альбобактерин (биоагент *Achromobacter album 1122*), изготовленные в Институте сельскохозяйственной микробиологии и агропромышленного производства НААН Украины (авторы Канивец В.И., Токмакова Л.М.), также активно применяются как фосфатмобилизирующие микробные препараты. Так, по данным Мироновского института пшеницы имени В.Н. Ремесла НААН, применение Полимиксобактерина способствовало увеличению урожайности пшеницы на 19,3 % (Волкогон В.В., 2011). Согласно результатам полевых исследований ННЦ «Институт почвоведения и агрохимии имени О.Н. Соколовского» НААН, применение этого же препарата увеличило урожайность кукурузы на 10-24 %. Обработка семян Альбобактерином способствовала увеличению урожайности сахарной свеклы на 24,4 % при одновременном повышении сахаристости. Имеется информация о положительном влиянии Альбобактерина на всхожесть семян полевых культур на 5-12% (Мельник С.И., Жилкин В.А., 2007). Высокая эффективность Альбобактерина в технологии выращивании озимого рапса подтвердилось в исследованиях Ивано-Франковского института АПВ НААН – прирост урожайности культуры от бактериализации составил – 0,66-0,91 т/га (Волкогон В.В, Зарышняк А.С., 2011).

Комплексное влияние бактериализации фосфатмобилизирующими препаратами и минеральных удобрений на урожайность ярового ячменя сорта Сталкер изучали Чайковская Л.А., Баранская М.И., Овсиенко Е.Л., Якубова Э.Р. (2008) в условиях

Херсонской области. По результатам двухлетних исследований было установлено, что зерновая продуктивность ярового ячменя на неудобренном фоне была наибольшей при использовании Полимиксобактерина – 29,0 ц/га, что превышало контроль на 3,7 ц/га. Применение Альбобактерина в этих условиях обеспечило прирост урожая на 2,9 ц/га, а Фосфоэнтерина – на 1,4 ц/га.

В.В. Ключенко (2012) установлено, что наибольшая урожайность зерна озимой пшеницы получена при использовании бактериализации с минеральными удобрениями из расчета P_{30} . Применение Фосфоэнтерина, Полимиксобактерина и Альбобактерина способствовало увеличению продуктивности пшеницы (в среднем за 3 года) соответственно на 1,19 т/га (31,5%), 1,40 т/га (37%) и 0,66 т/га (17,5%) в сравнении с контролем.

Результаты исследований, проведенных на опытном поле Института кормов и сельского хозяйства Подолья НААН свидетельствуют о достоверном увеличении урожайности гороха при обработке семян бактериальными препаратами (Телекало Н.В., 2014). Применение Полимиксобактерина на удобренном фоне $N_{45}P_{60}K_{60}$ повышало урожайность зерна гороха сорта Царевич на 0,11 т/га, с внесением внекорневых подкормок эффективность инокуляции повышалась до 0,11-0,14 т/га. У сорта Улус прирост урожая от обработки семян Полимиксобактерином составил 0,12-0,16 т/га или 3,8-4,3 %.

Необходимо отметить, что кроме мобилизации фосфатов в почве бактерии *Paenibacillus polymyxa* и *Achromacter album* являются активными продуцентами фитогормонов, поэтому препараты можно считать и ростстимулирующими. Кроме того, фосфатмобилизирующие препараты в значительной мере снижают заболеваемость растений. Например, обработка семян сахарной свеклы Полимиксобактерином или Альбобактерином уменьшает поражение растений корнеедом в 1,5-2 раза (Смирнов В.В., 2001).

Растворимые соединения фосфора, полученные в результате жизнедеятельности фосфатмобилизирующих микроорганизмов, хорошо используются не только растениями, но и почвенными микроорганизмами, в том числе азотфиксирующими. Поэтому для наиболее лучшего обеспечения азотфиксирующих бактерий

фосфорным питанием целесообразно использовать фосфатмобилизирующие и азотфиксирующие биопрепараты в комплексе (Мельник С.И., Жилкин В.А., 2007).

Препарат антифунгального действия Биополицид на основе бактерии *Raenibacillus polytuxa* штамм П, выделенной из ризосферы гороха представляет собой гель жёлто-коричневого цвета. Основным механизмом действия — образование антифунгальных веществ, высокоактивных к широкому кругу фитопатогенных грибов – возбудителей распространённых болезней сельскохозяйственных растений (Чайковская Л.А., 2004; Патыка В.П., 2005). Определённое значение имеет также вытеснение из ризосферы растений штаммом *Raenibacillus polytuxa* П условно патогенных и болезнетворных микроорганизмов, благодаря его высокой конкурентной способности, которая обусловлена интенсивным ростом и высокой его адаптивностью к условиям существования.

Так, согласно исследованиям Селекционно-генетического института НААН применение Биополицида на озимой пшенице сорта Красуня способствовало прибавке урожая (в среднем за 3 года) на 5,3 ц/га. Применение его на томатах сорта Шанс позволило получить достоверно высокий выход ранней продукции на 7,8% по сравнению с контролем (Мельничук Т.Н., 2008).

Первоочередным условием возможности комплексного применения разных по агрономически полезным признакам штаммов микроорганизмов, является их или синергизм, или взаимотолерантность (Фурдичка О.И., 2013). Наибольшую коммуникабельность при составлении полифункциональных комплексов проявляют штаммы, которые уже есть биоагентами созданных препаратов. Это объясняется тем, что они селекционные по признакам высокой конкурентоспособности и технологичности, которые определяют их неприхотливость к условиям существования, а это в свою очередь, обеспечивает им легкую интродукцию в корневую зону растений.

Условия минерального питания, особенно азотного, оказывают существенное влияние на растительно-бактериальный симбиоз. Но мнения об оптимальном

соотношении минерального и симбиотрофного азотного питания для эффективного симбиоза достаточно разнообразны.

Ученые Найдин П.Г. (1964), Жизневская Г.Я. (1989), Адамень Ф.Ф. (1995), считают, что в благоприятной среде бобовые способны полностью обеспечить свои потребности в азотном питании только за счет усвоения азота атмосферы и, более того, минеральный азот, действуя на симбиотический аппарат бобовых растений, приводит к его глубоким структурным и функциональным изменениям, в результате чего снижается продуктивность растений (Кириченко Е.В., 2001). Однако, по данным А.И. Чундеровой (1980), характер проявления этих изменений на разных растениях – инокулированных и неинокулированных, проявляется неодинаково: минеральный азот оказывал стимулирующее действие на бобовые растения без клубеньков и ингибирующее – на растения с клубеньками.

В то же время другие исследователи рекомендуют вносить небольшие стартовые дозы минеральных удобрений, для обеспечения растений питанием до начала активной азотфиксации (Круглова Е.Д., 1995; Антипин Р.А., 2002).

Данные исследователей в итоге выглядят противоречиво. Однако, по мнению Е.П. Трепачева (1985), противоречивость эта неизбежна, так как исследования проводились с различными культурами и в разнообразных почвенно-климатических условиях.

Существенное влияние на бобово-ризобиальный симбиоз имеет содержание в почве фосфора, калия и микроэлементов. Так, при использовании фосфорно-калийных удобрений улучшается развитие корневой системы растений, повышается количество клубеньков и эффективность симбиоза Jardim J.R. (1983). Отмечено позитивное влияние микроэлементов (в первую очередь, молибдена и бора) на рост и развитие клубеньковых бактерий процессы нодуляции и функционирования леггемоглобина и нитрогеназы (Анспек П.И., 1990; Городний Н.М., 1990).

Необходимо учитывать и роль климатических факторов во взаимоотношениях макро - и микросимбионтов. Оптимумом для симбиоза принят интервал температур между 18-26° при влажности почвы 60-80 % от полной влагоемкости (Адамень Ф.Ф., 2001; Мильто Н.И., 1982). Ю.С. Стояновой (1997) установлено,

что при повышении температуры от 18 до 28 °С усиливается рост растений сои в 1,4-1,7 раза, фиксация молекулярного азота в 1,3-4,2 и повышается урожайность в 1,9-3,6 раза. С другой стороны, в полевых условиях уменьшение температуры во время вегетации задерживает развитие растений сои и замедляет процесс клубенькообразования (Бабич А.О., 1993).

С.К. Самсонов (1990) же описывает случаи образования клубеньков у нута при температуре воздуха до 45° в тени, в то время как у других зернобобовых культур (в частности у гороха) при такой высокой температуре клубеньки не образовывались. Более того, Г.Я. Петренко (1966) подчеркивает, что клубеньковые бактерии нормально развиваются при температуре 28-30°С. По данным автора, при температуре 60° бактерии гибнут через 2-3 минуты, но в песке и в других средах они более стойки.

Необходимым условием для повышения эффективности клубеньковых бактерий, является хорошая аэрация почвы (Макашева Р.Х., 1973). Реакция среды ниже рН 4 и выше рН 11 (оптимальная 6,5-7,0 (Мишустин Е.Н., 1973) предельна для жизнедеятельности клубеньковых бактерий. Прямые солнечные лучи, особенно коротковолновая часть спектра, также губительны для этих бактерий. Именно поэтому инокуляцию семян рекомендуют проводить в тени навеса или в складе (Иутинская Г.О., 2006).

Поскольку клубеньковые бактерии долгое время существуют в почве как сапрофиты, на их развитие, физиологические свойства и способность вступать в симбиотические взаимоотношения с растениями существенно влияет механический состав почвы и содержание в ней гумуса (Антипчук А.Ф., 1994). Тип почвы и ее свойства могут ограничивать, или наоборот, способствовать распространению и доминированию в нем бактерий, различных по активности (Дросинский Л.М., 1974). Исследования, проведенные В.А. Тильбой (1998) свидетельствуют что для разных типов почв показатель клубенькообразования у сои достаточно стойкий и самые благоприятные условия для нодуляционного процесса складываются на богатых гумусом почвах. L. Heatherly, W. Russeli (1979) было установлено, что наибольший прирост надземной массы растений сои от инокуляции се-

мян наблюдается на пылеватом суглинке, в то время, как наибольший урожай семян был отмечен на глинистой почве.

Наличие доступной влаги в почве часто является наиболее ограничивающим фактором, для жизнедеятельности клубеньковых бактерий снижающей симбиотическую эффективность. Многими исследователями четко показана отрицательная роль почвенной засухи на клубенькообразование и азотфиксацию (Николаева В.Т., 1985; Князев А.В., 1995; Domenach Anne-Marie, 1985; Atkins, С.А., 1984). Оптимумом для симбиоза является влажность почвы 60-80 %. Спорообразующие микроорганизмы менее требовательны к засушливым условиям, так как в силу своих физиологических особенностей могут длительное время выдерживать экстремальные условия: высокие температуры и отсутствие влаги. (Воробьев В.А., 1980; Stregman E.C., 1989).

J.L. Durand, J.E. Sheehy, F.R. Minchin (1987) отмечают, что недостаток влаги в начале вегетации задерживает образование клубеньков, а в более поздние сроки вызывает их отмирание.

А.Х. Хамаков (2002) утверждает, что в условиях близких к оптимальному увлажнению, масса активных клубеньков увеличивается, показатели фотосинтетической деятельности посевов гороха выше, более интенсивно проходит формирование площади листовой поверхности и фотосинтетического потенциала, а все это, в конечном итоге, положительно сказывается на продуктивности посевов гороха. В то же время избыточное увлажнение также негативно сказывается на симбиозе (Карагуйшева Дамэш., 1984).

Ассимиляция азота тесно связана с ассимиляцией углерода – фотосинтезом. Между растением-хозяином и бактериями происходит постоянный обмен различными соединениями (Умаров М.М., 1986; Atkins С.А., 1978; Dart P.J., 1979; Pate J., 1980).

Так, у гороха в симбиозе с ризобиями проходит фиксация азота воздуха и соответственно возрастает интенсивность фотосинтеза и эффективность использования растениями хлорофилла, (Романов В.И., 1985; Некрасова Н.А., 2016). И наоборот, например, при недостаточном содержании магния, который входит в

состав хлорофилла, растения гороха угнетаются, наступает преждевременное старение и опадение листьев, резко снижается фотосинтез, что, в свою очередь, ведет к остановке процесса азотфиксации (Трепачев Е.П., 1980).

К настоящему времени считается установленным, что все факторы, влияющие на фотосинтез растения, оказывают положительное влияние на процесс азотфиксации (Алисова С.М., 1983; Кретович В.Л., 1987; Алешин П.Г., 2016). И напротив, снижение степени освещенности вызывает резкое снижение азотфиксирующей активности клубеньков, это наблюдается уже в течение первых суток после затемнения (Муромцев Г.С., 1986). Усвоение атмосферного азота происходит при использовании энергии фотосинтетического происхождения, в клубеньки транспортируется до 25% продуктов фотосинтеза (Николаева Е.Т., 1985) Энергия фотоассимилянтов расходуется клубеньковыми бактериями на образование АТФ и источника протонов (Муромцев Г.С., 1986). Результаты исследований Романова В.И. (1983) показали, что на каждый килограмм фиксированного азота атмосферы бобовые растения расходуют такое количество ассимилянтов, которое необходимо для синтеза 10-12 кг фитомассы. Тесная связь между углеводным и азотным метаболизмом была также доказана с помощью радиоактивных меток ^{15}N и ^{14}C (Николаева Е.Т., 1985). Доказано, что затенение растений гороха вызывает в клубеньках снижение содержания сахарозы на 60%, АТФ на 70%, а активность нитрогеназы уменьшается на 50% от исходного уровня (Романов В.И., 1983).

Оптимальные для роста и развития бобовых растений условия создаются тогда, когда из растения в клубеньки поступают в достаточном количестве продукты фотосинтеза, являющиеся источником энергии для азотфиксации аммиака, а в свою очередь, в надземную часть растения транспортируются продукты азотфиксации, используемые растением-хозяином для построения биомассы (Конова Л.К., 2002).

Величина площади листовой поверхности, по мнению многих авторов, являются достоверными показателями эффективности фотосинтеза (Конова Л.К., 2002). Кроме того, она позволяет судить и об эффективности микробиологической обработки растений. Так, Посыпанов Г.С. с со авторами (1985) предложили ис-

пользовать площадь листовой поверхности растений, как один из показателей при отборе и селекции эффективных штаммов клубеньковых бактерий.

Антропогенное воздействие на клубеньковые бактерии проявляется в применении веществ, которые нарушают естественное взаимодействие ризобий с растением-хозяином. Так, использование пестицидов в технологиях выращивания сои приводит к существенному снижению активности симбиотической азотфиксации и уменьшению доли биологического азота в урожае. Но клубеньковые бактерии сои способны приспособиться к действию некоторых гербицидов и активно их метаболизировать (Тихонович А.И., 2006). Стоит учесть, что особенностью отдельных гербицидов является то, что они проявляют ауксиновую активность, и, тем самым, образуют информационный (для бактерий) «шум», что мешает на первых этапах взаимодействия микроорганизмов и растений (бактерия «не узнает» растение-хозяина, что приводит к снижению эффективности бактеризации (Волкогон В.В., 2011). Среди почвенных гербицидов ингибирующее влияние на формирование бобово-ризобиального симбиоза оказывают Харнес, Трофи, Пивот.

Установлено, что реакция бактерий может быть разной в зависимости от вида микроорганизма и использованного пестицида. Так, в рабочем растворе, который используется при протравливании семян, под действием пестицидов клетки бактерии *Paenibacillus polymyxa* КВ сохраняют жизнеспособность и функциональную активность, что дает возможность проводить бактеризацию в сочетании с протравливанием семян. Разработан способ бактеризации, который предусматривает проведение бактеризации семян сельскохозяйственных культур совместно с ядохимикатами путем внесения препарата в рабочий раствор защитостимулирующих веществ вместо воды и технологический процесс нанесения микробных препаратов на семена сахарной свеклы (СОУ 2006), зерновых и зернобобовых культур (СОУ 2008), кукурузы (СОУ 2006) и других культур.

Исследованиями установлено, что препараты Альбобактерин и Ризобофит можно рекомендовать к совместному использованию только с отдельными протравителями. При необходимости проведения протравливания семян, инокуляцию бактериями необходимо проводить через – 2-4 недели после химической обработ-

ки и сразу высевать семена. В.В. Волкогон, А.С. Зарышняк, И.В. Гринник и другие (2011), в своей монографии предостерегают от необдуманного совмещения в одном технологическом процессе микробных препаратов, стимуляторов роста растений и т.д. Результаты такого объединения тяжело спрогнозировать, поскольку, с одной стороны, можно достичь значительного влияния на продуктивность культуры (в случае, когда количество физиологически активных веществ бактериального происхождения и искусственно привнесенных не превысит оптимального для растения показателя), с другой – превышенное количество физиологически активных веществ может привести к токсичному эффекту.

Таким образом, на основе проведенного анализа литературы об эффективности использования различных микроорганизмов, можно констатировать, что бактериализация посевного материала перед посевом снижает развитие болезней и их распространение, улучшает минеральное питание растений, что в свою очередь способствует увеличению урожайности сельскохозяйственных культур, улучшению качества получаемой продукции. Доказана эффективность Ризобифита в полевых и в производственных опытах, подтверждена его перспектива в современных технологиях выращивания зернобобовых культур. В связи с чем обоснованно его применение, и в наших исследованиях – контрольным вариантом будет использование нитрагинизации семян Ризобифитом. Эффективность совместного использования Ризобифита, фосфатмобилизирующих препаратов (Фосфоэнтерина, Альбобактерина, Полимиксобактерина и Биополицида) на бобовых культурах в условиях Центральной степи Крыма необходимо определить экспериментально.

Имеется обширная информация о возможности повышения продуктивности бобовых культур путем инокуляции их семян микробными препаратами. Температурный фактор, наличие доступной влаги в почве, высокие дозы минерального азота, применение различных пестицидов могут сильно влиять на формирование и продуктивность растительно-микробных систем. Данные, касающиеся активности отдельных компонентов агроценоза и их взаимосвязи с другими компонентами, а также реакции на природные и антропогенные факторы могут служить цен-

ным материалом для прогнозирования процессов, которые происходят в агроэко-системах, с целью обеспечения их стабильности.

2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Зоны и методика условия в годы исследований.

Территория ФГБУН «НИИСХ Крыма» (с. Клепинино Красногвардейского района) относится к так называемому Степному агроклиматическому району (Логвинова К.Т., 1976). Климат здесь умеренно-жаркий засушливый с умеренно мягкой зимой.

Для всего Степного района характерна неустойчивая зима со значительными колебаниями температур, обуславливающими отсутствие снежного покрова и неоднократную смену мерзлого состояния почвы полным ее оттаиванием. Весна характеризуется, как правило, медленным нарастанием температуры и, в последние годы, частыми похолоданиями.

Лето сравнительно жаркое, с температурой июля $+24-26^{\circ}$. Максимальная температура воздуха в отдельные годы в июле-августе может повышаться до $+37^{\circ}$, $+39^{\circ}$ С. Период со среднесуточными температурами 10° и выше продолжается 6-6,5 месяцев. Суммы эффективных температур (свыше 10° С) колеблются от 3300 до 3600 $^{\circ}$.

По данным метеостанции Клепинино, среднегодовая температура воздуха в зоне проведения исследований составляет $10,5^{\circ}$ С, почвы – $13,1^{\circ}$, что является благоприятным для выращивания сельскохозяйственных культур, однако опасным явлением, характерным для зоны, является значительное количество (47) дней с относительной влажностью воздуха 30% и ниже, причем 6 их них отмечается уже в апреле (таблица 1).

Среднегодовое количество осадков составляет 426 мм, однако выпадают они очень неравномерно. Периоды формирования урожайности полевых культур очень часто совпадают с большой почвенной засухой, поэтому недостаток влаги в почве является основным фактором, препятствующим полному использованию богатых термических ресурсов Степного района; последние могут быть использованы только при орошении (Чекмарев П.А., 2011). Так, засуха с влагообеспеченностью урожая полевых культур менее 3 баллов (за 10 баллов принят урожай при оптимальном увлажнении) наблюдается от 25 до 35 % лет.

Таблица 1. – Характеристика условий по среднегодовым данным
(метеостанция Клепинино)

Месяц	Среднесуточная температура		Осадки, мм	Относительная влажность воздуха, %	Число дней с относительной влажностью воздуха 30 % и ниже
	воздуха	почвы на 10 см			
январь	-1,2	1,8	32	87	0
февраль	-0,5	2,7	30	85	0
март	3,1	6,1	31	80	1
апрель	10,0	11,1	28	71	6
май	15,7	17,8	42	68	6
июнь	19,9	22,4	59	66	6
июль	22,2	24,9	42	62	10
август	21,5	24,5	32	62	10
сентябрь	16,6	19,6	33	68	6
октябрь	10,4	15,9	27	77	2
ноябрь	5,9	7,4	33	86	0
декабрь	1,9	3,4	39	88	0
Среднее за год	10,5	13,1	426	75	47

Гидротермический коэффициент зоны – 0,5-0,7, а годовое количество осадков преимущественно 350-400 мм. Особенностью периода потепления становится неравномерность выпадения осадков, однако увеличилась и вероятность выпадения сильных осадков.

Большая засушливость климата зоны определяется и большей сухостью воздуха, а также значительной величиной испарения, что, конечно, сказывается на формировании урожая. В летние месяцы средняя относительная влажность воздуха в 13 часов преобладает около 30-35%. Весной сильные восточные ветры могут вызывать пыльные бури, летом часто дуют горячие ветры-суховеи. При наблюдении

нии дефицита влаги в почве, а также влажности воздуха в период вегетации культур необходимо проводить орошение.

В целом климатические условия рассматриваемой зоны благоприятны для возделывания большинства сельскохозяйственных культур.

Метеорологические условия 2011 года (приложение 1) по теплу и влагозабеспеченности были благоприятные для зернобобовых культур. В первой декаде апреля выпало 27 мм осадков (96% месячной апрельской нормы), что способствовало получению дружных всходов зернобобовых культур. Первая декада мая так же характеризовалась прохладной погодой с выпадением обильных осадков – 52 мм (124 % месячной нормы). Из неблагоприятных явлений стоит отметить только то, что во второй и третьей декадах июня при смене воздушных масс отмечен сильный ветер с максимальной скоростью 15 м/сек, что привело к некоторому полеганию зернобобовых культур.

На время сева зернобобовых растений в 2012 году (приложение 2) сохранялась неустойчивая погода с сильным ветром и небольшими осадками. Из-за перепада ночных и дневных температур наблюдался непродуктивный расход влаги из почвы. Практически весь апрель, май и июнь характеризовались повышенным температурным режимом (на 1-4 °С выше нормы) с дефицитом осадков. Ливневые осадки выпали в конце мая – 39 мм. Только благодаря орошению состояние посевов зернобобовых культур было хорошее.

Погодные условия 2013 года (приложение 3) были наиболее жесткими по отношению к зернобобовым культурам. На время сева условия влагонакопления были малоблагоприятными. Осадки, хотя и превысили норму, но выпадали небольшими порциями и расходовались, в основном, на испарение. Увлажнение метрового слоя характеризуется как плохое – 52 мм продуктивной влаги, что меньше многолетних запасов на 68 мм и прошлогодних на 95 мм.

Температура весенних и летних месяцев в 2013 году была на 1,6-4,2 °С (таблица 2) выше среднемноголетних данных. Особенно май характеризовался аномально теплой, временами жаркой и сухой погодой. Средняя температура воздуха за первую декаду составила 19,0°С, что на 5°С выше нормы. Такой высокий темпе-

ратурный режим в начале мая, отмечен второй раз за 70 лет наблюдений метеостанции. Абсолютные максимумы температуры воздуха за май и июнь месяц за время проведения опытов.

Таблица 2. – Максимальная температура воздуха в мае и июне за 2011–2013 гг. по данным метеостанции Клепинино, °С

Месяц	Декада	Год		
		2011	2012	2013
Май	1	22,0	22,4	33,3
	2	25,1	26,1	31,9
	3	25,7	29,0	35,6
Июнь	1	31,0	27,3	37,2
	2	30,2	25,6	36,3
	3	30,5	31,0	37,2

В растительных организмах фотосинтез, дыхание, транспирация, усвоение питательных веществ почвы и другие физиологические процессы осуществляются лишь в определенном диапазоне температур. Существуют температурные пределы жизнедеятельности растений – биологический минимум и биологический максимум. Между ними находится зона оптимальных температур, при которых развитие растений и формирование урожайности протекают более интенсивно (приложения 1-3, 11, 12).

Согласно литературным данным, уже температура выше 26°C действует отрицательно на количество и качество урожая гороха (Макашева Р.Х., 1973). Таким образом, крымское лето с высокими температурами не всегда соответствует биологическим требованиям культуры.

Ситуация усугублялась сухостью воздуха в весенне-летний период 2013 года. Так, число дней с относительной влажностью воздуха 30% и ниже в третьей декаде апреля составило 5, что на 3 дня больше обычного, при этом за декаду от-

мечен 1 день с суховеем; в первой декаде мая – 9 дней, что на 7 дней больше среднеголетних данных и отмечено 7 дней с суховеями; во второй декаде мая – 6 дней, что на 3 дня больше обычного, отмечен 1 день с суховеем; в третьей декаде мая – 9 дней, что на 7 дней больше обычного, причем 4 дня суховеи достигали критерия опасного стихийного агрометеорологического явления.

Среднегодовое количество осадков, выпавших в 2013 году, практически равно сумме среднеголетних данных, однако, распределение осадков очень неравномерное – большая их часть пришлась на осень, июнь и июль, поэтому для зернобобовых они не сыграли роли.

Таким образом, погодные условия по основным показателям (количество влаги, тепла и их распределение на протяжении периода вегетации, количество дней с суховеями и относительной влажностью воздуха менее 30 %) отличались по годам проведения исследований, однако основные закономерности влияния факторов, которые изучались в опытах, на формирование элементов продуктивности сохранились.

2.2. Почвы и зоны опытного участка.

Почвы опытного участка представлены южными слабогумусированными черноземами на желто-бурых лессовидных легких глинах (Гусев В.П., 1955). Мощность гумусового горизонта (горизонт А) составляет 24-36 см, всей гумусовой толщи – 57-70 см. Структура на пашне – глыбисто-пылевато-порошистая.

По данным 2011 г. Центра Плодородия Крыма на опытном участке в пахотном слое содержалось нитратного азота – 1,0-1,5 мг/100 г почвы, подвижного фосфора (P_2O_5 по Мачигину) – 56 мг/кг почвы, калия – 350 мг/кг почвы. Количество гумуса 2,29 %.

В горизонте А содержится 0,11-0,12 % валового азота, 0,20 % валового фосфора, калия – 1,96 %. Сумма обменных оснований в этом горизонте – 28,5-38,3 мг/экв. В составе поглощенных катионов кальция содержится 82-87 %, магния – 10-12 %, натрия – 2-6 % от емкости поглощения.

Запасы валового и подвижного калия высокие – 1,14-1,46 % и 25,3-42,2 мг/100 г почвы. Реакция почвенного раствора в верхнем горизонте слабощелочная (рН 7,7-7,9) с глубиной в карбонатно-иллювиальном горизонте, щелочная (рН 8,3-8,4) (Половицкий И. Я., 1987).

Механический состав легкоглинистый, крупно-пылевато-иловатый. Водорастворимых солей в почвенном профиле до глубины 150-200 см содержится незначительное количество. Величина плотного остатка колеблется в пределах от 0,1 до 0,3 %. В горизонте скопления гипса сумма солей возрастает до 1,5 %. Тип засоления сульфатно-кальциевый.

Южные черноземы отличаются благоприятными водно-воздушными и физическими условиями (Сморозин Г.С., 1972). Запас доступной влаги в слое почвы 0-100 см 180,6 мм, в слое 0-200 – 362,5 мм.

В целом почвенный покров обладает довольно высоким естественным плодородием, благоприятными водно-физическими и химическими свойствами и типичен для Центральной степи Крыма.

2.3. Методика проведения исследований

В лабораторных опытах определяли посевные качества семян согласно ГОСТ 12038-84 (2011). Семена гороха, чины чечевицы размещали на чашках Петри, стерилизовали 96 % этанолом в течение пяти минут, высушивали на воздухе и обрабатывали суспензией 7-суточной культурой штамма микроорганизма из расчета 10^6 бактерий / семя по схеме:

1. Контроль (вода);
2. Ризобифит (Р);
3. Ризобифит + Фосфоэнтэрин + Биополицид (Р + Ф + Б);
4. Ризобифит + Альбобактерин + Биополицид (Р + А + Б);
5. Ризобифит + Полимиксобактерин + Биополицид (Р + П + Б).

Инокулированные семена помещали в термостат на проращивание без освещения при постоянной температуре 24⁰С и каждые три – пять – семь дней проводили наблюдения, определяли влияние микробных препаратов на посевные и

биометрические показатели качества семян гороха, чины, чечевицы. Энергия прорастания учитывали на 3 сутки, всхожесть – на 7 сутки. Показатели силы роста – длину проростка и главного корешка измеряли на 7 сутки при проращивании на свету в кварцевом песке при влажности 60 % от ПВ при постоянной температуре 20⁰С в специальных кюветах (Матющенко Л.В., 1983).

В вегетационных опытах растения гороха, чины, чечевицы выращивали в теплице отдела микробиологии ФГБУН «НИИСХ Крыма» в сосудах с перфорированным дном, объемом 300 мл, на субстрате – чернозем южный, содержащем гумуса 2,29%, нитратного азота – 1,0 мг/100 г почвы, подвижного фосфора (P₂O₅ по Мачигину) – 5,6 мг/100 г почвы, калия – 35 мг/100 г почвы. Семена обрабатывали перед посевом суспензией 7-суточной культуры микроорганизмов из расчета 10⁶ бактерий / семя. Плотность суспензии бактерий для дозирования инокуляционной нагрузки определяли на фотоэлектроколориметре (КФК-2) в кюветах с рабочей длиной 30,110 мм при зеленом световом фильтре с длиной волны – 315 нм, контролем была дистиллированная вода. Повторность вегетационных опытов 7-ми кратная по схеме опыта:

1. Контроль (вода);
2. Ризобифит (Р);
3. Ризобифит + Биополицид (Р + Б);
4. Ризобифит + Фосфоэнттерин (Р + Ф);
5. Ризобифит + Фосфоэнттерин + Биополицид (Р + Ф + Б);
6. Ризобифит + Альбобактерин + Биополицид (Р + А + Б);
7. Ризобифит + Полимиксобактерин + Биополицид (Р + П + Б);

В течение 2011-2013 гг. нами было заложено 3 полевых опыта для гороха, чины и чечевицы, с вариантами для каждой культуры:

1. Контроль (Ризобифит) (Р);
2. Ризобифит + Фосфоэнттерин + Биополицид (Р + Ф + Б);
3. Ризобифит + Альбобактерин + Биополицид (Р + А + Б);
4. Ризобифит + Полимиксобактерин + Биополицид (Р + П + Б).

Выбор вариантов для опытов обоснован тем, что для повышения азотфиксирующей способности бобово-ризобиального симбиоза обязательно применение высокоэффективных селекционных штаммов клубеньковых бактерий (Адамень Ф.Ф., 2004; Манаева Н.Н., 2004; Ray D., 2014; Jorin V. J., 2014; Косулько Ю.В., 2016). Поэтому в исследованиях контрольным вариантом служила обработка семян гороха (*Pisum sativum L.*), чины (*Lathyrus sativus L.*), чечевицы (*Lens culinaris Medik*, *Lens esculenta Moench.*) Ризобифитом. Микробный препарат Ризобифит (ТУ У 319.00494456-006-2002) получен на основе высокоэффективных селекционных штаммов клубеньковых бактерий и рекомендован в технологиях выращивания бобовых культур, обеспечивает формирование активного бобово-ризобиального симбиоза, увеличение эффективности усвоения азота атмосферы, способствует интенсификации процессов азотного обмена в растительном организме и, как следствие, увеличение урожайности и содержания белка в продукции (Дидович С.В., 2007; Волкогон В.В., 2011).

Другим важнейшим аспектом механизма позитивного действия микробных препаратов является влияние бактерий на доступность труднорастворимых фосфатов почвы (Чайковская Л.О., 2004; Баранская М.И., 2008; Melnichuk T.N., 2011; Chekalina U.V., 2011). Фосфатмобилизирующие микроорганизмы гидролизуют ферментативным путем органические формы, количество которых иногда достаточно высокое в черноземных почвах и в достаточной мере улучшает фосфорное питание растений. В наших исследованиях применялись следующие препараты на основе фосфатмобилизирующих бактерий – Полимиксобактерин (ТУ У 24.1-00497360-004:2009) – биологический агент штамм *Paenibacillus polymyxa* КВ, Альбобактерин – штамм *Achromobacter album* 1122 (ТУ У 24.1-00497360-005:2009), Фосфоэнтерин штамм – *Enterobacter nimipressuralis* 32-3.

Кроме того, на сегодняшний день все больше получают распространение препараты биопротекторного действия, предназначенные для борьбы с грибными и бактериальными болезнями сельскохозяйственных культур. Важность применения таких препаратов обусловлена проблемами экологической безопасности окружающей среды. Эффективность биопрепаратов находится на уровне химиче-

ских пестицидов, но при этом гарантируется получение экологически безопасной продукции. Поэтому нами был выбран вариант с применением препарата Биополлицид, изготовленный на основе антифунгального штамма *Paenibacillus polymyxa* П.

Данные препараты были предоставлены отделом микробиологии ФГБУН «НИИСХ Крыма» и Институтом микробиологии НААН Украины (г. Чернигов).

Во время проведения вегетационных и полевых опытов влажность почвы поддерживалась на уровне не ниже 70 % от НВ, который рекомендуется для большинства сельскохозяйственных культур (Николаев Е.В., 1987; Николаев Е.В., Гордиенко В.П., 1994). Полив осуществлялся с помощью дальнеструйной барабанной установки типа «Сигма».

Перед поливом каждой культуры определяли влажность почвы. Наблюдение за влажностью почвы - проводилось термостатно-весовым методом с отбором проб грунта буром Н.А. Качинского на глубину 0-100 см, через каждые 10 см. Содержание влаги считалось в процентах от веса вполне сухой почвы по формуле:

$$W\% = \frac{a}{Pc} 100,$$

где, W- содержание влаги; а -количество воды в образце; Pc - вес вполне сухой почвы.

Площадь листовой поверхности растений бобовых определяли методом высечек – по Ничипоровичу А.А. (1961).

Площадь листовой поверхности (S) рассчитывали по формуле:

$$S = \frac{PS_1 n}{P_1} ; \text{ где}$$

S – площадь листовой поверхности одного растения (см²);

S1 – площадь одной листовой высечки (0,785 см²);

P – вес листьев с одного растения (г);

P1 – вес высечек (г);

n – число высечек (шт.).

Инокуляцию семян проводили в тени навеса для избежания действия прямых солнечных лучей, которые губительны для микроорганизмов. Семена обрабатывали вручную – высыпали на брезент, увлажняли водной суспензией биопрепарата и перемешивали поочередным подниманием противоположных концов брезента до равномерного распределения бактерий на поверхности семян, согласно рекомендации (С.И. Мельник, 2007).

В полевом опыте использовали гектарную норму препаратов, рекомендованную отделом сельскохозяйственной микробиологии ФГБУН «НИИСХ Крыма» 100 мл препарата /га. Перед бактеризацией микробные препараты разводили водой для получения рабочего раствора таким образом, чтобы нагрузка влаги на гектарную порцию семян была не более 2 %. При этом инокуляционная нагрузка составляла 10^6 бактерий на семя.

Проведение полевых опытов сопровождалось соответствующими наблюдениями, учетами, измерениями и анализами согласно методике Госсортоиспытания (1972) ГОСТ 8076-77.

Для определения эффективности бобово-ризобиального симбиоза отбирали по 10 растений в четырех повторениях каждого варианта опыта для определения количества, биомассы и нитрогеназной активности клубеньков на корнях бобовых культур. Отбор проводили в фазе массового цветения растений. Часть корневой системы с размещенными на ней клубеньками называется симбиотическим аппаратом бобовых растений (Г.С. Посыпанов 1991), который формируется в результате инфицирования корневой системы клубеньковыми бактериями специфичными определенному виду бобовых культур.

В связи с тем, что каждый вид бобового растения имеет свое строение и размещение корневой системы в почве, и соответственно, его симбиотического аппарата, учитывали глубину и расстояние от главного корня во время отбора монолита для количественного учета клубеньков. У гороха 60-95% клубеньков распределено дисперсно на корнях в слое почвы 0-15 см. Отбор почвенного монолита с корнем гороха проводили в радиусе 15-20 см от главного корня на глубину до

25-27 см. Для чины и чечевицы, у которых распределение 80-97% клубеньков размещено в слое почвы 5-10 см, отбор монолита проводили на расстоянии 15 см от главного корня на глубину до 20 см. Корни тщательно отмывали водой, стараясь не повредить корневую систему и максимально сохранить целостность клубеньков, срезали надземную часть растений и по 10 штук переносили в стеклянный флакон емкостью 270 мл, закрывали эластичной резиновой пробкой для учета количества, биомассы и азотфиксирующей (нитрогеназной, ацетиленредуктазной) активности клубеньков, защищая от солнечных лучей. Активность определяли ацетиленовым методом на газовом хроматографе „Chrom-5” (Hardy R.W.F., 1968., Волкогон В.В., 2010).

В герметично закрытые флаконы вводили 10% ацетилена, время экспозиции составляло 1 час. После экспозиции образца с ацетиленом шприцем отбирали пробы и анализировали их на хроматографе с пламенно-ионизационным детектором, определяя количество этилена, образовавшегося за время инкубации. Расчет проводили по формуле:

$$A = \frac{(L_1 - L_2) \times V_1 \times \alpha}{L_3 \times V_2}, \text{ где}$$

где: L_1 – опытный пик (мм) на хроматограмме,

L_2 – контрольный пик (мм) на хроматограмме,

L_3 – стандартный пик (мм) на хроматограмме,

V_1 – объем реакционного сосуда,

V_2 – объем вводимой пробы в хроматограф,

α – количество молей этилена в стандартной пробе.

Учет численности ризосферой микрофлоры проводили общепринятыми методами в микробиологии (Волкогон В.В., 2010). Почвенные образцы отбирали из ризосферы растений в фазу ветвления, цветения и зрелости бобов, высевали в виде почвенной суспензии определенных разведений на питательные агаризованные среды, после чего учитывали колониеобразующие единицы (КОЕ).

Количество микроорганизмов, которые усваивают азот неорганических соединений (аминотрофов, актиномицетов) учитывали на крахмало-аммиачном агаре (КАА), трансформирующие органическое вещество (аммонификаторы) – на мясо-пептонном агаре (МПА). По соотношению численности микроорганизмов этих двух групп (КАА / МПА) судили об интенсивности процессов минерализации органического вещества и наличии минеральных форм азота (Возняковская Ю.М., 1987)

Численность микроорганизмов с олиготрофным типом питания учитывали на голодном агаре (ГА). По соотношению численности этой экологотрофической группы микроорганизмов к суммарной численности микроорганизмов, выросших на МПА и КАА определяли индекс олиготрофности (Никитин Д.И., 1978) характеризующий уровень обеспеченности почвы легкоусваиваемыми питательными веществами.

Численность азотфиксирующих микроорганизмов учитывали на среде Виноградского; численность фосфатмобилизирующих микроорганизмов – на глюкозо-аспарагиновом агаре (ГА) с добавлением фосфата кальция ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$); микромицеты – на среде Чапека, подкисленную молочной кислотой до pH 4,0-4,5; целлюлозолитические микроорганизмы – на среде Гетчинсона; спорообразующие бактерии учитывали на среде МПА + сусло с высевом предварительно пастеризованных прогреванием на водяной бане при 80°C в течение 15 минут почвенных разведений.

Коэффициент микробиологической трансформации органического вещества (КТОВ) рассчитывали по соотношению количества микроорганизмов, выросших на питательных средах следующим образом: $(\text{МПА} + \text{КАА}) \times (\text{МПА}/\text{КАА})$ (В.Д. Муха 1980).

Определение азота в зерне гороха, чины, чечевицы осуществляли по методике, изложенной в ГОСТ 13496.4-93 (1993), сущность которой состоит в использовании фотоколориметрического метода, при котором ион аммония окисляется хлором до хлорамина, образуя с салицилатом натрия окрашенное индофенольное соединение с максимумом светопоглощения около 655 нм. Для пересчета количе-

ства азота на сырой протеин, полученный результат умножали на коэффициент перевода. Для зернобобовых культур он составляет – 5,70 (Братерский Ф.Д., 1983).

Биоэнергетическую эффективность производства гороха, чины, чечевицы, определяли согласно «Методики биоэнергетической оценки технологий производства продукции растениеводства» (Базаров Е.И., 1983).

Математико-статистический анализ экспериментальных данных был выполнен с помощью компьютерных программ Excel–2007 и Statistica–7.

2.4. Агротехника культур в опытах

Полевые опыты проводили на орошаемых полях ФГБУН «НИИСХ Крыма», расположенных в селе Клепинино Красногвардейского района Республики Крым по предшественнику озимая пшеница. Согласно многочисленным исследованиям озимые зерновые являются одними из самых лучших предшественников для зернобобовых культур (Минеев В.Г., 1985; Коренев Г.В., 1983).

После уборки предшественника проводили лушение стерни на 6-8 см дисковым агрегатом БДП-3200-01 Паллада, затем второе дискование по отросшим сорнякам на глубину 10-12 см. По мере прорастания сорняков – вспашку на глубину 20-22 см. Ранней весной по мере «созревания» почвы проводили глубокую культивацию зяби культиватором КПЭ-3,8 на глубину 12-14 см. Непосредственно перед посевом проводили предпосевную культивацию на глубину 6 см, культиватором КПС-4 (приложение 4).

Сев гороха, чины и чечевицы проводили во второй декаде марта рядовым способом с шириной междурядий 15 см с использованием селекционной сеялки СКС - 10. Глубина заделки семян составляла 5-6 см. Норма высева гороха и чины составляла 1,0 млн /га, всхожих семян, чечевицы 2,5 млн/га. После сева поле прикатывали кольчато-шпоровыми катками.

Орошение опытных участков проводили при помощи дождевальная машины «Сигма» барабанного типа. Оросительная норма одного вегетационного полива составляла 600 м³/га. Определение выпавшей на поле поливной воды при оро-

шении определяли с помощью осадкомеров, установленных в трех точках опытного участка. В целом за весь период вегетации 2011 года оросительная норма по всем культурам составляла 1200 м³/га. Учитывая, более жесткие погодные условия 2012 – 2013 года оросительная норма составила 1500 м³/га.

Борьба с сорняками на чечевице и чине осуществлялась агротехническими способами – проводили довсходовое боронование. В посевах гороха применялся гербицид Базагран М из расчета 2,5 л/га.

Против вредителей (гороховой зерновки) проводили обработку инсектицидом Би-58 новый, 40 % к. е. – 0,6-1,0 л/га, в фазе бутонизации-начало цветения, когда экономический порог вредоносности превышал 15-20 жуков на 10 взмахов сачком (Сядриста О., 2000; Лихочвор В., 2004). Уборка зернобобовых проводилась прямым комбайнированием при полном созревании бобов комбайном Сампо-130.

3. ВЛИЯНИЕ МИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ПОСЕВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА СЕМЯН ГОРОХА, ЧИНЫ, ЧЕЧЕВИЦЫ

Качеством семян определяется начальный этап жизненного цикла растений. Семена высокого качества обеспечивают стартовый потенциал для оптимального формирования продуктивности и стойкости растений к стрессовым факторам. В свою очередь качество семян закладывается, начиная уже с их с первых этапов органогенеза и до самого их посева.

Для определения влияния полифункциональных микробных препаратов на посевные качества семян и биометрические показатели проростков мы провели лабораторный опыт. Установлено, что у инокулированных семян гороха, чины и чечевицы, используемых для посева, варьировали показатели посевных качеств и биометрические значения корешков и проростков.

В опыте с горохом в контрольном варианте энергия прорастания семян была 87%, всхожесть – 94%, дружность прорастания – 28,3%. Лучшим вариантом была бактериализация семян полифункциональным комплексом препаратов Ризобифит + Фосфоэнтерин + Биополицид, где отмечено увеличение к контролю показателей энергии прорастания на 3%, всхожести на 2%, дружности прорастания на 3,9% (таблица 3). Необходимо отметить, что такую же положительную тенденцию влияния бактериализации разными комплексами микробных препаратов на посевные качества гороха мы наблюдали и в других вариантах опыта.

При инокуляции семян гороха микробными препаратами Ризобифит + Фосфоэнтерин + Биополицид, наблюдали существенное увеличение показателей длины проростка на 1,22 см, длины корешка на 1,46 см и массы проростка на 0,03 г относительно к контрольному варианту (таблица 4), что свидетельствует о рост-стимулирующем действии микроорганизмов – биоагентов биопрепаратов. Установлено, что комплексы Ризобифит + Полимиксобактерин + Биополицид и Ризобифит + Альбобактерин + Биополицид увеличивали показатели длины проростка соответственно на 1,03 и 1,09 см, длины корешка на 1,11 и 1,32 см, а масса проростка была в пределах ошибки опыта.

Таблица 3. – Влияние полифункциональных микробных препаратов на посевные качества семян гороха (лабораторный опыт 2013 г.)

Вариант опыта	Энергия прорастания		Всхожесть		Дружность прорастания	
	%	± % к контр.	%	± % к контр.	%	± % к контр.
Контроль	87,0	–	94,0	–	28,3	–
Ризобофит	89,0	+2	95,0	1	30,9	+2,6
Р+Ф+Б	90,0	+3	96,0	+2	32,2	+3,9
Р+П+Б	89,0	+2	94,0	0	31,0	+2,7
Р+А+Б	87,0	0	94,0	0	29,0	+0,7
НСР ₀₅	12,1	–	14,2	–	3,7	–

Примечания: Р – Ризобофит, Ф – Фосфоэнтерин, Б – Биополицид, А – Альдобактерин, П – Полимиксобактерин, «–» – показатель отсутствует.

Таблица 4. – Влияние полифункциональных микробных препаратов на биометрические показатели гороха (лабораторный опыт 2013 г.)

Вариант опыта	Длина проростка		Длина корешка		Масса проростка	
	см	± к контр.	см	± см к контр.	г	± к контр.
Контроль	1,18	–	4,81	–	0,18	–
Ризобофит	1,52	+0,34	4,86	+0,05	0,18	0
Р+Ф+Б	2,40	+1,22	6,32	+1,46	0,21	+0,03
Р+П+Б	2,21	+1,03	5,97	+1,11	0,19	+0,01
Р+А+Б	2,27	+1,09	6,18	+1,32	0,17	-0,01
НСР ₀₅	0,75	–	0,14	–	0,02	–

В опыте по определению влияния полифункциональных микробных препаратов на посевные качества семян чины стимулирующим эффектом для семян обладал вариант с применением обработки комплекса препаратов Ризобофит + Полимиксобактерин + Биополицид и Ризобофит + Фосфоэнтерин+ Биополицид, ко-

торые повышали лабораторную всхожесть семян на 2%, энергию прорастания 1%, и дружность 2,2 – 1,9% соответственно (таблица 5).

Таблица 5. – Влияние полифункциональных микробных препаратов на посевные качества семян чины (лабораторный опыт 2013 г.)

Вариант опыта	Энергия прорастания		Всхожесть		Дружность прорастания	
	%	± % к контр.	%	± % к контр.	%	± % к контр.
Контроль	84,0	–	89,0	–	22,1	–
Ризобифит	84,6	+0,6	90,0	+1	23,0	+0,9
Р+Ф+Б	85,0	+1	91,0	+2	24,0	+1,9
Р+П+Б	85,0	+1	91,0	+2	24,3	+2,2
Р+А+Б	84,5	+0,5	89,0	0	23,0	+0,9
НСР _{0,5}	18,9	–	19,0	–	3,7	–

Проращивание семян чины показало в контроле длину проростка 2,76 см, длину корешка 2,40 см и массу проростка 0,12 г (таблица 6).

Таблица 6. – Влияние полифункциональных микробных препаратов на биометрические показатели проростков чины (лабораторный опыт 2013 г.)

Вариант опыта	Длина проростка		Длина корешка		Масса проростка	
	см	± к контр.	см	± см к контр.	г	± к контр.
Контроль	2,76	–	2,40	–	0,12	–
Ризобифит	3,09	+0,33	2,63	+0,23	0,14	+0,2
Р+Ф+Б	3,18	+0,42	2,66	+0,26	0,15	+0,03
Р+П+Б	2,88	+0,12	2,48	+0,8	0,13	+0,01
Р+А+Б	2,75	-0,1	2,40	0	0,12	0
НСР ₀₅	0,30	–	0,20	–	0,02	–

Существенное увеличение длины проростков получено при использовании биопрепаратов Ризобофит на 0,33 см, Ризобофит + Фосфоэнтерин + Биополицид на 0,42 см, увеличение длины корешков при инокуляции семян препаратами Ризобофит, и комплексом Ризобофит + Фосфоэнтери + Биополицид было на 0,23 см и 0,26 см соответственно. Биомасса проростка в варианте с комплексом увеличилась на 0,03 г в сравнении с контролем.

Для семян чечевицы обработка микробным препаратом Ризобофит + Фосфоэнтерин + Биополицид способствовал повышению энергии прорастания на 8%, лабораторной всхожести на 3 %, дружность прорастания на 1,8% относительно к контролю (таблица 7).

Таблица 7. – Влияние полифункциональных микробных препаратов на посевные качества семян чечевицы (лабораторный опыт 2013 г.)

Вариант опыта	Энергия прорастания		Всхожесть		Дружность прорастания	
	%	± % к контр.	%	± % к контр.	%	± % к контр.
Контроль	71,0	–	88,0	–	18,8	–
Ризобофит	79,0	+8	90,0	+2	20,6	+1,8
Р+Ф+Б	79,0	+8	91,0	+3	20,6	+1,8
Р+П+Б	76,0	+5	90,0	+2	19,0	+0,2
Р+А+Б	77,0	+6	91,0	+3	19,3	+0,5
НСР ₀₅	11,2	–	14,0	–	4,0	–

Биометрические показатели проростков чечевицы существенно увеличивались с применением микробного препарата Ризобофит, длина проростка превышала контрольный вариант на 0,75 см, длина корешка увеличивалась на 0,64 см. Наибольшая масса проростка была отмечена в варианте с применением комплекса биопрепаратов Ризобофит + Фосфоэнтерин + Биополицид 0,25 г, где была на 0,04% больше в сравнении с контролем (таблица 8).

Таблица 8. – Влияние микробных препаратов на биометрические показатели проростков чечевицы (лабораторный опыт 2013 г.)

Вариант опыта	Длина проростка		Длина корешка		Масса проростков	
	см	± % к контр.	см	± % к контр.	г	± к контр.
Контроль	4,95	–	3,11	–	0,21	–
Ризобифит	5,70	+0,75	3,75	+0,64	0,24	+0,03
Р+Ф+Б	5,48	+0,53	3,30	+0,19	0,25	+0,04
Р+П+Б	4,93	-0,02	3,85	+0,74	0,24	+0,03
Р+А+Б	5,21	+0,49	3,14	+0,03	0,22	+0,01
НСР _{0,5}	0,27	–	0,16	–	0,02	–

Таким образом, применение бактеризации комплексом микробных препаратов Ризобифита + Фосфоэнтерина + Биополицида на всех изучаемых культурах позволило улучшить показатели посевных качеств семян и их биометрические характеристики. Энергия прорастания семян гороха, чины, чечевицы повысилась на 1-8%, всхожесть – на 2-3%, дружность прорастания – на 1,8-3,9%, увеличилась масса проростков на 0,03-0,04 г в сравнении с обработкой водой в контроле. Это свидетельствует, что выбор использования микробных препаратов и их комплексов имеет большое значение в практическом плане. Кроме того, не маловажное значение имеет специфичность растительно-микробного взаимодействия на начальных этапах онтогенеза и отзывчивости растений на бактеризацию.

В данном лабораторном опыте в большей степени проявляется улучшение фитосанитарного фона в структуре эпифитной микрофлоры семян и о стимулирующем влиянии на рост и развитие проростков, что, очевидно, было вызвано тем количественным и качественным набором метаболитов, продуцируемых микроорганизмами – биоагентов комплекса микробных препаратов, чем об азотфиксации и фосфатмобилизации. Однако, необходимо провести первичную оценку эффективности бактеризации не только на посевные качества семян и их биометрические показатели, но и на разных фазах развития растений, оценить влияние на

клубенькообразование в результате бобово-ризобийного симбиоза, урожайность и т.д., что стало дальнейшим этапом нашего исследования.

**4. ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИМБИОТИЧЕСКОЙ АЗОТФИКСАЦИИ ПРИ
БАКТЕРИЗАЦИИ СЕМЯН ГОРОХА, ЧИНЫ, ЧЕЧЕВИЦЫ
БИОПРЕПАРАТАМИ В УСЛОВИЯХ ВЕГЕТАЦИОННОГО ОПЫТА**

В 2013 году изучали влияние полифункциональных препаратов на симбиотическую азотфиксацию бобово-ризобиального симбиоза в вегетационных опытах на субстрате – чернозем южный. При выращивании гороха во всех вариантах опыта на корнях отмечено образование азотфиксирующих клубеньков, в количестве 16-28 ед./растение. Азотфиксирующие клубеньки в контроле образовались за счет представителей ризобий почвенной популяции (таблица 9).

Таблица 9. – Влияние различных микробных препаратов на показатели симбиоза гороха (вегетационный опыт, субстрат - чернозем южный, 2013 г.)

Вариант опыта	Количество клубеньков, шт./растение	Масса клубеньков, г/растение	Высота растений, см	Фитомасса г/растение
Контроль (вода)	16	0,08	24,0	3,6
Р	27	0,10	28,0	4,6
Р+Б	27	0,07	25,0	3,7
Р+Ф	17	0,07	29,4	5,3
Р+А	26	0,09	30,4	5,3
Р+П	20	0,08	28,0	4,5
Р+Ф+Б	28	0,10	28,0	4,4
Р+П+Б	21	0,09	27,0	4,3
Р+А+Б	16	0,08	29,0	4,7
НСР ₀₅	2,4	0,01	2,6	0,3

Примечания: Р – Ризобофит, Ф – Фосфоэнтерин, Б – Биополицид, А – Альбобактерин, П – Полмиксобактерин.

Наибольшее количество клубеньков образовалась на корнях растений в вариантах с бактериризацией комплексом Ризобофит + Фосфоэнтерин + Биополицид –

на 75% больше контроля. Несколько меньшие показатели были получены в вариантах с монообработкой Ризобофитом и комплексом Ризобофит + Биополицид, где количество азотфиксирующих клубеньков было выше на 11 шт./растение относительно контроля.

Применение для инокуляции семян гороха Ризобофита и комплекса Ризобофит + Фосфоэнтерин + Биополицид увеличило биомассу азотфиксирующих корневых клубеньков на 25% по сравнению с контролем.

Высокие растения – 30,4 см отмечены при обработке семян комплексом препаратов Ризобофит + Альбобактерин – на 6,4 см (26,6 %) выше, чем в контроле. Необходимо отметить, что бактеризация микробными препаратами обеспечила прибавку фитомассы растений 0,7-1,7 г/растение (19-47%) в сравнении с обработкой водой. Комплекс микробных препаратов Ризобофит + Фосфоэнтерин и Ризобофит + Альбобактерин выделились как варианты с наибольшей фитомассой – 5,3 г/растение, что на 1,7 г/растение (47,2 %) выше контроля.

На чине в условиях вегетационного опыта использование для бактериизации семян микробного препарата Ризобофита и комплекса Ризобофит + Биополицид + Фосфоэнтерин достоверно увеличивало количество азотфиксирующих клубеньков на корнях растений на 5 и 2 шт./растение или 14,7% и 5,9 % соответственно выше контроля (таблица 10).

Наибольший показатель биомассы клубеньков отмечен в варианте с монообработкой Ризобофитом, который составил 0,15 г/растение, что на 0,01 г/растение выше контроля. Наиболее высокие растения чины были отмечены в вариантах с применением комплексов препаратов Ризобофит + Полимиксобактерин + Биополицид и Ризобофит + Фосфоэнтерин + Биополицид – 28,1 см и 28,0 см, что соответственно на 4,3 см (18,1 %) и 4,2 см (17,6 %) выше контроля. Однако максимальная фитомасса сформировалась в варианте с применением комплекса микробных препаратов Ризобофит + Фосфоэнтерин + Биополицид – 4,3 г/растение, что выше контроля на 1,2 г/растение или на 38,7 %. Во всех вариантах бактеризация была эффективнее обработки водой и повышала фитомассу растений на 0,2-0,7 г/растение (6,5-22,6%).

Таблица 10. – Влияние различных микробных препаратов на показатели симбиоза чины (вегетационный опыт, субстрат - чернозем южный, 2013 г.)

Вариант опыта	Количество клубеньков, шт./растение	Масса клубеньков, г/растение	Высота растений, см	Фитомасса г/растений
Контроль (вода)	34	0,14	23,8	3,1
Р	39	0,15	25,1	3,8
Р+Б	35	0,12	25,1	3,3
Р+Ф	35	0,13	28,0	3,8
Р+А	34	0,13	26,7	3,6
Р+П	34	0,12	27,8	3,4
Р+Ф+Б	36	0,11	26,5	4,3
Р+А+Б	31	0,14	23,9	3,3
НСР ₀₅	1,7	0,07	2,3	0,2

При выращивании растений чечевицы наибольшее количество клубеньков – 21 шт./растение, было отмечено при применении микробных препаратов Ризобифит + Биополицид, Ризобифит + Фосфоэнтерин и Ризобифит + Альбобактерин + Биополицид (таблица 11). Максимальный показатель массы клубеньков был отмечен при применении Ризобифита (0,09 г/растение). Обработка семян данной зернобобовой культуры различными полифункциональными микробными препаратами способствовала увеличению высоты растений по вариантам Ризобифит + Полимиксобактерин, Ризобифит + Альбобактерин и Ризобифит + Фосфоэнтерин на 2,6 см (15,6 %), 2,2 см (13,2 %) и 1,5 см (9 %).

Бактеризация препаратами обеспечила прибавку фитомассы растений чечевицы 0,3-0,7 г/растение (27,3-63,6%) в сравнении с контролем. Наибольший показатель фитомассы был отмечен по препарату Ризобифит+ Фосфоэнтерин – 1,8 г/растение, что на 0,7 г/растение (63,6 %) выше по сравнению с обработкой водой.

Таблица 11. – Влияние различных микробных препаратов на показатели симбиоза чечевицы (вегетационный опыт, субстрат - чернозем южный, 2013 г.)

Вариант опыта	Количество клубеньков, шт./растение	Масса клубеньков, г/растение	Высота растений, см	Фитомасса г/растений
Контроль (вода)	12	0,03	16,6	1,1
Р	12	0,09	17,9	1,4
Р+Б	21	0,02	17,8	1,5
Р+Ф	21	0,03	18,1	1,8
Р+А	13	0,02	18,8	1,5
Р+П	17	0,03	19,2	1,4
Р+Ф+Б	21	0,03	17,9	1,5
Р+П+Б	15	0,02	16,8	1,4
Р+А+Б	16	0,03	17,7	1,4
НСР ₀₅	2,7	0,006	1,3	0,2

Таким образом обработка биопрепаратами семян гороха увеличивает количество клубеньков до 83% и их биомассу до 25%, что обеспечило прибавку фитомассы растений до 1,7 г/растение (47%). Для гороха наиболее эффективными в этом отношении был комплекс микробных препаратов Ризобофит + Фосфоэнттерин + Биополицид.

Бобово-ризобиальная система чечевицы за счет бактериализации комплексами биопрепаратов сформировала азотфиксирующих корневых клубеньков в 1,3-1,8 раза больше в сравнении с нитрагинизацией и с обработкой водой на фоне почвенной популяции клубеньковых бактерий. На чечевице высокая эффективность бактериализации установлена при использовании Ризобофита совместно с Фосфоэнттерином.

На чине такой продуктивности клубенькообразования мы не отмечали. Слабое клубенькообразование было вызвано взаимодействием конкуренцией клубеньковых бактерий препарата с ризобиями почвенной популяции, которые по эффективности клубенькообразования мало отличались по показателям симбиоза

ризобий с растениями чины. Однако это не снизило эффективности обработки, стимулирующего эффекта от применения бактеризации комплексом препаратов на растения и обеспечило повышение их фитомассы до 1,2 г/растение (38,7%). Обработка комплексами Ризобофит + Биополицид, Ризобофит + Фосфоэнтерин и Ризобофит + Альбобактерин + Биополицид были высокоэффективными.

Проведенные вегетационные опыты на субстрате чернозем южный показали достоверное влияние моно- и комплексной бактеризации семян микробными препаратами на симбиотическую эффективность – количество клубеньков и их биомассу, высоту и ее интегрирующий показатель – фитомассу растений.

5. ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН МИКРОБНЫМИ ПРЕПАРАТАМИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ГОРОХА, ЧИНЫ, ЧЕЧЕВИЦЫ В АГРОЦЕНОЗАХ

В полевых условиях в зоне Центральной степи Крыма оценивали влияние предпосевной бактериализации микробными препаратами на эффективность бобово-ризобиального взаимодействия, продуктивность и качество зерна гороха, чины и чечевицы.

5.1. Оценка эффективности бобово-ризобиального симбиоза

Изучение влияния обработки семян микробными препаратами на интенсивность физиологических процессов, связанных с симбиотической фиксацией молекулярного азота, нами была проведена оценка эффективности бобово-ризобиального симбиоза по количеству, биомассе и нитрогеназной активности азотфиксирующих клубеньков при выращивании зернобобовых культур на черноземе южном в полевых условиях.

За три года исследования нитрагинизация гороха обеспечила формирование азотфиксирующих клубеньков в количестве 10,1-31,6 шт./растение (таблица 12).

Таблица 12. – Влияние полифункциональных микробных препаратов на количество клубеньков и их массу гороха (полевые опыты, 2011-2013 гг.)

Вариант опыта	Количество клубеньков, шт./растение				Масса клубеньков, г/растение			
	2011г.	2012г.	2013г.	среднее	2011г.	2012г.	2013г.	среднее
Ризобифит	31,6	24,3	10,1	22,0	0,31	0,44	0,33	0,36
Р+Ф+Б	44,1	31,9	15,8	30,6	0,38	0,95	0,49	0,61
Р+П+Б	28,4	21,2	14,9	21,5	0,27	0,60	0,25	0,37
Р+А+Б	36,2	24,2	15,3	25,3	0,34	0,58	0,37	0,43
НСР ₀₅	6,3	3,7	2,8	-	0,06	0,24	0,09	0,11

Примечания: Р – Ризобифит, Ф – Фосфоэнтерин, Б – Биополицид, А – Альбобактерин, П – Полимиксобактерин.

Необходимо отметить, что погодные условия 2011-2012 гг. были более благоприятны для клубенькообразования, количество клубеньков по вариантам опыта с применением комплекса Ризобифит + Фосфоэнтерин + Биополицид было на уровне 31,9-44,1 шт./ растение. При этом, наиболее крупные клубеньки были образованы на корнях растений в 2012 году с биомассой 0,44-0,95 г/растение. В 2013 году количество клубеньков сформировалось в 2-3 раза меньше, чем в предыдущие годы. В среднем за 3 года исследований максимальное количество клубеньков было сформировано в варианте Ризобифит + Фосфоэнтерин + Биополицид – 30,6 шт./растение и 0,61 г/растение соответственно, что на 8,6 шт./растение и на 0,25 г/растение выше контроля.

В исследовании симбиотический показатель – нитрогеназная активность в клубеньках оказался вариабельным признаком, о чем свидетельствует высокое значение НСР₀₅. В 2011-2012 г. установлена тенденция увеличения данного показателя в вариантах с использованием полифункциональных комплексов в сравнении с монообработкой Ризобифитом (таблица 13).

Таблица 13. – Нитрогеназная активность клубеньков гороха при обработке семян полифункциональными препаратами, нМоль этилена на растение в час (полевые опыты, 2011 – 2013 гг.)

Вариант опыта	Год			
	2011	2012	2013	Среднее
Ризобифит	60,27	91,29	34,37	61,97
Р+Ф+Б	373,04	211,07	47,71	210,6
Р+П+Б	260,57	106,24	26,93	393,11
Р+А+Б	367,61	94,6	12,31	158,17
НСР ₀₅	59,815	20,689	10,987	27,59

Количество клубеньков на корнях чины при действии различных полифункциональных препаратов практически не отличалась, однако их биомасса достоверно изменялось по всем вариантам (таблица 14).

Таблица 14. – Влияние полифункциональных микробных препаратов на количество клубеньков и их массу чины (полевые опыты, 2011 – 2013 гг.)

Вариант опыта	Количество клубеньков, шт./растение				Масса клубеньков, г/растение			
	2011г.	2012г.	2013г.	среднее	2011г.	2012г.	2013г.	среднее
Ризобифит	26,5	16,8	19,5	20,9	0,78	0,72	0,81	0,77
Р+Ф+Б	27,9	15,8	23,6	22,4	0,87	1,15	0,91	0,97
Р+П+Б	29,3	16,9	23,0	23,1	0,78	1,32	0,88	0,99
Р+А+Б	28,4	19,5	19,6	22,5	0,86	1,09	0,90	0,95
НСР ₀₅	3,6	2,9	2,0	-	0,07	0,16	0,06	0,09

В среднем за три года лучшие показатели по количеству клубеньков были получены в варианте с применением микробных препаратов Ризобифит + Полимиксобактерин + Биополицид – 23,1 шт./растение, что выше контроля на 3,6%.

В таблице 15 предоставлены данные по нитрогеназной активности клубеньков чины, из которой следует, что бобово-ризобиальный симбиоз был эффективным, но в среднем за 3 года исследований данный показатель по вариантам опыта был практически на одном уровне.

Таблица 15. – Нитрогеназная активность клубеньков чины при обработке семян полифункциональными препаратами, нМоль этилена на растение в час (полевые опыты, 2011 – 2013 гг.)

Вариант опыта	Год			
	2011	2012	2013	Среднее
Ризобифит	459,93	90,03	654,23	401,4
Р+Ф+Б	524,05	100,12	741,12	455,09
Р+П+Б	565,86	78,25	812,39	485,50
Р+А+Б	579,80	94,18	659,18	444,38
НСР ₀₅	212,39	78,66	589,44	

В условиях 2011–2012гг. наибольшее количество и масса клубеньков на корнях чечевицы было сформировано с применением препаратов Ризобофит + Фосфоэнтерин + Биополицид, где превышение над контролем составило 3,3% – 9% соответственно. В 2013 году большее количество клубеньков было сформировано с применением микробного препарата Ризобофит + Полимиксобактерин + Биополицид превышение над контролем составило 3,1 шт./растение. По биомассе клубеньков чечевицы достоверно выделились бактериализация Ризобофитом + Фосфоэнтерином + Биополицидом и Ризобофитом + Альбобактерином + Биопрлицидом, где прибавка бактериальной массы в сравнении с контролем составила 0,15 и 0,13 г/растение соответственно. В среднем за годы исследований показатель массы клубеньков увеличивался на 65% с применением комплекса препаратов Ризобофит + Фосфоэнтерин + Биополицид и на 56% в варианте с применением Ризобофита + Альбобактерина + Биопрлициды (таблица 16).

Таблица 16. – Влияние полифункциональных микробных препаратов на количество клубеньков и их массу чечевицы (полевые опыты, 2011-2013 гг.)

Вариант опыта	Количество клубеньков, шт./растение				Масса клубеньков, г/растение			
	2011г.	2012г.	2013г.	среднее	2011г.	2012г.	2013г.	среднее
Ризобофит	36,2	20,6	10,3	22,4	0,31	0,39	0,34	0,34
Р+Ф+Б	37,4	24,5	11,9	24,6	0,42	0,79	0,49	0,56
Р+П+Б	31,6	21,4	13,4	22,1	0,27	0,54	0,36	0,39
Р+А+Б	37,1	17,6	11,4	22,0	0,38	0,76	0,47	0,53
НСР ₀₅	3,8	3,3	4,6	-	0,07	0,04	0,08	0,05

В среднем за три года лучший показатель по количеству клубеньков на корнях чечевицы были получены с применением микробного комплекса Ризобофит + Фосфоэнтерин + Биополицид – 24,3 шт/растение, что превышало контроль на 10%.

Как и в случае с горохом, прослеживается тенденция увеличения нитрогеназной активности клубеньков при действии полифункционального комплекса Ризобофит + Фосфоэнтерин + Биополицид (таблица 17).

Таблица 17. – **Нитрогеназная активность клубеньков чечевицы при обработке семян микробными препаратами, нМоль этилена на растение в час (полевые опыты, 2011 – 2013 гг.)**

Вариант опыта	Год			
	2011	2012	2013	Среднее
Ризобофит	113,30	65,98	78,90	113,35
Р+Ф+Б	954,68	114,39	112,96	394,01
Р+П+Б	190,55	71,12	75,90	112,52
Р+А+Б	325,95	129,78	94,78	183,50
НСР ₀₅	236,2	74,6	65,9	

Таким образом, в результате полевых исследований можно сделать следующие выводы:

– обработка семян гороха микробным комплексом Ризобофит + Фосфоэнтерин + Биополицид способствует достоверному увеличению количества и биомассы клубеньков на 8,6 шт./растение (39 %) и 0,25 г/растение (69 %) соответственно по сравнению с контролем;

– действие микробных препаратов на чине и чечевице практически не отражается на увеличении клубеньков на корнях растений, однако биомасса клубеньков чины достоверно выше контроля на 0,22 г/растение (28,5 %) в вариантах Ризобофит + Полимиксобактерин + Биополицид и на 0,20 г/растение (26 %) г/растение Ризобофит + Фосфоэнтерин + Биополицид. Для чечевицы в этом отношении наиболее эффективными оказались варианты бактеризации комплексами Ризобофит + Фосфоэнтерин + Биополицид и Ризобофит + Альбобактерин + Биополицид, обработка семян которыми способствовала увеличению биомассы клубеньков на 0,22 г/растение (65 %) и 0,19 г/растение (56 %) соответственно.

5.2. Влияние бактеризации на морфо-биологические показатели растений.

Высокое прикрепление нижнего боба способствует уменьшению потерь при уборке. Как видно из таблиц 18–20 применение различных полифункциональных препаратов на всех культурах не способствовало существенному увеличению высоты растений и высоты прикрепления нижнего боба.

В целом, за три года полевых исследований высота растений гороха варьировала по вариантам опыта 66,1-69,0 см (таблица 18).

Таблица 18. – Влияние полифункциональных микробных препаратов на высоту растений и высоту прикрепления нижнего боба гороха (полевые опыты, 2011 – 2013 гг.)

Вариант опыта	Высота растений, см				Высота прикрепления нижнего боба, см			
	2011г.	2012г.	2013г.	среднее	2011г.	2012г.	2013г.	среднее
Ризобофит	62,8	58,6	76,5	66,1	14,0	13,2	15,1	14,1
Р+Ф+Б	63,2	60,9	79,1	67,3	13,4	14,1	16,3	14,6
Р+П+Б	64,7	60,7	74,2	66,5	15,1	14,4	16,1	15,2
Р+А+Б	66,3	62,8	78,0	69,0	13,3	14,8	15,5	14,5
НСР ₀₅	3,6	4,3	3,9	3,9	1,9	0,9	1,4	1,5

Максимальная высота была отмечена в варианте с применением микробно-го комплекса Ризобофит + Альбобактерин + Биополицид 69,0см, что больше контроля на 2,9 см (4,3%). Однако высота прикрепления нижнего боба в исследованиях была лучшей в варианте с применением микробных препаратов Ризобофит + Полимиксобактерин + Фосфоэнтерин 15,2 см, где превышение контрольного варианта было на уровне 9%.

Существенного влияния полифункциональных микробных препаратов при выращивании чины на высоту растений не отмечено, этот показатель был практически на одном уровне за годы исследований –53,4-54,6 см (таблица 19).

Таблица 19. – Влияние полифункциональных микробных препаратов на высоту растений и высоту прикрепления нижнего боба чины (полевой опыт, 2011 – 2013 гг.)

Вариант опыта	Высота растений, см				Высота прикрепления нижнего боба, см			
	2011г.	2012г.	2013г.	среднее	2011г.	2012.	2013г.	среднее
Ризобифит	53,7	57,7	49,0	53,4	17,0	24,4	23,9	21,7
Р+Ф+Б	52,8	59,9	51,2	54,6	17,4	25,4	22,3	21,7
Р+П+Б	54,3	58,9	48,8	54,0	18,4	25,8	24,2	22,8
Р+А+Б	53,1	59,6	49,3	54,0	18,2	24,9	24,1	22,4
НСР ₀₅	2,0	1,8	2,0	1,9	1,7	1,6	1,9	1,7

Высота прикрепления нижнего боба увеличивалась 5% относительно контроля в варианте с применением микробных препаратов Ризобифит + Полимиксобактерин + Фосфоэнтерин. Увеличение этого показателя особо важно для этой культуры, так как чина среди всех зернобобовых культур исследуемых в нашей диссертационной работе имеет низкое расположение бобов и высокую склонность к полеганию, и поэтому основная часть бобов при созревании культуры остается на поверхности почвы.

На чечевице за годы исследований предпосевная инокуляция семян полифункциональными микробными препаратами влияния на показатели высоты растений и прикрепления нижнего боба не оказывали и были на уровне 41,0-42,3 см (таблица 20).

Таблица 20. – Влияние полифункциональных микробных препаратов на высоту растений и высоту прикрепления нижнего боба чечевицы

(полевой опыт, 2011 – 2013 гг.)

Вариант опыта	Высота растений, см				Высота прикрепления нижнего боба, см			
	2011г.	2012г.	2013г.	среднее	2011г.	2012г.	2013г.	среднее
Ризобофит	33,7	51,4	38,0	41,0	15,9	23,9	20,4	20,1
Р+Ф+Б	34,4	52,1	38,6	41,7	15,7	25,4	20,2	20,4
Р+П+Б	35,9	52,8	38,2	42,3	16,0	25,1	20,0	20,3
Р+А+Б	34,2	52,3	39,0	41,8	16,2	24,2	21,4	20,6
НСР ₀₅	1,7	1,3	1,0	1,3	0,9	1,7	1,5	1,4

Таким образом, за три года исследований высота растений гороха варьировала по вариантам опыта 66,1-69,0 см, чины – 53,4 – 54,0 см, чечевицы – 41,0-42,3 см, а высота прикрепления нижнего боба на растении – соответственно 14,1-16,6 см, 21,7-22,8 см, 20,1-20,6 см, что говорит о технологичности данных сортов. Что в конечном итоге позволяет устанавливать более высокий срез и тем самым уменьшить потери урожая при уборке зернобобовых культур гороха, чины, чечевицы.

5.3. Влияние предпосевной бактериализации семян на структуру урожая

Результаты полевых опытов показали положительное влияние комплекса полифункциональных препаратов Ризобофит + Фосфоэнтерин + Биополицид на образование бобов и массу зерен с одного растения гороха. В целом, за три года полевых исследований эти параметры были больше контроля практически на 10% (таблица 21).

Применение микробных препаратов полифункционального действия Ризобофит + Полимиксобактерин + Биополицид и Ризобофит + Фосфоэнтерин + Биополицид, за годы исследования способствовало образованию наибольшего коли-

чества бобов на растениях чины, что на 12,2 % и 5,8 % соответственно больше контрольного варианта (таблица 22). Показано, что в 2012 году количество бобов на растениях чины было больше на 48,4 и 58,8%, а так же масса зерен на 21,4 и 41,7 % в сравнении с 2011 и 2013 годом.

Таблица 21. – **Влияние полифункциональных микробных препаратов на количество бобов и массу зерен гороха (полевой опыт, 2011 – 2013 гг.)**

Вариант опыта	Количество бобов, шт./растение				Масса зерен, г/растение			
	2011г.	2012г.	2013г.	среднее	2011г.	2012г.	2013г.	среднее
Ризобофит	4,5	3,9	3,0	3,8	3,6	3,2	2,4	3,1
Р+Ф+Б	4,8	4,2	3,6	4,2	4,1	3,4	2,8	3,4
Р+П+Б	4,0	4,5	2,9	3,8	3,2	3,6	2,5	3,1
Р+А+Б	4,1	4,6	2,9	3,7	3,6	3,5	2,6	3,2
НСР ₀₅	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2

Таблица 22. – **Влияние полифункциональных микробных препаратов на количество бобов и массу зерен чины (полевой опыт, 2011 – 2013 гг.)**

Вариант опыта	Количество бобов, шт./растение				Масса зерен, г/растение			
	2011г.	2012г.	2013г.	среднее	2011г.	2012г.	2013г.	среднее
Ризобофит	12,2	18,1	11,4	13,9	4,2	5,1	3,6	4,3
Р+Ф+Б	12,4	18,7	13,0	14,7	4,3	5,7	4,3	4,7
Р+П+Б	14,8	19,3	12,7	15,6	4,7	6,0	4,5	5,0
Р+А+Б	12,3	17,9	11,3	13,8	4,4	5,2	3,1	4,2
НСР ₀₅	0,8	0,9	0,9	0,9	0,3	0,3	0,4	0,3

Для чечевицы бактеризация Ризобофитом + Фосфоэнтерином + Биополицидом позволила в среднем за три года повысить количество бобов на 13.1%, массу 1000 зерен на 22,9% в сравнении с контролем (таблица 23). Установлено, что в 2012 году количество бобов на растениях чины было больше на 28,7 и 71,6 %, а

масса зерен на 31,3 и 110,0 % в сравнении с 2011 и 2013 годом. Такое же влияние условий года мы наблюдали и на чине.

Таблица 23. – Влияние микробных препаратов на количество бобов и массу зерен чечевицы шт./растение (полевой опыт, 2011 – 2013 гг.)

Вариант опыта	Количество бобов, шт./растение				Масса зерен, г/растение			
	2011г.	2012г.	2013г.	среднее	2011г.	2012г.	2013г.	среднее
Ризобофит	13,6	17,5	10,2	13,7	1,6	2,1	1,0	1,57
Р+Ф+Б	16,8	19,4	10,4	15,5	2,0	2,5	1,3	1,93
Р+П+Б	13,2	17,7	10,3	13,7	1,7	2,0	1,1	1,60
Р+А+Б	13,4	20,0	9,9	14,4	1,9	2,4	0,9	1,73
НСР ₀₅	1,1	1,2	0,5	0,9	0,3	0,2	0,1	0,5

В литературе имеются рекомендации о целесообразности использования крупных семян для сева зернобобовых культур (Адамова О.П., 1971), поэтому большое значение имеет показатель массы 1000 зерен. По мнению В.В. Церлинг (1990), масса 1000 зерен представляет собой итог деятельности растения за вегетацию, характеризуя качество зерна. В наших исследованиях 2012 и 2013 гг. масса 1000 зерен гороха достоверно увеличивалась 15,1 г (6 %) и 11,2 г (3 %) Ризобофит + Фосфоэнтерин + Биополицид и была выше контроля (рисунок 1).

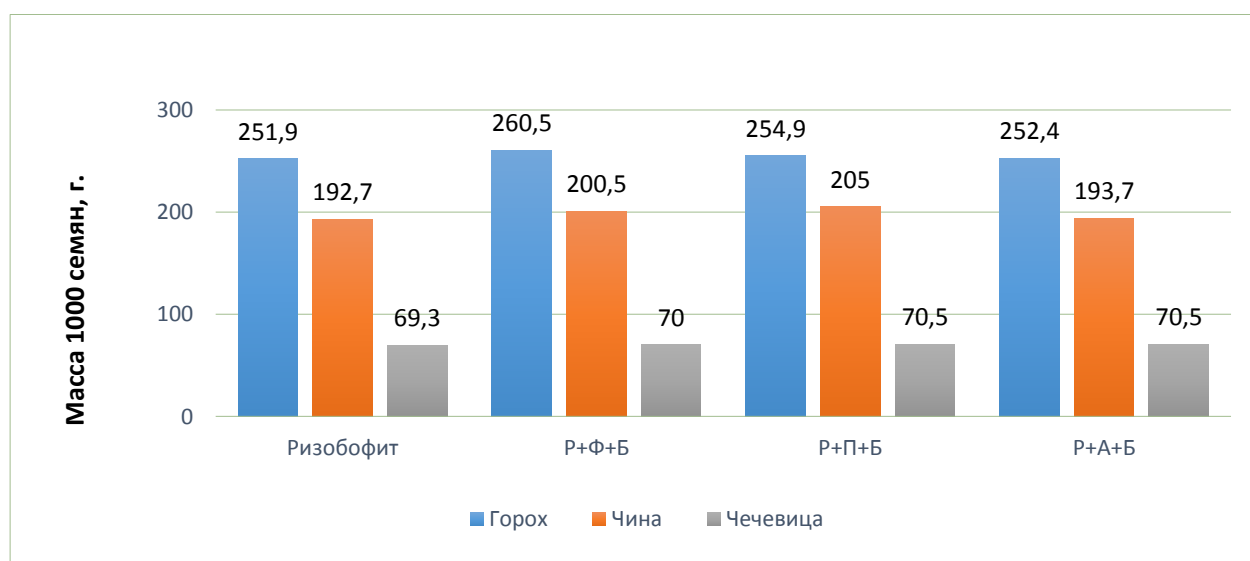


Рисунок 1. – Влияние препаратов на массу 1000 семян зернобобовых культур (среднее 2011–2013 гг.)

Результаты исследований показали, что от применения микробиологических препаратов для инокуляции семян чечевицы зависит крупность семян.

5.4. Зависимость величины площади ассимиляционной поверхности растений от инокуляции семян микробными препаратами

Одним из важных условий формирования высоких урожаев сельскохозяйственных культур является увеличение продуктивности их фотосинтеза, то есть количества накопленного органического вещества на единицу площади листовой поверхности за сутки (Пашенко, О.И. 2009). Хорошо развитый фотосинтетический аппарат растений, оптимальный по объёму и динамике функционирования является одним из факторов получения высоких урожаев зернобобовых культур.

Установлено, что микробные препараты оказывают положительное влияние на ассимиляционный аппарат зернобобовых культур. Однако, последний находится в тесной зависимости от погодных условий года. Так, наибольшие значения площади листовой поверхности были отмечены в 2011-2012 гг., наименьшие – в 2013 г. в связи с более жесткими погодными условиями (таблица 24).

Таблица 24. – Площадь листовой поверхности зернобобовых растений в фазу цветения в зависимости от применения микробных препаратов, тыс.м²/га

Вариант опыта	Горох			Чина			Чечевица		
	2011г.	2012г.	2013г.	2011г.	2012г.	2013г.	2011г.	2012г.	2013г.
Ризобифит	37,9	44,3	30,3	42,0	44,9	34,1	40,4	41,1	34,0
Р+Ф+Б	41,0	46,9	37,0	45,6	43,7	36,8	46,2	48,2	39,8
Р+П+Б	37,2	42,4	36,2	48,9	44,9	39,3	44,4	46,1	39,5
Р+А+Б	39,2	45,1	31,9	44,0	48,8	37,9	41,4	44,2	38,9
НСР ₀₅	2,5	2,0	3,1	3,4	3,2	2,8	3,3	2,9	2,8

В среднем за годы исследования в контрольном варианте с Ризобифитом площадь листовой поверхности гороха была 37,5 тыс. м²/га, чины – 40,3 тыс.м²/га, чечевицы – 38,5 тыс.м²/га.

Выявлено достоверное увеличение площади листовой поверхности гороха и чечевицы при обработке комплексом биопрепаратов Ризобифит + Фосфоэнттерин + Биополицид: в среднем за 3 года на 4,1 тыс. м²/га (или на 11 %) по гороху и 6,2 тыс. м²/га (или на 16 %) для чечевицы выше контроля. Для чины наиболее эффективным был Ризобифит + Полимиксобактерин + Биополицид – на 4 тыс. м²/га (или на 10 %) выше контрольного варианта (рисунок 2).

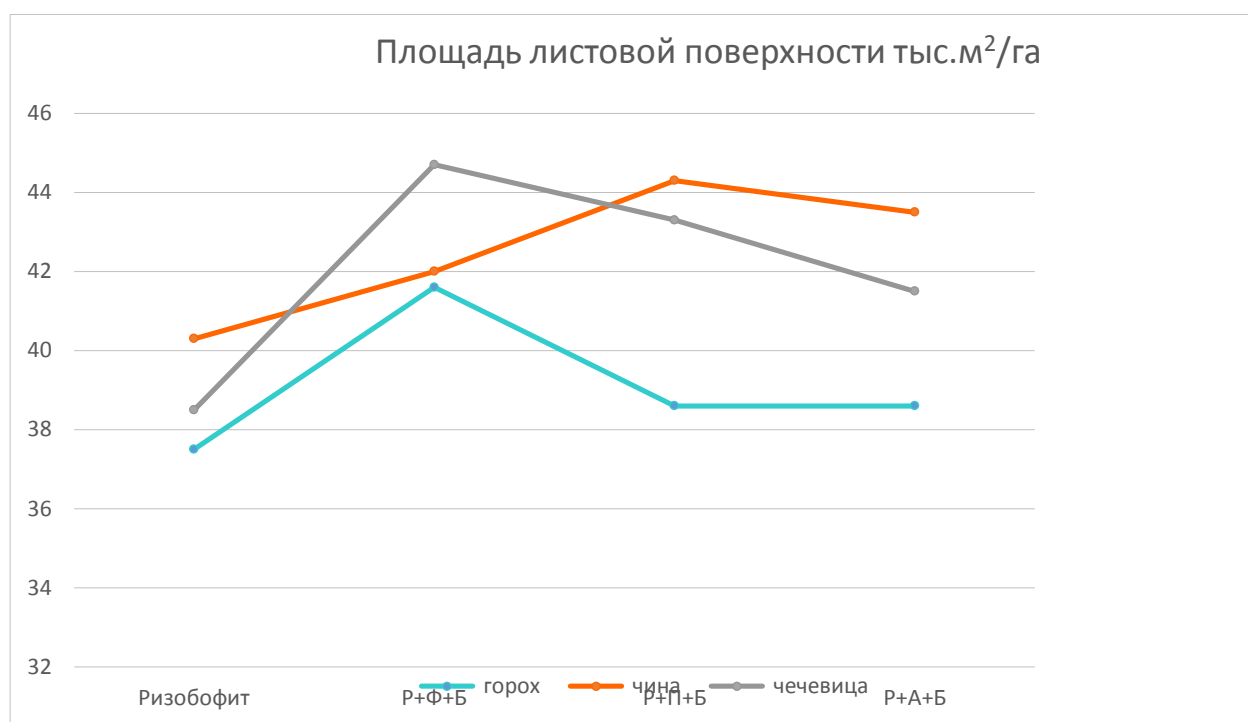


Рисунок 2. – Площадь листовой поверхности в среднем в фазу цветения зернобобовых растений с использованием микробных препаратов, тыс. м²/га.

Таким образом, результаты исследования свидетельствуют, что основные элементы структуры урожая – количество бобов, масса семян с одного растения, масса 1000 семян, площадь листовой поверхности зернобобовых культур гороха, чины и чечевицы зависели как от погодно-климатических условий и применения полифункциональных микробных препаратов. Необходимо отметить, что реакция

зернобобовых культур на бактеризацию различалась по вариантам обработки полифункциональными препаратами, что, возможно связано со специфичностью взаимодействия вида бобового растения и микроорганизмов в составе комплекса микробных препаратов.

5.5. Урожайность зернобобовых культур в зависимости от применения микробных препаратов

Основным критерием, позволяющим оценить эффективность применения различных агроприемов для улучшения условий выращивания сельскохозяйственных культур, является их влияние на урожайность и качество получаемой растениеводческой продукции. Средняя урожайность гороха при монообработке Ризобофитом 2,11 т/га (таблица 25). Результаты исследования свидетельствуют, что наилучшим вариантом для гороха была инокуляция комплексом препаратов Ризобофит + Фосфоэнтерин + Биополицид, который стабильно по годам исследований давал прибавку урожая семян 0,35 т/га (14%), 0,50 т/га (23 %) и 0,33 т/га (20%) соответственно.

Таблица 25. – Урожайность семян гороха, т/га (полевые опыты, 2011-2013 гг.)

Вариант опыта	Год				± к контролю	
	2011г.	2012г.	2013г.	среднее	т/га	%
Ризобофит	2,52	2,14	1,68	2,11	-	-
Р+Ф+Б	2,87	2,64	2,01	2,50	0,39	18,5
Р+П+Б	2,59	2,42	1,64	2,21	0,10	4,70
Р+А+Б	2,54	2,39	1,71	2,21	0,10	4,70
НСР ₀₅	0,20	0,19	0,24	0,20	-	-

За три года исследования при выращивании чины средняя урожайность семян культуры в варианте с нитрагинизацией была 2,66 т/га, причем в 2012 году этот показатель был максимальным и составлял 3,94 т/га, что свидетельствует о более благоприятных условиях года для вегетации этой культуры. Наиболее эф-

фективными оказались варианты с обработкой микробными препаратами Ризобофит + Полимиксобактерин + Биополицид и Ризобофит + Фосфоэнтерин + Биополицид, которые в среднем за 3 года исследований обеспечили получение прибавки урожая семян 0,50 т/га (18,8 %) и 0,31 т/га (11,7 %) (таблица 26).

Таблица 26. – Урожайность семян чины, т/га (полевые опыты, 2011-2013 гг.)

Вариант опыта	Год				± к контролю	
	2011г.	2012г.	2013г.	среднее	т/га	%
Ризобофит	2,10	3,94	1,94	2,66	-	-
Р+Ф+Б	2,35	4,35	2,21	2,97	0,31	11,7
Р+П+Б	2,69	4,55	2,24	3,16	0,50	18,8
Р+А+Б	2,20	4,26	1,91	2,79	0,13	4,9
НСР ₀₅	0,31	0,38	0,25	0,30	-	-

Урожайность чечевицы была очень нестабильной по годам исследований, в следствии погодных условий. Высокие температуры и низкая относительная влажность воздуха в сочетании с суховеями в весенне-летний период, сильные ливни с градом во время уборки привели к значительным потерям урожая культуры в 2013 году (таблица 27).

Таблица 27. – Урожайность чечевицы, т/га (полевые опыты, 2011-2013 гг.)

Вариант опыта	Год				± к контролю	
	2011г.	2012г.	2013г.	среднее	т/га	%
Ризобофит	2,10	3,18	1,15	2,14	-	-
Р+Ф+Б	2,42	3,55	1,23	2,40	2,26	12,1
Р+П+Б	2,17	3,07	0,95	2,06	-0,08	-3,7
Р+А+Б	2,29	3,52	1,18	2,33	0,19	8,9
НСР ₀₅	0,31	0,33	0,30	0,31	-	-

Именно по этой причине разности между вариантами в этом году мы не наблюдали. Однако инокуляция семян тройным комплексом Ризобифит+Фосфоэнтерин+Биополицид дала прибавку в 2011 году - 0,32 т/га или 15 %, а в 2012 – 0,37 т/га или 12 %.

Таким образом, предпосевная обработка семян полифункциональными препаратами за годы исследований позволяет повысить урожайность гороха на 0,39 т/га или 18,5 %, чины - на 0,31-0,5 т/га или 11,7-18,8 %, а чечевицы за 2 года исследований - на 0,26 т/га или на 12,1%.

5.6. Влияние микробных препаратов на содержание сырого протеина в семенах

Для зернобобовых культур большое значение имеет содержание «сырого» протеина в зерне. По определению содержания этого показателя мы провели лабораторно-полевой опыт.

Результаты исследований показали, что в контроле содержание «сырого» протеина у гороха было 27,1 %, сбор составил 6,1 ц/га. Применение комплекса микробных препаратов Ризобифит + Фосфоэнтерин + Биополицид увеличило содержание «сырого» протеина в зерне гороха на 1,9 %, а также способствовало увеличению его сбора с га на 16,3 % (таблица 28).

Таблица 28. – Влияние полифункциональных препаратов при выращивании гороха на содержание «сырого протеина» %, (2011-2013 гг.)

Вариант опыта	Год						Среднее	
	2011г.		2012г.		2013г.			
	%	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%	ц/га
Ризобифит	29,6	7,5	28,4	6,8	23,2	3,9	27,1	6,1
Р+Ф+Б	29,7	8,6	30,2	7,3	27,0	5,7	29,0	7,1
Р+П+Б	29,2	8,3	27,1	6,3	24,0	3,6	26,7	6,2
Р+А+Б	28,7	7,3	28,8	6,3	24,3	5,9	27,3	6,5
НСР ₀₅	2,7	0,7	1,6	0,8	2,6	0,9	2,2	0,8

В среднем, по годам исследований при выращивании чины в контроле содержание «сырого» протеина в семенах составило 24,1 %, сбор – 6,2 ц/га.. Установлено влияние комплекса полифункциональных препаратов Ризобофит + Полимиксобактерин + Биополицид на увеличение содержания сырого протеина в зерне на 1,9%, сбора с 1 га – на 19,3 % (таблица 29).

Таблица 29. – Влияние полифункциональных препаратов при выращивании чины на содержание «сырого протеина» %, 2011 - 2013 гг.)

Вариант опыта	Год						Среднее	
	2011г.		2012г.		2013г.			
	%	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%	ц/га
Ризобофит	24,7	4,5	25,0	9,8	22,6	4,4	24,1	6,2
Р+Ф+Б	24,8	5,8	27,9	10,2	24,4	5,3	23,7	7,1
Р+П+Б	23,6	6,8	24,0	10,9	23,7	5,4	26,0	7,4
Р+А+Б	23,2	5,4	26,3	10,1	22,8	4,3	24,1	6,6
НСР ₀₅	2,9	0,6	2,0	0,4	1,3	0,5	3,0	0,5

При выращивании чины в среднем за три года исследования содержание «сырого» протеина в контроле составило 22,2 %, а сбор – 4,6 ц/га (таблица 30).

Таблица 30. – Влияние полифункциональных препаратов при выращивании чечевицы на содержание «сырого протеина» %, 2011-2013г.)

Вариант опыта	Год						Среднее	
	2011г.		2012г.		2013г.			
	%	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%	ц/га
Ризобофит	23,4	4,7	20,5	6,5	22,6	2,6	22,2	4,6
Р+Ф+Б	25,4	6,1	22,4	7,9	24,4	3,0	24,1	5,6
Р+П+Б	24,5	5,6	21,7	6,6	23,7	2,1	23,3	4,7
Р+А+Б	24,7	5,6	22,6	7,9	22,8	2,3	23,4	5,3
НСР ₀₅	0,8	0,3	0,9	0,6	0,9	0,2	0,8	0,3

Так же, как и в случае с горохом, комплекс полифункциональных микробных препаратов Ризобифит + Фосфознтерин + Биополицид способствовал увеличению «сырого протеина» в зерне чечевицы на 1,9%, выходу с 1 га – на 21,7 %.

Таким образом, результаты исследования показывают, что при выращивании зернобобовых культур в условиях Центральной Степи Крыма возможно повысить на 1,9 % содержание протеина в семенах гороха, чины, чечевицы и получить прибавку его сбора 16,3-21,7 % за счет предпосевной бактеризации полифункциональным комплексом микробных препаратов.

6. ИНТЕНСИФИКАЦИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В РИЗОСФЕРЕ ЧЕРНОЗЕМА ЮЖНОГО ПРИ БАКТЕРИЗАЦИИ СЕМЯН ГОРОХА, ЧИНЫ, ЧЕЧЕВИЦЫ БИОПРЕПАРАТАМИ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ

Существенным фактором повышения плодородия почвы, формирования урожайности и качества сельскохозяйственной продукции является функционирование микробного ценоза. Изменения состояния почвенной микрофлоры является чувствительным индикатором в экосистеме. Микробные сообщества по своему составу и функциям постоянно меняются в зависимости от экологических условий и имеющихся источников питания.

В 2012-2013 гг. была изучена структура микробиома, интенсивность и направленность микробиологических процессов в ризосфере чернозема южного в условиях интродукции азотфиксирующих, фосфатмобилизирующих, ростстимулирующих, биопротекторных микроорганизмов с бактеризацией семян при выращивании бобовых культур в зоне Степи Крыма.

Выявлено, что в 2012 году численность микроорганизмов, трансформирующих минеральные соединения азота (аминотрофов) в ризосфере гороха была максимальной (1568×10^5 КОЕ/г абсолютно сухой почвы (а.с.п.) в фазу ветвления при использовании бактеризации комплексом биопрепаратов Ризобофит + Фосфоэнтерин + Биополицид (таблица 31). Численность микроорганизмов, трансформирующих органические соединения азота – аммонификаторов снижалась к концу вегетации гороха. Анализируя динамику численности олиготрофных микроорганизмов, для жизнедеятельности которых достаточны лишь следы азотсодержащих минеральных или органических соединений, в ризосфере гороха в фазу цветения растений установлено, что использование бактеризации комплексом способствовало снижению численности этой группы микроорганизмов в 6 раз. В фазу созревания бобов наоборот, мы отмечали увеличение численности олиготрофов в 8 раз (на порядок). Это могло свидетельствовать о накоплении органических и минеральных веществ в ризосфере гороха и активном питании растений в фазу их интенсивного развития. Численность азотфиксаторов в ризосфере гороха была

высокой в фазу его цветения – 383×10^4 КОЕ/г а.с.п почвы в варианте с применением Ризобифита.

Среди микроорганизмов, участвующих в превращении почвенного фосфора, учитывали общее количество фосформинерализующих микроорганизмов на среде с неорганическим фосфором, микроорганизмы, расцепляющие труднорастворимые минеральные фосфаты, микроорганизмы – кислотообразователи, в результате чего появляются водорастворимые соединения фосфора в ризосфере растений. Отмечено, что в ризосфере гороха численность этой группы снижалась к концу вегетации растений.

Таблица 31. – Влияние бактеризации микробными препаратами на численность эколого-трофических групп микроорганизмов в ризосфере гороха, КОЕ/г абсолютно сухой почвы (лабораторно-полевой опыт, 2012 г.)

Вариант опыта	Бактерии, которые перерабатывают		Олиготрофы, 10^4	Азотфиксирующие, 10^4	Фосфатмобилизирующие, 10^5
	мин.соедин. азота, 10^5	орг. соедин. азота, 10^5			
фаза - ветвления					
Ризобифит	878±45	201,4±30	802,4±99,	77,0±3,2	320,6±52,4
Р+Ф+Б	1568±136	225,3±43,8	1024,7±14	71,8±8,3	251,5±44,9
фаза – цветения растений					
Ризобифит	95±24	268±6	803±244	383,1±7,1	78±18
Р+Ф+Б	24±0,5	36±0,5	135±6	91,3±2,4	65±6
фаза – созревания бобов					
Ризобифит	22±0,3	25,9±0,2	18,4±0,1	32,4±0,6	36,7±1,5
Р+Ф+Б	<	18,5±0,3	152,6±12,5	13,1±0,2	14,2±0,7

В ризосфере чины мы отмечали максимальную численность аминотрофов (127×10^5 КОЕ/г а.с.п.) в фазу цветения в варианте с нитрагинизацией, числен-

ность этой эколого-трофической группы в остальных вариантах оставалась в пределах одного порядка (таблица 32). Численность аммонификаторов в ризосфере чины снижалась к концу вегетации растений. Показано, что бактериализация Ризобифитом способствовала увеличению численности этой группы микроорганизмов в фазу ветвления. Численность азотфиксирующих и фосфатмобилизирующих микроорганизмов в ризосфере чины снижалась к концу вегетации.

Таблица 32. – Влияние бактериализации микробными препаратами на численность эколого-трофических групп микроорганизмов в ризосфере чины, КОЕ/г абсолютно сухой почвы (полевой опыт на черноземе южном, 2012 г.)

Вариант опыта	Бактерии, которые перерабатывают		Олиготрофы, 10^4	Азотфиксирующие, 10^4	Фосфатмобилизующие, 10^5
	мин.соедин. азота, 10^5	орг. соедин. азота, 10^5			
фаза – ветвления					
Ризобифит	30±18	137±125	268±78	252,3±38,1	120±70
Р+Ф+Б	18±6	86±0,5	272±18	135,6±4,9	127±6
фаза – цветения растений					
Ризобифит	127±115	32,2±2,3	806±127	200,7±30,5	39,2±2,2
Р+Ф+Б	71±12	28,1±9,4	600±130	170,9±21,1	25,2±8,8
фаза – созревания бобов					
Ризобифит	54±21	8,7±2,1	31,4±9	33,2±5,6	18,8±1,2
Р+Ф+Б	47±19	10,3±3,3	35,4±7	64,5±15	21,5±3

В ризосфере чечевицы численность аминотрофов, аммонификаторов, олиготрофов, азотфиксаторов и фосфатмобилизаторов в вариантах с бактериализацией была в пределах одного порядка / ошибки опыта, что не позволяет сделать заключение о существенном влиянии инокуляции на микробоценоз ризосферы, однако снижение численности данных групп микроорганизмов отмечали к концу вегетации растений (таблица 33).

Таблица 33. – Влияние бактериализации микробными препаратами на численность эколого-трофических групп микроорганизмов в ризосфере чечевица, КОЕ/ г абсолютно сухой почвы (полевой опыт на черноземе южном, 2012г.)

Вариант опыта	Бактерии которые перерабатывают		Олиготрофы, 10^4	Азотфиксирующие, 10^4	Фосфат-мобилизующие, 10^5
	мин.соедин. азота, 10^5	орг. соедин. азота, 10^5			
фаза - ветвления					
Ризобифит	161±149	75±13	174±40	218,3±39,7	93±68
Р+Ф+Б	18±6	73±12	244±37	180,6±4,9	92±19
фаза – цветения растений					
Ризобифит	74±63	32,5±5,1	246±96	278,2±31	30,2±5,1
Р+Ф+Б	126±66	25,2±2,4	690±246	154,8±51,6	30±9,6
фаза – созревания бобов					
Ризобифит	28±1,3	9,1±0,1	1,0±0,01	29,0±1,5	11,1±0,8
Р+Ф+Б	21±0,9	15,2±0,5	42,6±11	91,4±21	1,0±0,01

В 2013 году в ризосфере гороха численность аминотрофов по вариантам бактериализации отличалась в фазу ветвления. При комплексной обработке полифункциональными биопрепаратами количество микроорганизмов этой группы было 18×10^5 КОЕ/г а.с.п., что на порядок меньше численности в варианте с моно обработкой Ризобифитом. Это свидетельствует о меньшем накоплении минеральных соединений азота, которые могли использоваться растением в процессе питания. Численность аммонификаторов мало различалась по вариантам обработки, однако в фазу интенсивного развития растений – фазу цветения она была на порядок ниже в сравнении с численностью в фазы ветвления и созревания бобов (таблица 34).

Численность олиготрофов, как и в 2012 году, снижалась к концу вегетации, что свидетельствует о накоплении питательных веществ в почве. Количество азотфиксирующих микроорганизмов отличалось в начале вегетации по вариантам

обработки, где применение Ризобифита обеспечило их максимальное количество, которое было на порядок больше, но в последующем численность микроорганизмов этой группы мало отличалась по вариантам опыта.

Таблица 34. – Влияние бактериализации микробными препаратами на численность эколого-трофических групп микроорганизмов в ризосфере гороха, КОЕ / г абсолютно сухой почвы (лабораторно-полевой опыт, 2013 г.)

Вариант опыта	Бактерии, которые перерабатывают		Олиготрофы, 10^4	Азотфиксирующие, 10^4	Фосфатмобилизирующее, 10^5
	мин.соедин. азота, 10^5	орг. соедин. азота, 10^5			
фаза - ветвления					
Ризобифит	333±15,9	398±69	382±11	259±194,5	292±58
Р+Ф+Б	90±37,1	392±138	223±53	70±14,3	186±48
фаза – цветения растений					
Ризобифит	109±36,6	54±9,8	118±10,4	174±37,8	54±1,8
Р+Ф+Б	189±73,5	67±0,5	121±8,4	323±21	40±5,3
фаза – созревания бобов					
Ризобифит	176±14,6	369±46,8	84±7,9	260±147,2	135±26,9
Р+Ф+Б	215±14,2	270±1,2	47±2,8	356±11,8	97±15,3

Численность фосфатмобилизирующих микроорганизмов в ризосфере гороха в фазу ветвления растений была максимальной в варианте с применением Ризобифита (292×10^5 КОЕ/г а.с.п.).

В ризосфере чины количество аминотрофов и аммонификаторов в фазу цветения снижалось на порядок, причем в варианте с бактериализацией комплексом микробных препаратов снижение численности отмечали уже в начале вегетации растений. Численность олиготрофных микроорганизмов в ризосфере в 2013 году практически мало различалась по вариантам, однако в начале вегетации культуры была на порядок ниже, в сравнении с 2012 годом.

Численность фосфатмобилизирующих микроорганизмов в ризосфере чины в фазу созревания бобов в варианте с применением Ризобифита и комплекса Ризобифит + Фосфозентерин + Биополицид составляла $127, 256 \times 10^5$ КОЕ/г а.с.п. (таблица 35), что было на порядок выше в сравнении с остальными фазами развития растений.

Таблица 35. – Влияние бактеризации микробными препаратами на численность эколого-трофических групп микроорганизмов в ризосфере чины, КОЕ/г абсолютно сухой почвы (полевой опыт на черноземе южном, 2013 г.)

Вариант опыта	Бактерии которые перерабатывают		Олиготрофы, 10^4	Азотфиксирующие, 10^4	Фосфатмобилизирующие, 10^5
	мин.соедин. азота, 10^5	орг. соедин. азота, 10^5			
фаза - ветвления					
Ризобифит	316±196,2	125±49	82±38	161±8,7	76±11
Р+Ф+Б	96±32,1	58±5,0	75±21	140±5,9	37±16
фаза – цветения растений					
Ризобифит	48±5,4	44±8,6	53±1,1	171±118,8	49±1,6
Р+Ф+Б	38±5,5	79±12,1	129±2,2	251±50,1	78±6,6
фаза – созревания бобов					
Ризобифит	190±5,2	345±41,4	76±2,4	809±50,6	127±75,3
Р+Ф+Б	260±15,7	750±33,9	81±7,7	525±55,7	256±193,6

В ризосфере чечевицы в 2013 году численность аминотрофов, аммонификаторов, азотфиксирующих и фосфатмобилизирующих микроорганизмов к концу вегетации увеличивалась, а количество олиготрофных микроорганизмов в ризосфере этой культуры мало изменялось по вариантам обработки биопрепаратами и по фазам развития растений (кроме варианта с обработкой Ризобифитом в начале вегетации) (таблица 36). Таким образом, численность микроорганизмов, трансформирующих органические соединения азота (аммонификаторов) на всех исследуемых бобовых культурах в 2012 году снижалась в пределах 1-2-ух порядков к

концу вегетации (табл. 31; 32; 33). В 2013 году в ризосфере гороха, чины, чечевицы численность этих микроорганизмов снижалась к цветению растений и увеличивалась на порядок к концу их вегетации (таблицы 34; 35; 36). Фактически эта эколого-трофическая группа микроорганизмов осуществляет с помощью протеолитических ферментов минерализацию как простых, так и сложных белков с выделением содержащегося в них азота в форме аммиака. Установлено, что за два года исследования численность олиготрофных микроорганизмов в ризосфере бобовых культур снижалась к концу вегетации.

Таблица 36. – Влияние бактериализации микробными препаратами на численность эколого-трофических групп микроорганизмов в ризосфере чечевица, КОЕ/г абсолютно сухой почвы (полевой опыт на черноземе южном, 2013 г.)

Вариант опыта	Бактерии, которые перерабатывают		Олиготрофы, 10^4	Азотфиксирующие, 10^4	Фосфатмобилизующие, 10^5
	мин.соедин. азота, 10^5	орг. соедин. азота, 10^5			
фаза - ветвления					
Ризобифит	81±5,5	228±98,1	136±5,4	315±1,1	114±16,4
Р+Ф+Б	74±32,1	224±203,3	48±16,0	151±14,9	165±112,4
фаза – цветения растений					
Ризобифит	88±33,3	34±1,7	57±12,8	114±68,3	63±13,9
Р+Ф+Б	60±27,5	29±7,7	14±1,7	83±1,7	51±13,8
фаза – созревания бобов					
Ризобифит	110±2,9	392±69	71±38,5	276±9,5	181±33,9
Р+Ф+Б	171±1,7	382±3,5	71±28,5	279±80,7	152±37,4

В процессе исследования изучали динамику изменения численности микроорганизмов, разлагающих целлюлозу – наиболее распространенный полисахарид растительного мира, являющийся главным компонентом клеточных стенок высших растений. Целлюлоза очень устойчива к действию физико-химических факторов, однако легко разлагается микроорганизмами, при этом выделяется углерод,

участвующий в форме различных соединений в создании почвенного плодородия. Целлюлозу разлагают аэробные микроорганизмы (бактерии и грибы) и анаэробные бактерии.

В 2012 году количество целлюлозоразрушающих микроорганизмов в ризосфере гороха возрастало в фазу цветения растений при бактеризации Ризобифитом (таблица 37). В варианте с комплексной обработкой количество этой группы микроорганизмов было менее 10^2 КОЕ/г а.с.п., к концу вегетации численность целлюлозоразрушающих микроорганизмов была в пределах одного порядка и составляла 11×10^2 и 22×10^2 КОЕ/г а.с.п. соответственно.

Таблица 37. – Влияние бактеризации микробными препаратами на численность эколого-трофических групп микроорганизмов в ризосфере гороха, КОЕ / г абсолютно сухой почвы (лабораторно-полевой опыт, 2012 г.)

Вариант опыта	Целлюлозо-разлагающие, 10^2	Микромицеты, 10^3	Актиномицеты, 10^5	Спорообразующие бактерии, 10^4
фаза - ветвления				
Ризобифит	14,6±1,7	44,9±5,4	<	398,4±32
Р+Ф+Б	15,0±1,6	63,9±9,8	<	454,8±43
фаза – цветения растений				
Ризобифит	191±48	50±12	143±12	299,6±28
Р+Ф+Б	<	36±0,5	13±0,5	375±33
фаза – созревания бобов				
Ризобифит	11±0,9	18,4±2	86±13	71±13
Р+Ф+Б	22±2,3	23±3	<	824,9±25

Наблюдали изменения численности актиномицетов в ризосфере гороха, микроорганизмов, которые участвуют в разложении растительных остатков в почве, в освобождении углеводов и органических кислот из углеродо-содержащих соединений и аммиака из азотсодержащих веществ, способных восстанавливать нитраты в нитриты, расщеплять растительные жиры, участвовать в синтезе и ми-

нерализации гумуса, интенсивно продуцировать токсины. Максимальное количество этих микроорганизмов зафиксировано в фазу цветения растений и созревания бобов при монообработке Ризобофитом.

Оценивая динамику численности спорообразующих бактерий – микроорганизмов, участвующих в более глубоко идущих процессах трансформации органических соединений при минерализации стойких органических веществ и гумуса, необходимо отметить, что снижение их численности в ризосфере гороха отмечали в варианте с обработкой Ризобофитом, а увеличение численности – в варианте с предпосевной обработкой полифункциональным комплексом Ризобофит + Фосфоэнтерин + Биополицид.

В 2012 году в ризосфере чины отмечали максимальное количество целлюлозоразрушающих микроорганизмов в варианте с комплексной предпосевной бактериализацией Ризобофит + Фосфоэнтерин + Биополицид, что на порядок больше в сравнении с обработкой Ризобофитом (таблица 38).

Таблица 38. – Влияние бактериализации микробными препаратами на численность эколого-трофических групп микроорганизмов в ризосфере чины, КОЕ/г абсолютно сухой почвы (полевой опыт на черноземе южном, 2012 г.)

Вариант опыта	Целлюлозо-разлагающие, 10^2	Микромицеты, 10^3	Актиномицеты, 10^5	Спорообразующие бактерии, 10^4
фаза - ветвления				
Ризобофит	221±78	37±0,5	33±3	195,6±25
Р+Ф+Б	224±30	37±25	24±12	316,3±39
фаза – цветения растений				
Ризобофит	35±23	43,3±29,3	<	2503,1±64
Р+Ф+Б	111±29	11,7±10,5	<	2135,2±52
фаза – созревания бобов				
Ризобофит	45±13	0,7±0,1	<	360,9±14
Р+Ф+Б	258±32	1,3±0,1	<	343,6±12

Количество микроскопических грибов (микробицетов) и актиномицетов снижалось на порядок и более к концу вегетации культуры, численность спорообразующих микроорганизмов повышалась в фазу цветения растений чины.

В 2012 году в ризосфере чечевицы максимальное количество целлюлозоразрушающих микроорганизмов (941×10^2 КОЕ/г а.с.п.) наблюдали в варианте комплексной бактеризацией в конце вегетации, в 42,8 раза больше в сравнении с обработкой Ризобофитом (таблица 38). Количество микробицетов значительно снижалось (на порядок и более) к концу вегетации чечевицы, численность спорообразующих микроорганизмов во всех вариантах бактеризации снижалась к концу вегетации, однако их количество в варианте с бактеризацией комплексом био-препаратов Ризобофит + Фосфоэнтерин + Биополицид было на порядок больше в сравнении с обработкой Ризобофитом (таблица 39).

Таблица 39. – Влияние бактеризации микробными препаратами на численность эколого-трофических групп микроорганизмов в ризосфере чечевица, КОЕ /г абсолютно сухой почвы (полевой опыт на черноземе южном, 2012 г.)

Вариант опыта	Целлюлозоразлагающие, 10^2	Микробицеты, 10^3	Актиномицеты, 10^5	Спорообразующие бактерии, 10^4
фаза - ветвления				
Ризобофит	106±56	161±37	23±3	232±20
Р+Ф+Б	433±67	171±86	44±17	334,2±23
фаза – цветения растений				
Ризобофит	91±57	37,1±3	468±69	756,9±35
Р+Ф+Б	174±42	7,8±1,8	<	2738±171
фаза – созревания бобов				
Ризобофит	22±3,3	6,3±1,1	<	10±0,3
Р+Ф+Б	941±73	2,6±0,5	<	280,3±22

2013 году в ризосфере гороха по вариантам бактериализации отмечали снижение целлюлозоразрушающих микроорганизмов к цветению растений, а к концу вегетации численность микроорганизмов этой эколого-трофической группы существенно увеличивалась и составила 953×10^2 и 1333×10^2 КОЕ/г а.с.п. (таблица 40). Численность микромицетов мало отличалась по вариантам бактериализации и фазам развития растений за исключением варианта с обработкой Ризобофитом, где была на порядок выше в фазу цветения растений в сравнении с другими вариантами и составила 23×10^3 КОЕ/г а.с.п.. Численность актиномицетов и спорообразующих бактерий незначительно изменялась по вариантам.

Таблица 40. – Влияние бактериализации микробными препаратами на численность эколого-трофических групп микроорганизмов в ризосфере гороха, КОЕ / г абсолютно сухой почвы (лабораторно-полевой опыт, 2013 г.)

Вариант опыта	Целлюлозо-разлагающие, 10^2	Микромицеты, 10^3	Актиномицеты, 10^5	Спорообразующие бактерии, 10^4
фаза - ветвления				
Ризобофит	763±106,0	2±1,0	63±10,6	97±1,1
Р+Ф+Б	1319±270,3	3±0,3	95±42,4	108±0,8
фаза – цветения растений				
Ризобофит	244±24,4	23±4,3	18±6,1	145±4,9
Р+Ф+Б	425±57,8	2±0,5	26±5,3	147±27,3
фаза – созревания бобов				
Ризобофит	953±204,8	4±1,8	28±0,6	96±45,1
Р+Ф+Б	1333±200,6	4±0,7	29±4,7	105±4,7

2013 году в ризосфере чины численность целлюлозоразрушающих микроорганизмов мало изменялась по вариантам опыта. Количество микромицетов было максимальным в период цветения растений и составляло 174×10^3 и 204×10^3 КОЕ/г а.с.п., на два порядка больше в сравнении с другими фазами развития растений (таблица 41). Численность спорообразующих микроорганизмов в ризосфере чины возрастала в фазу цветения растений чины, однако бактериализация полифунк-

циональным комплексом снижала количество этих бактерий в ризосфере растений к концу вегетации.

Таблица 41. – Влияние бактериализации микробными препаратами на численность эколого-трофических групп микроорганизмов в ризосфере чины, КОЕ/г абсолютно сухой почвы (полевой опыт на черноземе южном, 2013 г.)

Вариант опыта	Целлюлозо-разлагающие, 10^2	Микромицеты, 10^3	Актиномицеты, 10^5	Спорообразующие бактерии, 10^4
фаза - ветвления				
Ризобифит	321±190,8	0,9±0,3	49±5,5	85±1,2
Р+Ф+Б	449±149,8	1±0,3	32±10,7	118±1,1
фаза – цветения растений				
Ризобифит	326±58,9	177±80	42±4,5	162±9,1
Р+Ф+Б	654±236,5	204±17	38±5,5	160±5,5
фаза – созревания бобов				
Ризобифит	701±184	4±0,9	33±8,1	166±8,6
Р+Ф+Б	235±54,5	5±0,8	22±2,9	80±15,1

Оценивая динамику изменения численности целлюлозолитических микроорганизмов в ризосфере чечевицы необходимо отметить тенденцию к увеличению их количества к концу вегетации растений (таблица 42). Численность микромицетов отличалась по фазам развития растений данной культуры, на порядок снижаясь к концу вегетационного периода. В фазу созревания численность микроскопических грибов была на уровне 5×10^3 КОЕ/г а.с.п. Численность актиномицетов мало отличалась по вариантам предпосевной бактериализации и фазам развития растений чечевицы.

Количество спорообразующих бактерий в ризосфере чечевицы существенно не отличалось по вариантам обработки, однако наблюдали разницу по фазам раз-

вития растений. Так в фазу цветения чечевицы была установлена максимальная численность спорообразующих бактерий – 117×10^4 и 122×10^4 КОЕ/г а.с.п. в ризосфере растений.

Таблица 42. – Влияние бактериализации микробными препаратами на численность эколого-трофических групп микроорганизмов в ризосфере чечевица, КОЕ/г абсолютно сухой почвы (полевой опыт на черноземе южном, 2013 г.)

Вариант опыта	Целлюлозо-разлагающие, 10^2	Микромицеты, 10^3	Актиномыцеты, 10^5	Спорообразующие бактерии, 10^4
фаза - ветвления				
Ризобифит	632±21,8	152±43,6	10±1,2	25±2,3
Р+Ф+Б	369±112,4	176±90,9	32±4,7	48±4,4
фаза – цветения растений				
Ризобифит	471±94,4	29±7,8	22±3,4	117±12,2
Р+Ф+Б	313±148,5	15±8,3	11±1,3	122±31,9
фаза – созревания бобов				
Ризобифит	696±255,9	5±0,2	36±7,7	66±6,6
Р+Ф+Б	1000±5,9	5±0,5	32±4,0	55±6,4

Таким образом, результаты микробиологического анализа свидетельствуют, что на структурно-динамические особенности микробиома ризосферы зернобобовых культур влияет вид культуры, фаза развития растений, бактериализация микробными препаратами и климатические условия года.

Оценивая интенсивность минерализационных процессов в почве за два года исследований можно констатировать, что в условиях применения биопрепаратов в ризосфере гороха и чечевицы в фазе цветения отмечали накопление минеральных веществ ($k_{\text{мин.}}$ 2,01-2,82), способствующее улучшению питания растений, на чине такой эффект отмечали в начале вегетации. К концу вегетации отмечали уменьшение этого показателя ($k_{\text{мин.}}$ 0,28-0,79), что свидетельствовало о снижении интенсив-

ности минерализации органического вещества и минеральных форм азота, чем в предыдущие фазы развития данных культур (таблица 43).

Таблица 43. – **Направленность микробиологических процессов в ризосфере бобовых культур (полевые опыты, 2012-2013 гг.)**

Вариант опыта	Горох			Чина			Чечевица		
	$K_{\text{МИН}}$	$K_{\text{ОЛГ}}$	$K_{\text{МТОВ}}$	$K_{\text{МИН}}$	$K_{\text{ОЛГ}}$	$K_{\text{МТОВ}}$	$K_{\text{МИН}}$	$K_{\text{ОЛГ}}$	$K_{\text{МТОВ}}$
фаза - ветвления									
Ризобифит	0,83	9,59	880	2,52	6,56	203	0,35	5,96	883
Р+Ф+Б	0,22	5,68	2191	1,65	12,9	93	0,33	2,14	903
фаза – цветения растений									
Ризобифит	2,01	21,85	81	1,09	12,04	84	2,58	16,76	47
Р+Ф+Б	2,82	18,05	91	0,48	16,32	244	2,06	4,82	43
фаза – созревания бобов									
Ризобифит	0,47	2,27	1160	0,55	2,20	973	0,28	1,81	1793
Р+Ф+Б	0,79	1,74	614	0,34	1,08	2971	0,44	1,85	1257

Примечание: $K_{\text{МИН}}$ - коэффициент минерализации, $K_{\text{ОЛГ}}$ - индекс олиготрофности, $K_{\text{МТОВ}}$ - коэффициент микробиологической трансформации органического вещества.

В фазе цветения бобовых культур коэффициент олиготрофности в ризосфере растений значительно увеличивался, что указывало на повышение способности микробного сообщества ассимилировать из рассеянного состояния зольные элементы почвы, уменьшение поступления растительных остатков, существование различий в концентрации и скорости потребления микроорганизмами мономерных веществ.

Активизацию микробиологической трансформации органического вещества ризосферной почвы за два года исследований наблюдали в начале вегетации растений гороха и чечевицы ($K_{\text{ТОВ}}$ составлял 880-2191), и в конце вегетации на всех бобовых культурах ($K_{\text{ТОВ}}$ составлял 614-2971) (таблица 43).

Таким образом, исследование динамики изменения численности экологотрофических групп микроорганизмов и спорообразующих бактерий показало, что

на формирование и функционирование микробоценоза и направленность микробиологических процессов в ризосфере почвы бобовых растений влияла фаза развития растений, вид бобового растения, бактериализация семян микробными препаратами и климатические условия года.

7. КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВЯЗИ В АГРОЦЕНОЗАХ ГОРОХА, ЧИНЫ, ЧЕЧЕВИЦЫ

Полученные результаты исследования показывают, что бактериализация микробными препаратами влияла на различные показатели симбиоза, элементы продуктивности, структурно-функциональные особенности микробиоты почвы, в той или иной степени. Высока вероятность того, что определенные переменные, так называемые показатели (структуры урожая, симбиоза и пр.), или факторы (год, препараты) реагируя на изменения в системе агроценоза, могли влиять друг на друга, на продуктивность агроценоза с разной интенсивностью и направленностью. В связи с этим мы провели поиск корреляционных связей, которые позволяют установить существование функциональной зависимости в данной системе агроценоза.

Коэффициент корреляции (r) изменяется в пределах от -1 до $+1$ и при отрицательном значении говорит о том, что с увеличением значений одной переменной, значения другой убывают. Независимость переменных подчеркивает коэффициент корреляции равный нулю. Если коэффициент корреляции больше нуля, то между переменными существует положительная зависимость. Чем ближе значение к единице, тем эта зависимость сильнее, при достижении максимального ($+1$) или минимального значения (-1) коэффициент корреляции свидетельствует о прямой или обратной линейной зависимости соответственно. В исследовании использовали многомерный разведочный анализ, парные корреляции программы Statistica.

Статистическую значимость результатов подтверждали p -уровнем значимости = $0,05$, указывая на 5% вероятность, и на то, что в выборке связь между переменными является лишь случайной особенностью данной выборки.

Определяли корреляции показателей симбиоза, элементов продуктивности и качества зерна трехлетних полевых экспериментов по применению предпосевной бактериализации семян гороха, чины и чечевицы микробными препаратами в условиях зоны центральной Степи Крыма.

За три года полевых исследований установлено, что урожайность зерна имела корреляцию с высотой прикрепления нижнего боба ($r = 0,41$), количеством бобов ($r = 0,58$), массой зерен ($r = 0,66$), площадью листовой поверхности ($r = 0,61$). Установлено, что симбиотические показатели существенно влияли на продуктивность зернобобовых культур, причем наибольшее количество значимых корреляций выявлено по количеству клубеньков и их биомассе (таблица 44, приложение 7).

Таблица 44. – Корреляции симбиотических показателей, элементов продуктивности и качества зерна гороха, чины, чечевицы), отмеченные корреляции значимы на уровне $p < 0,05$ (полевые опыты, 2011—2013 гг.)

	nk	mk	N	hr	hb	nb	mz	m ₁₀₀₀	S	%	t/ha
nk	1,00	-0,17	0,34	-0,15	-0,29	-0,06	0,07	0,09	0,32	0,42	0,17
mk	-0,17	1,00	0,28	0,03	0,54	0,52	0,72	0,17	0,48	-0,04	0,58
N	0,34	0,28	1,00	-0,31	0,11	0,17	0,24	-0,03	0,07	-0,09	-0,11
hr	-0,15	0,03	-0,31	1,00	-0,38	-0,52	0,42	0,84	-0,25	0,41	0,20
hb	-0,29	0,54	0,11	-0,38	1,00	0,76	0,18	-0,41	0,24	-0,56	0,41
nb	-0,06	0,52	0,17	-0,52	0,76	1,00	0,18	-0,58	0,55	-0,55	0,58
mz	0,07	0,72	0,24	0,42	0,18	0,18	1,00	0,67	0,33	0,35	0,66
m ₁₀₀₀	0,09	0,17	-0,03	0,84	-0,41	-0,58	0,67	1,00	-0,13	0,69	0,21
S	0,32	0,48	0,07	-0,25	0,24	0,55	0,33	-0,13	1,00	0,12	0,61
%	0,42	-0,04	-0,09	0,41	-0,56	-0,55	0,35	0,69	0,12	1,00	0,15
t/ha	0,17	0,58	-0,11	0,20	0,41	0,58	0,66	0,21	0,61	0,15	1,00

Примечания: *nk* – количество клубеньков, *mk* – биомасса клубеньков, *N* – нитрогеназная активность, *hr* – высота растений, *hb* – высота прикрепления нижнего боба, *nb* – количество бобов, *mz* – масса зерна, *m₁₀₀₀* – масса 1000 зерен, *S* – пло-

щадь листовой поверхности, % – содержание «сырого» протеина, t/ha – урожайность зерна.

На рисунке 3 в области эллипса показаны значимые корреляционные связи. Количество азотфиксирующих клубеньков коррелировало с нитрогеназной активностью клубеньков ($r = 0,34$) и содержанием «сырого» протеина зернобобовых культур ($r = 0,42$).

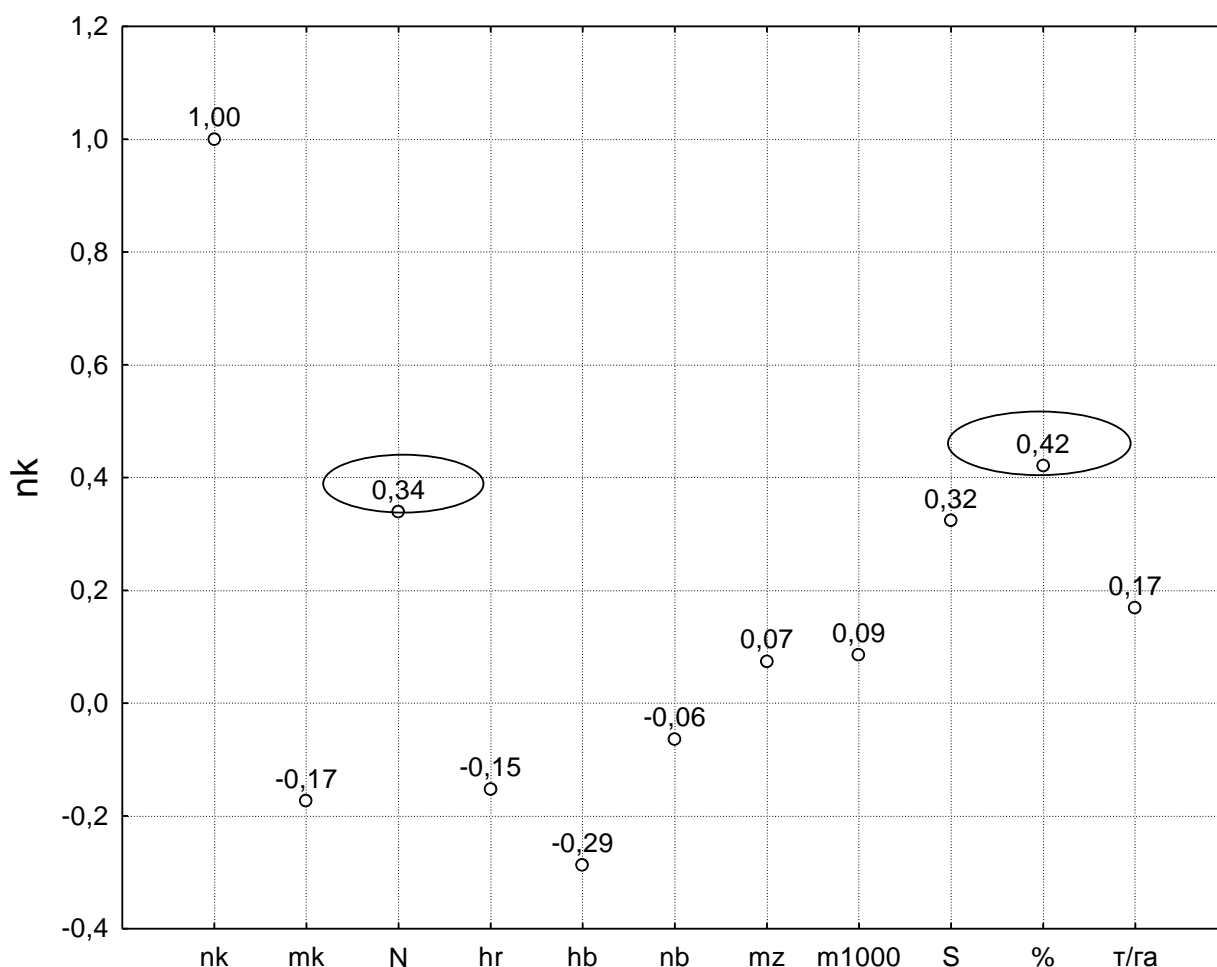


Рисунок 3. - Корреляции количества азотфиксирующих клубеньков с элементами продуктивности и качества зерна гороха, чины, чечевицы (полевые опыты, 2011—2013 гг.)

Биомасса клубеньков коррелировала с пятью показателями продуктивности зернобобовых культур (рисунок 4): с высотой прикрепления нижнего боба ($r =$

0,54), количеством бобов ($r = 0,52$), массой зерен ($r = 0,72$), площадью листовой поверхности ($r = 0,48$) и урожайностью семян ($r = 0,58$).

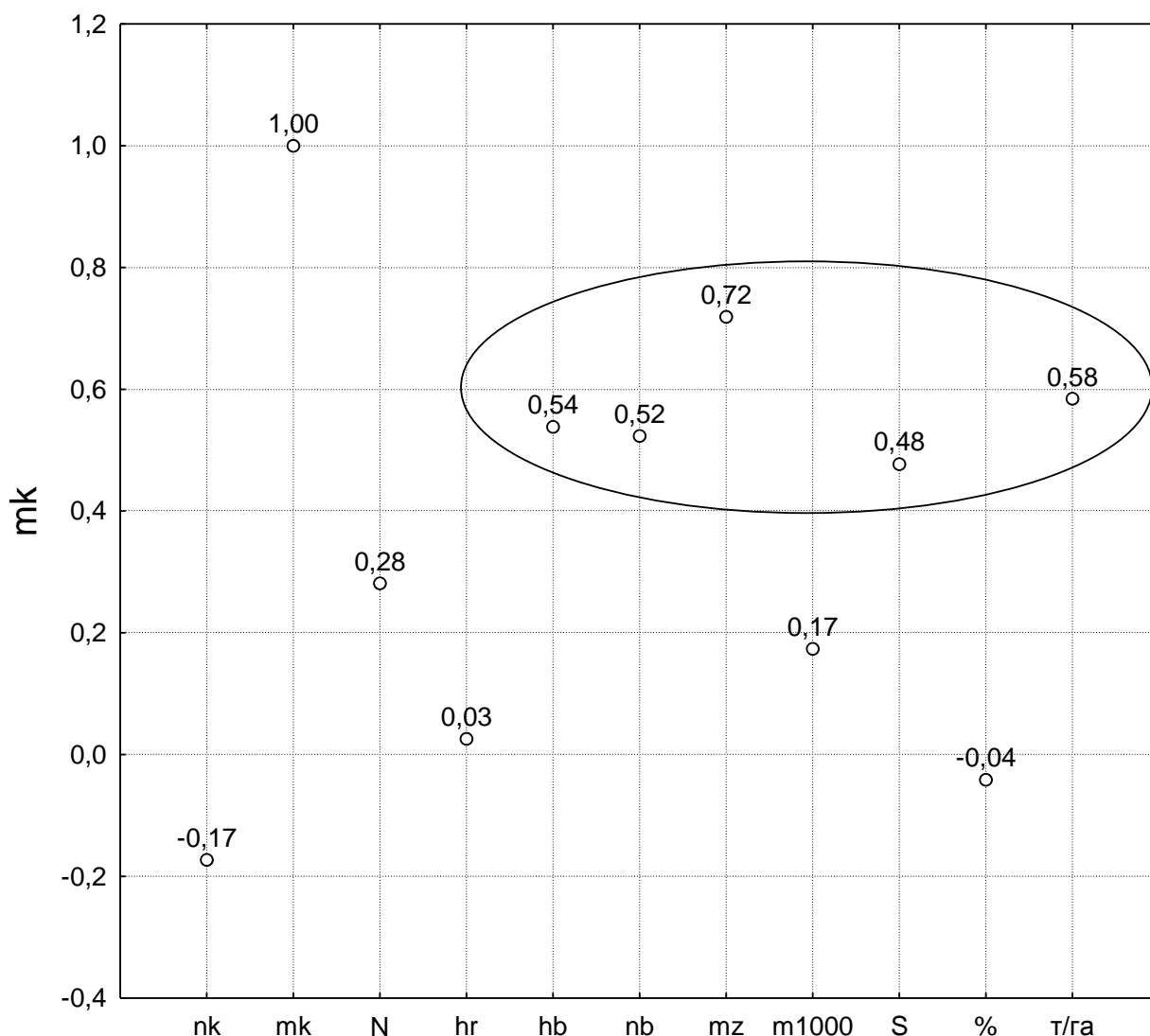


Рисунок 4. - **Корреляции биомассы клубеньков и элементов продуктивности, качества зерна гороха, чины, чечевицы (полевые опыты, 2011—2013 гг.)**

Многомерный разведочный анализ корреляций показал, что при предпосевной монообработке семян Ризобифитом симбиотические показатели практически не имели положительной прямой корреляции с урожайностью, которая коррелировала с площадью листовой поверхности ($r = 0,67$), массой зерна ($r = 0,61$) и количеством бобов ($r = 0,59$). Установлена высокая корреляционная связь биомассы азотфиксирующих клубеньков с их нитрогеназной активностью ($r = 0,80$) (таблица 45).

Таблица 45. – Корреляции симбиотических показателей, элементов продуктивности и качества зерна гороха, чины, чечевицы при бактеризации Ризобифитом ((полевые опыты, 2011—2013 гг.)

	nk	mk	N	hb	nb	mz	m ₁₀₀₀	S	%	t/ha
nk	1,00	-0,45	-0,28	-0,24	-0,04	-0,16	-0,07	0,23	0,33	0,21
mk	-0,45	1,00	0,80	0,50	0,41	0,73	0,20	0,26	-0,09	0,28
N	-0,28	0,80	1,00	0,31	0,17	0,36	0,03	-0,10	-0,18	-0,18
hb	-0,24	0,50	0,31	1,00	0,80	0,15	-0,44	0,05	-0,65	0,44
nb	-0,04	0,41	0,17	0,80	1,00	0,14	-0,60	0,45	-0,57	0,59
mz	-0,16	0,73	0,36	0,15	0,14	1,00	0,68	0,47	0,45	0,61
m ₁₀₀₀	-0,07	0,20	0,03	-0,44	-0,60	0,68	1,00	0,04	0,73	0,16
S	0,23	0,26	-0,10	0,05	0,45	0,47	0,04	1,00	0,33	0,67
%	0,33	-0,09	-0,18	-0,65	-0,57	0,45	0,73	0,33	1,00	0,09
t/ha	0,21	0,28	-0,18	0,44	0,59	0,61	0,16	0,67	0,09	1,00

Бактеризация полифункциональным комплексом на основе микробных препаратов Ризобифит + Фосфоэнтерин + Биополицид способствовала установлению функциональной зависимости биомассы азотфиксирующих корневых клубеньков с массой семян ($r = 0,69$) и их урожайностью ($r = 0,56$), которая в свою очередь зависела от массы семян ($r = 0,64$). Масса семян коррелировала с массой 1000 семян, от которой зависело содержание «сырого» протеина ($r = 0,79$) (таблица 46).

Необходимо отметить, что значимых корреляционных связей среди симбиотических показателей в системе «зернобобовые культуры – микробный комплекс Ризобифит + Фосфоэнтерин + Биополицид» не выявлено.

Таблица 46. – Корреляции симбиотических показателей, элементов продуктивности и качества зерна гороха, чины, чечевицы при бактерилизации комплексом Ризобифит + Фосфоэнтерин + Биополицид (полевые опыты, 2011—2013 гг.)

	nk	mk	N	hb	nb	mz	m ₁₀₀₀	S	%	t/ha
nk	1,00	-0,27	0,55	-0,14	-0,16	0,11	0,20	0,39	0,39	0,15
mk	-0,27	1,00	-0,15	0,53	0,36	0,69	0,26	0,26	0,05	0,56
N	0,55	-0,15	1,00	0,08	0,24	-0,00	-0,24	0,05	-0,18	-0,20
hb	-0,14	0,53	0,08	1,00	0,79	0,23	-0,48	0,36	-0,44	0,45
nb	-0,16	0,36	0,24	0,79	1,00	0,10	-0,65	0,43	-0,64	0,50
mz	0,11	0,69	-0,00	0,23	0,10	1,00	0,67	-0,04	0,39	0,64
m ₁₀₀₀	0,20	0,26	-0,24	-0,48	-0,65	0,67	1,00	-0,27	0,79	0,21
S	0,39	0,26	0,05	0,36	0,43	-0,04	-0,27	1,00	-0,04	0,48
%	0,39	0,05	-0,18	-0,44	-0,64	0,39	0,79	-0,04	1,00	0,19
t/ha	0,15	0,56	-0,20	0,45	0,50	0,64	0,21	0,48	0,19	1,00

Установлены корреляционные связи симбиотических показателей, элементов продуктивности и качества зерна гороха, чины, чечевицы при бактерилизации комплексом Ризобифит + Полимиксобактерин + Биополицид. Биомасса азотфиксирующих клубеньков коррелировала с урожайностью зерна ($r = 0,69$), которая зависела от массы семян ($r = 0,73$), имеющей высокую корреляционную связь с биомассой клубеньков ($r = 0,86$). Необходимо отметить, что данный симбиотический показатель коррелировал с количеством бобов на растении и высотой прикрепления нижнего боба гороха, чины, чечевицы (таблица 47). Количество клубеньков и их нитрогеназная активность не имели значимых функциональных зависимостей в вариантах с обработкой комплексом Ризобифит + Полимиксобактерин + Биополицид.

Таблица 47. – Корреляции симбиотических показателей, элементов продуктивности и качества зерна гороха, чины, чечевицы при бактеризации комплексом Ризобифит + Полимиксобактерин + Биополицид (полевые опыты, 2011—2013 гг.)

	nk	mk	N	hb	nb	mz	m ₁₀₀₀	S	%	t/ha
nk	1,00	-0,11	0,53	-0,33	0,05	0,03	-0,02	0,32	0,32	0,09
mk	-0,11	1,00	0,47	0,64	0,64	0,86	0,23	0,52	-0,31	0,68
N	0,53	0,47	1,00	0,14	0,19	0,46	0,15	0,18	-0,02	0,01
hb	-0,33	0,64	0,14	1,00	0,80	0,31	-0,33	0,31	-0,69	0,46
nb	0,05	0,64	0,19	0,80	1,00	0,31	-0,49	0,76	-0,68	0,59
mz	0,03	0,86	0,46	0,31	0,31	1,00	0,65	0,29	0,09	0,73
m ₁₀₀₀	-0,02	0,23	0,15	-0,33	-0,49	0,65	1,00	-0,32	0,62	0,31
S	0,32	0,52	0,18	0,31	0,76	0,29	-0,32	1,00	-0,44	0,52
%	0,32	-0,31	-0,02	-0,69	-0,68	0,09	0,62	-0,44	1,00	-0,04
t/ha	0,09	0,68	0,01	0,46	0,59	0,73	0,31	0,52	-0,04	1,00

Бактеризация семян зернобобовых культур комплексом Ризобифит + Альбобактерин + Биополицид обеспечила корреляционную связь биомассы клубеньков с урожайностью зерна ($r = 0,0,69$), которая коррелировала с количеством бобов на растении ($r = 0,63$), массой зерен ($r = 0,63$) и площадью листовой поверхности зернобобовых культур ($r = 0,74$) (таблица 48).

Таким образом, установленные корреляционные связи свидетельствуют о том, что комплексное применение микробных препаратов для обработки семян перед посевом не только повышает эффективность симбиотической азотфикса-

ции, но и усиливает функциональную зависимость симбиотических показателей с урожайностью зерна гороха, чины и чечевицы.

Таблица 48. – Корреляции симбиотических показателей, элементов продуктивности и качества зерна гороха, чины, чечевицы при бактеризации комплексом Ризобифит + Альбобактерин + Биополицид (полевые опыты, 2011—2013 гг.)

	nk	mk	N	hb	nb	mz	m ₁₀₀₀	S	%	t/ha
nk	1,00	-0,31	0,36	-0,57	-0,13	0,25	0,20	0,18	0,48	0,11
mk	-0,31	1,00	0,12	0,82	0,68	0,64	0,04	0,66	-0,16	0,69
N	0,36	0,12	1,00	0,11	0,06	0,18	0,03	-0,09	-0,26	-0,22
hb	-0,57	0,82	0,11	1,00	0,80	0,11	-0,43	0,38	-0,57	0,43
nb	-0,13	0,68	0,06	0,80	1,00	0,12	-0,61	0,63	-0,49	0,63
mz	0,25	0,64	0,18	0,11	0,12	1,00	0,69	0,53	0,43	0,63
m ₁₀₀₀	0,20	0,04	0,03	-0,43	-0,61	0,69	1,00	-0,06	0,69	0,12
S	0,18	0,66	-0,09	0,38	0,63	0,53	-0,06	1,00	0,24	0,74
%	0,48	-0,16	-0,26	-0,57	-0,49	0,43	0,69	0,24	1,00	0,26
t/ha	0,11	0,69	-0,22	0,43	0,63	0,63	0,12	0,74	0,26	1,00

На следующем этапе исследования оценивали влияние погодноклиматических условий года степной зоны крымского региона на корреляционные связи показателей симбиоза и элементы продуктивности растений. В связи с этим, определили корреляции в агроценозах гороха, чины, чечевицы по годам исследования.

Как показали результаты в 2011, который был благоприятным для вегетации зернобобовых культур, мы наблюдали различные функциональные зависимости

между симбиотическими показателями и продуктивностью растений. В таблице 49 представлены данные по всем установленным корреляционным связям при бактериализации зернобобовых культур полифункциональными микробными препаратами, среди которых значимыми выявилось двенадцать. Урожайность коррелировала с массой 1000 зерен ($r = 0,64$) и содержанием «сырого» протеина ($r = 0,68$).

Принимая во внимание симбиотические показатели, следует отметить, что количество азотфиксирующих клубеньков не имело значимых корреляций в агроценозе зернобобовых культур, показатель азотфиксирующей активности коррелировал с площадью фотосинтетического аппарата ($r = 0,69$).

Таблица 49. – Корреляции симбиотических показателей, элементов продуктивности и качества зерна гороха, чины, чечевицы в условиях применения бактериализации микробными препаратами в 2011 году

	hr	hb	nb	mz	m ₁₀₀₀	S	%	t/ha	nk	mk	N
hr	1,00	-0,36	-0,83	0,76	1,00	-0,42	0,69	0,62	-0,13	0,11	-0,17
hb	-0,36	1,00	0,75	0,22	-0,37	0,70	-0,87	-0,48	-0,48	0,78	0,40
nb	-0,83	0,75	1,00	-0,30	-0,83	0,79	-0,91	-0,55	-0,17	0,43	0,52
mz	0,76	0,22	-0,30	1,00	0,77	0,16	0,16	0,42	-0,37	0,71	0,22
m ₁₀₀₀	1,00	-0,37	-0,83	0,77	1,00	-0,42	0,71	0,64	-0,11	0,11	-0,16
S	-0,42	0,70	0,79	0,16	-0,42	1,00	-0,69	-0,09	-0,08	0,66	0,69
%	0,69	-0,87	-0,91	0,16	0,71	-0,69	1,00	0,68	0,29	-0,54	-0,31
t/ha	0,62	-0,48	-0,55	0,42	0,64	-0,09	0,68	1,00	0,45	-0,12	0,10
nk	-0,13	-0,48	-0,17	-0,37	-0,11	-0,08	0,29	0,45	1,00	-0,54	-0,07
mk	0,11	0,78	0,43	0,71	0,11	0,66	-0,54	-0,12	-0,54	1,00	0,53
N	-0,17	0,40	0,52	0,22	-0,16	0,69	-0,31	0,10	-0,07	0,53	1,00

Биомасса азотфиксирующих корневых клубеньков гороха, чины, чечевицы коррелировала с высотой прикрепления боба на растении ($r = 0,78$), массой зерен ($r = 0,71$) и площадью листовой поверхности ($r = 0,66$), на рисунке 5, эти значимые корреляционные связи сосредоточены в области эллипса.

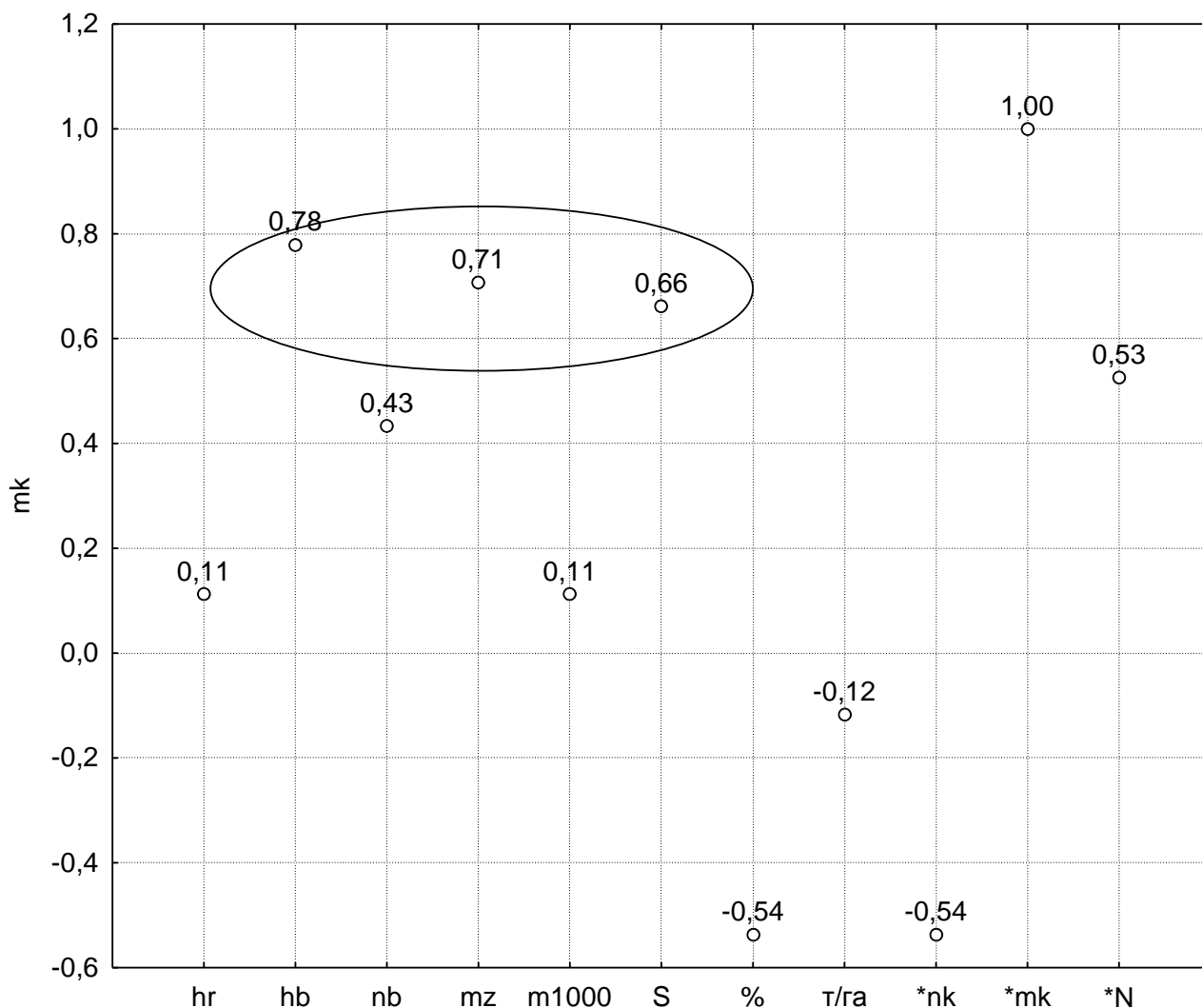


Рисунок 5. - Корреляции биомассы клубеньков и элементов продуктивности, качества зерна гороха, чины, чечевицы (полевой опыт, 2011 г.)

В 2012 году установлено, что урожайность зернобобовых культур имела высокие корреляционные связи с высотой прикрепления нижнего боба ($r = 0,86$), количеством бобов на растении ($r = 0,85$), массой зерна ($r = 0,64$) и биомассой азотфиксирующих корневых клубеньков гороха, чины, чечевицы ($r = 0,74$) (рисунок 6, таблица 50).

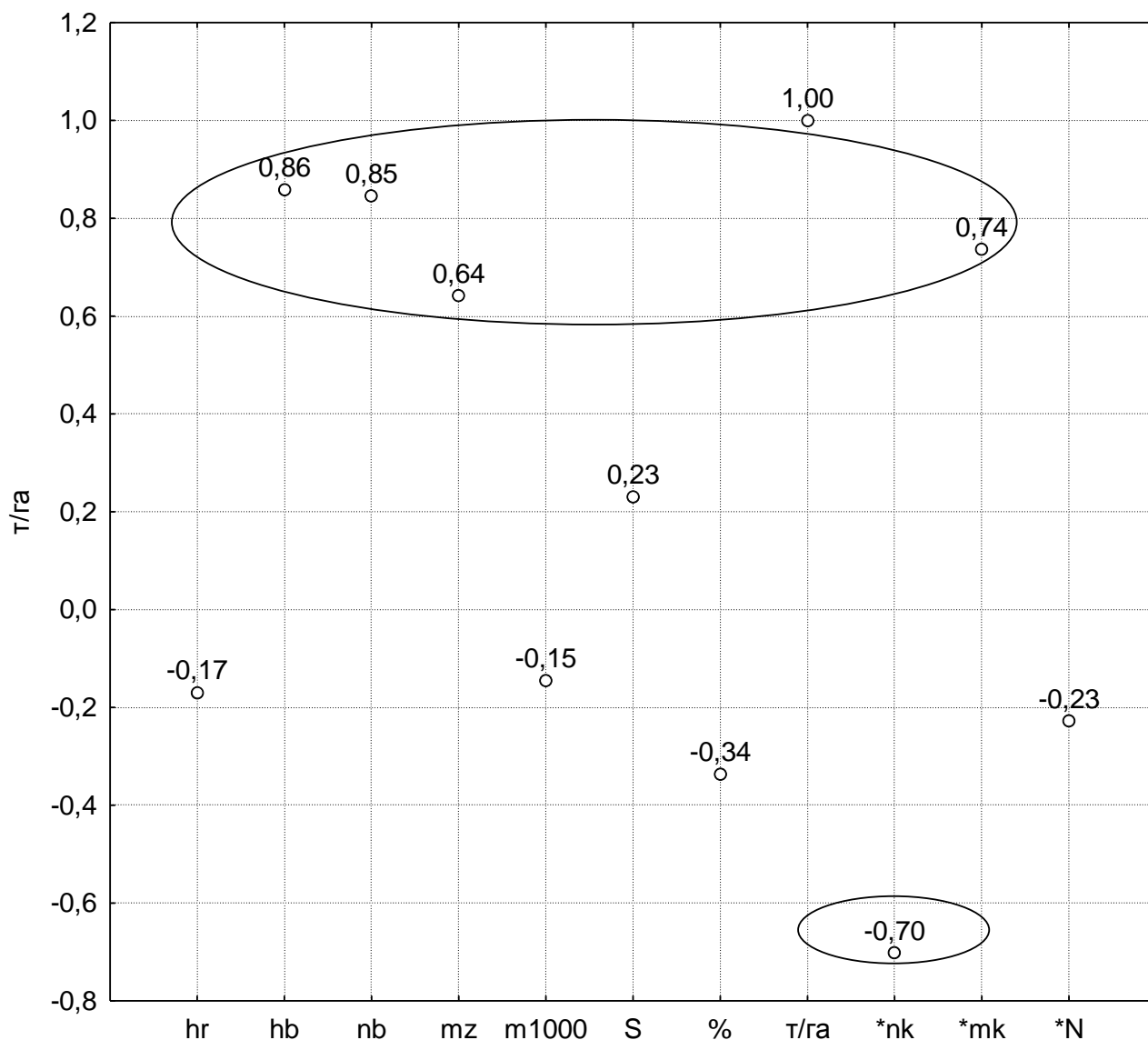


Рисунок 6. - Корреляции урожайности семян гороха, чины, чечевицы (полевой опыт, 2012 г.)

Симбиотический показатель – количество азотфиксирующих корневых клубеньков имел обратную корреляционную связь с высотой прикрепления нижнего боба ($r = -0,67$), массой бобов ($r = -0,69$) и урожайностью зерна ($r = -0,70$) и прямую корреляцию с нитрогеназной активностью клубеньков ($r = 0,64$). Биомасса азотфиксирующих корневых клубеньков гороха, чины, чечевицы коррелировала с урожайностью зерна ($r = 0,74$) и площадью листовой поверхности ($r = 0,66$) (таблица 50).

Таблица 50. – Корреляции симбиотических показателей, элементов продуктивности и качества зерна гороха, чины, чечевицы в условиях применения бактериализации микробными препаратами в 2012 году

	hr	hb	nb	mz	m ₁₀₀₀	S	%	t/ha	nk	mk	N
hr	1,00	-0,59	-0,63	0,62	0,97	-0,04	0,88	-0,17	0,14	0,24	0,24
hb	-0,59	1,00	0,99	0,20	-0,60	0,19	-0,71	0,86	-0,67	0,40	-0,42
nb	-0,63	0,99	1,00	0,16	-0,64	0,13	-0,74	0,85	-0,69	0,36	-0,38
mz	0,62	0,20	0,16	1,00	0,66	0,12	0,40	0,64	-0,47	0,73	-0,07
m ₁₀₀₀	0,97	-0,60	-0,64	0,66	1,00	0,02	0,89	-0,15	0,17	0,31	0,26
S	-0,04	0,19	0,13	0,12	0,02	1,00	0,14	0,23	0,31	0,52	0,26
%	0,88	-0,71	-0,74	0,40	0,89	0,14	1,00	-0,34	0,44	0,26	0,48
t/ha	-0,17	0,86	0,85	0,64	-0,15	0,23	-0,34	1,00	-0,70	0,74	-0,23
nk	0,14	-0,67	-0,69	-0,47	0,17	0,31	0,44	-0,70	1,00	-0,25	0,64
mk	0,24	0,40	0,36	0,73	0,31	0,52	0,26	0,74	-0,25	1,00	0,24
N	0,24	-0,42	-0,38	-0,07	0,26	0,26	0,48	-0,23	0,64	0,24	1,00

Анализ полученных экспериментальных данных в 2013 году, который был неблагоприятным для вегетации зернобобовых культур, позволил установить множество (19) существенных корреляционных связей (таблица 51). Выявили высокую зависимость урожайности семян гороха, чины, чечевицы от массы семян с растения ($r = 0,96$) и массы 1000 семян ($r = 0,74$) (рисунок 7). Кроме того урожайность семян сильно зависела от функционирования симбиотической бобово-ризобиальной системы, в частности от симбиотических показателей: количества клубеньков ($r = 0,83$), их биомассы ($r = 0,69$) и нитрогеназной активности ($r = 0,66$) (таблица 51). Масса зерна имела высокую корреляционную связь со всеми показателями симбиоза: количеством клубеньков ($r = 0,91$), их биомассой ($r = 0,75$) и нитрогеназной активностью ($r = 0,74$).

Таблица 51. – Корреляции симбиотических показателей, элементов продуктивности и качества зерна гороха, чины, чечевицы в условиях применения бактериализации микробными препаратами в 2013 году

	hr	hb	nb	mz	m ₁₀₀₀	S	%	t/ha	nk	mk	N
hr	1,00	-0,71	-0,87	0,31	0,92	-0,60	0,52	0,45	-0,00	-0,30	-0,31
hb	-0,71	1,00	0,77	0,12	-0,50	0,24	-0,81	-0,07	0,31	0,49	0,60
nb	-0,87	0,77	1,00	0,18	-0,62	0,57	-0,41	0,04	0,47	0,71	0,71
mz	0,31	0,12	0,18	1,00	0,64	-0,08	0,17	0,96	0,91	0,75	0,74
m ₁₀₀₀	0,92	-0,50	-0,62	0,64	1,00	-0,51	0,43	0,74	0,35	0,07	0,07
S	-0,60	0,24	0,57	-0,08	-0,51	1,00	0,16	-0,14	0,26	0,32	0,24
%	0,52	-0,81	-0,41	0,17	0,43	0,16	1,00	0,29	0,11	-0,11	-0,27
t/ha	0,45	-0,07	0,04	0,96	0,74	-0,14	0,29	1,00	0,83	0,69	0,66
nk	-0,00	0,31	0,47	0,91	0,35	0,26	0,11	0,83	1,00	0,87	0,86
mk	-0,30	0,49	0,71	0,75	0,07	0,32	-0,11	0,69	0,87	1,00	0,96
N	-0,31	0,60	0,71	0,74	0,07	0,24	-0,27	0,66	0,86	0,96	1,00

Наблюдая высокую положительную функциональную зависимость симбиотических показателей как между собой ($r = 0,86–0,96$), так и с элементами продуктивности ($r = 0,71–0,91$) и урожайностью семян зернобобовых культур ($r = 0,66–0,83$) можно предположить о максимальном использовании зернобобовыми растениями потенциала бобово-ризобиального взаимодействия в экстремально неблагоприятных условиях для их вегетации. При этом культуры горох, чина и чечевица сформировали урожай зерна в условиях степной зоны Крыма, хотя и в 1,1–2,7 раза меньшую в сравнении с урожайностью зерна в более благоприятные для выращивания зернобобовых культур 2011 и 2012 годы.

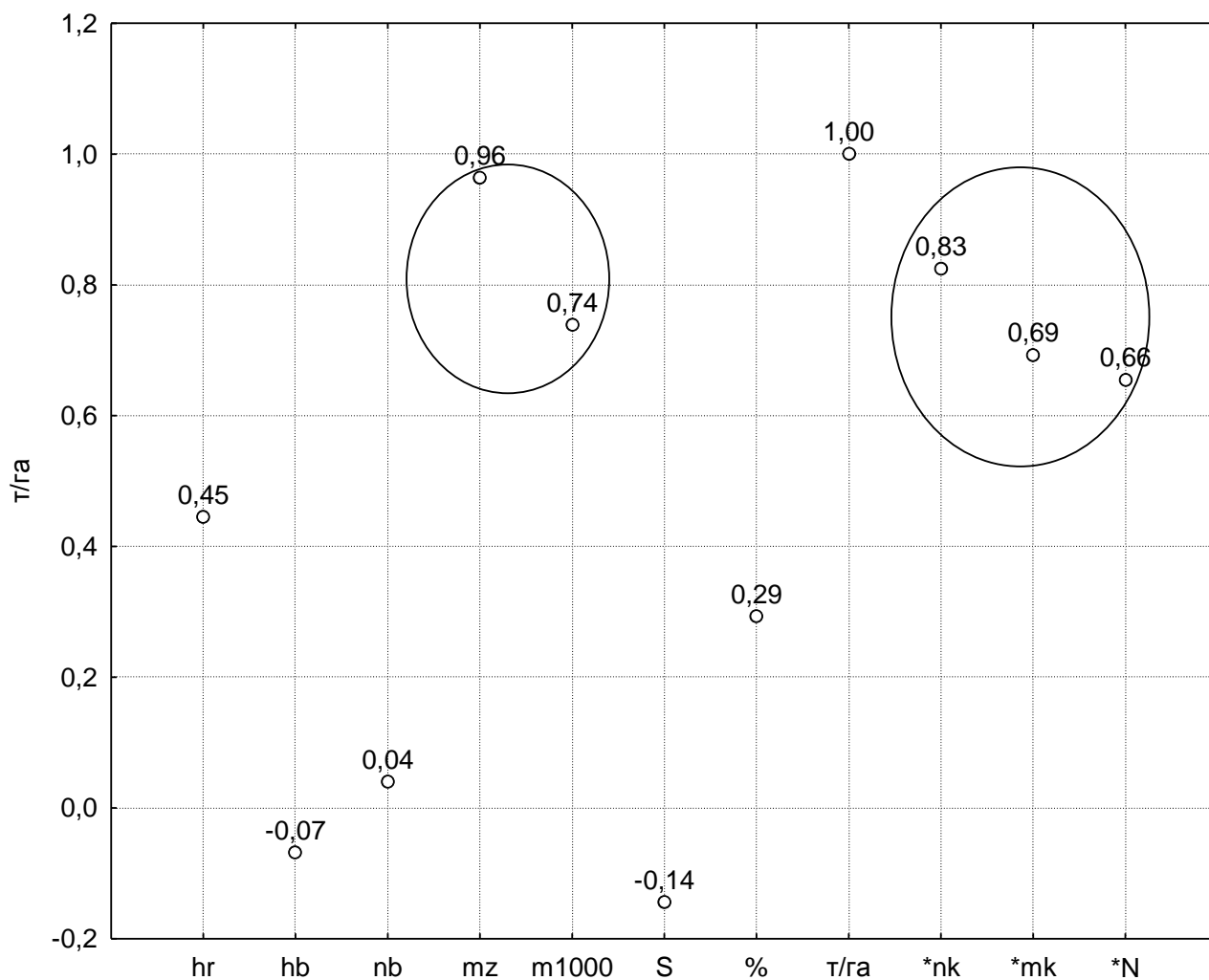


Рисунок 7. - Корреляции урожайности семян гороха, чины, чечевицы (полевой опыт, 2013 г.)

Таким образом, в результате проведенных многолетних полевых экспериментов при использовании предпосевной бактериализации семян микробными препаратами полифункционального действия в агротехнологии выращивания гороха, чины, чечевицы в степной зоне Крыма корреляционные связи симбиотических показателей, элементов продуктивности, урожайности и качества зерна зависят от погодных условий года, применяемых микробных препаратов, вида зернобобовой культуры, определяют направленность и интенсивность функциональных зависимостей, что в конечном итоге, оказывает влияние на реализацию потенциала растительно-микробного взаимодействия в агроценозах.

В связи с выше изложенным, применение полифункциональных микробных препаратов должно стать обязательным агроприемом при выращивании зернобобовых культур, как фактор формирования высокой продуктивности и повышения потенциала растительно-микробного взаимодействия.

8. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ ГОРОХА, ЧИНЫ, ЧЕЧЕВИЦЫ ПРИ СОВМЕСТНОМ ПРИМЕНЕНИИ МИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ

Экономическая эффективность производственной деятельности выражает результативность хозяйствования. Она показывает ценой каких затрат достигается конечный результат. В современных условиях хозяйствования, получение прибыли от выращивания сельскохозяйственных культур является основным условием дальнейшего повышения эффективности производства, его расширения, обновления основных средств. Для анализа проводится экономическое обоснование технологий производства и их отдельных элементов с целью сокращения материальных затрат, снижения себестоимости, повышения производительности труда. С целью оценки экономического эффекта технологий выращивания гороха, чечевицы, чины при разных вариантах обработки семян инокулянтами, были рассчитаны стоимость валовой продукции, общие затраты на гектар, себестоимость, чистая прибыль, уровень рентабельности (таблица 52) на основе технологических карт (приложения 8-10).

Средняя урожайность гороха за период проведения исследований - 2,26 т/га, наибольшая – отмечена Ризобифит + Фосфоэнтерин + Биополицид – 2,50 т/га. Стоимость валовой продукции и чистой прибыли наиболее высокие также при применении Ризобифит + Фосфоэнтерин + Биополицид – 50000,00 руб./га и 19193,26 руб./га соответственно при среднем уровне рентабельности 62,3%.

У чины средняя урожайность по всем вариантам опыта за три года составила 2,89 т/га. Наиболее экономически выгодным являются применение комплекса Ризобифит + Полимиксобактерин + Биополицид, при котором средняя урожайность составила 3,16 т/га и Ризобифит + Фосфоэнтерин + Биополицид – 2,97 т/га. В этом случае чистая прибыль и рентабельность составила 44941,53 руб./га и 40761,53 руб./га и 182,8 и 165,8 % соответственно.

Таблица 52. – Показатели средней экономической эффективности зернобобовых культур при применении различных вариантов инокулянтов (среднее за 2011-2013 гг.)

Культура	Вариант опыта	Урожайность, т/га	Стоимость валовой продукции, руб./га	Общие затраты, руб./га	Себестоимость, руб./т	Чистая прибыль, руб./га	Уровень рентабельности, %
Горох	Ризобифит	2,11	42200,00	30711,74	14555,33	11488,26	37,4
	Р+Ф+Б	2,50	50000,00	30806,74	12322,70	19193,26	62,3
	Р+П+Б	2,21	44200,00	30806,74	13939,70	13393,26	43,5
	Р+А+Б	2,21	44200,00	30806,74	13939,70	13393,26	43,5
Чина	Ризобифит	2,66	58520,00	24483,47	92043,12	34036,53	139,0
	Р+Ф+Б	2,97	65340,00	24578,47	8275,58	40761,53	165,8
	Р+П+Б	3,16	69520,00	24578,47	7778,00	44941,53	182,8
	Р+А+Б	2,79	61380,00	24578,47	8809,49	36801,53	149,7
Чечевица	Ризобифит	2,14	66340,00	26530,44	12397,40	39809,56	150,1
	Р+Ф+Б	2,40	74400,00	26625,44	11093,93	47774,56	179,4
	Р+П+Б	2,06	63860,00	26625,44	12924,97	37234,56	139,8
	Р+А+Б	2,33	72230,00	26625,44	11427,23	45604,56	171,3

Средняя урожайность чечевицы за 2011-2013 гг. - 2,33 т/га, наивысшая - по варианту Ризобифит + Фосфоэнтерин + Биополицид – 2,40 т/га, соответственно, средняя стоимость валовой продукции с 1 га у варианта Р+Ф+Б самая высокая – 74400,00 руб. При неизменном уровне производственных затрат на 1 га, наиболее высокие средние показатели экономической эффективности за три года у варианта Ризобифит+Фосфоэнтерин+Биополицид: чистая прибыль с 1 га – 47774,56 руб., уровень рентабельности – 179,4%.

В среднем, за период исследований, рентабельность у чины и чечевицы находилась на одном уровне и составляла 159,32 и 160,15%, у гороха - составляла 46,67% (рисунок 8).

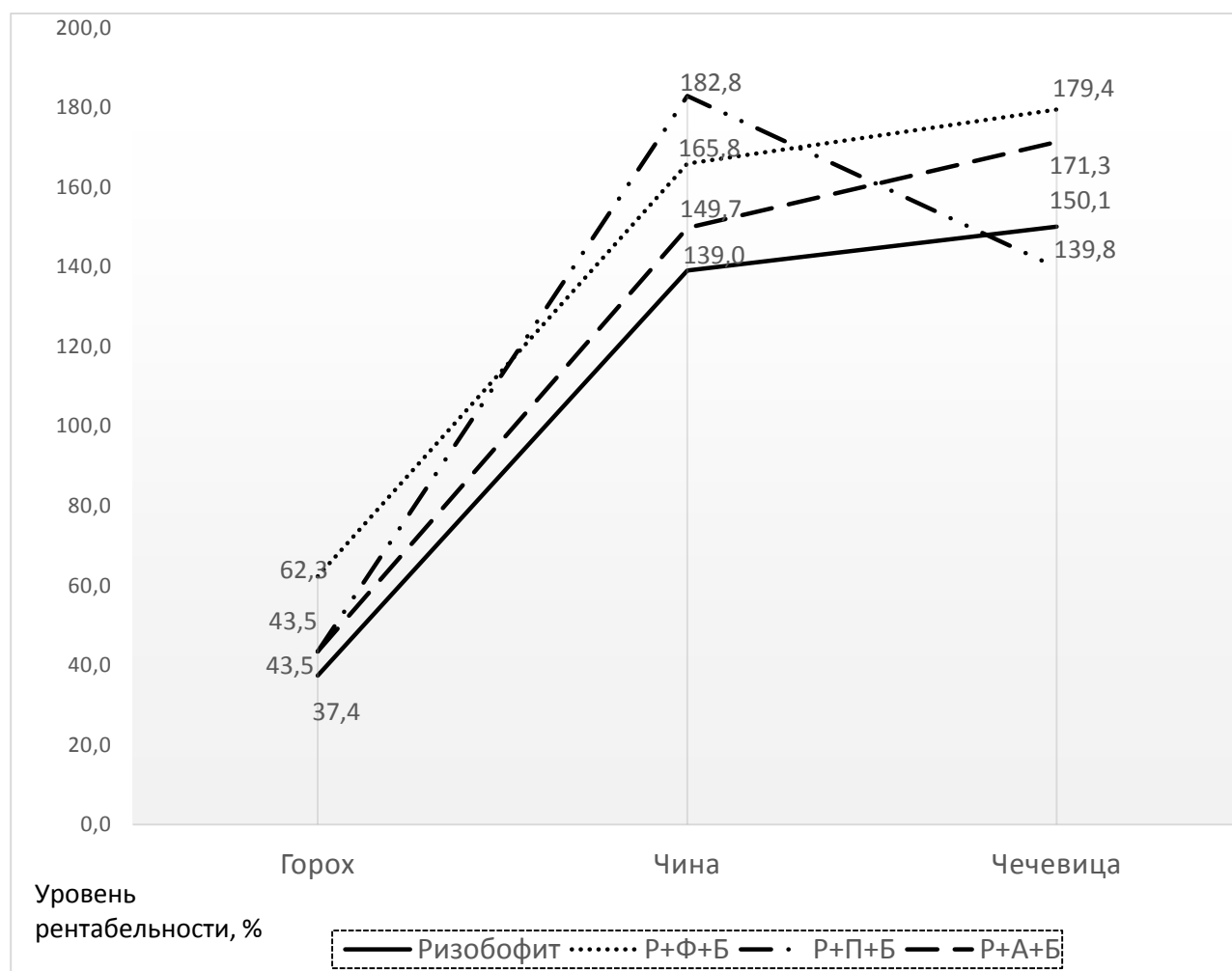


Рисунок 8. – Уровень рентабельности зернобобовых культур (среднее за 2011-2013 гг.)

В современных условиях, при частых изменениях конъюнктуры рынков, влекущих за собой колебания цен на сельскохозяйственную продукцию ресурсы, необходимые для сельскохозяйственного производства, стоимостные показатели не всегда точно отображают эффективность производства по той или иной технологии. Актуальность подобной оценки следует из требований современного земледелия по экономии энергии затрачиваемой на единицу получаемой сельскохозяйственной продукции. Задача сравнения эффективности вариантов технологии может более успешно решаться при помощи натуральных энергетических показателей, не подверженных влиянию экономических колебаний. Целью биоэнергетического анализа является оптимизация энергетических затрат на производство сельскохозяйственной продукции. С помощью биоэнергетической оценки определяется соотношение количества энергии, аккумулированного в урожае сельскохозяйственных культур в процессе фотосинтеза, и совокупных затрат энергии, направленных на производство продукции растениеводства.

Биоэнергетические оценки, дополняя денежные оценки, вносят определенный вклад в дело разработки энергосберегающих технологий растениеводства и рационального использования ресурсов. Целью биоэнергетического анализа является оптимизация энергетических затрат на производство сельскохозяйственной продукции. С помощью биоэнергетической оценки определяется соотношение количества энергии, аккумулированного в урожае сельскохозяйственных культур в процессе фотосинтеза, и совокупных затрат энергии, направленных на производство продукции растениеводства.

Расчет энергетической эффективности проводился на основе данных технологических карт выращивания сельскохозяйственной продукции, которые содержат перечень работ, состав сельскохозяйственных машин и механизмов, показатели затрат материальных и трудовых ресурсов.

Расчеты показывают, что коэффициент биоэнергетической эффективности хозяйственно ценного урожая во всех вариантах опыта превышал единицу и колебался 1,38 – 2,43 (таблица 53).

Таблица 53. – Биоэнергетическая эффективность выращивания зернобобовых культур (среднее за 2011-2013 гг.)

Вариант опыта	Урожайность т/га	Выход энергии с хозяйственно ценным урожаем, мДж/га	Выход энергии с учетом побочной продукции, мДж/га	Затраты энергии, мДж/га	Биоэнергетический коэффициент хозяйственно ценного урожая	Биоэнергетический коэффициент хозяйственно ценного урожая с учетом побочной продукции
Горох						
Ризобифит	2,11	34187,0	48477,2	24479,7	1,40	1,98
Р+Ф+Б	2,50	40506,0	57437,5	24481,3	1,65	2,35
Р+П+Б	2,21	35807,3	50774,7	24480,2	1,46	2,07
Р+А+Б	2,21	35807,3	50774,7	24480,2	1,46	2,07
Чина						
Ризобифит	2,66	43098,3	61113,5	20781,7	2,07	2,94
Р+Ф+Б	2,97	48121,1	68235,7	20782,9	2,32	3,28
Р+П+Б	3,16	51199,8	72601,0	20783,5	2,46	3,49
Р+А+Б	2,79	45204,7	64100,2	20782,2	2,18	3,08
Чечевица						
Ризобифит	2,14	34673,1	49166,5	19854,6	1,75	2,48
Р+Ф+Б	2,40	38885,7	55140,0	19855,6	1,96	2,78
Р+П+Б	2,06	33376,9	47328,5	19854,2	1,68	2,38
Р+А+Б	2,33	37751,6	53531,75	19855,3	1,90	2,70

Выращивание зернобобовых культур в условиях Республики Крым энергетически эффективно. Максимальное значение биоэнергетический коэффициент имел при наибольшем уровне урожайности – культура чина, вариант Ризобифит + Полимиксобактерин + Биополицид. Соответственно, минимальный коэффициент биоэнергетической эффективности в опыте с наименьшей урожайностью – культура горох, вариант обработки Ризобифит. При учете выхода побочной продукции (солома) биоэнергетический коэффициент увеличивается на 41-42%.

В технологии выращивания наиболее энергоемким элементом являются семена – 44,06% в структуре энергетических затрат. У горюче-смазочных веществ 30,70%, трудовых затрат – 9,22%, сельскохозяйственных машин и воды 6,99% и 6,40% соответственно. Остальные затраты – электроэнергия, средства защиты, бактериализация незначительно влияют на энергоемкость технологии и в сумме насчитывают 1,94% в структуре энергозатрат (рисунок 9)

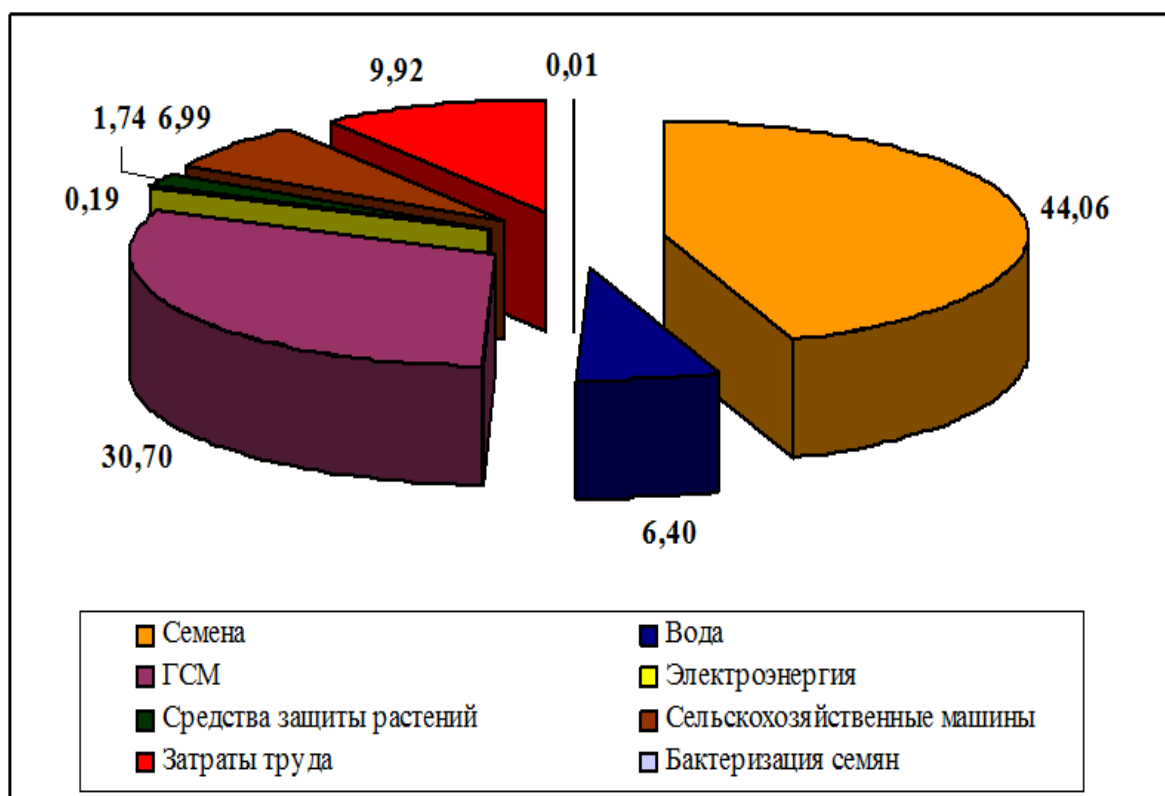


Рисунок 9. – Биоэнергетические затраты на производство зернобобовых культур

Таким образом, экономически наиболее эффективным является выращивание зернобобовых культур при обработке семян

- гороха и чечевицы – комплексом препаратов Ризобофит + Фосфоэнтерин + Биополицид (средний уровень рентабельности 62,3% и 179,4%);
- чины – препаратами Ризобофит + Полимиксобактерин + Биополицид и Ризобофит + Фосфоэнтерин + Биополицид (средний уровень рентабельности 182,8 и 165,8 % соответственно).

Расчеты показывают, что коэффициент биоэнергетической эффективности хозяйственно ценного урожая во всех вариантах опыта превышает единицу и колеблется от 1,38 до 2,43, т.е. выращивание зернобобовых культур в условиях Республики Крым энергетически эффективно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Бактеризация комплексом микробных препаратов Ризобифит + Фосфоэнтерин + Биополицид на всех изучаемых культурах позволит улучшить показатели посевных качеств семян и их биометрические характеристики. Энергия прорастания семян гороха, чины, чечевицы повышается на 1-8%, всхожесть – на 2-3%, дружность прорастания – на 1,8-3,9%, увеличилась масса проростков на 0,03-0,04 г в сравнении с обработкой водой в контроле.

2. Комплексная обработка микробными препаратами повышала эффективность симбиотической азотфиксации зернобобовых культур, количество азотфиксирующих клубеньков на корнях гороха, чины и чечевицы увеличивалось на 26-39%, их биомасса – до 69% в сравнении с монообработкой Ризобифитом.

3. Площадь листовой поверхности гороха и чечевицы в варианте с бактеризацией семян Ризобифитом + Фосфоэнтерин + Биополицидом в среднем за 3 года увеличивалась соответственно на 4,1 тыс. м²/га (11 %) и 6,2 тыс. м²/га (16 %) в сравнении с нитрагинизацией. Выявлено, что применение данного микробного комплекса на горохе способствовало увеличению количества бобов и веса семян с одного растения на 10 %, на чечевице – на 13 % и 22,9 % соответственно.

4. Интенсификация микробиологических процессов в ризосфере почвы чернозема южного на разных этапах онтогенеза растений гороха, чины и чечевицы в условиях применения препаратов полифункционального действия, зависела от фазы развития и вида бобового растения, а также от бактеризации микробными препаратами.

5. В фазе цветения гороха и чечевицы в ризосфере проходило накопление минеральных веществ ($k_{\text{мин.}}$ 2,01-2,82), способствующее улучшению питания растений, на чине такой эффект отмечали в начале вегетации. К концу вегетации выявлено уменьшение этого показателя ($k_{\text{мин.}}$ 0,28-0,79), что свидетельствовало о снижении интенсивности минерализации органического вещества и минеральных форм азота, чем в предыдущие фазы развития данных культур.

6. Применение полифункционального комплекса Ризобифит + Фосфоэнтерин + Биополицид повышало урожайность зерна гороха на 0,39 т/га (18,5 %),

чины на 0,31 т/га (11,7%), чечевицы на 0,26 т/га (12,1 %) и содержание сырого протеина на 1,9% по сравнению с монообработкой Ризобифитом.

7. Впервые установлена высокая положительная функциональная зависимость симбиотических показателей как между собой ($r = 0,86-0,96$), так и с элементами продуктивности ($r = 0,71-0,91$) и урожайностью зерна ($r = 0,66-0,83$) в неблагоприятных для вегетации растений гороха, чины, чечевицы условиях 2013 года, что свидетельствует о максимальном использовании растениями потенциала бобово-ризобиального взаимодействия в экстремальных для растений условиях, в благоприятных условиях 2011-2012 годов корреляционные связи были значительно слабее.

8. Экономический эффект применения бактеризации комплексом микробных препаратов в агротехнологии выращивания гороха составил 19 тыс. руб. при рентабельности 62%, чины – 45 тыс. руб. при рентабельности 183%, чечевицы – 48 тыс. руб. при рентабельности 180%, что позволяет рекомендовать данный агроприем сельскохозяйственному производству.

9. Коэффициент биоэнергетической эффективности хозяйственно ценного урожая во всех вариантах опыта превышает единицу и варьирует в пределах 1,38-2,43, это подтверждает высокую биоэнергетическую эффективность выращивания зернобобовых культур в условиях Республики Крым.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

На основании многолетних полевых исследований в почвенно-климатических условиях зоны Центральной степи Крыма при выращивании на орошении зернобобовых культур гороха, чины, чечевицы для активизации микробиологических процессов в ризосфере растений и повышения урожайности семян сельскохозяйственным предприятиям рекомендовано применение экономически обоснованного и экологически безопасного агроприема – предпосевной бактериализации семян комплексом полифункциональных микробных препаратов Ризобифит + Фосфоэнтерин + Биополицид в дозе 100 мл препарата / га порцию семян.

Данный агроприем позволяет повысить урожайность зерна гороха на 0,39 т/га (18,5%), чины на 0,31 т/га (11,7%), чечевицы на 0,26 т/га (12,1%) и содержание в зерне «сырого» протеина на 1,9% при рентабельности выращивания гороха 62%, чины –183%, чечевицы –180%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агафонов, Е.В. Применение ризоторфина на горохе / Е.В. Агафонов, М.Ю. Стукалов, Л.Н. Агафонова // Земледелие. – 2002. – №5. – С. 28.
2. Агроклиматический справочник по Крымской области. – Л.: Гидрометеоиздат, 1959. – 136 с.
3. Адамова, О.П. Влияние условий выращивания зерновых бобовых на формирование семян / О.П. Адамова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1971. – Вып.13. – С. 151 – 159.
4. Адамень, Ф.Ф. Эффективность инокуляции сои. /Ф.Ф. Адамень. – Симферополь: Таврида, 1995. – 29 с.
5. Адамень, Ф.Ф. Соя: промышленная переработка, кормовые добавки, продукты питания., Ф.Ф. Адамень, В.И. Сичкарь, В.Н. Письменов, В.В. Шерстобитов. - 2-е изд. - К.: Нора-принт, 2003. - 476 с.
6. Адамень, Ф.Ф. Биологический азот – будущее земледелия / Ф.Ф Адамень Т.Н. Мельничук // Сельскохозяйственное производство в Южной Степи – проблемы и перспективы: труды КИАПП – Симферополь, 2004. – С. 38 – 50.
7. Адамень, Ф.Ф. Приоритетное направление / Ф.Ф. Адамень, А.В. Чехов, В.И. Пасынков // Зерновые культуры. - 1991. - №3. - С. 34-36.
8. Адамень, Ф.Ф. Теоретическое обоснование минерального питания растений сои в условиях юга Украины. / Ф.Ф. Адамень. – Симферополь: Таврида, 1995. – 93 с.
9. Адамень, Ф.Ф. Изучение эффективности нитрагинизации различных сортов нута / Ф.Ф. Адамень, Е.Л. Щигорцова // Сельскохозяйственное производство в Южной Степи – проблемы и перспективы: труды КИАПП. – Симферополь, 2004. – С. 68 – 70.
10. Адамень, Ф.Ф. Азотфіксація та основні напрями поліпшення азотного балансу ґрунтів / Ф.Ф. Адамень // Вісник аграрної науки. – 1999. – № 2. – С. 9 – 16.
11. Адамень, Ф.Ф. Вивчення елементів технології вирощування чини посівної в Криму / Ф.Ф. Адамень О.Л. Щигорцова // Зб. наук. праць Подільського аг-

- рарно-технічного університету. – Кам'янець-Подільський, 2005. – Вип. 13. – С. 34 – 36.
12. Адамень, Ф.Ф. Досягнення генетики і селекції олійних культур / Ф.Ф. Адамень, В.И. Сичкарь // Генетика і селекція на межі тисячоліть. – К: Логос, 2001. – Т.3. – С. 159 – 179.
 13. Адамень, Ф.Ф. Можливість підвищення продуктивності та якості зерна чини й нуту шляхом інокуляції насіння / Ф.Ф. Адамень, О.Л. Щигороцова // Посібник українського хлібороба: наук.-вир. щорічник. – К.: ТОВ «Академ-прес, 2010. – С. 144 – 155.
 14. Акишин, А.С. Земельные ресурсы России и Волгоградской области и продовольственной политики (2005-2012 годы) / А.С. Акишин, М.М. Подколзин. – Волгоград; 2008. – 158 с.
 15. Алексеенко, Н.А. Вплив Біополіциду на зміни мікробного угруповання ризосфери сорго зернового та продуктивність рослин / Н.А. Алексеенко, І.А. Каменева, О.А. Пергаєв // XIII З'їзд товариства мікробіологів України ім. С.М. Виноградського (1-6 жовтня, 2013). – Ялта, 2013. – С. 26.
 16. Алисова, С.М. Использование хлорофилльных мутантов гороха в качестве модели для изучения взаимосвязи между фотосинтезом и азотфиксацией / С.М. Алисова, И.А. Тихонович // Генетика. – 1983. – №19. – С. 1512 – 1517.
 17. Алпатьев, А.М. Влагодоборот культурных растений. / А.М. Алпатьев – Л.: Гидрометеиздат, 1954. – 115 с.
 18. Алешин, П.Г. Формирования агроценоза и продукционный процесс нута при обработке семян микроудобрениями и регуляторами роста / П.Г. Алешин, А.Н. Киникаткина, С.Н. Старостин // Сб. матеріалов. межд. науч. – практ. конф. (17-18 марта 2016.) – Пенза, 2016.– Т.1 – С. 47 – 49
 19. Анспок, П.И. Микроудобрения: справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Агропромиздат, 1990. – 272 с.
 20. Антипин, Р.А. Вплив мінеральних добрив, протруйників та стимуляторів росту на продуктивність гороху в умовах Центрального Лісостепу України /

- Р.А. Антипин // Сельскохозяйственные науки: науч. тр. КГАТУ. – Симферополь, 2002. – Вып. 72. – С. 108 – 109.
21. Антипчук, А.Ф. Экологические аспекты селекции ризобий и повышение эффективности симбиоза / А.Ф. Антипчук // Физиология и биохимия культурных растений – 1994. – Т.26, №4. – С. 315 – 333.
 22. Бабич, А.О. Народонаселення і продовольство на рубежі другого і третього тисячоліть / А.О. Бабич, А.А. Побережна– К.: Аграрна наука, 2000. – 157 с.
 23. Бабич, А.О. Проблема фотосинтезу і біологічної фіксації азоту бобовими культурами / А.О. Бабич, В.Ф. Петриченко, Ф.Ф. Адамень // Вісник аграрної науки.- 1996. - № 2.– С. 34-39.
 24. Бабич, А.О. Сучасне виробництво і використання сої / А.О. Бабич. – К.: Урожай, 1993. – 432 с.
 25. Бабиченко, В.Н. Краткая характеристика климата Украины / В.Н. Бабиченко, М.Ю. Кулаковская / под ред. Г.Ф. Приходько и др. – Л.: Гидрометеоиздат, 1967. – С. 5 – 7.
 26. Базаров, Е.И. Методика биоэнергетической оценки технологий производства продукции растениеводства // Е.И. Базаров, Е.В. Глинка, Ю.Ф. Новиков и др.; под ред. Е.И. Базарова и Е.В. Глинка. - М., 1983. – 44 с.
 27. Барабанов, В.В. Влияние росторегулирующих препаратов и ризоторфина на урожайность нута на каштановых почвах Волгоградской области: автореф. дис.... на соискание ученой степени кандидата с.-х. наук: 06 01 09 / В.В. Барабанов. - Волгоград, 2008. – 40с.
 28. Баранська, М.І. Здатність штаму *Enterobacter nimipressuralis* 32-3 приживатися у ризосфері ярих зернових // Сільськогосподарська мікробіологія: міжв. тем. наук. зб.– Чернігівський ЦНТЕІ, 2008. – Вип. 7. – С. 101 – 108.
 29. Берестецкий, А.О. Использование микроорганизмов для улучшения фосфорного питания растений в Индии / А.О. Берестецкий, А.В. Хотянович // Сельское хозяйство за рубежом. – 1984. – № 11. – С. 9-10.
 30. Блек, К.А. Растение и почва. / К.А. Блек - М.: Колос, 1973. – 502 с.

31. Богдан, П.И. Полевые культуры Крыма. / П.И. Богдан; под редакцией И.В. Якушкина. – Симферополь: Крымиздат, 1949. – 397 с.
32. Бондаренко, Г.А. Соя на полях Крыма. / Г.А. Бондаренко, В.И. Заверюхин, Д.П. Залесский. – Симферополь: Таврия, 1977. – 48 с.
33. Бородай, В.В. Использование микробиологических препаратов при выращивании и хранении *solanum tuberosum L.* / В.В. Бородай, Т.В. Данилкова // XIII З'їзд товариства мікробіологів України ім. С.М. Виноградського (1-6 жовтня, 2013,). – Ялта, 2013.– С.364.
34. Братерский, Ф.Д. Оценка качества сырья и комбикормов. / Ф.Д. Братерский, А.Д. Пелевин – М.: Колос, 1983. – 319 с.
35. Бугай, С.М. Растениеводство / С.М. Бугай, А.И. Зинченко, В.И. Моисеенко, Н.А. Горак. – К.: Вища школа, 1987. – 326 с.
36. Бюллетень Центра научного обеспечения агропромышленного производства Автономной республики Крым / Т.Н. Мельничук, Т.Ю. Пархоменко, Л.Н. Татарин, И.А. Каменева. – Симферополь, 2010. – №15. – 19 с.
37. Викулина, Л.А. Естественная инокуляция гороха клубеньковыми бактериями и его урожай в условиях Удмуртской АССР / Л.А. Викулина, Л.Н. Крылова // Использование микроорганизмов для повышения урожая сельскохозяйственных культур: сб. ст. – М.: Колос, 1966. – С. 125 – 130.
38. Виноградский, С.Н. Микробиология почвы. Проблемы и методы. Изд-во: АН СССР, 1952. – 987 с.
39. Возняковская, Ю.М. Некоторые новые методы количественного учета почвенных микроорганизмов и изучения их свойств: методические рекомендации / под ред. Ю.М. Возняковской. – Л., 1982. – 54 с.
40. Волкогон, В.В. Вплив мікробних препаратів на засвоєння культурними рослинами поживних речовин / В.В. Волкогон, С.Б. Дімова, К.І. Волкогон та ін. // Вісник аграрної науки. – 2010. - №5. – С. 25 – 28.
41. Волкогон, В.В. Експериментальна ґрунтова мікробіологія / за ред. В.В. Волкогона. - К.: Аграрна наука, 2010. – С. 13.

42. Волкогон, В.В. Методологія і практика використання мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур / Волкогон В.В., Заришняк А.С., Гриник І.В., Бердников О.М. та ін. – К.: Аграрна наука, 2011. – 156 с.
43. Воробьев, В.А. О роли температуры и влажности почвы в усвоении азота бобовыми растениями и формировании урожая / В.А. Воробьев, Т.И. Пигерева // Физиология устойчивости растений к низким температурам и заморозкам. – Иркутск: Обл. кн. изд, 1980. – С. 52 – 63.
44. Гаврилишина, Л.В. Симбіотичні системи лядвенець - *Bradyrhizobium sp. (Lotus)* / Л.В. Гаврилишина, М.В. Первочук // XIII Зїзд товариства мікробіологів України ім. С.М. Виноградського (1-6 жовтня, 2013). – Ялта, 2013. – С. 154.
45. Гатулина, Г.Г. Зернобобовые культуры: системный подход к анализу роста, развития и формирования: монография / Г.Г. Гатулина, С.С. Никитина. - М.; 2016. – С. 242 – 248.
46. Городний, Н.М. Агрохимия: учеб. пособ. – /Н.М. Городний К.: Вища школа, 1990. – 288 с.
47. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. – Введ. 1986-06-01.-Изд. офиц. - М.: Стандартинформ, 2011. – 120 с.
48. ГОСТ 13496.4-93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота. – Введен 12.04.93. – К.: Госстандарт Украины, 1993. – 24 с.
49. Гуреева, Е.В. Интродукция сои в Нечерноземную зону России и создание сортов северного экотипа / Е.В. Гуреева // Материалы межд. науч. – пр. конф. «Научно – практические аспекты технологий возделования и переработки масличных и эфиромаслечных культур (3-4 марта 2016). – Рязань, 2016 – С. 64 – 68.
50. Гусев, В.П. Почвы Крымской государственной сельскохозяйственной опытной станции и прилегающих районов / В.П. Гусев, В.Т. Колесниченко //

- Труды Крымской ГСХОС. – Симферополь: Крымиздат, 1955. – Т.1. - С. 195 – 161.
51. Дидович, С.В. Рациональное использование микробиологических препаратов в технологиях выращивания нута / С.В. Дидович, Н.З. Толкачев // Проблемы сучасного землекористування. – Чабани, 2002. – С. 27 – 31.
 52. Дідович, С.В. Ефективне використання симбіотичної азотфіксації при вирощуванні нуту / С.В. Дидович, І.О. Каменєва // Сельськогосподарські науки. – Сімферополь, 2002. – Вып. 73. – С. 86 – 87.
 53. Дідович, С.В. Високопродуктивні рослинно-мікробні системи в агроценозах бобових культур / С.В. Дідович, Р.О. Кулініч // Корми і кормовиробництво: міжв. тем. наук. зб. – Вінниця, 2013. – Вип. 76. – С. 184-187.
 54. Дідович, С.В. Формування та функціонування симбіозу *Mesorhizobium ciceri* - *Cicer arietinum* в агроценозах південного Степу України: дис... канд. с.-х наук: 03.00.07. / С.В. Дідович – Симферополь 2007. – 232с.
 55. Докучаев, В.В. Избранные труды. - М.: АН СССР, 1940. – С. 54 – 58.
 56. Доросинский, Л.М. Повышение продуктивности бобовых культур и улучшение их качества / Л.М. Доросинский // Минеральный и биологический азот в земледелии СССР: сб. ст. / под ред. Е.Н. Мишустина. – М.: Наука, 1985. – С. 142 – 150.
 57. Доросинский, Л.М. Вопросы экологии клубеньковых бактерий / Л.М. Доросинский // Успехи микробиологии. – М.: Наука, 1974. – Т.10. – С. 201 – 213.
 58. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
 59. Дубовенко, Е.К. Эффективность ризоторфина и азотных удобрений на посевах зернобобовых культур в Полесье УССР / Е.К. Дубовенко, Л.Н. Чечельницкая, И.В. Лапа // Использование достижений микробиологической науки в повышении эффективности земледелия. – К.: Урожай, 1989. - С. 59-62.

60. Данильченко, О.М. Вплив інокуляції насіння та фонів мінерального живлення на формування симбіотичного апарату чини та сочевиці / О.М. Данильченко // Вісник Сумського національного університету – Суми, 2012. - Вип. 9(24). 2012. – С. 121 – 124.
61. Егоров, С. Ю. Воздействие фосформобилизующих микроорганизмов на растения защищенного грунта / С. Ю. Егоров, С. В Улахович, Алимova Ф. К. и др. // Вестник РАСХН. – 1997. – № 4. – С. 41 – 44.
62. Емцев, В.Т. Эффективность фотосинтеза и активность фиксации азота в корневой зоне сельскохозяйственных растений / В.Т. Емцев, Л.К. Ницэ, Г.В. Годова, М.В. Моторина // Минеральный и биологический азот в земледелии СССР: сб. ст. / под ред. Е.Н. Мишустина и др. – М: Наука 1985. – С. 252 – 260.
63. Жизневская, Г.Я. Симбиотическая азотфиксация в неблагоприятных условиях / Г.Я. Жизневская Е.Э. Федорова // Биологический азот в сельском хозяйстве СССР. – М.: Наука, 1989. – С. 52 – 60.
64. Звягинцев, Д.Г. Почва и микроорганизмы. / Д.Г. Звягинцев - М.: Изд-во Московского МГУ, 1987. – 256 с.
65. Звягинцев, Д.Г. Микроорганизмы и охрана почв / под ред. Д.Г. Звягинцева. - М.: Изд-во Московского МГУ, 1989. – 206 с.
66. Зиганшин, О.А. Удобрения и динамика химического состава растений гороха /О. А. Зиганшин // Труды Татарской респ. с.-х. оп. ст.– М., 1969. – Вып.2.- С. 365 – 373.
67. Зотиков В.И. Зернобобовые культуры в экономике России /В.И. Зотиков, Т.С. Наумкина // Земледелие. – 2014. - №4. – С. 6 – 8.
68. Зотиков, В.И. Зернобобовые и крупяные культуры в цифрах и фактах / В.И. Зотиков // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2015. – № 13. – С 4.
69. Зубов А.Е., Князькова С.Р., Косырева Л.А. Горох Флагман 5 // Селекция и семеноводство. – 1997. – №1.– С. 37 – 38.

70. Иванов, Н.С. Возможность прогноза величины урожая культурных растений по биопоказателям ризосферы // Тезисы докл. III Всесоюзн. научн. конф. "Микроорганизмы в сельском хозяйстве". – М.: Изд-во МГУ, 1986. – С. 85.
71. Иванов, В.Н. Почвы Крыма и их мелиорация. / В.Н. Иванов. – Симферополь: Таврия, 1976. – 64 с.
72. Іутинська Г.О. Ґрунтова мікробіологія: навчальний посібник. – К.: Арістей, 2006. – 284 с.
73. Камінський, В.Ф. Стан та перспективи виробництва гороху в Україні / В.Ф. Камінський // Вісник аграрної науки. – 2000. – №5. – С. 22 – 25.
74. Канивец, В.И. Почвы Карпатской буроземно-лесной области // Атлас почв Украинской ССР. — К.: Урожай, 1979. — С. 119-137.
75. Карагуйшиева Дамэш. Аэробные азотфиксирующие бактерии почв Казахстана: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. / Карагуйшиева Дамэш. – Алма-Ата, 1984. – 48 с.
76. Карнаухов, И.П. Основы сельского хозяйства / И.П. Карнаухов, В.К. Иванкин, Н.В. Бондаренко и др. – М., 1962. – 614 с.
77. Карпов, Е.В. Влияние нормы высева и применения стимуляторов роста на величину урожая и его структуру при возделывании гороха / Е.В. Карпов, Л.В. Киселева, А. Васин // Материалы межд. науч. конф. «Вклад молодых ученых в аграрную науку» (13-14 апреля, 2016). – Кинель, 2016. – С. 61 – 64.
78. Кириченко, Е.В. Механизмы ингибирующего влияния минерального азота на процесс формирования бобово-ризобиальной системы / Е.В. Кириченко // Физиология и биохимия культурных растений. – 2001. – Т. 33. – №2. – С. 95 – 104.
79. Кирик, Н.Н. Фундазол против корневой гнили чечевицы / Н.Н. Кирик, С.В. Старченко // Защита и карантин растений. – 2000. – №12. – С. 21.
80. Класен, В.П. Приживаемость нитрагинных штаммов клубеньковых бактерий в различных почвах // Микробные сообщества и их функционирование в почве. – К.: Наукова думка, 1981. – С. 234 – 240.

81. Клименко, О.Е. Воздействие микробных препаратов на рост и развитие плодовых саженцев / О.Е. Клименко, Н.И. Клименко, И.А. Каменева, Т.Д. Куликова, Н.Н. Клименко // Сільськогосподарська мікробіологія: міжв. тем. наук. зб. – Чернігів: Вид-во Чернігівського ЦНТІ, 2008. – Вип 8. – С. 90 – 101.
82. Кліщенко, С. Сучасні технології та економічна ефективність вирощування гороху / С. Кліщенко // Агроном. – 2004. – №3. – С. 88 – 94.
83. Ключенко, В.В. Фосфатмобілізувальні бактерії в агроценозах пшениці озимої південного степу України: автореф. дис...канд. с.-х. наук: 03.00.07. / В.В. Ключенко. – Умань, 2012. – 23 с.
84. Князев, А.В. Повышение азотфиксирующего потенциала сои координированной селекцией макро- и микросимбионта: дис... канд. биол. наук: 06.01.05. / А.В. Князев. – Киев, 1995. – 167 с.
85. Кожемяков, А.П. Продуктивность азотфиксации в агроценозах / Кожемяков, А.П. // Микробиологический журнал. – 1997. – №4 (59). – С. 22 – 98.
86. Колісник, С.І. Бактеріальні добрива для оптимізації азотного живлення сої, нуту, гороху, чини і сочевиці / С.І. Колісник, С.Я. Кобак, С.В. Дідович, М.П. Саєнко // Корми і кормовиробництво: міжв. тем. наук. зб. – Вінниця, 2012. – Вип.73. – С. 145 – 151.
87. Конова, Л. К. Биологические особенности сои / Л. Конова, К. Горанова // Соя пер. с болгарского. – К.; 2002. - С. 19 – 37.
88. Коренев, Г.В. Растениеводство с основами селекции и семеноводства / под ред. Г.В. Коренева. – 2-е изд., доп. и перераб. / Г.В. Коренев, П.И. Подгорный, С.Н. Щербак. – М.: Колос, 1983. – 511 с.
89. Костычев, П.А. Избранные труды. - М.:АН СССР, 1951. – С.82 – 86.
90. Косульков, Ю.В. Увеличение допустимых сроков между предпосевной обработкой семян сои биопрепаратом и ее посевом / Ю.В. Косульков // Сб. науч. трудов «Роль молодых ученых в решении актуальных задач АПК». – С.- Петербург, 2016. – С. 26 – 29.

91. Коць, С.Я. Підвищення насінневої продуктивності люцерни при інокуляції різними штамми *Rhizobium meliloti* та застосування регуляторів росту / С.Я. Коць, І.В. Драговоз, В.К. Яворська та ін. // Бюл. ІСГМ. – 2000. – № 6. – С. 28 – 30.
92. Кретович, В.Л. Усвоение и метаболизм азота у растений. /В.Л. Кретович. – М.: Наука, 1987. – 485 с.
93. Круглов, Ю.В. Изменение агрофизических свойств и микробиологических процессов дерново-подзолистой почвы в экстремальных условиях высокой температуры и засухи / Ю.В. Круглов, М.М. Умаров, М.А. Мазиров и др. // Известия ТСХА. – 2012. – Вып. 3. – С. 79 – 87.
94. Круглова, Е.Д. Вклад биологического и минерального азота в азотный статус растений гороха, инокулированных клубеньковыми бактериями / Е.Д. Круглова А.С. Цимбал, О.И. Крымская // Физиология и биохимия культурных растений. – 1995. – Т. 27, №3. – С. 158 – 163.
95. Круглова, Е.Д. Влияние связанного азота и активность штамма ризобий на метаболизм азота у гороха / Е.Д. Круглова // Физиология и биохимия культурных растений. – 1995. – Т. 27, №3. – С. 174 – 179.
96. Кулинич, Р.О. Високопродуктивні рослинно-мікробні системи в агроценозах бобових культур / Р.О. Кулініч, С.В. Дідович // Корми і виробництво: між від. Темат. Наук. Зб. – Вінниця : ФОП Данилюк В.Г., 2013 – Вип. 76 – С. 184–187.
97. Кулініч, Р.О. Вплив фосфатмобілізуючих біопрепаратів на врожайність сочевиці, в умовах степової зони Криму / Р.О. Кулініч / Матеріали міжнародної молодіжної наукової конференції. «Нові часи: нові Вавилови, нові Квасницькі»(22-23 серпня, 2013 р., Полтава) // Інститут свинарства і агропромислового виробництва. – 2013 р. –С. 129–131.
98. Кулініч, Р.О. Ефективність застосування біопрепаратів в агротехнології вирощування зернобобових культур / Р.О. Кулинич // Тези міжнародної наукової конференції «Селекція та генетика бобових культур: сучасні аспекти та перспективи» Одеса, 23-26 червня 2014 р. – С.

99. Кулинич, Р.А. Изучение различных микробиологических препаратов на горохе сорта Девиз в Крыму / Р.А. Кулинич, Е.Л. Турина // II - я Международная научно–практическая конференция «Актуальные вопросы науки и практики XXI в.» (27 февраля — 04 марта 2016 г. г. Нижневартовск): материалы. Издательский центр «Наука и практика», 2016. – С. 5 – 10.
100. Кузин, А.И. Фунгицидные свойства штамма *Bacillus subtilis* / А.И. Кузин, П.М. Киреченко, Н.И. Кузнецова и др. // Тезисы. докл. Всерос. конф. «Сельскохозяйственная микробиология в 19 – 21 веках», (С. – Петербург, 2001). – С. – Пб., 2001. – С. 30.
101. Лихочвор, В. Хімічний захист посівів гороху / В. Лихочвор // Пропозиція. – 2004. – № 4. – С. 52 – 55.
102. Логвинова, К.Т. Краткий агроклиматический справочник Украины / под ред. К.Т. Логвинова. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 256 с.
103. Лупашку, З.А. Оценка токсичности действия гербицидов на *R. japonicum* в чистой культуре / З.А. Лупашку, З.Ф. Бобейко, Г.Н. Волокан // Известия АН МолдССР. – 1987. №1. – С. 74 – 75.
104. Макашева, Р.Х. Горох. – Л.: Колос, 1973. – 312 с.
105. Манаєва, Н.Н. Урожайність гороху залежно від строків і способів застосування азотних добрив та системи захисту рослин / Н.Н. Манаєва // Карантин і захист рослин. – 2004. – №12. – С. 4 – 5.
106. Мандровська, Н.М. Симбіотичні властивості та біосинтетична діяльність *Rhizobium leguminosarum* Bv. Viciae шт. 250-а під впливом мінерального азоту / Н.М. Мандровська, О.Д. Кручова, Л.В. Косенко // Онтогенез рослин, біологічна фіксація азоту та азотний метаболізм. – Тернопіль, 2001. – С. 103 – 106.
107. Манорик, А.В. Фіксація молекулярного азоту симбіотичними системами / А.В. Манорик. – К.: Наукова думка, 1976. – 164 с.
108. Мартемьянова, Л.Е. Зернобобовые культуры: перспективы и применение / Л.Е. Мартемьянова, Ю.С. Савельева // Вестник Алтайской науки. – Барнаул, 2015. – №1. – С. 437 – 438.

109. Мартинюк, О.М. Особливості формування врожаю зернобобових культур залежно від технології вирощування в західному Лісостепу / О.М. Мартинюк // Матеріали наук. – практич. конф. молодих вчених (23-25 листопада 2004 р.). – Чабани, 2004. – С. 57 – 58.
110. Марчик, Т.П. Почвоведение с основами растениеводства: учеб. пособие / Т.П. Марчик, А.Л. Ефремов. – Гродно : ГрГУ, 2006. – 38 с.
111. Матющенко, Л.В. Методика определения силы роста семян / Л.В. Матющенко, З.М. Калошина, Б.С. Лихачев. – М.; 1983. – 14 с.
112. Мельничук, Т.Н. Рекомендации по эффективному применению биопрепаратов на основе фосфатмобилизирующих микроорганизмов в современной земледелии юга Украины. / Т.Н. Мельничук, С.В. Дидович и др. – Симферополь, 2008. – 16 с.
113. Мельничук, Т.Н. Рекомендації по ефективному застосуванню біопрепаратів комплексної дії при вирощуванні помідорів у Криму / Т.М. Мельничук, Т.Ю. Пархоменко, Л.М. Татарин та ін. – Сімферополь, 2008. – 12 с.
114. Мельничук, Т.Н. Рекомендації. Комплексне застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих, фосфатмобілізуючих мікроорганізмів, фізіологічних активних речовин і біологічних засобів захисту рослин / Т.Н. Мельничук, С.В. Дидович та ін. – К.: Аграрна наука, 2000. – 35 с.
115. Мельник, С.І. Рекомендації з ефективного застосування мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур. / С.І. Мельник, В.А. Жилкін, та ін – К.,2007. – 18 с.
116. Менкина, Р.А. Роль *Vasillium mega!egium* в питании растений / Р.А. Менкина // Тр. Института микробиологии АН СССР «Микроорганизмы и эффективное плодородие почвы» – М.; 1961 – № 11. – С. 238 – 245.
117. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1972.
118. Мильто, Н. И. Клубеньковые бактерии и продуктивность бобовых растений / Н.И. Мильто. – Минск: Наука и техника, 1982. – С 192. – 286.

119. Минеев, В.Г. Минеральные и органические удобрения – резерв увеличения производства растительного кормового белка / В.Г. Минеев, Н.А. Атрашкова // Минеральный и биологический азот в земледелии СССР: сб. ст. / под ред. Е.Н. Мишустина и др. – М.: Наука, 1985. – С. 12 – 27.
120. Мишустин, Е.Н. Клубеньковые бактерии и инокуляционный процесс / Е.Н. Мишустин, В.К. Шильникова. – М.: Наука, 1973. – 288 с.
121. Моргун, В. Бактеризація посівного матеріалу бобових / В. Моргун, С. Коць // Пропозиція. – 2007. - № 3. – С. 124 - 127.
122. Муромцев, Г.С., Микробный метаболит этилен как регулятор роста растений / Муромцев Г.С., Летунова С.В., Берез И.Г. и др. // Тез. докл. III Всесоюз. науч. конф. “Микроорганизмы в сельском хозяйстве”. – М.: Изд-во МГУ, 1986. – С. 6.
123. Муха, В.Д. О показателях, отражающих интенсивность и направленность почвенных процессов / В.Д. Муха // Сб. трудов Харьковского СХИ. – Харьков, 1980. – Т. 273. – С. 13 – 16.
124. Наукові основи сталого розвитку агроєкосистем України / за ред. О.І. Фурдичка. – К.: ДІА, 2013. – 702 с.
125. Наумкина, Т.С. Использование микробиологических препаратов для повышения эффективности симбиотических систем нута / Т.С. Наумкина, Г.Н. Суворова, А.Г. Васильчиков, и др. // Зернобобовые и крупяные культуры. - 2013. - №3 (7). - С.37 – 42.
126. Найдин, П.Г. Удобрения под зерновые и зернобобовые культуры. / П.Г. Найдин. – М.: Знание, 1964. – 31 с.
127. Некрасова, Н.А. Зернобобовые культуры – развивающееся направление в России / Н.А. Некрасова. – Омск, 2016 – 168 с.
128. Нетрусов, А.И. Экология микроорганизмов: учебн. для вузов. / А.И. Нетрусов, Е.А. Бонч-Осмоловская, В.М. Горленко и др. - М.: Изд. центр “Академия”, 2004. – 272 с.

129. Никитин, Д.И. Процессы очищения окружающей среды и паразиты бактерий (род *Bdellovibrio*) / Д.И. Никитин, Э.С. Никитина. – М.: Наука, 1978. – 205 с.
130. Николаев, Е.В. Научно обоснованная система земледелия Республики Крым / под ред. Е.В. Николаева, В.П. Гордиенко. – Симферополь : Таврида, 1994. – 351 с.
131. Николаев, Е.В. Крымское полеводство: справ. пособ./ Е.В. Николаев, Л.Г. Назаренко, М.М. Мельников. – Симферополь: Таврида, 1998. – 375 с.
132. Николаев, Е.В. Научно обоснованная система земледелия Крымской области / под ред. Е.В. Николаева и др. – Симферополь: Таврида, 1987. – 336 с.
133. Николаева, В.Т. Формирование симбиотического аппарата у сои в зависимости от условий выращивания в Приамурье / В.Т. Николаева, В.В. Русаков, Г.С. Посыпанов // Известия ТСХА – 1985. – №2. – С. 23 – 26.
134. Ничипорович, А.А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. / А.А. Ничипорович, - М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 135 с.
135. Орлов, В.П. Зернобобовые культуры и проблема биологического азота в земледелии СССР / В.П Орлов – М.: Наука, 1985. – 84 с.
136. Орлов, В.П. Зернобобовые культуры в интенсивном земледелии / В.П. Орлов, А.П. Исаев, С.И. Лосев, Л.Н. Гнетиева. – М.: Агропромиздат, 1986. – 206 с.
137. Павлова, В.Ф. Влияние *Agrobacterium radiobacter* на фосфорное питание растений / В.Ф Павлова, Горская О.И. // Бюл. ВНИИСХМ. – 1987. – № 47. – С. 26 – 28.
138. Парахин, Н.В. Сельскохозяйственные аспекты симбиотической азотфиксации / Н.В. Парахин, С.Н. Петрова. – М.: Колос, 2006. – 149 с.
139. Парахин, Н.В. Роль биопрепаратов в повышении симбиоза и продуктивности фасоли / Н.В. Парахин, Т.С Наумкина, А.А. Осин и др. // Вестник Орловского ГАУ. – 2008. – №4 – С. 2-4.
140. ПАТ. № 76153 Україна МПК А 01С 1/06 Спосіб бактеризації насіння фосформобілізуючими препаратами / Токмакова Л.М., Канівець В.І., Сорока

- В.І., Пасічник П.К., Близнюк Н.М. Ларченко І.В., Пищур І. М. – N20031212168; заявл. 23.12.2003; Опубл.17.07.2006, Бюл. 2006 - №7 14с.
141. Патыка, В.П. Микроорганизмы и биологическое земледелие / В.П. Патыка // Микробиология. - 1992. - Т. 55, №3. - С. 95-103.
142. Патыка, В.П. Формирование биоразнообразия и филотипичной структуры эубактериального комплекса в черноземе типичного при выращивании пшеницы озимой / Н.В. Патыка, С.П. Танчик, О.Ю. Колодяжный, Н.Ф. Ивонюк и др. // Доклады НАН Украины. – 2012. - №11. – С. 163 – 171.
143. Патыка, В.П. Мікроорганізми і альтернативне землеробство / В.П. Патыка, І.А. Тихонович, І.Д. Філіп'єв, В.В. Гамаюнова та ін. - К.: Урожай, 1993. – 176 с.
144. Патыка, В.П. Стан і перспективи досліджень мікробної азотфіксації / В.П. Патыка // Онтогенез рослин, біологічна фіксація молекулярного азоту та азотний метаболізм. – Тернопіль, 2001. – С. 111 – 115.
145. Патыка, В. П. Біологічний азот / В. П. Патыка, С. Я. Коць, В. В. Волкогон. - К.: Світ, 2003. – 424 с.
146. Патыка, В.П. Рекомендації по ефективному застосуванню біопрепаратів азотофіксуючих, фосфатмобілізуєчих мікроорганізмів і антогоністів фітопатогенних грибів при вирощуванні пшениці озимої на чорноземних ґрунтах і фітомеліорованих гірських породах. – К., 2005. – 14 с.
147. Патыка, В.П. Мікробна азотфіксація в сучасному кормовиробництві / В.П. Патыка, В.П. Петриченко// Корми і кормовиробництво: міжв.тем.наук.зб.- Винниця, 2004. – Вип. 53. – С. 3 – 11.
148. Патыка, В. П. Пошук мікроорганізмів для поліпшення фосфорного живлення кукурудзи / В. П. Патыка, Л.М. Токмакова // Бюл. ІСГМ. – 2000. – № 6. – С. 56 – 57.
149. Патыка, В.П. Колекція корисних мікроорганізмів для виробництва біологічних препаратів, які використовуються в землеробстві / В.П. Патыка, Л.М. Токмакова, Л.О. Асаулко // VI з'їзд Укр. тов. ґрунтознав. та агрохім. «Ґрун-

- тознавство та агрохімія на шляху до сталого розвитку України»: тез. доп. — Умань, 2002. – С. 272-273.
150. Патика, В.П. Вплив мікробіологічних препаратів на продуктивність кукурудзи / В.П. Патика, Л.М. Токмакова, Н.М. Близнюк та ін. // Вісник аграрної науки Причорномор'я. - 2001. - 1, № 3 (12). - С. 507-510.
151. Пащенко, О.И. Формування асиміляційної листової поверхні сої залежно від засобів основного обробітку ґрунту та рівня мінерального живлення / О.И. Пащенко // Бюлетень Інституту зернового господарства. – Дніпропетровськ, 2009. – №37. – С.41 – 45.
152. Пенчуков, В.М. Зернобобовые культуры в органо-биологических системах земледелия / В.М. Пенчуков // Сб. ст. науч.-метод. координац. совещ. „Научные основы создания моделей агроэкоотипов сортов и зональных технологий возделывания зернобобовых и крупяняных культур для различных регионов России” (Орел, март 1996). — Орел, 1997. — С. 9-14.
153. Петренко, Г.Я. Нитрагинизация семян бобовых культур – обязательный агроприем / Г.Я. Петренко // Бобовые и зернобобовые культуры (селекция, семеноводство и агротехника). – М.: Колос, 1966. – С. 121 – 132.
154. Петриченко, В.Ф. Бобові культури і сталий розвиток екосистем/ В.Ф. Петриченко, В.Ф. Камінський, В.П. Патика // Корми і кормовиробництво: межв. тем. наук. зб. – Вінниця, 2003. – Вип. 51. – С. 3 – 7.
155. Подгорный, П.И. Растениеводство. - 2-е изд., перераб. – М.: Сельхозиздат, 1963. – 480 с.
156. Половицкий, И.Я. Генетические и производственные особенности карбонатных черноземов предгорно-степного Крыма / И.Я. Половицкий, П.Г. Гусев, Р.А. Зенкова // Пути повышения урожайности полевых культур. – Одесса, 1979. – С. 43 – 47.
157. Половицкий, И.Я. Почвы Крыма и повышение их плодородия: справ. изд. / И.Я. Половицкий, П.Г. Гусев. - Симферополь: Таврия, 1987. – 152 с.

158. Посыпанов, Г.С. О роли симбиотического и минерального азота в питании бобовых культур / Г. С. Посыпанов // Доклады ТСХА. – 1974. - Вып. 204. - С. 41 - 46.
159. Посыпанов, Г.С. Энергетическая оценка технологии возделывания полевых культур / С.Г. Посыпанов, В.Е. Долгодворов. – М.: МСХА, 1995. – 36 с.
160. Посыпанов, Г.С. Методические аспекты изучения симбиотического аппарата бобовых культур в полевых условиях / Г.С. Посыпанов // Изв. ТСХА. – 1983. - Вып.5. - С. 17-26;
161. Посыпанов, Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха: [Справ. пособие] / Г.С. Посыпанов // – Москва : Агропромиздат, 1991. – 300 с.)
162. Посыпанов, Г.С. Интенсивность фотосинтеза у сои и фасоли в зависимости от величины симбиотического аппарата / Г.С. Посыпанов, Г.Х. Джамро, Т.П. Кобзева и др. // Известия ТСХА. – 1984. – №5. – С. 19 – 24.
163. Розвадовський, А.М. Зернобобові культури в інтенсивному землеробстві /А.М. Розвадовський, А.О. Бабич, В.Ф. Петриченко та ін.; за ред. А. М. Розвадовського. – К.: Урожай, 1990. - 176 с.
164. Романов, В.И. Фотоассимилянты в клубеньках гороха, различающегося по интенсивности азотфиксации / В.И. Романов, С.М. Алисова, И.А. Тихонович и др. // Прикладная биохимия и микробиология. –1985. – №2.– С. 228 – 233.
165. Романов, В.И. Энергетика симбиотической азотфиксации у бобовых и ее связь с фотосинтезом / В.И. Романов // Молекулярные механизмы усвоения азота растениями. - М.: Наука, 1983. - С. 92-121.
166. Самсонов, С.К. В союзе с микробами. / Самсонов, С.К. – М.: Знание, 1990. – 64 с.
167. Селянинов, Г.Т. Принципы агроклиматического районирования СССР// Вопросы агроклиматического районирования СССР.: сб. ст. / под ред. Ф.Ф. Давитая и А.И. Шульгина. – М.: изд-во МСХ СССР, 1958. – С. 7 – 13.

168. Сичкарь, В.И. Нут. Биологические особенности, технология выращивания и новые сорта. / В.И. Сичкарь, О.В. Бушулян, Н.З. Толкачев. – Одесса: СГИ-НАЦ СЕИС, 2004. – 19 с.
169. Січкарь, В. Технологія вирощування нуту в Україні /В. Січкарь, О. Бушулян // Пропозиція. – 2007. – №10. – С. 42 – 43.
170. Соловьев, Б.Ф. Суданская трава – высокопродуктивная кормовая культура. / Б.Ф. Соловьев. – М.: Колос, 1975. – 112 с.
171. СОУ 01.4 – 37 – 339:2005. [НАСІННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ. Технологічний процес нанесення мікробних препаратів: СОУ 01.4 – 37 – 339:2005. – [Чинний від 4.01.2006]. – К.: Держспоживстантарт України, 2006. – 9 с.
172. СОУ 01.11. – 37 – 782: 2008. [НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ ТА ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР. Технологічний процес нанесення мікробних препаратів. Загальні вимоги: СОУ 01.11. – 37 – 782: 2008. – [Чинний від 7.01.2009]. - К.: Держспоживстантарт України, 2009. – 14 с.
173. СОУ 01.11. – 37 – 783: 2008. [НАСІННЯ КУКУРУДЗИ]. Технологічний процес нанесення мікробних препаратів. Загальні вимоги: СОУ 01.11. – 37 – 782: 2008. – [Чинний від 7.01.2009]. - К.: Держспоживстантарт України, 2009. – 12 с.
174. Смирнов, В.В. Бактерии рода *Vacilius* – перспективный источник биологически активных веществ / В.В. Смирнов, И.В. Сорокоулова, И.В. Пинчук // Микробиология. – 2001. – Т. 63, №1. – С. 72 – 79.
175. Смородин, Г.С. Водно-физические свойства и водный режим южных черноземов Крыма в полевом севообороте / Г.С. Смородин, В.В. Паршиков // Почвоведение. – 1972. – №6. – С. 57 – 67.
176. Степанова, В.Н. Растениеводство / под ред. В.Н. Степанова. – М.: Колос, 1965. – 470 с.
177. Стоянова, Ю.С. Рост, фиксация азота и транспирация растений сои. Влияние температуры корней / Ю.С. Стоянова // Физиология растений. – 1997. – Т.44, №3. – С. 413 – 419.

178. Строна, И.Г. Методика изучения силы роста семян полевых культур. / И.Г. Строна – М.: Колос, 1964. – 24 с.
179. Суховицкая, Л.А. Выживаемость и ростстимулирующая активность внесенных в почву штаммов / Л.А. Суховицкая // Прикладная биохимия и микробиология. – 1998. - № 1. – С. 87 – 90.
180. Сядриста, О. Надійний захист гороху від шкідників і хвороб / О. Сядриста // Пропозиція. – 2000. – № 1. – С. 52 – 53.
181. Телекало, Н. В. Влияние инокуляции и внекорневых подкормок на урожайность сортов гороха / Н.В. Телекало // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2014 - №1(9). – С. 12 – 15.
182. Тильба, В.А. Аборигенная популяция ризобий сои основной соесеющей зоны России: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.07 / В.А. Тильба; Тихоокеанский институт биоорганической химии Дальневосточного отделения РАН. – Владивосток, 1998. – 46 с.
183. Тильба, В.А. О действии нитрагина и спонтанных клубеньковых бактерий на образования клубеньков у сои / В.А. Тильба, С.А. Бегун // Соя в Приамурье. – Благовещенск, 1975. – С. 149 – 158.
184. Тихонович, И.А. Азотфиксация и фотоассимилянты в клубеньках хлорофильных мутантов гороха / И.А.Тихонович, В.И. Романов, С.М. Алисова // Генетика. – 1985. – №21. – С. 1021 – 1025.
185. Тихонович, И.А. Специфичность взаимодействия бактерий и растений как пример образования интегрированных генетических систем / И.А. Тихонович // Проблемы экспериментальной ботаники. V Купревичские чтения.- Минск: Технологія, 2006. – С. 5 – 49.
186. Толкачев, Н.З. Предпосевная обработка семян бобовых культур ризоторфином / Н.З. Толкачев, А.В. Князев. – Симферополь, 1992. – 4 с. – (Реклам. информ. листок. Крымский ЦНТИ, №077-92).
187. Толкачев, Н.З. Способ усиления симбиотической азотфиксации в посевах сои на юге Украины / Н.З. Толкачев // СО ВАСХНИЛ. – 1987. – № 33. – С. 28-35.

188. Толкачев, Н.З. Биологическая агротехнология выращивания нута. / Н.З. Толкачев, Е.В. Шерстобоева, Т.Н. Мельничук и др. – Симферополь, 2002. – 3 с. – (Информ. листок / Крымский РЦНТИ, №2–2002).
189. Толкачев, М.З. Селекція бульбочкових бактерій на високоефективний симбіоз з сучасними сортами зернобобових культур / М.З. Толкачев, С.В. Дідович, Е.М. Турін та ін. // Тези доповідей Х з'їзду Товариства мікробіологів України (15-17 вересня, 2004). – Одеса: Астропринт, 2004. – С. 247.
190. Трепачев, Е.П. Биологический азот и органическое вещество в интенсивном земледелии / Е.П. Трепачев, М.С. Ягодина // Химизация сельского хозяйства. – 1991. - №11. – С. 26 – 32.
191. Трепачев, Е.П. Биологический и минеральный азот в земледелии: пропорции и проблемы / Е.П. Трепачев // Сельскохозяйственная биология. – 1980. – №2. – С. 178 – 179.
192. Трепачев, Е.П. Значение биологического и минерального азота в земледелии СССР / Е.П. Трепачев // Минеральный и биологический азот в земледелии СССР: сб. ст. / под ред. Е.Н. Мишустина и др. – М.: Наука, 1985. – С. 27 – 37.
193. Турина, Е.Л. Высокопродуктивные растительно-микробные системы в агроценозах бобовых культур / Е.Л. Турина, Дидович С.В., Кулинич Р.А. // Российская сельскохозяйственная наука. – 2015. - №3. – С. 28 – 30.
194. Турина, Е.Л. Применение биопрепаратов при выращивании гороха, чины, чечевицы и сои для формирования высокопродуктивных агроценозов в Крыму / Е.Л. Турина, Р.А. Кулинич // Аграрная Россия. – 2015. – №1. – С. 14 – 16.
195. Турин, Е.Н. Изучение взаимодействия отдельных сортов сои с различными штаммами *Bradyrhizobium japonicum* /Е. Н. Турин // Сельскохозяйственные науки: науч. тр. КГАТУ – Симферополь, 2005. – Вып. 89. – С. 218 – 223.

196. Турін, Е. М. Симбіотична азотфіксація сортів сої / Е. М. Турін //Тваринництво України. - 2008. - №3. – С. 32 – 34.
197. Умаров, М.М. Ассоциативная азотфиксация. / М.М. Умаров – М., 1986. – 136 с.
198. Федоров, М.В. Биологическая фиксация азота атмосферы / М.В. Федоров. - М.: Сельхозгиз, 1948. - 442с.
199. Хайлова, Г.Ф. Симбиотическая азотфиксирующая система бобовых растений / Г.Ф. Хайлова Г.Я. Жизневская // Агрохимия. – 1980. – №12. – С. 118 – 133.
200. Хамаков, Х.А. Влияние влагообеспеченности почвы на показатели симбиотической и фотосинтетической деятельности посевов гороха / Х.А. Хамаков // Зерновое хозяйство. – 2002. – №5. – С. 21 – 22.
201. Хамраева, М.К. Соя в Узбекистане / М.К. Хамраева, Д. Ерматова // Мат. V – ой межд. науч. – практ. конф. Молодых ученых посвященная 25 – летию ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия». с. Соленное Займище. – 2016. (11-13 мая 2016) –С. 33-35.
202. Хватова, Е.А. Горох в Северо-западной зоне / Е.А. Хватова, К.А. Жиглинская // Опыт выращивания кормовых бобов и гороха – М. – Л.:Сельхозгиз, 1962.– С. 15 – 25.
203. Хохлов, Н.Ф. Длительный полевой опыт 1912 – 2012. – Разд. 3 (п.3.5. Микробиологические исследования) / Н.Ф. Хохлов, М.А. Мазиров, Н.В. Патыка, Ю.В. Круглов // Краткие итоги научных исследований «Длительный полевой опыт – 2012». – М.: РГАУМСХА им. К.А. Тимирязева. 2013 – С. 16 – 26.
204. Хурцидзе, Т.Д. Распространение микроорганизмов, растворяющих минеральные фосфаты железа и алюминия, в ризосфере субтропических культур / Т.Д. Хурцидзе, В.Ф. Павлова // Субтропические культуры. – 1981. – № 4. – С. 137-138.
205. Цавкелова, Е.А. Образование ауксинов бактериями, ассоциированными с корнями орхидей / Е.А. Цавкелова, Т.А. Цердынцева, А.И. Нетрусов // Микробиология. – 2005. – Т. 74. - № 1. - С. 55-62.

206. Церлинг, В.В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур. справочник. – М.: Агропромиздат, 1990. – 235 с.
207. Чайковська, Л.О. Вплив фосфатмобілізувальних бактерій на активність мікрофлори темно-каштанового ґрунту в ризосфері ячменю ярого / Л.О Чайковська., М.І. Баранська, О.Л. Овсиенко, Е.Р. Якубова // Сільськогосподарська мікробіологія: міжв. тем. наук. зб. – Чернігів Вид-во Чернігівського ЦНТІ, 2008 - Вип 8. – С. 40 – 51.
208. Чайковська, Л.О. Рекомендації по ефективному застосуванню біопрепаратів на основі фосфатмобілізуючих мікроорганізмів у сучасному землеробстві Півдня України. – Сімферополь, 2004. - 9 с.
209. Чекмарев, П.А., Рациональные подходы к решению проблемы белка в России / П.А. Чекмарев, А.И. Артюхов // Достижение науки и техники АПК. – 2011. –№ 6. – С.5 – 8.
210. Чундерова, А.И. О взаимоотношениях клубеньковых бактерий с растением-хозяином и перспектива повышения эффективности симбиоза /А.И. Чундерова // Клубеньковые бактерии и их использование в земледелии. – Л., 1980.– С. 7–29.
211. Шишкина, А. Однолетние бобовые культуры. /А. Шишкина – М.: Моск. рабочий, 1965. – 119 с.
212. Щигорцова, Е.Л. Разработка элементов технологии возделывания нута, гороха, чины и чечевицы в условиях орошения в центральной Степи Крыма: дис... канд. с.-х. наук: 06.01.09. / Е.Л. Щигорцова. – Симферополь, 2005. – 148 с.
213. Щигорцова, Е.Л. Изучение симбиотической азотфиксации сортов гороха // Сельскохозяйственные науки: науч. тр. КГАТУ – Симферополь, 2005. – Вып. 89. – С. 224 – 231.
214. Щигорцова, Е.Л. Технологии возделывания гороха в Крыму на фоне инокуляции семян / Е.Л. Щигорцова, Ф.Ф. Адамень // Матеріали наук. – практич. конф. молодих вчених (23-25 листопада 2004 р.). – Чабани, 2004. – С. 56 – 57.

215. Щигорцова, О. Вплив штамів бульбочкових бактерій на зернобобові культури / О. Щигорцова // Тваринництво України. - 2008. - №3. - С. 37 – 38.
216. Щигорцова, О.Л. Вирощування бобових культур – чини, сочевиці, гороху, нуту в Криму без застосування азотних добрив // Зб. матеріалів Всеукраїнської наук. – практич. конф. «Проблеми та перспективи ведення землеробства в посушливій зоні Степу України». – Херсон, 2009. – С. 161 – 163.
217. Щигорцова, О.Л. Дослід вирощування зернобобових культур в Кримському інституті АПВ УААН у 2008 році / О.Л. Щигорцова // Матеріали наук. – практич. конф. мол. вчених та спеціалістів «Сільське господарство – від кризи до розвитку», (11-12 червня 2009 р., с. Клепиніне). – Клепиніне, 2009. – С. 53 – 58.
218. Яковлева, З.М. Влияние окислов металлов на бобово-ризобиальный симбиоз / З.М. Яковлева // Микробиология. – 1984. – Т. 53, № 2. – С. 308 – 312.
219. Atkins, C.A. Efficiencies and inefficiencies in the Legume Rhizobium symbiosis a review // Plant and Soil. – 1984. – 82. – №3. – P. 273 – 284.
220. Atkins, C.A. The economy of carbon and nitrogen – fixing annual legumes / C.A. Atkins, D.E. Harridge, J.S. Pate // Isotopes Biol. Dinitrogen Fixation. – Vienna, – 1978. – P. 211 – 240.
221. Bennet, J.M. Drought and flooding effects on N₂ fixation, water relations and diffusive resistance of soybean / J.M. Bennet, S.L. Albrecht // Agron. J. - 1984. - 76, №5. - P. 735-740.
222. Berkun, P. Anaerobic growth and denitrification among different serogroups of soybean Rhizobia / P. van Berkun, H. Keyser Harold // Appl. And Environ. Microbiol. – 1985. - Vol. 49, №4. – P. 772-777.
223. Belimon, A.A. Interaction between barley and mixed cultures of nitrogen fixing and phosphatolubilizing bacteria / A.A. Belimon, A.P. Kojemiakov, C.V. Chuvarliyva // Plant and Soil. – 1995. № 1. – С. 29 – 37.
224. Chalifour, K., Effect of nitrate application on nitrate reductase and symbiotic dinitrogen fixation in bean and pea/ K. Chalifour, L.M. Nelson // Can. J.Bot. – 1988. – V. 66. - №8. – P. 1646 – 1652.

225. Chekalina, U.V. Microbiological soil chernozem – south with use of No – till technology / U.V. Chekalina, T.N. Melnichuk, L.N. Tatarin // 40th Annual meeting of ESNA Particular focus of the conference: “Advanced methods for a sustainable agriculture” and Seventh scientific conferences “Durable agriculture – agriculture of the future” (7th – 10th September, 2011), Graiova – Romania. – P. 76 – 77.
226. Daniel, R. M. Anaerobic growth and denitrification by *R. japonicum* and other rhizobia / R.M. Daniel, I.M. Smith, J.A.D. Philip et al. // J. Gen. Microbial. – 1980. – Vol. 120, № 2. – P. 517- 521.
227. Dart, P.J. Nitrogen fixation associated with sorghum and millet / P.J. Dart, R.V. Subba Rao // Int. Workshop Assoc. N₂- fixation, Piracicaba. – 1979. – Abster. West Palm. Dtfch, Fla, s. a. 20.
228. De Veau Edward. Photosynthesis and photosynthetic partitioning in N₂-fixing soybeans / De Veau Edward J., Robinson J.M., Warambrodt R.D., Van Berkum Peter // Plant Physiology. – 1990. – №1. – P. 259 – 267.
229. Domenach Anne-Marie. Use of 15 N natural abundance methods for the study of symbiotic fixation of field-grown soybeans. Influence of fixation on assimilation and effect of water conditions on these two functions / Anne-Marie Domenach, A Corman. // Soil Sci. and Plant Nutr. – 1985. – №3. – P. 311 – 321.
230. Domey, S. Lippman, G. Stimulierung der Phosphataufnahme von Winterweizen durch phosphormobilisierende Bakterien / S. Domey, G. Lippman // Tagingsdber Acad. Landwirtschaftswiss DDR. – 1988. – P. 207 – 210.
231. Durand, I.L. Nitrogenase activity, photosynthesis and nodule water potential in soybean plants experiencing water deprivation / Durand I.L., Sheehy I.E., Minchin F.R. // J. Exp. Botany. – 1987. – №187. – P. 311 – 321.
232. England, K.S. Bacterial survival in soil: effect of clays and Protozoa / K.S. England, H. Lee, J.T. Trevors // Soil Biol. Biochem. - 1993. - Vol. 25. - P. 525 - 531.
233. Evans, I. N₂ – fixation and its value to soil N increase Lipini, field and other legumes in south. – eastern Australia/ I. Evans, G.E. O'Connor, G.L. Turnen et al. // Aust.I. Agr. Res. – 40. - №4. – P. 791 – 805.

234. Evans, J. Response of soybeans – Rhizobium symbioses to mineral nitrogen // Plant and Soil. – 1982. – № 3. – P. 439 – 442.
235. Fiabig, B. Effect of VA mycorrhizal on dry weight and phosphorus content in shoots of cereal crops fertilized with rock phosphate at different soil pH and temperature levels / B. Fiabig, A.M. Moawad W. Ahtnich, // Z. Pflanzener nahr. Bodenkd. – 1989. - P. 255 -259.
236. Giaminiazzi – Pearson V. Mycorrhizae: a potential for better use of phosphate fertilizer // Fert. And Agr. – 1986. № 92. – P. 3 – 12.
237. Gold, M.V. Sustainable Agriculture: Definitions And Terms. 1999. Available National Agriculture Library; http://www.nal.usda.gov/afsic/AFSIC_pubs/srb9902/htm.
238. Hardy R.W.F., Holsten R.D., Jackson E.K., Burns R.G. The acetylene-ethylene assay for N₂ fixation laboratory and field evaluation // Plant. Physiol. – 1968. – Vol. 42, № 8. – P. 1185-1207).
239. Hardarson, G. Field evaluation of symbiotic nitrogen fixation by rhizobial strains using ¹⁵N methodology / G Hardarson, F Zapata., S.K.A. Danso // Plant and Soil. – 1984. – №3. – P. 369 – 370.
240. Heatherly, L. Vegetative development of soybeans grown on different soil types / L. Heatherly, W. Russeli // Field Crops Res. – 1979. – 2, – P.135 – 143.
241. Illmer, P. Solubilisation of hardlysoluble ALFO₄ with P - solubilizing microorganisms / P. Illmer, A. Barbato, F. Schirner. // Soil Biol. And Biocem. - 2003. - №3. - P. 265-270.
242. Indira, B.N. Herbaspirillum associated with forage grasses/ B.N. Indira, D.J Bagyaraj // Proc. Indian Nat. Sci. Acad. B. – 1996. -Vol. 63. - № 1. – P. 25-30.
243. Jardim, J.R. Important limiting factors in soil for the Rhizobium legume symbiosis: Biological nitrogen fixation. Ecology, technology and physiology / J.R. Jardim, J.R. Freire. – New York; Londod, 1983. – P. 55 – 75.
244. Jorin, B. J. Imperial Genomic structure of a soil *Rhizobium Leguminosarum* bv. *viciae* population // 11th European Nitrogen Fixation Conference, Costa Adeje, Tenerife, Spain (7-10 September, 2014). – P. 45.

245. Kalaghatagi, S.B. Economising application of nitrogen phosphorus through bio-fertilizers in pear millet under dryland conditions / S. B. Kalaghatagi, C. J. Itnal, D.J. Jirali, M.S.Nagod // J. Maharashtra Agr. Univ. – 1996. – 21 № 1. – P 28 – 30.
246. Kundu, B.S. Effect of nitrogenfixing and phosphatesolubilising microorganisms as single and Composite inoculants in cotton / B.S. Kundu, A.C Gaur // Indian J. Microbiol/ - 1980. № 3. - P 225 – 229.
247. Kundu, B.S. Establishment of nitrogenfixing and phosphatesolubilising bacteria in rhizosphere and their effect on yield and nutrient uptake of wheat crop / B.S. Kundu, A.C. Gaur // Plant and Soil. – 1980. – 57, № 2 – 3. – P. 223 – 230.
248. Latimore, M.I. Effect of ammonium and nitrates nitrogen upon photosynthesis supply and nitrogen fixation by soybeans / M.I. Latimore, L Giddens, D.A. Ashley // Crop. Sci. – 1977. – №17. – P. 399 – 404.
249. Liu, J. Yang Symbiotic promiscuity in *Parasponia rugose* / J. Liu, W. Liu, // 11th European Nitrogen Fixation Conference. – Costa Adeje, Tenerife, Spain (7-10 September 2014.). – P. 272.
250. Martyniuk, S. Effect of agricultural practices on populations of Rhizobium in some field experiments/ A. Wozniakiwska, M. Martyniuk // Pap of the International Conference «Diversity of microbial species and Regulation of their Activity», Vilnius, Sept. 30 Oct, 1999: / Bot. Lithuan.-1999. – Suppl. 3.- P. 99-102.
251. Maria Harrison. Arbuscule development during am symbiosis / Daniela Floss, Hee-Jin Park, Julen Levy, Xinchun Zhang. // 1st Molekular Mycorrhiza Meeting // Munich, Germany 06.-07. 09.2012. P – 25.
252. Melnichuk, T.N. The interaction paenibacillus *Polimyxa* and *Lycopersicon esculentum* Mill. / T.N. Melnichuk, N.K. Sherstoboev, L.N. Tatarin, I.A. Kameniva // 40th Annual meeting of ESNA Particular focus of the conference: “Advanced methods for a sustainable agriculture” and Seventh scientific conferences “Durable agriculture – agriculture of the future” (7th – 10th September, 2011), Graiova – Romania. – P. 29.

253. Natalia Requena. Root sweet home: sugar partitioning in arbuscular mycorrhiza. / Natalia Requena., Nicole Helber, Nina Baumann. // 1st Molekular Mycorrhiza Meeting // Munich, Germany 06.-07. 09.2012. P 19.
254. Park, S.J. Identification and characterization of common bean (*Rhaseolus vulgaris* L.) lines well nodulated in the presence of high nitrate / S.J. Park, B.R. Buttery // *Plant and Soil*. - 1999. - 119, №2. - P. 237-244.
255. Pate, J. Comparative studies of carbon and nitrogen nutrition of selected grain legumes / J. Pate, F.R. Minchin // *Advances in Legume Sci.* – Kew, Richmond, 1980. – P. 105 – 114.
256. Ray, D. Nitrogen fixation genetics and regulation: past, present and future /D. Ray // 11th European Nitrogen Fixation Conference, Costa Adeje, Tenerife, Spain (7-10 September, 2014). – P. 29 – 30.
257. Stregman, E.C. Soybean yields as influenced by timing of ET deficits // *Trans. ASAE*. – 1989. – №2. – P. 551 – 557.
258. Stregman, E.C. Soybean yields as influenced by timing of ET deficits // *Trans. ASAE*. – 1989. – №2. – P. 551 – 557.
259. Sutton, W.D. The Rhirobium bacterial state / C.E. Pankhurst, A.S. Graing // *Intern. Ren. Cytology*. – 1981. – №13. – P. 149 – 156.
260. Triplett, E.W. Crop rotation effects on populations of *Bradyrhizobium japonicum* and *Rhizobium meliloti* / E.W. Triplett, K.A Albrecht., E.S. Oplinger // *Ibid.* - 1993. - Vol.25. - P. 781 - 784.
261. Ulyanchenka A., Dokuchaev V.V., Shkuratov A, Implementation of the eco-innovation projects in agricultural enterprises [Электронный ресурс]: <http://5fan.info/bewrnajgernaatyrna.html> .
262. Vance, C.P. Symbiotic nitrogen fixation and phosphorus acquisition in a world of declining renewable resources / C.P. Vance // *Plant Physiology*. – 2001. - vol. 127. – P.390 - 397.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Метеорологические условия в годы исследований (2010-2011 гг.)

Год	Месяцы	Температура воздуха, °С					Осадки, мм				
		за декаду			за месяц	средне- много- летняя	за декаду			за месяц	средне- много- летние
		I	II	III			I	II	III		
2010- 2011	Декабрь	4.1	5.6	2.9	4.2	1.9	4.3	3.4	22.5	31.2	39
	Январь	-1.5	2.0	-3.0	-0.8	-1.2	10.5	14.3	29.2	29.3	32
	Февраль	1.5	-4.3	-3.2	-2.0	-0.5	2.1	5.1	4.9	6.1	30
	Март	-1.8	3.6	6.0	2.6	3.1	2.8	0.0	8.5	18.7	31
	Апрель	7.3	8.5	10.4	8.7	10.0	27.0	1.5	1.2	37.5	28
	Май	11.5	15.7	20.4	15.3	15.7	52.3	9.5	39.3	58.3	42
	Июнь	21.3	21.5	20.1	21.0	19.9	16.3	0.0	22.9	60.6	59
	Июль	21.9	26.1	26.5	24.8	22.2	0.0	0.0	0.7	12.0	42
	Август	22.4	23.0	21.7	22.4	21.5	0.0	0.3	0.6	12.8	32
	Сентябрь	19.9	19.9	15.7	18.5	16.6	3.8	0.0	2.4	8.1	33
	Октябрь	16.1	9.3	5.8	10.4	10.4	3.4	0.0	2.1	53.3	27
	Ноябрь	2.9	1.1	1.9	2.0	5.9	0.6	0.0	1.2	3.3	33
	итого	-	-	-	10.6	10.4	-	-	-	331.2	428

Метеорологические условия в годы исследований (2011-2012 гг.)

Год	Месяцы	Температура воздуха, °С					Осадки, мм				
		за декаду			за месяц	средне- много- летняя	за декаду			за месяц	средне- много- летние
		I	II	III			I	II	III		
2011- 2012	Декабрь	4.9	7.0	2.4	4.8	1.9	5.3	3.4	22.5	31.2	39
	Январь	4.9	-9.4	-4.0	-2.8	-1.2	13.9	14.3	29.2	57.4	32
	Февраль	-14.3	-5.6	1.1	-6.3	-0.5	4.6	5.1	4.9	14.6	30
	Март	-1.7	3.3	6.4	2.7	3.1	8.2	0.0	8.5	16.7	31
	Апрель	9.8	12.7	17.3	13.3	10.0	13.3	1.5	1.2	16.0	28
	Май	20.5	20.9	17.8	19.7	15.7	0.1	9.5	39.3	48.9	42
	Июнь	21.0	25.0	23.8	23.3	19.9	0.5	0.0	22.9	23.4	59
	Июль	24.5	25.5	28.0	26.0	22.2	12.1	0.0	0.7	12.8	42
	Август	27.1	22.4	22.7	24.1	21.5	7.6	0.3	0.6	8.5	32
	Сентябрь	19.2	19.2	19.5	19.3	16.6	0.0	0.0	2.4	2.4	33
	Октябрь	17.8	15.8	13.6	15.7	10.4	1.1	0.0	2.1	3.2	27
Ноябрь	11.1	5.2	7.8	9.0	5.9	17.3	0.0	1.2	18.5	33	
	Итого	-	-	-	12.3	10.4	-	-	-	235.6	428

Год	Месяцы	Температура воздуха, °С					Осадки, мм				
		за декаду			за месяц	средне- много- летняя	за декаду			за месяц	средне- много- летние
		I	II	III			I	II	III		
2012- 2013	Декабрь	6.5	-0.4	-1.2	1.6	1.9	9.7	11.5	7.7	28.9	39
	Январь	-0.2	3.1	3.4	2.1	-1.2	7.2	12.2	12.7	32.1	32
	Февраль	6.3	2.2	1.9	3.5	-0.5	7.1	16.8	2.0	25.9	30
	Март	4.3	6.6	3.8	4.9	3.1	11.3	13.7	16.9	41.9	31
	Апрель	10.3	9.9	14.6	11.6	10.0	25.1	0.3	0.3	33.0	28
	Май	19.0	18.9	21.7	19.9	15.7	0.0	2.6	0.4	3.0	42
	Июнь	19.1	23.1	25.1	22.4	19.9	22.5	8.0	13.3	43.8	59
	Июль	24.2	24.3	23.0	23.8	22.2	49.3	1.2	1.5	52.0	42
	Август	24.5	26.0	23.4	24.6	21.5	9.7	0.0	0.7	10.4	32
	Сентябрь	16.2	17.7	12.1	15.4	16.6	16.2	57.2	10.5	83.9	33
	Октябрь	5.8	11.1	10.1	9.0	10.4	67.8	9.7	1.3	78.8	27
	Ноябрь	10.1	5.9	6.2	7.4	5.9	3.6	0.9	1.8	6.3	33
	ИТОГО	-	-	-	12.2	10.4	-	-	-	440	428

Технологическая карта производства зерна гороха на орошаемых землях Крыма

Площадь – 100 га, предшественник – озимая пшеница

Норма высева – 1,0 млн./га, способ посева – рядовой (с междурядьями 15 см)

Предпосевная обработка семян гороха полифункциональными биопрепаратами

Операция	Показатель, характеризующий операцию	Состав агрегата		Обслуживающий персонал, человек	Выработка за час эксплуатационного времени	Ожидаемая продолжительность работы, дней	Расход горючего, электроэнергии на единицу работы, кг., л., кВт.ч	Затраты труда на 1 га, чел.ч
		трактор, автомобиль, эл. двигатель	С.-х. машина					
Лушение стерни	на глубину 6-8 см	МТЗ 82.1	БДП-3,2	1	8,7 га	вслед за уборкой предшественника	2,6	0,13
Второе лушение по отросшим сорнякам	на глубину 10-12 см	МТЗ 82.1	БДП-3,2	1	8,2 га	2-3	2,8	0,14
Вспашка зяби	на глубину 20-22 см	Т-150К	ПЛП-6-35	1	1,3	10	18,2	0,77
Ранневесеннее боронование зяби	1 след	МТЗ 82.1	СФ-21, БЗСС-1,0	1	10,4	1-2	1,1	0,09
Предпосевная культивация	на глубину 6 см	МТЗ 82.1	КПС -4	1	1,4	7-8	10	0,33
Обработка семян (инокуляция)	0,2 кг препарата на 200 кг гороха	эл. двигатель 4,5 кВт	ПС-10	2	10,0 т	1	0,36	0,20
Загрузка и транспортировка семян и загрузка сеялок	200 кг/га	УЗСА-40	-	2	2,5 га	5	0,8	0,80

Сев гороха	на глубину 6 см	МТЗ-80	СПЧ-6М	1	10 га	5	7,1	1,00
Прикатывание посевов	в 1 след	МТЗ-80	СП-11 ЗККШ-6	1	9,0 га	1,2	1,2	0,11
Довсходовое боронование	в 1 след	МТЗ-80	СГ-21 БЗСС-1,0	1	10,4 га	1-2	1,1	0,09
Нарезка временных оросителей	2 следа	ДТ-75М	Д-716	1	3 км	5	12,4	1,0
Первый вегетационный полив	норма 400-500 м ³ /га	ДТ-75М	ДДА-100МА	2	1,0	8	14,1	2,0
2-3 поливы	норма 400-500 м ³ /га	ДТ-75М	ДДА-100МА	2	1,0	8	14,1*3	2,0*3
Транспортировка воды для приготовления раствора инсектицида	1,0 л в 300-400 л воды	АЦ-4,2 53А	-	1	4,5 га	в потоке с опрыскиванием	0,8	0,22
Приготовление раствора инсектицида	Би-58 новый, 40% к.е. 0,5-0,9 л/га в 300-400 л воды	МТЗ-80	ВР-3М	2	2,5 га	то же	0,7	0,80
Опрыскивание растений инсектицидом	300-400 л/га	МТЗ-80	ПОУ-15	1	4,5 га	2-3	1,1	0,22
Уборка гороха	прямое комбайнирование	-	Дон-1500	1	1,5 га	10	14,4	1,2
Транспортировка зерна на ток до 5 км	-	ЗИЛ ММЗ 555	-	1	5 т	10	0,9	0,22
Очистка и сушка зерна	-	-	КЗС-20Ш ОБВ-100	2	3,0 т	10	50 34,3	1,66

Технологическая карта производства зерна чины на орошаемых землях Крыма

Площадь – 100 га, предшественник – озимая пшеница

Норма высева – 1,0 млн./га, способ посева – рядовой (с междурядьями 15 см)

Предпосевная обработка семян чины полифункциональными биопрепаратами

Операция	Показатель, характеризующий операцию	Состав агрегата		Обслуживающий персонал, человек	Выработка за час эксплуатационного времени	Ожидаемая продолжительность работы, дней	Расход горючего, электроэнергии на единицу работы, кг., л., кВт.ч	Затраты труда на 1 га, чел.ч
		трактор, автомобиль, эл. двигатель	С.-х. машина					
Лущение стерни	на глубину 6-8 см	МТЗ 82.1	БДП-3,2	1	8,7 га	вслед за уборкой предшественника	2,6	0,13
Второе лущение по отросшим сорнякам	на глубину 10-12 см	МТЗ 82.1	БДП-3,2	1	8,2 га	2-3	2,8	0,14
Вспашка зяби	на глубину 20-22 см	Т-150К	ПЛП-6-35	1	1,3	10	18,2	0,77
Ранневесеннее боронование зяби	1 след	МТЗ – 82.1	СФ-21, БЗСС-1,0	1	10,4	1-2	1,1	0,09
Предпосевная культивация	на глубину 6 см	МТЗ 82.1	КПС -4	1	1,4	7-8	10	0,33
Обработка семян (инокуляция)	0,2 кг препарата на 180 кг семян	эл. двигатель 4,5 кВт	ПС-10	2	10,0 т	1	0,36	0,20
Загрузка и транспортировка семян и загрузка сеялок	180 кг/га	УЗСА-40	-	2	2,5 га	5	0,8	0,80

Сев чины	на глубину 6 см	МТЗ-82.1	СПЧ-6М	1	10 га	5	7,1	1,00
Прикатывание посевов	в 1 след	МТЗ-82.1	СП-11 ЗККШ-6	1	9,0 га	1,2	1,2	0,11
Довсходовое боронование	в 1 след	МТЗ-82.1	СГ-21 БЗСС-1,0	1	10,4 га	1-2	1,1	0,09
Послевсходовое боронование	в 1 след	МТЗ-82.1	СГ-21 БЗСС-1,0	1	8,0 га	1-2	0,8	0,12
Нарезка временных оросителей	2 следа	ДТ-75М	Д-716	1	3 км	5	12,4	1,0
Первый вегетационный полив	норма 400-500 м ³ /га	ДТ-75М	ДДА-100МА	2	1,0	8	14,1	2,0
2-3 поливы	норма 400-500 м ³ /га	ДТ-75М	ДДА-100МА	2	1,0	8	14,1*3	2,0*3
Уборка зерна чины	прямое комбайнирование	-	Дон-1500	1	1,5 га	10	14,4	1,2
Транспортировка зерна на ток до 5 км	-	ЗИЛ ММЗ 555	-	1	5 т	10	0,9	0,22
Очистка и сушка зерна	-	-	КЗС-20Ш ОБВ-100	2	3,0 т	10	50 34,3	1,66

Технологическая карта производства зерна чечевицы на орошаемых землях Крыма

Приложение 6

Площадь – 100 га, предшественник – озимая пшеница

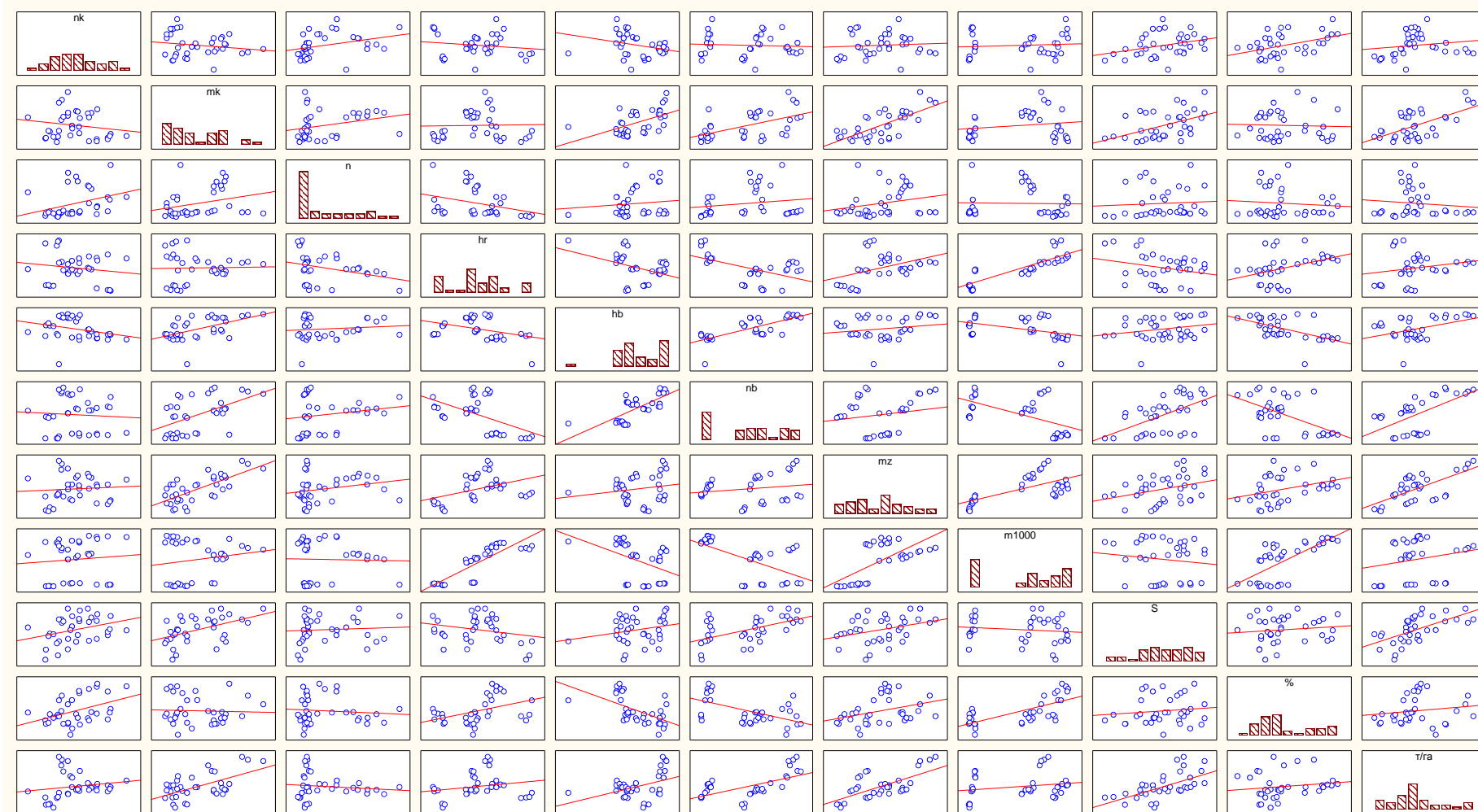
Норма высева – 2,6 млн./га, способ посева – рядовой (с междурядьями 15 см)

Предпосевная обработка семян чины полифункциональными биопрепаратами

Операция	Показатель, характеризующий операцию	Состав агрегата		Обслуживающий персонал, человек	Выработка за час эксплуатационного времени	Ожидаемая продолжительность работы, дней	Расход горючего, электроэнергии на единицу работы, кг., л., кВт.ч	Затраты труда на 1 га, чел.ч
		трактор, автомобиль, эл. двигатель	С.-х. машина					
Лущение стерни	на глубину 6-8 см	МТЗ 82.1	БДП-3,2	1	8,7 га	вслед за уборкой предшественника	2,6	0,13
Второе лущение по отросшим сорнякам	на глубину 10-12 см	МТЗ 82.1	БДП-3,2	1	8,2 га	2-3	2,8	0,14
Вспашка зяби	на глубину 20-22 см	Т-150К	ПЛП-6-35	1	1,3	10	18,2	0,77
Ранневесеннее боронование зяби	1 след	МТЗ-82.1	СФ-21, БЗСС-1,0	1	10,4	1-2	1,1	0,09
Предпосевная культивация	на глубину 6 см	МТЗ-82.1	КПС – 4	1	1,4	7-8	10	0,33
Обработка семян (инкуляция)	0,2 кг препарата на 150 кг семян	эл. двигатель 4,5 кВт	ПС-10	2	10,0 т	1	0,36	0,20
Загрузка и транспортировка семян и загрузка сеялок	150 кг/га	УЗСА-40	-	2	2,5 га	5	0,8	0,80

Сев чечевицы	на глубину 6 см	МТЗ-80	СПЧ-6М	1	10 га	5	7,1	1,00
Прикатывание посевов	в 1 след	ДТ-75М	СП-11 ЗККШ-6	1	9,0 га	1,2	1,2	0,11
Довсходовое боронование	в 1 след	МТЗ-82.1	СГ-21 БЗСС-1,0	1	10,4 га	1-2	1,1	0,09
Послевсходовое боронование	в 1 след	МТЗ-82.1	СГ-21 БЗСС-1,0	1	8,0 га	1-2	0,8	0,12
Нарезка временных оросителей	2 следа	ДТ-75М	Д-716	1	3 км	5	12,4	1,0
Первый вегетационный полив	норма 400-500 м ³ /га	ДТ-75М	ДДА-100МА	2	1,0	8	14,1	2,0
2-3 поливы	норма 400-500 м ³ /га	ДТ-75М	ДДА-100МА	2	1,0	8	14,1*3	2,0*3
Раздельная уборка-скашивание в валки	при побурении 45-50 % нижних бобов	СК-5 "Нива"	ЖВН-6	1	2,5	5	6,0	0,7
Подбор валков	через 2-4 дня, по мере просушки валков	Дон-1500	-	1	1,5 га	10	14,4	1,2
Транспортировка зерна на ток до 5 км	-	ЗИЛ ММЗ 555	-	1	5 т	10	0,9	0,22
Очистка и сушка зерна	-	-	КЗС-20Ш ОБВ-100	2	3,0 т	10	50 34,3	1,66

Корреляции симбиотических показателей, элементов продуктивности и качества зерна гороха, чины, чечевицы в агроценозах (графическое изображение)



Показатели экономической эффективности гороха (2011-2013 гг.)

Год	Вариант	Урожайность, т/га	Стоимость валовой продукции, руб./га	Общие затраты, руб./га	Себестоимость, руб./т	Чистая прибыль, руб./га	Уровень рентабельности, %
2011	Ризобифит	2,52	47880,00	30711,74	12187,20	17168,26	55,9
	Р+Ф+Б	2,87	54530,00	30806,74	10734,06	23723,26	77,0
	Р+П+Б	2,59	49210,00	30806,74	11894,49	18403,26	59,7
	Р+А+Б	2,54	48260,00	30806,74	12128,64	17453,26	56,7
2012	Ризобифит	2,14	42800,00	30711,74	14351,28	12088,26	39,4
	Р+Ф+Б	2,64	52800,00	30806,74	11669,22	21993,26	71,4
	Р+П+Б	2,42	48400,00	30806,74	12730,06	17593,26	57,1
	Р+А+Б	2,39	47800,00	30806,74	12889,85	16993,26	55,2
2013	Ризобифит	1,68	33600,00	30711,74	18280,80	2888,26	9,4
	Р+Ф+Б	2,01	40200,00	30806,74	15326,74	9393,26	30,5
	Р+П+Б	1,64	32800,00	30806,74	18784,60	1993,26	6,5
	Р+А+Б	1,71	34200,00	30806,74	18015,64	3393,26	11,0

Показатели экономической эффективности чины (2011-2013 гг.)

Год	Вариант	Урожайность, т/га	Стоимость валовой продукции, руб./га	Общие затраты, руб./га	Себестоимость, руб./т	Чистая прибыль, руб./га	Уровень рентабельности, %
2011	Ризобифит	2,10	43890,00	24483,47	116587,95	19406,53	79,3
	Р+Ф+Б	2,35	49115,00	24578,47	10458,92	24536,53	99,8
	Р+П+Б	2,69	56221,00	24578,47	9136,98	31642,53	128,7
	Р+А+Б	2,20	45980,00	24578,47	11172,03	21401,53	87,1
2012	Ризобифит	3,94	86680,00	24483,47	62140,79	62196,53	254,0
	Р+Ф+Б	4,35	95700,00	24578,47	5650,22	71121,53	289,4
	Р+П+Б	4,55	100100,00	24578,47	5401,86	75521,53	307,3
	Р+А+Б	4,26	93720,00	24578,47	5769,59	69141,53	281,3
2013	Ризобифит	1,94	42680,00	24483,47	126203,45	18196,53	74,3
	Р+Ф+Б	2,21	48620,00	24578,47	11121,48	24041,53	97,8
	Р+П+Б	2,24	49280,00	24578,47	10972,53	24701,53	100,5
	Р+А+Б	1,91	42020,00	24578,47	12868,31	17441,53	71,0

Показатели экономической эффективности чечевицы (2011-2013 гг.)

Год	Вариант	Урожайность, т/га	Стоимость валовой продукции, руб./га	Общие затраты, руб./га	Себестоимость, руб./т	Чистая прибыль, руб./га	Уровень рентабельности, %
2011	Ризобифит	2,10	64050,00	26530,44	12633,54	37519,56	141,4
	Р+Ф+Б	2,42	73810,00	26625,44	11002,25	47184,56	177,2
	Р+П+Б	2,17	66185,00	26625,44	12269,79	39559,56	148,6
	Р+А+Б	2,29	69845,00	26625,44	11626,83	43219,56	162,3
2012	Ризобифит	3,18	98580,00	26530,44	8342,91	72049,56	271,6
	Р+Ф+Б	3,55	110050,00	26625,44	7500,12	83424,56	313,3
	Р+П+Б	3,07	95170,00	26625,44	8672,78	68544,56	257,4
	Р+А+Б	3,52	109120,00	26625,44	7564,05	82494,56	309,8
2013	Ризобифит	1,15	35650,00	26530,44	23069,95	9119,56	34,4
	Р+Ф+Б	1,23	38130,00	26625,44	21646,70	11504,56	43,2
	Р+П+Б	0,95	29450,00	26625,44	28026,78	2824,56	10,6
	Р+А+Б	1,18	36580,00	26625,44	22563,93	9954,56	37,4

Биологические минимумы и хозяйственные оптимумы температуры воздуха (°С) в раз
периоды развития зернобобовых культур

Культура	Минимум			Оптимум			
	формирование вегетативных органов	формирование генеративных ор- ганов и цветение	плодоношение	появление всходов	формирование вегетативных органов	формирование генеративных органов и цве- тение	плодоношение
	число дней	число дней	число дней	число дней	число дней	число дней	число дней
Горох	4-5	10-12	12-10	6-12	12-16	16-20	16-21
Чина	4-5	10-12	12-10	6-12	12-16	17-20	19-23
Чечевица	4-5	12-15	12-10	6-12	12-16	17-20	17-20

Среднее число дней по месяцам и вероятность атмосферной засухи и суховеев по данным метеостанции

Клепинино, (%)

Типы атмосферной засухи и суховеев	Среднее число дней						Число дней за теплый период			лет с атмосферной засухой и суховеями
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	среднее	наиболь- шее	наимень- шее	
слабые	2,1	6,3	10,2	11,8	11,3	9,0	50,7	69	37	100
средней интенсивности	0,9	2,7	4,2	9,3	9,5	3,6	30,2	49	14	100
интенсивные	0,1	0,4	0,9	2,3	2,0	0,8	6,5	23	1	100
очень интенсивные			0,2	0,5	0,8		1,5	10	0	47
всего	3,1	9,4	15,5	23,9	23,6	13,4	88,9	122	56	100

УТВЕРЖДАЮ :

Директор Кузьменко А.Н.
КФХ "Кузьменко"
 (660 а/ф Конэк)

(Подпись)

« 13 » 09 2013 г.

АКТ

**О внедрении завершенных научных разработок
 в опытных и базовых хозяйствах Р Крым**

1. Место внедрения КФХ "Кузьменко" Красногвардейского-го
 (хозяйство, район)
2. Наименование внедряемого мероприятия сорт гороха Девиз
с обработкой семян препаратами Ризобактерии + Фосфоритерии + Биотин
3. Каким научно-исследовательским отделом рекомендовано к
 внедрению лабораторией растениеводства
4. Кем и когда принято решение о внедрении, № и дата решения _____
Дорожен Н от 18.02.2013
5. Объем внедрения 100 га
6. Урожайность и продуктивность 2,1 т/га
7. Условия внедрения (почва, погодные условия и др.) соответство -
вали технологии возделывания гороха
8. С каким контролем проводилась сравнительная оценка внедряемой
 разработки Контроль - без обработки комплексными препаратами,
внезапно на площади 10 га.
9. Оценка результатов внедрения (приводится сравнение с контролем
 по всем количественным и качественным показателям, отмечаются
 преимущества и недостатки) Все технологические операции
были выполнены согласно технологической
карт возделывания гороха в условиях агроценоза.
10. Фактический экономический эффект:
 на единицу измерения 650 грн./га
 на весь объем внедрения 65 000 грн.

11. Ответственные исполнители:



ПОДПИСИ:
 Директор
 агроном

Кузьменко А.Н.
Хорошев О.Б.

Акт составлен « 13 » 09 2013 г.

УТВЕРЖДАЮ :

Директор Кузьменко А.Н.
 КФХ «Кузьменко»
 (ооо а/ф Конэк)

(Подпись)

« 13 » 09 2013 г.

АКТ

**О внедрении завершенных научных разработок
 в опытных и базовых хозяйствах Р Крым**

1. Место внедрения КФХ «Кузьменко» Красногвардейского р-на
 (хозяйство, район)
2. Наименование внедряемого мероприятия сорт гевеция
линия с обработкой семян полифункциональными препаратами.
3. Каким научно-исследовательским отделом рекомендовано к внедрению лабораторией растениеводства
4. Кем и когда принято решение о внедрении, № и дата решения Договор № 12 от 18.02.2013
5. Объем внедрения 30 га
6. Урожайность и продуктивность 1,0 т/га
7. Условия внедрения (почва, погодные условия и др.) соответствовали
технологии возделывания гевеция
8. С каким контролем проводилась сравнительная оценка внедряемой разработки контроль - без обработки полифункциональными
микробиологическими препаратами
9. Оценка результатов внедрения (приводится сравнение с контролем по всем количественным и качественным показателям, отмечаются преимущества и недостатки) Все технологические операции
были выполнены согласно технологической
карта технологии возделывания гевеция
10. Фактический экономический эффект:
 на единицу измерения _____
 на весь объем внедрения _____
11. Ответственные исполнители:



ПОДПИСИ:

Директор
 М.П. агроном

Кузьменко А.Н.
Хорошев О.Б.

(Кузьменко А.Н.)
 (Хорошев О.Б.)

Акт составлен « 13 » 09 2013 г.

УТВЕРЖДАЮ :

Директор Петров С.В.УА "Петров"


(ооо а/ф Конэк)

(Подпись)

« 26 » 08 2013 г.

АКТ

О внедрении завершенных научных разработок
в опытных и базовых хозяйствах Р Крым

1. Место внедрения УА "Петров", Красновардзгейский р-н
(хозяйство, район)
2. Наименование внедряемого мероприятия арт урожа Девиз с обработкой семян комплексом биопрепаратов (Р+Ф+Б)
3. Каким научно-исследовательским отделом рекомендовано к внедрению лабораторией растениеводства
4. Кем и когда принято решение о внедрении, № и дата решения Договор № 71 от 17.01.2013г.
5. Объем внедрения 130 га
6. Урожайность и продуктивность 1,7 т/га
7. Условия внедрения (почва, погодные условия и др.) соответствова-
ние технологии возделывания урожая
8. С каким контролем проводилась сравнительная оценка внедряемой разработки контроль посева на той же поле (5га);
контроль - без обработки семян комплексным препаратом
9. Оценка результатов внедрения (приводится сравнение с контролем по всем количественным и качественным показателям, отмечаются преимущества и недостатки) Все технологические операции выполнены согласно технологической карте выращивания урожая в условиях грошения.
10. Фактический экономический эффект:
на единицу измерения 700 грн/га
на весь объем внедрения 91 000 грн.
11. Ответственные исполнители:
ПОДПИСИ 
Директор Петров С.В.
Гл. агроном Дубовицкий Р.В.

Акт составлен « 26 » 08 2013 г.