

На правах рукописи

Трухина Елена Николаевна

**ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ
ГОРОХА В ОДНОВИДОВЫХ И БИНАРНЫХ АГРОЦЕНОЗАХ
НА ОБЫКНОВЕННЫХ ЧЕРНОЗЕМАХ САРАТОВСКОГО
ПРАВОБЕРЕЖЬЯ**

06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Саратов 2016

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова.

Научный руководитель – доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Шевцова Лариса Павловна

Официальные оппоненты: **Балашов Василий Васильевич**, доктор с.-х. наук, профессор, Волгоградский ГАУ кафедра «Садоводства, селекции и семеноводства», профессор
Кшникаткин Сергей Алексеевич, доктор с.-х. наук, профессор, Пензенская ГСХА кафедра «Основы конструирования механизмов и машин», профессор

Ведущая организация – ФГБНУ Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации

Защита состоится 9 июня 2016 года в 15.00 часов на заседании диссертационного совета Д 220.061.05 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова» по адресу: 410012, г. Саратов, Театральная площадь, д. 1.

e-mail: dissovet01@sgau.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ» и на сайте www.sgau.ru

Автореферат разослан « ____ » _____ 2016 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Нарушев Виктор Бисенгалиевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. В засушливом Поволжье, зоне с регулярно повторяющимися засухами, исключительную актуальность имеют разработки по дальнейшему развитию и стабилизации кормовой базы, обеспечивающей надлежащий уровень и полноценность кормовых рационов. В настоящее время дефицит белка в кормах является одним из значительных факторов сдерживающих рост продуктивного животноводства. В производимых сегодня кормах содержание протеина не превышает 75-80 г на одну кормовую единицу при необходимой норме 110-120 г.

Сравнительно недорогим, высококачественным по набору ценных и незаменимых аминокислот, хорошо усвояемым белком отличаются зернобобовые культуры, среди которых высокой и стабильной урожайностью, универсальностью в использовании выделяется горох. Культура представлена многообразием сортов, отличается пластичностью, хорошей совместимостью в агроценозах с другими кормовыми культурами и, благодаря широкому ареалу распространения, призвана участвовать в решении насущной проблемы – увеличения производства кормового растительного белка.

Кроме того, горох, обладая ярко выраженными симбиотическими свойствами, обогащает почву азотом и является хорошим предшественником для сельскохозяйственных культур в севооборотах, что не мало важно в отношении агротехники, а также экономии затрат на азотные удобрения.

Опыт показывает, что на черноземах степного Поволжья посеvy гороха обеспечивают получение с 1 гектара более 4,0 тонн высокобелковистого зерна и до 25,0 тонн зеленой массы с необходимым для сельскохозяйственных животных содержанием в ней переваримого протеина.

Причина незначительных площадей посевов гороха в хозяйствах Саратовской области кроется как в недооценке хозяйственно-экологических и энергетических свойств культуры, так и в недостаточной изученности некоторых биологических особенностей современных сортов и технологии их выращивания в одновидовых и смешанных посевах с другими видами растений.

Степень разработанности проблемы. Вопросы повышения продуктивности гороха при возделывании в условиях степного Поволжья отражены в работах В.Д. Кузьмина (1971), В.В. Зубкова (1984), Л.П. Шевцовой (2000, 2004, 2006), Н.Н. Кулевой (2002), А.В. Васина (2006) и др.

Однако особенности продукционного процесса различных видов и сортов гороха требуют дальнейшего изучения. Нет детальной оценки совместимости гороха с различными мятликовыми культурами в бинарных агроценозах. Недостаточно сведений об особенностях развития симбиотического аппарата на корнях гороха в зависимости от сортовых особенностей и приемов выращивания, не определено влияние этих факторов на размеры биологической фиксации азота. До настоящего времени в регионе не было исследований по закономерностям формирования бинарных агроценозов гороха с ячменем при обработке семян бактериальными и ростостимулирующими препаратами.

Решение этих вопросов для зоны черноземной степи Поволжья и составляло основу настоящей работы и определяло ее актуальность.

Цель и задачи исследований. Цель наших исследований заключалась в научном обосновании ресурсосберегающих адаптивных приемов возделывания посевного и кормового гороха в одновидовых и бинарных агроценозах с мятликовыми культурами в условиях Саратовского Правобережья.

В соответствии с этим в исследованиях решались следующие задачи:

1. Изучить особенности продукционных процессов сортов посевного и кормового гороха в одновидовых и бинарных агроценозах с мятликовыми компонентами (ячменем и просом) и определить агробиологические параметры их высокопродуктивных посевов в зависимости от приемов выращивания;

2. Дать сравнительную оценку сортам посевного и кормового гороха по продуктивности и совместимости в бинарных агроценозах;

3. Выявить оптимальные способы посева и нормы высева для формирования высокопродуктивных бинарных горохо-ячменных агроценозов;

4. Изучить особенности развития симбиотического аппарата на корнях гороха в зависимости от приемов выращивания и определить размеры биологической фиксации азота;

5. Установить закономерности формирования высокопродуктивных бинарных агроценозов гороха с ячменем при обработке семян бактериальными и ростостимулирующими препаратами;

6. Провести биоэнергетическую и экономическую оценку рекомендуемых приемов выращивания гороха в бинарных агроценозах.

Научная новизна. Впервые объектом исследований в условиях степной зоны Саратовского Правобережья стало возделывание кормовых сортов гороха в бинарных агроценозах с ячменем и просом. Изучены особенности хода продукционных процессов у растений гороха в бинарных посевах с ячменем и другими мятликовыми культурами. Определены оптимальные способы посева и нормы высева посевных и кормовых сортов гороха в одновидовых и бинарных посевах и размеры биологической фиксации азота.

Установлены закономерности формирования высокопродуктивных бинарных агроценозов гороха с ячменем при обработке семян бактериальными и ростостимулирующими препаратами с целью сбора высококачественной кормовой продукции и снижения затрат на энергетические и материальные ресурсы.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследований. Выявлены особенности продукционных процессов сортов посевного и кормового гороха, а также развития симбиотического аппарата, в одновидовых и бинарных агроценозах с мятликовыми компонентами.

На основе результатов проведенных исследований разработана агротехнология создания стабильных и высокопродуктивных бинарных горохо-ячменных агроценозов, обеспечивающих на черноземах степного Саратовского Правобережья урожай зеленой массы до 25,0 т/га, с обеспеченностью переваримым протеином одной кормовой единицы в пределах 130-136 г и накоплением в почве до 42,0 кг/га биологического азота.

Разработанная автором агротехнология посева гороха в смешанных агроценозах с ячменем прошла производственную проверку и внедрена в сельхозпредприятии им. Ленина Балашовского района на площади более 350 га, с экономическим эффектом от кормовой и зерновой продукции 5,82 и 16,34 тыс. рублей с одного гектара соответственно.

Объект и предмет исследования. Объект исследований – сорта гороха посевного Орловчанин и кормового Зарянка, сорт ячменя Нутанс 553, сорт проса Ильиновское, бактериальные (ризоторфин, экстрасол) и ростостимулирующие (эпин экстра, циркон, силиплант) препараты.

Предмет исследований – приемы возделывания посевного и кормового гороха в одновидовых и бинарных агроценозах с мятликовыми культурами.

Методология и методы исследований. Методология исследований основана на изучении и анализе научной литературы отечественных и зарубежных авторов. Методы исследований: теоретические – обработка результатов исследований методами параметрической и непараметрической статистики; эмпирические – лабораторные и полевые исследования, графическое и табличное отображение полученных результатов.

Основные положения, выносимые на защиту:

- особенности хода продукционных процессов у растений гороха посевного и кормового в одновидовых и бинарных агроценозах в зависимости от соотношения компонентов, способов посева и норм высева;
- показатели фотосинтетической и симбиотической продуктивности гороха в одновидовых и бинарных посевах;
- оптимальные способы посева и нормы высева для формирования высокопродуктивных бинарных горохо-ячменных агроценозов;
- закономерности ростовых и продукционных процессов в бинарных горохо-ячменных агроценозах в зависимости от использования регуляторов роста и бактериальных препаратов для предпосевной обработки семян;
- экономическая и биоэнергетическая оценка агротехнологических приемов выращивания гороха в одновидовых и бинарных агроценозах.

Достоверность результатов исследований подтверждена многолетними исследованиями, применением современных методик закладки и проведения опытов, статистической обработкой экспериментальных данных.

Апробация работы. Основные положения диссертации докладывались на Международной научно-практической конференции, посвященной 120-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова (Саратов, 2007 г.); на XII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора, заслуженного агронома России А.И. Помогаевой (Пенза, 2008 г.); на II Всероссийской научно-практической конференции «Специалисты АПК нового поколения» (Саратов, 2008 г.); на научных конференциях профессорско-преподавательского состава, аспирантов и научных сотрудников Саратовского ГАУ имени Н.И. Вавилова (2009, 2010, 2012, 2013, 2014 гг.); на заседаниях кафедры растениеводства, селекции и генетики Саратовского ГАУ имени Н.И. Вавилова (2008, 2009, 2010, 2012, 2013, 2014 гг.).

Публикации. По теме исследований издано 14 научных работ, из них 4 – в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России. Общий объем публикаций – 5,25 печ.л., из которых 2,4 печ.л. принадлежит лично автору.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения и предложений производству. Работа изложена на 190 страницах компьютерного текста, включает 43 таблицы и 7 рисунков. Приложения размещены на 181 странице. Список литературы содержит 258 источников, в том числе 7 иностранных авторов.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении дана краткая характеристика диссертационной работы, показана актуальность темы исследований, определена цель и задачи исследований, сформулированы основные положения, которые выносятся на защиту.

В первой главе (Литературный обзор) проведен анализ современного научно-практического опыта выращивания гороха в поливидовых и бинарных агрофитоценозах,

Вторая глава диссертации посвящена обоснованию программы и описанию условий проведения экспериментальных исследований.

Полевые эксперименты проводились в 2007-2012 гг. на опытном участке колхоза имени Ленина Балашовского района Саратовской области.

Климат района – умеренно континентальный. Среднегодовая температура воздуха – 5,0°C, количество осадков – 480 мм. Метеорологические условия в годы проведения исследований соответствовали климату зоны.

Почва хозяйства – чернозем обыкновенный, среднемоощный, по гранулометрическому составу глинистый. Содержание гумуса в пахотном слое 5,60-5,72%. Содержание нитратного азота равно 2,19-3,60 мг на 100 г почвы, гидролизуемого азота по Тюрину и Кононовой – 4,12-4,87 мг. Обеспеченность доступным фосфором (P₂O₅) по Чирикову средняя (12,0-16,0 мг на 100 г почвы), обеспеченность обменным калием (K₂O) высокая (14,4-18,8 мг на 100 г почвы). Реакция почвенной среды в пахотном слое рН= 5,5-5,7.

Программа исследований включала 5 полевых экспериментов.

Опыт 1. Сравнительное изучение зерновой и кормовой продуктивности сортов гороха при разных нормах посева.

Опыт 2. Изучение хода продукционных процессов у растений посевного и кормового гороха в одновидовых и бинарных посевах с мятликовыми культурами при разных сроках, способах посева и нормах посева.

Опыт 3. Изучение продуктивности гороха в одновидовых и бинарных посевах при обработке семян бактериальными и ростостимулирующими препаратами.

Опыт 4. Изучение кормовой продуктивности сортов гороха в одновидовых и бинарных посевах с ячменем при различных соотношениях компонентов.

Опыт 5. Изучение продуктивности сортов гороха в бинарных посевах с просом при разном соотношении компонентов и применении различных способов их посева.

Схемы опытов представлены по ходу анализа материала. Повторность опытов – четырехкратная. Размещение вариантов – систематическое. Учетная площадь делянки – 122-234 м², общая площадь – 180-360 м². Опыты проводились по одно и двух факторным схемам. Организация и проведение опытов выполнялись в соответствии с методиками Б.А. Доспехова (1985), Госсортсети (1985); ВНИИ зернобобовых и крупяных культур (1990); ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса (1987; 1997); рекомендациями НИИСХ Юго-Востока (1973), В.И. Филина (1984), Саратовского ГАУ «Основы научной агрономии» (2008).

Фенологические наблюдения осуществлялись по альбому А.И. Руденко (1951) и «Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» (1985). Определение густоты стояния растений осуществлялось по основным фазам развития по диагонали делянок, при этом в двух несмежных повторениях фиксировали по 5-7 площадок размером 0,25 м². Регистрацию динамики роста изучаемых культур осуществляли обычной линейкой, измеряя 20-30 растений при передвижении по диагонали делянок, относя эти замеры к доминирующим фазам вегетации, а так же в динамике через каждые 10 дней на кормовых посевах. Учет зеленой и сухой массы растений выполнялся в пятикратной повторности с площадок 0,25 м² (Н.В. Пильщикова, 1990).

Изучение симбиотической и корневой продуктивности гороха определялось методом монолитов почвы размером 30х30х40 см (Н.З. Станкова, 1964).

В растительных пробах определяли азот – методом Грандваль-ляжу с дисульфифеноловой кислотой, калий – на пламенном фотометре (ГОСТ 30504-97), фосфор – вводно-молибдатным способом (ГОСТ 26657-97), белок – по В.Г. Рядчикову (ГОСТ 10846-74), аминокислотный состав белка – кислотным и щелочным гидролизом на аминокислотном анализаторе ААА.

Морфологический анализ растений проводился путем отбора снопов с одной из повторностей каждого варианта опыта. При этом учитывалось количество растений, ветвей (стеблей), число бобов на 1 растении, число семян в 1 бобе для гороха, масса листьев и стеблей для мятликовых культур.

Исследования симбиотической продуктивности гороха осуществляли путем весового и количественного подсчета образовавшихся клубеньков на корнях растений. Фиксировали содержание клубеньков в единице объема почвы по горизонтам 0-10 и 10-20 см. Учет клубеньков осуществляли по их массе на 100 см³ почвы и количественно в штуках.

Ассимиляционная поверхность листьев исследовалась по Н.Н. Третьякову и А.С. Лосевой (1990), фотосинтетическая деятельность посевов изучалась по методике лаборатории фотосинтеза Института физиологии растений (Ничипорович А.А., Строганова С.Н., Власова Н.П., 1961).

Влажность почвы определяли термостатно-весовым методом. Определение влажности начинали с фазы появления всходов и затем очередные замеры проводили каждые 10 дней буром АМ-16 до глубины 1 м через каждые 10 см.

Изучение элементов урожая проводили используя пробные снопы из 25 растений в 5-ти кратной повторности с каждой опытной делянки. При изучении учитывали: длину растений, число растений, их ботанический состав, число бобов на растении, число ветвей у сортов кормового гороха, число семян в бобе,

массу семян с одного растения (г), массу 1000 семян (г), общую массу снопа, отдельно массу листьев и стеблей в кормовых посевах.

Подсчет биологического урожая определяли сноповым методом с площадок в 1 м² в пяти кратной повторности с двух несоприкасающихся повторений вариантов опыта. Подсчет фактического урожая определяли сплошным поделочным методом по методике ВИР (1968). Выполняли пересчет в тонны с 1 га и перевод на стандартную влажность зерна (14%) и зеленой массы (70%).

Статистическая обработка результатов исследований выполнялась по методике дисперсионного анализа (Доспехов Б.А., 1985).

Экономическую и биоэнергетическую оценку результатов проводили по соответствующим методикам Всероссийского института кормов им. В.Р. Вильямса (1989, 1995), ВАСХНИИЛ (1983, 1989).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В третьей главе представлены результаты изучения агробиологического потенциала одновидовых и бинарных посевов гороха на черноземах степного Саратовского Правобережья.

Наибольшая полевая всхожесть во всех вариациях агротехнологических приемов была отмечена по сорту кормового гороха Зарянка (таблицы 1,2).

Таблица 1 – Влияние норм высева на полевую всхожесть сорта гороха Орловчанин

Сорт	Норма высева, млн шт. на 1 га	Полнота всходов, %			в среднем
		2007 г.	2008 г.	2009 г.	
		ГТК за IV-VII			
		1,27	0,85	0,98	
Орловчанин	0,8	72,5	70,2	69,4	70,7
	1,0	68,6	66,4	64,5	66,5
	1,2	65,3	64,2	61,9	63,8
F _φ		1273,3	1554,9	1368,4	241,77
F ₀₅		4,26	4,26	4,26	5,14
НСР ₀₅	-	0,14	0,19	0,01	0,98

При одинаковой норме высева (1,2 млн. всхожих семян на 1 га) в среднем за три года испытаний полевая всхожесть на посевах сорта Зарянки превышала показатели полевой всхожести на посевах сорта Орловчанин на 12,4%. С повышением норм высева изучаемых сортов гороха на 200 тыс. всхожих семян на 1 га полевая всхожесть заметно снижается. В среднем за три года полевая всхожесть гороха сорта Орловчанин при повышении нормы высева с 0,8 до 1,0 млн и с 1,0 до 1,2 млн всхожих семян на 1 га снизилась на 4,2 и на 2,7% соответственно. В условиях более влажного 2007 г. с повышением нормы высева с 0,8 до 1,0 и с 1,0 до 1,2 млн всхожих семян на 1 га по сорту Орловчанин полевая всхожесть снизилась – на 3,9 и 3,3% соответственно. По кормовому гороху сорта Зарянка повышение нормы высева с 1,2 до 1,4 и с 1,4 до 1,6 млн всхожих семян на 1 га в среднем за три года снижает полноту всходов на 3,6 и 4,2% соответственно. В условиях обычных засушливых 2008 и 2009 гг. повышение норм высева изучаемых сортов

гороха на 200 тыс. всхожих семян на 1 га снижает полевую всхожесть сорта Орловчанин на 3,8 и 2,2% и на 4,9 и 2,6% соответственно, а кормового гороха сорта Зарянка – на 3,7 и 5,3% и на 3,0 и 4,2% соответственно.

Таблица 2 – Влияние норм высева на полевую всхожесть сорта гороха Зарянка

Сорт	Норма высева, млн шт. на 1 га	Полнота всходов, %			в среднем
		2007 г.	2008 г.	2009 г.	
		ГТК за IV-VII			
		1,27	0,85	0,98	
Зарянка	1,2	78,6	76,5	73,5	76,2
	1,4	74,5	72,8	70,5	72,6
	1,6	71,4	67,5	66,3	68,4
F _ф		3623,6	4624,3	1585,5	1322,4
F ₀₅		4,26	4,26	4,26	5,14
HCP ₀₅	-	0,12	1,72	0,27	0,30

Таким образом, полевая всхожесть гороха сорта Зарянка, отличающегося меньшей массой 1000 семян по сравнению с сортом зернового гороха Орловчанин, во все годы испытаний и в разных вариантах одновидовых и бинарных посевов была значительно выше.

Изучение полевой всхожести в бинарных посевах разных сортов гороха с ячменем при разных способах их высева показало, что наибольшей полнотой всходов выделялся сорт кормового гороха Зарянка (таблица 3).

Таблица 3 – Полевая всхожесть разных сортов гороха в бинарных посевах с ячменем при различных способах посева

Сорта, (фактор А)	Способы посева, (фактор В)		Среднее по фактору А
	обычный рядовой смесью семян	раздельный высев семян	
Орловчанин+	62,60	65,20	67,30
Нутанс 553	68,80	72,60	
Зарянка+	72,40	75,30	72,25
Нутанс 553	68,50	72,80	
Среднее по фактору В	68,08	71,48	

Для частных средних:	F _ф =154,56	F ₀₅ =2,77	HCP ₀₅ =1,05
Фактор А	F _ф =409,38	F ₀₅ =4,60	HCP ₀₅ =0,52
Фактор В	F _ф =84,78	F ₀₅ =3,34	HCP ₀₅ =0,74
Взаимодействие факторов АВ	F _ф =139,42	F ₀₅ =3,34	HCP ₀₅ =1,05

На совмещенных посевах с раздельным высевом семян компонентов полевая всхожесть бобовой культуры составила в среднем за годы испытаний (2007-2009 гг.) 75,3%, тогда как при обычном рядовом посеве смесью семян данный показатель оказывался заметно ниже. На вариантах одновидового посева полевая всхожесть гороха, в среднем за годы исследований, составила 76%, ячменя – 82%, т.е. была выше на 6,0% по сравнению с горохом (таблица 4).

Таблица 4 – Полевая всхожесть гороха, ячменя и горохо-ячменной смеси при разном соотношении компонентов, в среднем за 2007-2009 гг.

Вариант опыта	Норма высева, млн шт. на 1 га	Число всходов на 1 м ² , шт.	Полевая всхожесть компонентов, %	Полевая всхожесть смеси, %
Горох	1,5	114	76,0	-
Ячмень	4,5	369	82,0	-
Горох + ячмень	0,5 4,0	29 304	58,0 76,0	74,0
Горох + ячмень	1,0 3,5	66 245	66,0 70,0	69,0
Горох + ячмень	1,5 3,0	112 204	75,0 68,0	70,2
F _ф	-	417,63	535,14	525,16
F ₀₅	-	4,76	4,76	4,76
НСР ₀₅	-	6,89	1,25	0,49

В изучаемых горохо-ячменных смесях в зависимости от соотношения бобовой культуры и злака заметно изменялась полевая всхожесть. Так, при норме высева ячменя 4,0 млн всхожих семян на 1 га и высева 0,5 млн/га всхожих семян гороха полевая всхожесть составила 76 и 58% соответственно, т.е. полевая всхожесть ячменя в смеси по сравнению с одновидовым его высевам снижалась на 6%, тогда как бобового компонента – на 18%. При увеличении нормы высева гороха на 0,5 млн всхожих семян на 1 га и снижении нормы высева злака на ту же величину полевая всхожесть бобовой культуры повысилась на 14%, а злака снизилась на 5%. Дальнейшее повышение в смеси нормы высева гороха до 1,5 млн шт./га всхожих семян и уменьшение нормы высева ячменя до 3,0 млн штук семян на 1 га, т.е. на ту же величину, на которую повышали высева гороха, полевая всхожесть бобового компонента повысилась по сравнению с предыдущим вариантом на 9%, а по сравнению с первым – на 17% и составила 75%, т.е. почти не отличалась от полевой всхожести одновидовых посевов. Таким образом, при увеличении в горохо-ячменной смеси доли бобового компонента и снижении на ту же величину нормы высева злака (норма высева общей смеси оставалась без изменений), заметно снижается плотность создаваемого агроценоза.

В среднем за 2007-2009 гг. наибольший урожай зерна по посевному гороху сорта Орловчанин был получен на варианте с нормой высева 1,2 млн. всхожих семян на 1 га и он составил 3,01 т/га, превышая урожайность с варианта с нормой высева 0,8 млн шт./га на 0,38 т/га, а урожайность варианта с наибольшей нормой высева (1,4 млн/га) - на 0,42 т/га (таблицы 5, 6).

Для кормового гороха сорта Зарянки наибольшую продуктивность обеспечила норма высева 1,4 млн всхожих семян на 1 га – 1,74 т/га.

С увеличением густоты стояния растений гороха на единице посева заметно снижается их продуктивность и, в первую очередь, уменьшается масса семян в расчете на одно растение. Так при норме высева 0,8 млн всхожих семян на 1 га у сорта гороха Орловчанин сбор зерна с 1 растения в опыте составил 5,15 г, с повышением нормы высева на 200 тыс. шт./га снижается масса вызревших семян на 0,17 г или на 3,4%, а с увеличением нормы высева сорта по-

севного гороха Орловчанин на 400 тыс. всхожих семян на 1 га, масса семян с одного растения уменьшается на 0,51 г или на 9,9%, а дальнейшее увеличение нормы высеваемых семян на 600 тыс. штук снизило массу вызревших семян в расчете на одно растение на 1,74 г или на 33,7%.

Таблица 5 – Влияние норм высева на элементы структуры урожая сорта гороха Орловчанин, в среднем за 2007-2009 гг.

Сорт	Норма высева, млн шт. на 1га	Густота стояния перед уборкой, шт./м ²	Масса зерна с 1 растения, г	Урожайность зерна, т/га
Орловчанин	0,8	51	5,15	2,63
	1,0	60	4,98	2,99
	1,2	65	4,64	3,02
	1,4	76	3,41	2,59
F _ф	-	195,60	156,46	38,09
F ₀₅	-	4,76	4,76	4,76
НСР ₀₅	-	2,58	0,22	0,13

По сорту кормового гороха Зарянка увеличение нормы высева семян с 1,2 до 1,4 млн. шт./га снижало массу семян с одного растения всего на 0,06 г или на 3,0%, а повышение нормы высеваемых на 400 тыс. всхожих семян на 1 га снизило массу семян на одном растении на 0,17 г или на 8,3%. За счет уплотнения стеблестоя посевов гороха растения культуры формировались более высокорослые, при этом с наименьшей полегаемостью за счет наибольшей их сцепляемости между собой, что значительно облегчало уборочные работы и повышало урожайность зерновой и кормовой массы.

Таблица 6 – Влияние норм высева на элементы структуры урожая сорта гороха Зарянка, в среднем за 2007-2009 гг.

Сорт	Норма высева, млн шт. на 1га	Густота стояния перед уборкой, шт./м ²	Масса зерна с 1 растения, г	Урожайность зерна, т/га
Зарянка	1,2	76	2,06	1,57
	1,4	87	2,00	1,74
	1,6	92	1,89	1,74
F _ф	-	241,20	149,95	64,88
F ₀₅	-	6,94	6,94	6,94
НСР ₀₅	-	2,07	0,03	0,05

В смешанных и совместных посевах сортов гороха с просом максимальный урожай сформировался у сорта Орловчанин при совместном посеве с разделным высевом семян и нормах высева изучаемых компонентов в соотношении 1,35:3,15, где он составил 23,95 т/га зеленой массы (таблица 7).

Изучение фотосинтетической деятельности показало, что в бинарных посевах как посевного, так и кормового гороха значительно повышается фотопотенциал и чистая продуктивность агроценоза. По сравнению с одновидовым посевом сорта гороха Орловчанин его фотопотенциал в смешанном посеве с ячменем оказался выше на 1,45 млн м² сут./га или на 32,3%, а по сбору сухой биомассы пре-

вышал одновидовой посев в 2 раза, при этом чистая продуктивность фотосинтеза в бинарном агроценозе повысилась на 15% – до 2,13 г/м² в сутки.

Таблица 7 – Урожайность зеленой массы и его структура в агроценозах гороха и проса в одновидовых, смешанных и совместных посевах при разном соотношении компонентов, в среднем за 2007-2009 гг.

Варианты опыта	Норма высева, млн. шт./га	Число растений на 1 м ² к уборке, шт.	Сухая масса 1 растения, г	Урожайность зеленой массы, т/га
Горох Орловчанин	1,40	71	3,93	12,3
Горох Зарянка	1,40	75	4,15	13,7
Просо Ильиновское	4,50	252	2,68	29,7
Смешанные посевы				
Горох Орловчанин + просо	0,9 3,6	43 178	2,38 1,89	4,51 14,86
В сумме	4,50	221	4,27	19,37
Горох Зарянка + просо	0,9 3,6	48 161	3,56 1,72	7,53 12,21
В сумме	4,50	209	5,28	19,74
Горох Орловчанин + просо	1,35 3,15	59 133	3,26 2,76	8,00 8,26
В сумме	4,50	192	6,02	16,26
Горох Зарянка + просо	1,35 3,15	51 126	3,92 2,28	8,46 12,67
В сумме	4,50	177	6,20	21,13
Совместные посевы с раздельным высевом семян				
Горох Орловчанин + просо	0,9 3,6	46 196	2,71 2,05	5,49 17,72
В сумме	4,50	242	4,76	23,21
Горох Зарянка + просо	0,9 3,6	51 171	3,70 1,82	8,32 13,73
В сумме	4,50	222	5,52	22,05
Горох Орловчанин + просо	1,35 3,15	63 144	2,66 2,61	7,39 16,56
В сумме	4,50	207	5,27	23,95
Горох Зарянка + просо	1,35 3,15	76 137	2,88 1,94	9,65 11,72
В сумме	4,50	213	4,82	21,37
F _ф			90,86	46,62
F ₀₅			2,35	2,35
НСР ₀₅	-	-	0,32	2,11

По кормовому гороху Зарянке показатели фотосинтетической деятельности в посевах одновидовых и в бинарных с ячменем были значительно выше по сравнению с посевным горохом Орловчанин (таблицы 8,9). По площади листовой поверхности в одновидовых посевах сорт Зарянка превышала сорт Орловчанин в среднем за 2007-2009 гг. при одинаковых нормах высева (1,2 млн шт. всхожих зерен на 1 га) на 3,6 тыс. м²/га или на 11,7%, а в бинарных посевах с ячменем – на 7,2 тыс. м²/га или на 14,0%. По чистой продуктивности фотосинтеза различия между посевным горохом и кормовым и в одновидовых и в бинарных посевах с ячменем были незначительные, в пределах 3,2 и 2,3% соот-

ветственно, но по сбору сухой массы разница по одновидовым посевам составила 15,7%, по бинарным посевам с ячменем 8,8%. Наибольший сбор сухой массы, наибольшая листовая поверхность, более высокие показатели фотосинтетического потенциала и чистой продуктивности фотосинтеза в посевах кормового гороха объясняется морфологической структурой сорту кормового гороха (пелюшки) Зарянка, которому свойственно ветвление и формирование более широких листовых пластинок и прилистников в отличие от посевных сортов культуры.

Таблица 8 – Показатели фотосинтетической деятельности сортов гороха в одновидовых и бинарных посевах с ячменем (фаза образования бобов, в среднем за 2007-2009 гг.)

Варианты опыта	Площадь листьев, тыс.м ² /га	ФП, млн м ² сут./га	ЧПФ, г/м ² в сутки	Сбор сухой биомассы	
				т/га	ГДж/га
Сорт гороха Орловчанин					
Горох(1,0)	30,6	2,14	1,84	3,94	80,7
Горох(1,0) + ячмень(2,5)	51,4	3,59	2,13	7,65	156,6
F _ф	305,4	262,54	238,77	38	256,35
F ₀₅	7,71	7,71	7,71	7,71	7,71
НСР ₀₅	1,61	0,39	0,08	0,24	20,39

В исследованиях проводилось изучение особенностей развития симбиотического аппарата у гороха, в бинарных посевах с ячменем в зависимости от соотношения компонентов в смесях. Об активности клубеньковых бактерий судили по их внешнему виду: чем активнее они участвуют в азотоусвоении, тем больше их величина, они розовой окраски и имеют гладкую поверхность. Менее деятельные клубеньки отличаются бурой, зеленовато-коричневой или желтой окраской, они мелкие, имеют морщинистую поверхность. На всех вариантах опыта проводили подекадный учет клубеньков, их количество, массу величину и окрас.

Таблица 9 – Показатели фотосинтетической деятельности сортов гороха в одновидовых и бинарных посевах с ячменем (фаза образования бобов, в среднем за 2007-2009 гг.)

Варианты опыта	Площадь листьев, тыс.м ² /га	ФП, млн м ² сут./га	ЧПФ, г/м ² в сутки	Сбор сухой биомассы	
				т/га	ГДж/га
Сорт гороха Зарянка					
Горох(1,0)	34,2	2,39	1,90	4,56	93,4
Горох(1,0) + ячмень(2,5)	58,6	3,81	2,18	8,33	170,4
F _ф	413,60	587,72	344,45	36,00	314,66
F ₀₅	7,71	7,71	7,71	7,71	7,71
НСР ₀₅	1,56	0,25	2,49	0,26	18,68

На посевах гороха, инокулированных ризоторфином, клубеньки обнаруживались в период образования 3-5 листа в верхней части стержневого корешка.

ка. Затем клубеньковые наросты обнаруживались на боковых корневых ответвлениях и в дальнейшем эти наросты превращались в шаровидные мелкие клубеньки. В хорошо влагообеспеченные годы в фазу цветения на корнях формировались колонии из клубеньков (таблица 10).

Таблица 10 – Формирование клубеньков на корнях сортов гороха в одновидовых посевах в разные годы по температурному режиму и влагообеспеченности (высев инокулированными семенами)

Сорт	Количество и масса клубеньков на 1 растении					
	бутонизация		цветение		налив семян	
	шт.	мг	шт.	мг	шт.	мг
2007 г. ГТК за IV-VII=1,27						
Орловчанин	16,7	21,7	45,0	72,9	22,6	28,5
Зарянка	21,4	30,5	52,5	211,2	31,4	86,7
F _ф	5522,5	34,56	22500	-	46933	-
F ₀₅	5,99	5,99	5,99	-	5,99	-
НСР ₀₅	0,36	3,77	0,28	-	0,024	-
2008 г. ГТК за IV-VII=0,85						
Орловчанин	8,6	11,4	16,4	26,7	5,5	8,1
Зарянка	11,3	16,2	28,7	117,3	12,7	36,4
F _ф	2916	69,35	37822	-	4147	-
F ₀₅	5,99	5,99	5,99	-	5,99	-
НСР ₀₅	0,035	2,33	0,37	-	0,64	-
2009 г. ГТК за IV-VII=0,98						
Орловчанин	11,5	15,8	32,5	51,8	14,6	18,8
Зарянка	14,2	20,6	41,4	154,5	21,3	54,8
F _ф	175662	41,16	13657		1381	
F ₀₅	5,99	5,99	5,99		5,99	
НСР ₀₅	0,01	4,37	0,42		0,87	

Наибольшим количеством клубеньков и наибольшей их массой в расчете на одно растение выделялись посеvy сорта кормового гороха Зарянка. Так, в среднем за 2007-2009 гг. в фазу цветения в расчете на одно растение у сорта Зарянка сформировалось до 18,8-30,5 клубеньков с массой более 78,8-128,8 мг, тогда как у сорта посевного гороха Орловчанин насчитывалось 15,2-21,0 клубеньков и их масса составляла 25,5-34,1 мг, т.е. была в 3-4 раза меньше. Появление леггогемоглобина в клубеньках гороха и посевного и кормового использования наблюдалось уже в фазе бутонизации, т.е. процесс усвоения азота воздуха уже происходит, хотя большая часть клубеньковых образований в этой фазе имеет еще в зеленовато-желтый окрас.

К фазе налива семян процесс азотофиксации начинает спадать, а к фазе созревания бобов совсем затухает: исчезают сами клубеньки, большая их часть имеет темно-бурую окраску. В литературе физиологи это состояние клубеньковых бактерий называют некрозом, утверждая, что именно в данный период клубеньки содержат наибольшее количество азота, чем остальные части и органы растения. Переход соединений азота из клубеньков в другие части растения происходит в форме аминокислот (Л.М. Доросинский, 1970).

Наибольшее накопление клубеньковой массы в слое почвы 0-30 см в посевах сорта гороха Зарянка отмечено в 2007 г., когда оно составило 18,16 г/м² их сухой массы, а по сорту Орловчанин – 5,97 г/м², т.е. в 3 раза меньше.

В четвертой главе представлены результаты изучения влияния предпосевной обработки семян бактериальными и ростостимулирующими препаратами на продуктивность гороха и смеси гороха с ячменем.

Более полные и дружно формирующие всходы на бинарном посеве гороха с ячменем отмечены на варианте с использованием в предпосевной обработке семян силипланта и циркона, где полевая всхожесть по гороху составила 90,5 и 88,6%, а по ячменю 88,6 и 87,6% соответственно, тогда как на контроле она оказалась ниже на 11,9 и на 10% по гороху и на 6,3 и 5,9% по ячменю соответственно (таблица 11).

Таблица 11 – Полевая всхожесть семян гороха и ячменя в смешанных посевах в зависимости от предпосевной обработки семян бактериальными и ростостимулирующими препаратами, в среднем за 2010-2012 гг.

Варианты опыта	Норма высева семян, млн шт./га	Полевая всхожесть	
		шт./м ²	%
	горох+ячмень	горох+ячмень	горох/ячмень
Контроль (вода)	1,5+3,0	118+247	78,6/82,3
Ризоторфин	1,5+3,0	118+248	78,8/82,6
Экстрасол	1,5+3,0	127+259	84,6/86,3
Эпин экстра	1,5+3,0	129+260	86,1/86,6
Циркон	1,5+3,0	133+263	88,6/87,6
Силиплант	1,5+3,0	136+266	90,5/88,6
F _ф	-	775,00	99,59
F ₀₅	-	3,11	3,11
HCP ₀₅	-	12,07	1,56

Заметно повысилась полевая всхожесть гороха и ячменя в бинарном посеве в зависимости от предпосевной обработки семян данных культур раствором экстрасола. По сравнению с контролем полевая всхожесть семян гороха при применении экстрасола увеличилась на 6,0%, семян ячменя – на 4%, а от использования препарата эпин экстра – на 7,5 и на 4,3% соответственно.

Наибольшие показатели сохранности и выживаемости гороха к уборке урожая отмечены на варианте с предпосевной обработкой семян ростостимулятором силиплант, где эти показатели составили 87,6 и 83,5% соответственно и превышали показатели контрольного варианта по сохранности растений гороха к уборке – на 9,0%, а по общей выживаемости семян и растений от числа высеянных всхожих семян – на 23,5% (таблица 12).

Близкие результаты получены по варианту с обработкой семян цирконом, где сохранность растений к уборке составила в среднем за годы испытания – 86,8%, а общая выживаемость – 81,2%, что превышало результаты контроля на 8,2 и 21,2% соответственно. На варианте с обработкой семян препаратом эпин экстра сохранность растений гороха к уборке составила в среднем за 2010 – 2012 гг. – 86,5%, а общая выживаемость семян и растений – 71,5%, что было

заметно ниже, чем на вариантах с цирконом и силиплантом, но превышало данные контрольного варианта на 7,9 и на 11,5% соответственно.

Таблица 12 – Влияние бактериальных и ростостимулирующих препаратов на сохранность растений и общую выживаемость семян и растений гороха к уборке урожая, в среднем за 2010-2012 гг.

Варианты опыта	Норма высева семян, млн. шт./га	Сохранность растений к уборке		Общая выживаемость семян и растений, %
		шт./м ²	%	
Контроль (вода)	1,2	72,1	78,6	60,0
Ризоторфин	1,2	72,6	78,8	60,5
Экстрасол	1,2	78,4	81,4	65,3
Эпин экстра	1,2	85,8	86,5	71,5
Циркон	1,2	97,5	86,8	81,2
Силиплант	1,2	100,2	87,6	83,5
F _φ	-	945,00	1682,95	24,48
F ₀₅	-	3,11	3,11	3,11
НСР ₀₅	-	4,2	0,32	6,05

Заметное влияние оказала предпосевная обработка семян гороха бактериальным препаратом экстрасол, где сохранность растений в среднем за годы исследования составила 81,4%, что превышало показатели контрольного варианта на 2,8%, а общая сохранность семян и растений была выше на 5,3%.

В нашем полевом эксперименте использование силипланта в предпосевной обработке смеси семян гороха с ячменем отмечена не только высокая полевая всхожесть – 90,5 и 88,6% соответственно названным компонентам, но и самая высокая сохранность растений в смеси к уборке урожая – 87,5 и 87,6% у гороха и ячменя соответственно, тогда как на контрольном варианте показатели сохранности растений в смеси оказались значительно ниже: по гороху 70,4%, а по культуре ячменя – 76,6%, т.е. на 17,1% ниже по гороху и на 11,0% ниже по ячменю. Близкие результаты отмечены и на варианте обработки семян цирконом: по гороху сохранность растений в смеси составила в среднем за 2010 – 2012 гг. 84,2%, а по ячменю – 86,3%, что превышало показатели контрольного варианта на 13,8% по гороху и на 9,7% по ячменю (таблица 13).

При применении препарата эпин экстра, рекомендуемого в нашем эксперименте для повышения всхожести семян, лучшего развития корневой системы и надземной биомассы растений, сравнительно более высокие показатели сохранности и общей выживаемости растений бинарного агроценоза были отмечены по злаковой культуре – ячменю. Так, сохранность ячменя в смеси составила 86,1%, что превысило результаты контрольного варианта на 9,5% и уступило циркону и силипланту всего на 0,2 и 1,5% соответственно.

По бобовому компоненту смеси – гороху, показатели сохранности растений на данном варианте оказались выше контроля на 7,8%, а по отношению к циркону и силипланту – ниже на 6,0 и 9,3% соответственно. Показатель общей выживаемости семян и растений гороха на варианте с использованием для обработки семян препарата эпин экстра в среднем за 2010-2012 гг. составил

67,3%, что ниже, чем на вариантах с цирконом и силиплантом на 7,3 и на 12,0% соответственно, но выше, чем на контроле – на 12,0%.

Таблица 13 – Влияние бактериальных и ростостимулирующих препаратов на сохранность растений и общую выживаемость гороха и ячменя в бинарных посевах, в среднем за 2010-2012 гг.

Варианты опыта	Норма высева, млн шт./га	Сохранность растений к уборке, шт./м ²		Общая выживаемость, %	
		горох+ячмень	горох/ячмень		горох/ячмень
			шт./м ²		в %
Контроль (вода)	1,5+3,0	83/189	70,4/76,6	55,3/63,0	
Ризоторфин	1,5+3,0	84/194	71,2/78,4	56,0/64,6	
Экстрасол	1,5+3,0	95/211	74,8/81,5	63,3/70,3	
Эпин экстра	1,5+3,0	101/223	78,2/86,1	67,3/74,3	
Циркон	1,5+3,0	112/227	84,2/86,3	74,6/75,6	
Силиплант	1,5+3,0	119/233	87,5/87,6	79,3/77,6	
F _φ	-	1735/5268	83,41/9,40	82,67/79,08	
F ₀₅	-	3,11/3,11	3,11/3,11	3,11/3,11	
НСР ₀₅	-	4,18/6,23	2,40/4,47	3,38/1,83	

Заметно влияние экстрасола и разница в сохранности растений смеси по отношению к посевам контрольного варианта составила: по гороху – 4,4%, по ячменю – 4,9%, а по общей выживаемости семян и растений смеси разница с контролем по гороху составила – 8,0%, по ячменю – 7,3%.

Таким образом, наибольший эффект в отношении повышения сохранности растений бинарного агроценоза гороха с ячменем к периоду уборки урожая кормовой массы обеспечивала предпосевная обработка семян ростостимулирующими препаратами силиплант и циркон.

Наибольшие показатели симбиотического потенциала в опыте отмечены в фазу цветения гороха на варианте с применением ризоторфина, где общий симбиотический потенциал составил 752,1 кг×сутки/га, а активный симбиотический потенциал (АСП) – 376 кг×сутки/га (таблица 14).

Таблица 14 – Динамика симбиотического потенциала гороха в зависимости от бактериальных и ростостимулирующих препаратов, в среднем за 2010-2012 гг.

Варианты опыта	Сырая масса клубеньков по фазам вегетации, кг×сутки/га		
	бутонизация	цветение	созревание
Контроль (вода)	99,04/33,6	346,4/115,6	130,6/43,4
Ризоторфин	369,8/123,0	752,1/376,0	272,6/90,8
Экстрасол	311,6/103,0	653,4/233,5	271,5/93,8
Эпин экстра	276,4/92,6	412,8/137,6	224,6/74,8
Циркон	365,6/122,0	428,4/143,0	325,6/108,6
Силиплант	388,4/167,0	576,8/183,0	332,1/111,2
F _φ	41,53/42,30	42,34/42,81	44,85/44,63
F ₀₅	3,33/3,33	3,33/3,33	3,33/3,33
НСР ₀₅	52,61/21,35	76,41/46,49	35,07/11,86

Примечание: числитель – общая сырая масса клубеньков; знаменатель – сырая масса активных клубеньков.

Наивысшие показатели общего и активного симбиотического потенциала были отмечены на вариантах с использованием в предпосевной обработке семян бактериальных препаратов ризоторфин и экстрасол. В период цветения гороха на варианте с ризоторфином общий симбиотический потенциал составил 752,1 кг×сутки/га, а активный симбиотический потенциал – 376 кг×сутки/га, что превышало показатели контрольного варианта на 405,7 и 260,4 кг×сутки/га соответственно, или более чем в 2 и 3 раза соответственно.

Средний показатель активного симбиотического потенциала на варианте с экстрасолом составил 233,5 кг×сутки/га, что соответствует 4,67 кг/га зафиксированного атмосферного азота в сутки. За период цветения гороха при удельной активности симбиоза 20 г/кг в сутки на варианте с экстрасолом в посевах накапливается до 74,7 кг/га атмосферного азота, а на вариантах с ризоторфином и силиплантом – до 120,2 и 58,5 кг/га соответственно.

Исследование симбиотической активности гороха показало, что на черноземных почвах степного засушливого Саратовского Правобережья клубеньки на корнях гороха образуются и без искусственной инокуляции, но необходимо отметить, что использование в предпосевной обработке семян препаратов ризоторфин, циркон, силиплант и эпин экстра способствует более раннему появлению и формированию более активных клубеньков, отличающихся более продолжительным периодом активного симбиоза.

В опыте с использованием в предпосевной подготовке семян бактериальных и ростостимулирующих препаратов максимальная урожайность зерна гороха была получена на варианте использования силипланта – 5,47 т/га, что превысило показатель контроля на 2,13 т/га или на 164% (таблица 15).

Таблица 15 – Влияние бактериальных и ростостимулирующих препаратов на урожайность зерна гороха, в среднем за 2010-2012 гг.

Варианты опыта	Урожайность зерна, т/га*			
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	В среднем за 2010-2012 гг.
Контроль (вода)	2,21	3,55	4,26	3,34
Ризоторфин	2,47	3,76	4,48	3,57
Экстрасол	3,39	4,37	4,84	4,20
Эпин экстра	4,09	4,68	5,24	4,67
Циркон	4,29	5,56	5,78	5,21
Силиплант	4,88	5,65	5,88	5,47
F _φ	28442	15565	6195	506,85
F ₀₅	2,77	2,77	2,77	3,11
НСР ₀₅	0,0017	0,0018	0,0026	0,0630

* Сорт Орловчанин, норма высева семян – 1,2 млн шт./га

Общая выживаемость семян и растений к уборке урожая на посевах контрольного варианта была в пределах 60% от нормы высеянных семян, тогда как на вариантах с предпосевной обработкой семян гороха цирконом и силиплантом показатели общей выживаемости растений от количества высеянных семян находились в пределах 81,2-83,5%.

Использование в предпосевной обработке семян гороха ростостимулирующих и бактериальных препаратов способствовало формированию более продуктивных растений в посевах (таблица 16).

Таблица 16 – Влияние бактериальных и ростостимулирующих препаратов на элементы продуктивность растений в посевах гороха, в среднем за 2010-2012 гг.

Варианты опыта	Число растений к уборке, шт./м ²	Число семян с 1 растения, шт.	Масса зерна с 1 растения, г
Контроль (вода)	72,1	15,7	4,63
Ризоторфин	72,6	14,7	4,92
Экстрасол	78,4	14,6	5,36
Эпин экстра	85,8	15,8	5,44
Циркон	97,5	18,2	5,34
Силиплант	100,2	18,3	5,45
F _ф	161,38	185,80	103,64
F ₀₅	3,33	3,33	3,33
НСР ₀₅	3,04	0,38	0,10

Так, на вариантах с предпосевной обработкой семян препаратами силиплант и эпин экстра зерновая продуктивность гороха составила 5,45 и 5,44 г в расчете на одно растение, а при использовании в обработке семян бактериального препарата экстрасола и препарата с росторегулирующими и ростостимулирующими эффектами циркон, зерновая продуктивность растений гороха в расчете на одно растение составила 5,36 и 5,34 г соответственно, что было заметно выше показателей зерновой продуктивности растений гороха на контрольном варианте и варианте с ризоторфином, на которых в среднем за годы испытаний они составили 4,63 и 4,92 г соответственно.

В пятой главе дана оценка биоэнергетической и экономической эффективности разработанных приемов выращивания одновидовых и бинарных посевов гороха.

Биоэнергетическая оценка продуктивности одновидовых агроценозов гороха и бинарных посевов гороха с ячменем показала, что данные варианты являются энергосберегающими. Так, энергетический коэффициент смеси гороха с ячменем составил 3,5, а одновидового посева гороха – 2,9. Энергетическая себестоимость 1 т зеленой массы гороха с ячменем составила 0,49 ГДж, а 1 т зеленой массы гороха – 0,23 ГДж. Приращение валовой энергии при выращивании гороха в одновидовых агроценозах составило 599,8 ГДж/га, а в бинарных посевах гороха с ячменем – 880,5 ГДж/га, что значительно превышает показатель биоэнергетической эффективности одновидовых агроценозов.

Выращивание гороха в бинарных посевах с ячменем обеспечивает животноводство ценным и ранним зеленым кормом, а при правильном подборе видовых и сортовых компонентов дает возможность значительно повысить кормовую продуктивность агроценозов и снизить себестоимость продукции. В нашем опыте условный чистый доход при выращивании бинарного посева гороха с

ячменем составил 16,76 тыс. руб./га и превышал данный показатель одновидового посева гороха на 5,28 тыс. руб./га при уровне рентабельности 231%.

Применение в предпосевной обработке семян гороха бактериальных и ростостимулирующих препаратов увеличивало производственные (прямые) затраты в расчете на 1 га посева, но при этом значительно снижалась себестоимость 1 т зерновой продукции. Наибольший условный чистый доход обеспечивало выращивание гороха с предпосевной обработкой семян цирконом и сиплантом, на вариантах которых он составил 22,08 и 23,61 тыс. руб. на 1 га при уровне рентабельности 240 и 256% соответственно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На черноземах засушливой степной зоны Саратовского Правобережья для развития и стабилизации полноценного кормопроизводства необходимо шире практиковать бинарные горохо-ячменные смеси, обеспечивающие урожайность зеленой массы на уровне 25-30 т/га с выходом кормовых единиц до 4,68 т/га и содержанием переваримого протеина до 695 кг/га. Уровень рентабельности производства горохо-ячменных кормовых смесей на варианте с соотношением 33% гороха и 67% ячменя составил 186%.

Наибольшей полнотой всходов в одновидовых и бинарных посевах с ячменем выделялся сорт кормового гороха Зарянка. Реакция зернового и кормового гороха на изменения плотности размещения семян на единице площади при высева была одинаковой: повышение их норм высева на 200 тыс. всхожих семян на 1 га снижало полноту всходов у сорта посевного гороха Орловчанин – на 3,8 и 2,2%, а у сорта кормового гороха Зарянка – на 3,7 и 5,3. Увеличение в горохо-ячменной смеси доли бобового компонента, и уменьшение доли злака снижало полевою всхожесть агроценоза.

Использование в предпосевной обработке бактериальных и ростостимулирующих препаратов активизировало процессы прорастания семян и повышало полевою всхожесть гороха и горохо-ячменных смесей. В среднем за годы исследований предпосевная обработка семян гороха и горохо-ячменной смеси экстраасолом повысила полевою всхожесть гороха на 6,3%, горохо-ячменной смеси – на 6,1%.

Наибольшей фотосинтетической продуктивностью отличался сорт кормового гороха Зарянка, листовая поверхность которого в фазу цветения в одновидовых посевах при норме высева 1,2 млн. всхожих семян на 1 га составляла 42,7 тыс. м²/га, тогда как у сорта посевного сорта Орловчанин в равных условиях она составила 31,0 тыс. м²/га или была меньше на 37,5%.

В бинарных посевах фотосинтетическая продуктивность растений гороха снижается: уменьшается число листьев, их ассимиляционная площадь, надземная биомасса. В меньшей степени это снижение наблюдается в совмещенных посевах при отдельном высева семян разных компонентов смеси. При повышении норм высева с 1,2 до 1,6 млн. всхожих семян на 1 га у кормового гороха заметно снижаются показатели листовой поверхности, фотосинтетического потенциала, чистой продуктивности фотосинтеза и сбора сухой биомассы. Расте-

ния, высеваемые в смесях, уступают по индивидуальной листовой поверхности растениям одновидовых посевов, но по суммарной поверхности листьев значительно их превосходят.

По количеству и сырой массе образовавшихся клубеньков на одно растение преимущество во все годы исследований было на стороне сорта кормового гороха Зарянка, клубеньки на его корнях были более крупные, содержали больше леггемоглобина, чем у сорта посевного гороха Орловчанин. В среднем за годы исследований на корнях одного растения сорта Зарянка образовывалось более 25 клубеньков с массой 106,6 мг, тогда как у сорта Орловчанин – 18,3 клубеньков с массой 30,3 мг.

Максимальная урожайность зерна сорта посевного гороха Орловчанин формировался в условиях хорошо влагообеспеченного 2007 года на варианте с нормой высева 1,2 млн всхожих семян на 1 га – 4,24 т/га. В более засушливых условиях 2008 и 2009 годов наибольшую урожайность зерна посевной горох сформировал на вариантах с нормой высева 1,0 млн всхожих семян на 1 га – 2,36 и 2,78 т/га соответственно. Максимальная урожайность сорта кормового гороха Зарянка хорошо влагообеспеченном 2007 году составила 2,16 т/га на варианте с нормой высева 1,6 млн. всхожих семян на 1 га. В засушливые 2008 и 2009 годы более высокую урожайность зерна данный сорт сформировал при норме высева 1,4 млн. всхожих семян на 1 га.

В бинарных посевах наивысшая урожайность зеленой массы в среднем за годы испытаний составила 30,0 т/га на варианте с высевом 1,5 млн. всхожих семян гороха + 3,0 млн. всхожих семян ячменя на 1 га.

Наибольший сбор кормовых единиц – до 4,68 т/га и переваримого протеина – до 695 кг/га в наших опытах обеспечивал вариант бинарного горохо-ячменного агроценоза с соотношением компонентов при высевах: гороха 33% + ячменя 67%, где соотношение компонентов в урожайной массе по числу растений гороха составляло 35,5% и ячменя – 64,5%.

На варианте обработки семян гороха ростостимулятором силиплант получена наибольшая урожайность зерна гороха в среднем за годы исследований (2010-2012 гг.) – 5,47 т/га, что превышало показатели контрольного варианта на 2,13 т/га или более чем в 1,6 раза.

Использование в предпосевной обработке семян гороха росторегулирующих и бактериальных препаратов способствовало формированию более продуктивных растений. На вариантах с предпосевной обработкой семян препаратами силиплант эпин экстра зерновая продуктивность гороха была наибольшей – 5,45 и 5,44 г в расчете на одно растение.

Биоэнергетическая оценка продуктивности одновидовых агроценозов гороха и бинарных посевов гороха с ячменем показала, что данные варианты являются энергосберегающими. Так, энергетический коэффициент смеси гороха с ячменем составил 3,5, а одновидового высева гороха – 2,9.

Условный чистый доход при выращивании бинарного посева гороха с ячменем составил 16,76 тыс. руб./га и превышал данный показатель одновидового посева гороха на 5,28 тыс. руб./га при уровне рентабельности 231%.

Наибольший условный чистый доход обеспечивало выращивание гороха с предпосевной обработкой семян цирконом и силиплантом, на вариантах которых он составил 22,08 и 23,61 тыс. руб. на 1 га при уровне рентабельности 240 и 256% соответственно.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

На обыкновенных черноземах Саратовского Правобережья в целях повышения продуктивности полевых агроценозов и увеличения сбора белка в зерновой и кормовой продукции, при одновременном увеличении азота в почве рекомендуется:

- увеличивать площади посевов гороха, как в чистом виде, так и в смесях с ячменем и другими видами мятликовых культур;
- высевать сорт посевного гороха Орловчанин в условиях хорошего предпосевного влагообеспечения почвы нормой высева 1,2 млн., а при умеренном количестве влаги нормой высева 1,0 млн. всхожих семян на 1 га;
- высевать сорт кормового гороха Зарянка в условиях хорошего предпосевного влагообеспечения почвы нормой высева 1,6 млн., а при умеренном количестве влаги нормой высева 1,4 млн. всхожих семян на 1 га;
- использовать при создании бинарных горохо-ячменных агроценозов сорт гороха кормового назначения Зарянка, позволяющий получать самый ранний и дешевый зеленый корм;
- применять при бинарном посеве сорта кормового гороха Зарянки и сорта ячменя Нутанс 553 нормы высева 1,5 млн. и 3,0 млн. всхожих семян на 1 га соответственно;
- использовать предпосевную обработку семян гороха ростостимулирующим препаратом силиплант.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Шевцова, Л.П. Практические аспекты симбиотической азотофиксации в поливидовых агрофитоценозах / Л.П. Шевцова, **Е.Н. Платонова** // Нива Поволжья. – 2008. – № 2(7). – С. 38-42 (0,24 п.л., авт. – 0,12).
2. Шевцова, Л.П. Формирование продуктивных горохо-ячменных смесей на чернозёмах Саратовского Правобережья / Л.П. Шевцова, **Е.Н. Платонова** // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2008.- №8, - С. 49-52. (0,44 п.л., авт.0,22)
3. Шевцова, Л.П. Формирование продуктивных посевов гороха в одновидовых и бинарных агроценозах в степной зоне Саратовского Правобережья / Л.П. Шевцова, **Е.Н. Платонова** // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2011.- №8, - С. 27-32. (0,75 п.л., авт. - 0,375).
4. Шевцова, Л.П. Урожайность и кормовая продуктивность гороха в бинарных посевах на черноземах Саратовского Правобережья / Л.П. Шевцова,

Е.Н. Трухина* // Аграрный научный журнал. – 2014. – №12. – С.44-47 (0,44 п.л., авт. – 0,22).

В аналитических сборниках и материалах конференций:

5. Шевцова, Л.П. Перспективы создания поливидовых агрофитоценозов на чернозёмах Саратовского Правобережья / Л.П. Шевцова, **Е.Н. Платонова** // Вавиловские чтения – 2007: Материалы конференции. – Саратов: Изд-во ООО «Научная книга», 2007. – С.110 (0,2 п.л., авт. – 0,1).

6. Шевцова, Л.П. Сравнительная оценка по продуктивности и технологичности различных типов и сортов гороха на черноземах Саратовского Правобережья / Л.П. Шевцова, **Е.Н. Платонова** // Передовой производственный опыт в сельскохозяйственном производстве: сборник научных работ – Саратов, Изд-во ООО «Научная книга», 2007. – С.16-19 (0,8 п.л., авт. – 0,4).

7. Шевцова, Л.П. Продуктивность горохо-ячменных агроценозов в зависимости от соотношения компонентов в смесях на черноземах степного Поволжья / Л.П. Шевцова, А.С. Мокин, **Е.Н. Платонова** // Резервы сберегающего земледелия на современном этапе: сборник научных работ ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов. – 2008. – С.160-164 (0,25 п.л., авт. – 0,08).

8. Шевцова, Л.П. Влияние долевого участия гороха в поливидовых агроценозах на кормовую и средообразующую продуктивность черноземов степного Поволжья / Л.П. Шевцова, Н.Н. Кулева, **Е.Н. Платонова** // Резервы сберегающего земледелия на современном этапе: сборник научных работ: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов. – 2008. – С.171-175 (0,3 п.л., авт. – 0,1).

9. Шевцова, Л.П. Практические аспекты симбиотической азотфиксации в поливидовых агрофитоценозах / Л.П. Шевцова, А.С. Мокин, **Е.Н. Платонова** // Селекция и семеноводство с/х культур: статьи XII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора, заслуженного агронома РСФСР А.И. Помогаевой – Пенза: РИО ПГСХА. – 2008. – С.76-78 (0,17 п.л., авт. – 0,06).

10. Шевцова, Л.П. Однолетние кормовые культуры в основных и промежуточных посевах в Западной микроне Саратовского Правобережья / Л.П. Шевцова, **Е.Н. Платонова** // Новое в сельскохозяйственном производстве: сборник научных работ – Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – 2008. – С.10-11 (0,4 п.л., авт. – 0,2).

11. Шевцова, Л.П. Полнота всходов горохо-ячменных смесей в зависимости от числового соотношения компонентов при высеве / Л.П. Шевцова, **Е.Н. Платонова** // Новое в сельскохозяйственном производстве: сборник научных работ – Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – 2008. – С.31-33 (0,6 п.л., авт. – 0,3).

12. Шевцова, Л.П. Динамика продукционных процессов в поливидовых агроценозах / Л.П. Шевцова, Н.Н. Кулева, **Е.Н. Платонова** // Эффективность агрономелиоративных приемов в земледелии: сборник научных работ, посвященный 95-летию агрономического факультета / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов – 2008. – С.31-34 (0,25 п.л., авт. – 0,08).

13. Шевцова, Л.П. Биоэнергетическая и экономическая эффективность производства гороха в одновидовых и поливидовых агроценозах / Л.П. Шевцо-

ва, Н.А. Шьюрова, Н.Н. Кулева, **Е.Н. Платонова** // Вавиловские чтения – 2010: Материалы Межд. научно-практической конференции в 3 томах – Саратов: Изд-во КУБИК. – 2010. – Т.1. – С.94-95 (0,23 п.л., авт. – 0,06).

14. Шевцова, Л.П. Продуктивность кормового гороха в промежуточных посевах / Л.П. Шевцова, **Е.Н. Трухина*** / Проблемы и перспективы развития сельского хозяйства и сельских территорий: сборник статей IV Международной научно-практической конференции: ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, Изд-во «Буква». – 2015. – С.151-153 (0,18 п.л., авт. – 0,09).

*** Фамилия была изменена на основании свидетельства о заключении брака I-РУ № 817341 выданного 28 мая 2011 г.**