

На правах рукописи

Шишкин Александр Александрович

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРИЕМОВ
АДАПТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГРЕЧИХИ
НА ЧЕРНОЗЕМАХ ЮЖНЫХ СТЕПНОГО ПОВОЛЖЬЯ**

Специальность 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Саратов 2018

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
Нарушев Виктор Бисенгалиевич

Официальные оппоненты: **Коржов Сергей Иванович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I», профессор кафедры «Земледелие и агроэкология»
Горянин Олег Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела земледелия и новых технологий ФГБНУ «Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. Н.М. Тулайкова»

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «НИИСХ Юго-Востока»

Защита состоится «26» июня 2018 года в 13 часов на заседании диссертационного совета Д 220.061.05, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения 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 « ____ » _____ 2018 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Нарушев Виктор Бисенгалиевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Гречиха – важнейшая полевая культура, широко возделываемая в мировом земледелии. В России ее основные площади сосредоточены в Нечерноземной зоне, Центрально-Черноземной полосе, Поволжье, на Урале, в Сибири, на Дальнем Востоке. Значительные площади гречихи занимает в Саратовской области – до 100 тыс. гектаров ежегодно. Высокая стоимость зерна делает гречиху одной из самых доходных сельскохозяйственных культур в современном растениеводстве нашего региона.

В настоящее время увеличение производства зерна гречихи сдерживается в связи с невысокой и нестабильной урожайностью. По урожайности гречиха уступает многим зерновым культурам, так как сохраняет высокую зависимость от складывающихся погодных условий. Средняя урожайность зерна гречихи в основных районах ее возделывания в России невысока – 0,8-1,2 т/га, а в Саратовской области еще ниже – 0,5-0,6 т/га. И это при том, что потенциал современных сортов гречихи достигает 2,5-3,0 т/га.

Учитывая важность гречихи, как ценной крупяной культуры, необходимо признать, что совершенствование технологии ее возделывания является актуальной проблемой современного растениеводства степного Поволжья.

Разработанность темы исследований. Проблема разработки адаптивных технологий возделывания полевых культур рассматривается в работах А.Н. Каштанова (1994), А.А. Жученко (2000), В.И. Кирюшина (2000), С.И. Коржова (2003), А.И. Шабаева (2005), Е.П. Денисова (2011).

В связи с высокими биологическими требованиями для гречихи очень важна адаптация к экологическим условиям. Адаптивные приемы возделывания гречихи на черноземных почвах затронуты в исследованиях А.В. Дедова (2002), В.Н. Наумкина (2001), Е.С. Юрченко (2007). Но в зоне черноземов южных степного Поволжья проблема совершенствования адаптивной технологии возделывания гречихи до настоящего времени не изучалась.

Цель наших исследований заключалась в совершенствовании приемов адаптивной технологии возделывания гречихи на черноземах южных степной зоны Поволжья.

Задачи исследований:

- изучить влияние способов основной обработки почвы и норм высева на водно-физические, агрохимические и биологические свойства почвы;
- установить особенности роста, развития растений, фотосинтетической деятельности и продукционного процесса посевов гречихи в зависимости от приемов возделывания;
- определить рациональный способ основной обработки почвы и оптимальную норму высева при возделывании гречихи на черноземах южных степной зоны Поволжья;
- изучить влияние минеральных удобрений и биопрепарата мизорин на урожайность и качества зерна гречихи;
- провести биоэнергетическую и экономическую оценку рекомендуемых приемов возделывания гречихи.

Научная новизна. Впервые на черноземах южных Саратовского Правобережья проведены исследования влияния способов основной обработки почвы, норм высева и различных удобрений на водно-физические, агрохимические и биологические свойства почвы.

Установлены особенности роста, развития растений, фотосинтетической деятельности и продукционного процесса посевов гречихи в зависимости от адаптивных приемов ее выращивания.

Выявлена возможность оптимизации использования влаги и элементов питания посевами при применении рекомендуемых приемов.

Теоретическая и практическая значимость. Теоретически обоснованы и практически разработаны приемы адаптивной технологии возделывания гречихи на черноземах южных степной зоны Поволжья, обеспечивающие стабильное получение урожайности зерна на уровне 1,6-2,0 т/га.

Усовершенствованные приемы адаптивной технологии возделывания гречихи внедрены в 2015-2016 гг. в хозяйствах Саратовского Правобережья на площади 500 гектаров с экономическим эффектом 1,8-2,5 тыс. руб./га.

Объект и предмет исследований. Объект исследований – агроценозы гречихи, чернозем южный. Предмет исследований – особенности формирования продуктивности гречихи в зависимости от различных адаптивных приемов технологии возделывания.

Методология и методы исследований. В работе использованы имеющиеся научно-практические материалы по технологии возделывания гречихи в засушливых регионах России, а также аналитический, экспериментальный, статистический, энергетический и экономический методы исследований.

Основные положения, выносимые на защиту следующие:

– особенности влияния способов основной обработки почвы, норм высева и различных удобрений на водно-физические, агрохимические и биологические свойства черноземов южных;

– показатели роста, развития растений, фотосинтетической деятельности и продукционного процесса посевов гречихи в зависимости от способов основной обработки почвы, норм высева и удобрений;

– урожайность и качество зерна гречихи в зависимости от способов основной обработки почвы, норм высева, применения минеральных удобрений и биопрепарата мизорин на черноземах южных;

– усовершенствованные приемы адаптивной технологии возделывания гречихи на черноземах южных степной зоны Поволжья.

Достоверность результатов исследований подтверждается многолетним периодом проведения полевых и лабораторных исследований, необходимым количеством выполненных наблюдений, измерений и анализов, статистической обработкой полученных данных, внедрением результатов в производство и широкой их апробацией в печати.

Апробация работы. Основные положения диссертации докладывались на международных и всероссийских и региональных конференциях: «Вавиловские чтения» (Саратов, 2013-2017 гг.), II Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ» (Са-

ратов, 2013 г.), «Состояние и перспективы инновационного развития АПК» (Саратов, 2013-2016 гг.); внутривузовских конференциях ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова» (Саратов, 2013-2018 гг.); региональных и зональных научно-практических конференциях, проводимых в Саратовской области и степном Поволжье (2013-2018 гг.).

Публикации. По материалам диссертационной работы опубликовано 10 статей, в том числе 2 – в изданиях из перечня, рекомендованного ВАК Российской Федерации.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 127 страницах компьютерного текста, состоит из введения, шести глав, заключения и предложений производству. Работа включает 23 таблицы, 2 рисунка. Приложения приведены на 21 странице. Список литературы состоит из 218 источников, в том числе 14 на иностранных языках.

Личный вклад соискателя состоит в разработке программы исследований, постановке и проведении полевых опытов, анализе и интерпретации полученных результатов, их статистической, экономической и биоэнергетической оценке, формулировании заключения и предложений производству, подготовке и издании научных статей.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении освещено состояние проблемы, обоснована актуальность темы, поставлены цель и задачи работы, представлены основные положения, выносимые на защиту, охарактеризованы новизна, практическая и теоретическая значимость исследований.

В первой главе на основе изучения литературы рассматриваются морфобиологические и агроэкологические основы возделывания гречихи, детально анализируется существующий научно-практический материал по применению различных способов обработки почвы, норм высева, минеральных удобрений и биопрепаратов при выращивании данной культуры в степной зоне Поволжья, дается оценка влияния этих приемов на рост и развитие растений, формирование элементов продуктивности и показателей качества зерна.

Во второй главе описаны почвенно-климатические условия зоны проведения исследований. Полевые исследования проводились в период с 2013 по 2015 годы на полях Крестьянского фермерского хозяйства (КФХ) «Шишкин А.А.» Татищевского района Саратовской области, землепользование которого расположено в степной зоне Поволжья.

Климат зоны – умеренно-континентальный. Средняя годовая температура воздуха +5,1°C; количество осадков – 451 мм. Почва – чернозем южный, тяжелосуглинистый, содержащий 3,5-4,0% гумуса в пахотном горизонте. Обеспеченность нитратным азотом – низкая; подвижным фосфором – средняя, обменным калием – высокая. По погодным условиям вегетационный период 2013 года был наиболее благоприятным для растений; 2014 года – острозасушливым неблагоприятным; 2015 года – средне засушливым.

В третьей главе приведены схемы полевых экспериментов и методик исследований, агротехника проведения опытов.

Важнейшим приемом адаптивной технологии возделывания гречихи является установление оптимального количества растений в посевах, что достигалось в **первом опыте** путем рационального сочетания способа основной подготовки почвы и нормы высева. Закладывался двухфакторный полевой опыт:

Фактор А. Влияние способа основной обработки почвы на продуктивность гречихи:

Вариант 1. Посев по традиционной обработке почвы (культурной вспашке);

Вариант 2. Посев по комбинированной обработке почвы.

Фактор В. Определение оптимальной нормы высева гречихи при возделывании на черноземах южных на различных фонах основной обработки:

Вариант 1. Норма высева 1,5 млн. всхожих семян на 1 га;

Вариант 2. Норма высева 2,0 млн. всхожих семян на 1 га;

Вариант 3. Норма высева 2,5 млн. всхожих семян на 1 га;

Вариант 4. Норма высева 3,0 млн. всхожих семян на 1 га;

Вариант 5. Норма высева 3,5 млн. всхожих семян на 1 га;

Вариант 6. Норма высева 4,0 млн. всхожих семян на 1 га.

В данном опыте удобрения не использовались.

Во **втором опыте** проверялась эффективность применения минеральных удобрений и биопрепарата мизорин при выращивании гречихи.

Закладывался двухфакторный полевой опыт по следующей схеме:

Фактор А. Влияние способа основной обработки почвы на продуктивность гречихи:

Вариант 1. Посев по традиционной обработке почвы (культурной вспашке);

Вариант 2. Посев по комбинированной обработке почвы.

Фактор В. Оценка эффективности совместного применения минеральных удобрений и биопрепарата мизорин при возделывании гречихи на разных фонах основной обработки почвы:

Вариант 1. Без удобрений (контроль);

Вариант 2. N₄₅P₄₅;

Вариант 3. Мизорин – обработка семян перед посевом;

Вариант 4. N₄₅P₄₅ + мизорин;

Вариант 5. N₃₀P₄₅ + мизорин;

Вариант 6. N₁₅P₄₅ + мизорин.

Повторность – 4-х кратная, размещение вариантов рендомизированное. Общая площадь делянки – 135 м², учетная - 100 м². Организация и проведение полевых опытов осуществлялась по общепринятым методикам.

При возделывании гречихи в виде фона на опытном участке выполнялись все мероприятия, предусмотренные в научно-обоснованной системе земледелия степного Поволжья. Высевался сорт гречихи Дикуль рядовым способом.

Закладка опытов, проведение наблюдений и учетов выполнялись в соответствии с методикой полевых опытов Б.А. Доспехова (1985) и Рекомендациями НИИСХ Юго-Востока (1973). При проведении конкретных наблюдений использовались соответствующие методики.

Фенологические наблюдения осуществлялись по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1961) и определителю фаз развития растений А.И. Руденко (1950). Густота стояния и высота растений, прирост надземной биомассы устанавливались путем взятия растительных образцов с площадок 1 м², в четырехкратной повторности на каждом варианте, по основным фазам развития растений (Методика ВИК им. В.Р. Вильямса, 1987). Определение размера и продуктивности работы ассимиляционного аппарата растений осуществлялось по методике А.А. Ничипоровича (1961).

Засоренность посевов определялась количественно – весовым методом (ВИЗР, 1988); плотность почвы в – режущим кольцом объемом 520 см³ (Качинский Н.А.); влажность почвы – термостатно-весовым методом по важнейшим фазам развития растений гречихи (Костяков А.Н., 1960). Биологическая активность почвы определялась в пахотном слое по разложению клетчатки аппликационным методом Е.Н. Мишустина и А.Н. Петровой (1963). Содержание нитратный азот определялось по Грандваль-Ляжу, ГОСТ 26488-91; подвижный фосфор по методу Мачигина, ГОСТ 26205-9; водорастворимый гумус методом И.В. Тюрина в модификации В.Н. Симакова (1957), ГОСТ 26213-91.

Элементы структуры биологической урожайности и ее величина по вариантам опытов определялись путем отбора, анализа и обмолота снопов с площадок 1 м² в четырехкратной повторности. Хозяйственную урожайность получали при сплошной уборке каждой делянки прямым комбайнированием в фазу полной спелости с переводом на 14% влажность и 100% чистоту. Проводилась оценка качества зерна по основным физическим показателям – массе 1000 семян, натурной массе, пленчатости.

Статистическая обработка опытных данных методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985) выполнялась на ЭВМ с использованием компьютерных программы Agros.

Экономическую эффективность и биоэнергетическую оценку приемов адаптивной технологии возделывания гречихи определяли по методикам ВАСХНИЛ (1989), Г.С. Посыпанова (1995) и РАСХН (1998).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В четвертой главе представлен анализ влияния способов обработки почвы и норм высева на продуктивность гречихи в степном Поволжье.

Данные научных исследований и производственного опыта показывают, что в засушливом степном Поволжье добиться накопления хороших запасов влаги можно путем применения грамотной технологии основной обработки почвы. Особенно это касается среднемощных и маломощных черноземов южных, на которых нельзя проводить глубокую отвальную вспашку из-за небольшой мощности пахотного горизонта. Такие почвы занимают более 500 тыс. гектаров в Татищевском, Лысогорском, Красноармейском, Воскресенском и ряда других районов Саратовского Правобережья. Большинство из них сильно эродированы и требуют особого подхода при выборе способа основной обработки почвы. В качестве рабочей гипотезы нами было выдвинуто научное предполо-

жение, что на средне- и маломощных черноземах южных рациональнее применять комбинированную обработку почвы плугами ПБС, а при ее использовании надо подобрать оптимальную норму высева гречихи для эффективного расходования ограниченных запасов доступной влаги.

Изменение плотности пахотного горизонта почвы. Исследования показали, что перед посевом плотность пахотного горизонта южного чернозема при комбинированном способе основной обработки почвы составляла 1,06-1,07 т/м³, а при традиционной отвальной вспашке – 1,11-1,13 т/м³, т.е. при комбинированном способе основной обработки почвы плотность была на 0,04-0,07 т/м³ или на 3,6-6,2% ниже. В то же время изменение нормы высева гречихи с 1,5 до 4,0 млн. всхожих семян на гектар при обоих способах обработки почвы не оказывало заметного влияния на плотность пахотного горизонта чернозема южной степной зоны Саратовского Правобережья.

Влагообеспеченность растений в посевах. По изучаемым способам основной обработки почвы были выявлены существенные различия в влагообеспечении растений. Наилучшие условия обеспечения растений влагой были на вариантах посева по комбинированной основной обработке почвы. За осенне-зимне-весенний период на комбинированной обработке было накоплено по средним данным трех лет исследований на 8 мм влаги больше, чем на традиционной культурной вспашке. Также установлено, что ресурсы влаги в метровом слое почвы начиная с периода посева и по всем ответственным фазам развития до окончания формирования урожая на вариантах комбинированной обработки почвы были на 3-15 мм выше, чем на вариантах традиционной обработки. По нашему мнению большее накопление влаги и ее лучшее удержание в почве на вариантах комбинированной обработки объясняется наличием слоя мульчи из запаханной разлагающейся соломы в слое почвы 10-15 см.

Наиболее рациональное потребление влаги посевами гречихи в течение всей вегетации наблюдалось на вариантах с нормами высева 2,5-3,0 млн. всхожих семян на гектар при обоих способах обработки почвы. Это объясняется тем, что во-первых – на данных вариантах развивалось оптимальное для почвенно-климатических условий зоны проведения исследований количество растений гречихи на единице площади поля и они равномерно потребляли влагу в течение вегетации; во-вторых – на них обеспечивалось наиболее быстрое и полное закрытие поверхности поля надземной массой культурных растений, что заметно уменьшало непродуктивные потери влаги на испарение.

Изменение засоренности посевов. Способы основной обработки и нормы высева оказали заметное влияние на этот процесс, но направленность воздействия была различной. При традиционной обработке почвы семена сорняков запахивались глубоко (на 20-25 см) и не могли прорасти оттуда. В то же время при использовании комбинированной обработки, когда растительные остатки, а с ними и семена сорняков запахиваются не глубоко (в верхнем слое 10-15 см), более высокие запасы влаги способствовали их активному прорастанию. В результате число сорняков при комбинированной обработке было выше, чем при отвальной вспашке – соответственно 1,3-19,0 шт./м² против 0,6-13,5 шт./м² в среднем за 2013-2015 гг.

Однако, после всходов в дальнейшем в течение вегетации в связи с лучшим обеспечением влагой и элементами питания, растения гречихи при выращивании по комбинированной обработке развивались лучше, чем по отвальной вспашке, что способствовало более активному биологическому подавлению сорняков. Так, на вариантах комбинированной обработки сухая масса сорняков составила 1,0-17,8 г/м², а на вариантах отвальной вспашки 3,9-32,8 г/м², т.е. засоренность при комбинированной обработке почвы была в 2 раза ниже.

Большое влияние на развитие сорняков в посевах оказывали нормы высева семян гречихи. Наибольшая степень засоренности наблюдалась на вариантах, где использовались низкие нормы высева – 1,5-2,0 млн. всхожих семян на 1 гектар. При применении нормы высева 2,5 млн. всхожих семян на 1 га и более засоренность гречихи заметно снижалась и на третьем – шестом вариантах она составила 0,6-5,4 сорняков на 1 м² с сухой надземной массой 3,9-17,1 г/м² при посеве гречихи по отвальной вспашке и 1,3-8,2 сорняков на 1 м² с общей сухой массой 1,0-6,7 г/м² при выращивании по комбинированной обработке.

Формирование густоты растений в посевах гречихи. По изучаемым нормам высева полевая всхожесть была практически равной (некоторое снижение отмечается только при увеличении нормы до 4,0 млн. всхожих семян на 1 га), но по способам основной обработки почвы отмечается значительная разница. При посеве по комбинированной обработке полевая всхожесть семян гречихи была на 3,5-5,1% выше, чем при посеве по вспашке (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние способов основной обработки почвы и норм высева на формирование густоты посевов гречихи (среднее за 2013-2015 гг.)

Норма высева, млн. всхожих семян на 1 га	Число растений в фазу полных всходов, шт./м ²	Полевая всхожесть, %	Число растений в период уборки, шт./м ²	Сохранность растений, %
Традиционная обработка почвы (культурная вспашка)				
1,5	120	80,0	92	76,7
2,0	162	81,0	124	76,5
2,5	201	80,4	149	74,1
3,0	241	80,3	174	72,2
3,5	280	80,0	197	70,4
4,0	319	79,8	211	66,1
Комбинированная обработка почвы				
1,5	127	84,7	105	82,7
2,0	169	84,5	139	82,3
2,5	213	85,2	171	80,3
3,0	253	84,3	195	77,1
3,5	298	85,1	222	74,5
4,0	338	84,5	239	70,7
F _φ (A)	463.7*		108.2*	
F _φ (B)	11650.9*		383.8*	
F _φ (A+B)	14.0*		7.4*	
HCP ₀₅ (A)	1,2		4	
HCP ₀₅ (B)	2,1		7	
HCP ₀₅ (A+B)	2,9		10	

Более высокая полевая всхожесть семян гречихи при посеве по комбинированной обработке вполне объяснима лучшими условиями обеспечения влагой верхнего посевного слоя. Во-первых, как отмечалось ранее на вариантах посева по комбинированной обработке накапливалось больше влаги, чем на вариантах отвальной вспашки; во-вторых, при в целом хороших весенних запасах влаги в почве на обоих способах основной обработки, в большинстве случаев в период посев-всходы гречихи в засушливом степном Поволжье наблюдается ее быстрое физическое испарение из верхнего посевного слоя. При этом по нашим наблюдениям на вариантах посева по комбинированной обработке за счет запаханной растительной мульчи в верхнем слое 10-15 см физическое испарение было значительно меньше. Все это позволило при выращивании гречихи по посеву по комбинированной обработке почвы получать более полные и дружные всходы по сравнению с посевом по отвальной вспашке.

Количество растений (сохранность растений) гречихи в уборку при выращивании по комбинированной обработке было заметно больше по сравнению с традиционной отвальной вспашкой по всем изучаемым нормам высева – соответственно 105-239 против 92-211 шт./м². Это естественное следствие лучших условий в обеспечении растений влагой и элементами питания при выращивании по комбинированной обработке.

Формирование биометрических показателей посевов и продуктивность фотосинтеза гречихи. Наилучшее развитие площади листьев и сухой биомассы у гречихи наблюдалось при использовании норм высева 2,5-4,0 млн. всхожих семян на 1 га (варианты 3-6). На этих вариантах были самые лучшие биометрические показатели: максимальная площадь листовой поверхности в конце цветения – на уровне 22,9-29,0 тыс. м²/га; сухая надземная биомасса в фазу полной спелости – 5,18-7,11 т/га. На вариантах с малыми нормами высева – 1,5 и 2,0 млн. всхожих семян на 1 гектар биометрические показатели гречихи были заметно ниже: площадь листовой поверхности – 17,1-21,2 тыс. м²/га; сухая надземная биомасса – 3,91-5,74 т/га. Причем при посеве гречихи по комбинированной обработке показатели площади листьев и сухой надземной биомассы на аналогичных вариантах норм высева были соответственно на 0,9-7,6 и 10,8-18,0% выше, чем при посеве по отвальной вспашке.

Наблюдения за показателями фотосинтетического потенциала (ФП) и чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) посевов также позволили установить определенные особенности. Величины общего за вегетацию фотосинтетического потенциала наибольшими были на вариантах посева гречихи с нормами высева 3,5-4,0 млн. всхожих семян на 1 гектар – 1277-1346 тыс. м²*сутки/га при традиционной отвальной вспашке и 1373-1411 тыс. м²*сутки/га при посеве по комбинированной обработке.

Показатель чистой продуктивности фотосинтеза посевов гречихи (ЧПФ) был подвержен значительным колебаниям в течение вегетационного периода, а также зависел от способа обработки почвы и нормы высева семян. При этом отмечалось два максимума: первый в период интенсивного роста растений (ветвление-цветение), второй в период плодообразования и созревания зерна (налив – полная спелость зерна).

Величины чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) посева гречихи наибольшими были на вариантах с нормами высева 2,5-3,0 млн. всхожих семян на 1 гектар: 5,6-6,1 г/м²*сутки при посеве по комбинированной обработке почвы; 5,3-5,4 г/м²*сутки/га при посеве по традиционной отвальной вспашке в среднем за три года исследований.

Максимальный показатель ЧПФ гречихи в исследованиях отмечен на варианте ее выращивания по комбинированной обработке с нормой высева 2,5 млн. всхожих семян на 1 гектар – 6,1 г/м²*сутки в среднем за вегетационный период. При выращивании по отвальной вспашке максимальный показатель ЧПФ отмечен при норме высева 3,0 млн. всхожих семян на гектар – 5,4 г/м²*сутки в среднем за вегетационный период гречихи.

Формирование элементов продуктивности агроценозов гречихи. В исследованиях установлены особенности влияния способов основной обработки почвы и норм высева на создание элементов продуктивности гречихи в условиях степной зоны Поволжья. Количество растений гречихи в уборку при выращивании по комбинированной обработке было больше по сравнению с отвальной вспашкой по всем изучаемым нормам высева – соответственно 105-239 против 92-211 шт./м² и как видим оно возросло при повышении нормы высева с 1,5 до 4,0 млн. всхожих семян на гектар (таблица 2).

Таблица 2– Влияние способа основной обработки и нормы высева на формирование элементов продуктивности агроценозов гречихи (среднее за 2013-2015 гг.)

Норма высева, млн. всхожих семян на 1 га	Количество растений к уборке, шт./м ²	Количество зерен на 1-ом растении, шт.	Масса зерна с 1-го растения, г	Масса 1000 зерен, г.
Традиционная обработка почвы (культурная вспашка)				
1,5	92	35,9	1,11	32,5
2,0	124	33,1	2,02	32,3
2,5	149	32,1	1,00	32,6
3,0	174	26,9	0,85	32,8
3,5	197	23,7	0,75	32,5
4,0	211	18,9	0,61	32,6
Комбинированная обработка почвы				
1,5	105	37,8	1,18	32,9
2,0	139	34,7	1,05	32,7
2,5	171	33,6	1,03	33,0
3,0	195	29,4	0,90	32,9
3,5	222	25,5	0,79	32,6
4,0	239	21,4	0,67	32,7
F _φ (A)	108.2*	71.2*	56.0*	10.8*
F _φ (B)	383.8*	372.7*	501.8*	1.7
F _φ (A+B)	7.4*	1.6	93.4*	0.6
НСР ₀₅ (A)	4	0,6	0,02	0,18
НСР ₀₅ (B)	7	1,0	0,04	-
НСР ₀₅ (A+B)	10	-	0,05	-

Количество зерен на 1 растении напротив уменьшалось при повышении нормы высева с 1,5 до 4,0 млн. всх. семян на гектар: с 35,9 до 18,9 шт. при выращивании гречихи по отвальной вспашке и с 37,8 до 21,4 шт. по комбиниро-

ванной обработке. Аналогичная закономерность была и по массе зерна с 1-го растения: отмечено уменьшение при повышении нормы высева с 1,5 до 4,0 млн. всхожих семян на гектар: с 1,11 до 0,61 г. при выращивании гречихи по отвальной вспашке и с 1,18 до 0,67 г. по комбинированной обработке.

Масса 1000 семян практически не изменялась при выращивании по различным способам обработки и при использовании различных норм высева семян гречихи – она колебалась в узком интервале 32,3-33,0 г.

По средним данным 2013-2015 гг. как при выращивании гречихи по отвальной вспашке, так и по комбинированной обработке наилучшее сочетание элементов продуктивности посевов гречихи формировалось при нормах высева 2,5-3,0 млн. всхожих семян на гектар. При этом размеры важнейших элементов продуктивности посевов гречихи при комбинированной обработке были выше, чем при традиционной отвальной вспашке: количество зерен на одном растении – на 1,6-2,5 шт., масса зерна с одного растения – на 0,03-0,07 г.

Урожайность гречихи. Наивысшая достоверная урожайность зерна у сорта гречихи Дикуль получена при выращивании по комбинированной обработке почвы и использовании нормы высева 2,5 млн. всх. семян на 1 гектар – 1,60 т/га. При норме высева 3,0 млн. всхожих семян на 1 гектар урожайность была немного выше только в два год из трех (2013 и 2015 гг.), но при этом прибавка статистически недостоверна (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние способов основной обработки почвы и норм высева на урожайность гречихи при выращивании на черноземах южных степной зоны Поволжья

Норма высева, млн. всхожих семян на 1 га	Урожайность зерна, т/га			
	2013 г	2014 г	2015 г	среднее за 2013-2015 гг.
Традиционная обработка почвы (культурная вспашка)				
1,5	1,18	0,93	0,98	1,03
2,0	1,40	1,14	1,19	1,24
2,5	1,63	1,28	1,35	1,42
3,0	1,76	1,36	1,47	1,53
3,5	1,70	1,20	1,39	1,43
4,0	1,58	1,01	1,23	1,27
Комбинированная обработка почвы				
1,5	1,35	1,08	1,14	1,19
2,0	1,61	1,27	1,35	1,41
2,5	1,83	1,43	1,54	1,60
3,0	1,85	1,42	1,56	1,61
3,5	1,86	1,32	1,53	1,57
4,0	1,82	1,13	1,43	1,46
F _φ (A)	214,2*	220,5*	414,0*	43,8*
F _φ (B)	196,6*	234,1*	317,5*	35,7*
F _φ (A+B)	3,2*	2,8*	4,2*	3,5*
HCP ₀₅ (A)	0,03	0,02	0,02	0,05
HCP ₀₅ (B)	0,04	0,03	0,03	0,07
HCP ₀₅ (A+B)	0,06	0,04	0,04	0,08

При выращивании гречихи по традиционной отвальной вспашке наивысшая урожайность зерна у сорта гречихи Дикуль получена на варианте с нормой высева 3,0 млн. всхожих семян на 1 га – 1,53 т/га в среднем за три года. Преимущество над всеми другими нормами высева было статистически достоверным как по среднесулетним данным, так и по результатам каждого из трех лет полевых исследований.

В пятой главе представлен анализ влияния минеральных удобрений и биопрепарата мизорин на плодородие чернозема южного и продуктивность гречихи в степном Поволжье.

В связи с тем, что от применения минерального азота у гречихи отмечается усиление ростовых процессов, что почти всегда приводит к падению урожайности зерна, нами проводился поиск других приемов оптимизации питательного режима культуры. Анализ имеющихся в литературе научно-практических данных последних лет показывает, что одним из возможных приемов управления питательным режимом и ростовыми процессами гречихи в течение всего вегетационного периода может стать применение биопрепаратов ассоциативных diaзотрофов, пополняющих запасы азота в почве за счет его не симбиотической фиксации из воздуха. В качестве рабочей гипотезы нами было выдвинуто научное предположение, что биопрепараты дадут биологический азот необходимый во второй половине вегетации. Также планировалось совместное применение минеральных удобрений и биопрепарата мизорин с целью частичного замещения минерального на биологический азот.

Биологическая активность почвы. Применение биопрепарата мизорин и азотно-фосфорных удобрений оказало различное влияние на интенсивность разложения клетчатки в почве под гречихой. При применении отвальной вспашки в фазу созревания показатели составили: на контроле – 48,5%; на варианте с минеральными удобрениями в дозе $N_{45}P_{45}$ – 56,8%; на варианте с мизорином – 63,5%; на варианте $N_{45}P_{45}$ +мизорин – 71,7%; на варианте $N_{30}P_{45}$ +мизорин – 74,8% и на варианте $N_{15}P_{45}$ +мизорин – 69,3% в среднем за три года. При применении комбинированной обработки почвы степень разложения клетчатки была выше, чем на аналогичных вариантах отвальной вспашки - в фазу созревания показатели составили: на контрольном варианте – 50,1%; на варианте с минеральными удобрениями в дозе $N_{45}P_{45}$ – 62,0%; на варианте с мизорином – 69,2%; на варианте $N_{45}P_{45}$ +мизорин – 77,4%; на варианте $N_{30}P_{45}$ +мизорин – 80,9% и на варианте $N_{15}P_{45}$ +мизорин – 74,9%.

Особенности питательного режима посевов. Содержание нитратного азота в пахотном слое чернозема южного во второй половине вегетации гречихи на вариантах как отдельного применения биопрепарата мизорин, так и при совместном использовании с азотно-фосфорными удобрениями было выше, чем на варианте применения только минеральных удобрений при обоих изучаемых способах обработки почвы. При этом наилучший режим азотного питания в течение всей вегетации гречихи наблюдался на варианте применения минеральных удобрений в дозе $N_{30}P_{45}$ совместно с биопрепаратом мизорин: в фазу всходов – 8,8 мг/кг, в начале цветения – 12,5 мг/кг, в фазу плодообразования - 10,5

мг/кг и в фазу полного созревания - 7,4 мг/кг почвы. Самый неблагоприятный режим азотного питания наблюдался на контрольном варианте: в фазу всходов – 6,7 мг/кг, в начале цветения – 7,7 мг/кг, в фазу плодообразования - 5,5 мг/кг и в фазу полного созревания - 5,0 мг/кг абсолютно сухой почвы.

Установлено, что содержание подвижного фосфора в пахотном слое чернозема южного степного Поволжья в течение всей вегетации гречихи превышало показатели контроля при применении минеральных удобрений в дозе $N_{45}P_{45}$ на 13-26% на фоне отвальной вспашки и на 11-25% на фоне комбинированной обработки. В то же время при совместном использовании азотно-фосфорных удобрений и биопрепарата мизорин показатели были выше на 14-35% на фоне отвальной вспашки и на 10-32% на фоне комбинированной обработки, т.е. применение биопрепарата мизорин в наилучшей степени оптимизировало фосфорное питание посевов гречихи в течение всей вегетации.

В целом необходимо подчеркнуть, что если отдельное применение минеральных удобрений создавало высокий фон минерального питания только в первой половине вегетации и приводило к нарастанию общей биомассы в ущерб плодообразованию, то совместное применение азотно-фосфорных удобрений и биопрепарата обеспечивало высокий уровень элементов питания в течение всей вегетации гречихи, что и послужило основой повышения ее урожайности и улучшения качества зерна.

Сохранения гумуса в пахотном горизонте чернозема южного степной зоны Поволжья. Проведенные исследования позволили установить, что при применении биопрепарата мизорин, как отдельно, так и совместно с минеральными удобрениями приводило к сохранению гумуса на обоих изучаемых способах основной обработки почвы. При этом наибольшее содержание гумуса в пахотном горизонте чернозема южного степного Поволжья отмечено на варианте совместного применения минеральных удобрений в дозе $N_{30}P_{45}$ и биопрепарата мизорин при комбинированной обработке – 3,85%. Наименьшее содержание гумуса было на варианте применения минеральных удобрений в дозе $N_{45}P_{45}$ и на контроле при традиционной отвальной вспашке - соответственно 3,55 и 3,63% в среднем за три года. Таким образом, снижение интенсивности обработки почвы способствует сохранению гумуса в почве. Применение биопрепарата мизорин также стабилизировало содержание гумуса.

Рост и развитие растений гречихи. Применение минеральных удобрений и биопрепарата мизорин оказало заметное влияние на процесс формирования сухой надземной биомассы гречихи при обоих способах обработки почвы (таблица 4). При отвальной вспашке показатели сухой биомассы гречихи в фазу полного созревания составили: на контроле - 5,98 т/га (100%); на варианте с применением биопрепарата мизорин для обработки семян гречихи – 6,57 т/га (110%); на варианте с минеральными удобрениями в дозе $N_{45}P_{45}$ – 7,31 т/га (123%); на варианте совместного применения $N_{45}P_{45}$ и биопрепарата мизорин – 7,52 т/га (126%); на варианте совместного применения $N_{30}P_{45}$ и биопрепарата мизорин – 7,63 т/га (128%); на варианте совместного применения $N_{15}P_{45}$ и биопрепарата мизорин – 7,18 т/га (120%). На вариантах комбинированной обработ-

ки отмечена аналогичная закономерность влияния минеральных удобрений и биопрепарата на накопление сухой биомассы.

Таблица 4 – Влияние минеральных удобрений и биопрепарата мизорин на показатели фотосинтеза посевов гречихи в степной зоне Саратовского Правобережья (среднее за 2013-2015 гг.)

Варианты Опыта	Площадь листьев в момент максимума (цветение), тыс. м ² /га	Фотосинтетический потенциал, тыс. м ² *сутки/га	Сухая надземная биомасса в полную спелость, т/га	Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м ² *сутки
Традиционная обработка почвы (культурная вспашка)				
Контроль	23,2	1044	5,98	5,73
N₄₅P₄₅	28,1	1265	7,31	5,78
Мизорин	24,6	1107	6,57	5,94
N₄₅P₄₅ + мизорин	28,6	1287	7,52	5,84
N₃₀P₄₅ + мизорин	27,8	1251	7,63	6,10
N₁₅P₄₅ + мизорин	27,1	1220	7,18	5,89
Комбинированная обработка почвы				
Контроль	23,1	1040	6,29	6,05
N₄₅P₄₅	29,8	1341	8,21	6,12
Мизорин	25,1	1130	7,42	6,57
N₄₅P₄₅ + мизорин	30,5	1373	8,79	6,40
N₃₀P₄₅ + мизорин	29,2	1314	8,78	6,68
N₁₅P₄₅ + мизорин	28,4	1278	8,26	6,46
F _φ (A)	62,5*		70,8*	
F _φ (B)	241,1*		20,6*	
F _φ (A+B)	4,7*		4,3*	
HCP ₀₅ (A)	0,3		0,26	
HCP ₀₅ (B)	0,5		0,44	
HCP ₀₅ (A+B)	0,7		0,63	

При этом показатели были следующими: на контрольном варианте - 6,29 т/га (100%); на варианте с применением биопрепарата мизорин для обработки семян гречихи – 7,42 т/га (118%); на варианте с минеральными удобрениями в дозе N₄₅P₄₅ – 8,21 т/га (131%); на варианте совместного применения N₄₅P₄₅ и биопрепарата мизорин – 8,79 т/га (140%); на варианте совместного применения N₃₀P₄₅ и биопрепарата мизорин – 8,78 т/га (140%); на варианте совместного применения N₁₅P₄₅ и биопрепарата мизорин – 8,26 т/га (132%).

Показатели площади листьев в момент максимума в фазу цветения гречихи на фоне отвальной вспашки составили: на контроле - 23,2 тыс. м²/га (100%); на варианте с применением биопрепарата мизорин – 24,6 тыс. м²/га (106%); на варианте с минеральными удобрениями в дозе N₄₅P₄₅ – 28,1 тыс. м²/га (122%); на варианте совместного применения N₄₅P₄₅ и биопрепарата мизорин – 28,6 тыс. м²/га (124%); на варианте совместного применения N₃₀P₄₅ и биопрепарата мизорин – 27,8 тыс. м²/га (120%); на варианте совместного применения N₁₅P₄₅ и биопрепарата мизорин – 27,1 тыс. м²/га (117%).

На вариантах комбинированной обработки почвы отмечена аналогичная закономерность влияния минеральных удобрений и мизорина на площадь ли-

стьев: на контроле - 23,1 тыс. м²/га (100%); на варианте с применением био-препарата мизорин – 25,1 тыс. м²/га (109%); на варианте с минеральными удобрениями в дозе N₄₅P₄₅ – 29,8 тыс. м²/га (129%); на варианте совместного применения N₄₅P₄₅ и биопрепарата мизорин – 30,5 тыс. м²/га (132%); на варианте совместного применения N₃₀P₄₅ и биопрепарата мизорин – 29,2 тыс. м²/га (127%); на варианте совместного применения N₁₅P₄₅ и биопрепарата мизорин – 28,4 тыс. м²/га (123%).

Продуктивность фотосинтеза определяется величиной фотосинтетического потенциала (ФП) и чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ). По результатам исследований наибольший размер фотосинтетического потенциала посевов гречихи был при комбинированной обработке почвы на варианте N₄₅P₄₅+мизорин – 1 млн. 373 тыс. м²*сутки/га. Наивысший показатель чистой продуктивности фотосинтеза был достигнут также при комбинированной обработке на варианте N₃₀P₄₅+мизорин– 6,68 г/м² • сутки.

Структура биологического урожая гречихи. Результаты исследований по оценке влияния способов обработки почвы, минеральных удобрений и био-препарата мизорин на формирование элементов продуктивности гречихи выявили определенные закономерности (таблица 5).

Таблица 5 – Влияние минеральных удобрений и биопрепарата мизорин на формирование элементов продуктивности агроценозов гречихи (среднее за 2013-2015 гг.)

Варианты опыта	Количество растений в уборку, шт./м ²	Количество цветков на 1 растении, шт.	Количество зерен на 1 растении, шт.	Завязываемость цветков, %	Масса зерна с 1 растения, г
Традиционная обработка почвы (культурная вспашка)					
Контроль	185	322	23,5	7,3	0,79
N₄₅P₄₅	186	452	27,9	6,2	0,95
Мизорин	186	326	25,2	7,7	0,85
N₄₅P₄₅ + мизорин	188	430	28,6	6,7	0,98
N₃₀P₄₅ + мизорин	185	375	28,8	7,7	0,98
N₁₅P₄₅ + мизорин	184	344	27,7	8,1	0,94
Комбинированная обработка почвы					
Контроль	196	324	23,8	7,4	0,81
N₄₅P₄₅	199	456	29,0	6,4	0,99
Мизорин	198	327	25,9	7,9	0,88
N₄₅P₄₅ + мизорин	199	433	30,8	7,1	1,03
N₃₀P₄₅ + мизорин	198	376	31,5	8,4	1,05
N₁₅P₄₅ + мизорин	197	345	29,0	8,4	0,99
F _φ (A)	613,0*	2,3	42,7*	16,3*	0,4
F _φ (B)	3,5*	362,0*	97,5*	49,2*	3,2*
F _φ (A+B)	0,7	0,5	3,0*	1,7	1,4
НСР ₀₅ (A)	1,0	-	0,4	0,18	-
НСР ₀₅ (B)	1,7	8,4	0,7	0,32	0,04
НСР ₀₅ (A+B)	-	-	1,0	-	-

Значения густоты стояния растений в посеве по вариантам применения минеральных удобрений и биопрепарата мизорин были близкими, но различа-

лись по способам обработки почвы – 184-188 шт./м² при применении отвальной вспашки и 196-199 шт./м² при комбинированной обработке.

Важнейшим моментом для гречихи является завязываемость семян, которая определялась путем сравнения соотношения цветков и заложившихся затем зерен на растениях. При отдельном применении минеральных удобрений в дозе N₄₅P₄₅ закладывалось на 1 растении 452 цветка на отвальной вспашке и 456 цветков на комбинированной обработке, но они давали только 27,9 и 29,0 зерен или 6,2 и 6,4% соответственно. При совместном применении минеральных удобрений в дозе N₃₀P₄₅ и биопрепарата мизорин на 1 растении закладывалось 375 цветков на отвальной вспашке и 376 цветков на комбинированной обработке, но они давали уже 28,8 и 31,5 зерен или 7,7 и 8,4% завязываемости соответственно приемам обработки.

Наибольшая масса зерна с 1 растения была получена на варианте N₃₀P₄₅+мизорин: 0,98 грамм при традиционной отвальной вспашке и 1,05 грамм при комбинированной обработке.

Анализ элементов структуры биологического урожая показал, что использование комбинированной обработки вследствие лучшего обеспечения влагой увеличивало густоту стояния растений в посевах, а применение биопрепарата мизорин и азотно-фосфорных удобрений за счет оптимизации питания растений оказывало положительное влияние на завязываемость семян и увеличивало продуктивность отдельного растения.

Влияние минеральных удобрений и биопрепарата мизорин на урожайность гречихи. В среднем за три года исследований наименьшая урожайность зерна гречихи была получена на контрольном варианте без применения удобрений – 1,46 т/га при применении отвальной вспашки и 1,53 т/га при комбинированной обработке (таблица 6).

Показатели урожайности по другим вариантам опыта на фоне отвальной вспашки были следующими: на варианте с применением биопрепарата мизорин – 1,58 т/га (109% прибавки к контролю); на варианте с минеральными удобрениями в дозе N₄₅P₄₅ – 1,75 т/га (120%); на варианте совместного применения N₄₅P₄₅ и биопрепарата мизорин – 1,81 т/га (124%); на варианте совместного применения N₃₀P₄₅ и биопрепарата мизорин – 1,80 т/га (124%); на варианте совместного применения N₁₅P₄₅ и биопрепарата мизорин – 1,71 т/га (118%).

При комбинированной обработке отмечена аналогичная закономерность влияния минеральных удобрений и мизорина на урожайность: на варианте с применением биопрепарата мизорин – 1,68 т/га (110% прибавки к контролю); на варианте с минеральными удобрениями в дозе N₄₅P₄₅ – 1,91 т/га (125%); на варианте совместного применения N₄₅P₄₅ и биопрепарата мизорин – 2,05 т/га (134%); на варианте совместного применения N₃₀P₄₅ и биопрепарата мизорин – 2,02 т/га (132%); на варианте совместного применения N₁₅P₄₅ и биопрепарата мизорин – 1,90 т/га (125%).

Результаты проведенных исследований показали, что наиболее эффективным агрохимическим приемом в посевах гречихи на черноземе южном степной зоны Поволжья является совместное применение биопрепарата мизорин и минеральных удобрений в дозе N₃₀P₄₅.

Таблица 6 – Урожайность гречихи в зависимости от способа основной обработки почвы, применения минеральных удобрений и биопрепарата мизорин на черноземе южном Саратовского Правобережья

Варианты опыта	Урожайность зерна, т/га			
	2013 год	2014 год	2015 год	Среднее за 2013-2015 гг.
Традиционная обработка почвы (культурная вспашка)				
Контроль	1,68	1,29	1,40	1,46
N ₄₅ P ₄₅	2,10	1,48	1,68	1,75
Мизорин	1,78	1,43	1,54	1,58
N ₄₅ P ₄₅ + мизорин	2,03	1,64	1,77	1,81
N ₃₀ P ₄₅ + мизорин	2,00	1,65	1,75	1,80
N ₁₅ P ₄₅ + мизорин	1,95	1,55	1,64	1,71
Комбинированная обработка почвы				
Контроль	1,76	1,35	1,49	1,53
N ₄₅ P ₄₅	2,25	1,63	1,86	1,91
Мизорин	1,88	1,52	1,64	1,68
N ₄₅ P ₄₅ + мизорин	2,32	1,83	2,01	2,05
N ₃₀ P ₄₅ + мизорин	2,26	1,82	1,97	2,02
N ₁₅ P ₄₅ + мизорин	2,14	1,72	1,85	1,90
F _ф (А)	331.5*	1807.9*	550.1*	103.7*
F _ф (В)	255.6*	1635.7*	345.3*	75.7*
F _ф (А+В)	12.6*	45.8*	12.8*	2.8*
НСП ₀₅ (А)	0,02	0,01	0,02	0,03
НСП ₀₅ (В)	0,03	0,02	0,03	0,06
НСП ₀₅ (А+В)	0,05	0,02	0,04	0,08

Качество зерна гречихи. В целом наилучшее качество зерна гречихи обеспечивало применение биопрепарата мизорин и минеральных удобрений в дозе N₃₀P₄₅ на фоне комбинированной обработки почв: масса 1000 зерен составила 33,8 г; натурная масса зерна – 526 г/л; пленчатость – 22,6%.

В шестой главе приведены результаты биоэнергетической и экономической оценки рекомендуемых приемов возделывания гречихи.

Биоэнергетическая оценка. Наивысшие показатели получены при совместном применении минеральных удобрений в дозе N₃₀P₄₅ и биопрепарата мизорин для обработки семян гречихи на фоне комбинированной обработки почвы: накоплено 131,20 ГДж/га совокупной энергии в урожае, достигнуто максимальное приращение энергии – 107,03 ГДж/га и получен наивысший в опытах коэффициент энергетической эффективности – 4,43.

Экономическая эффективность. Достигнуть наилучших экономических результатов позволило применение минеральных удобрений в дозах N₄₅P₄₅ и N₃₀P₄₅ совместно с использованием биопрепарата мизорин на фоне комбинированной обработки почвы: при этом были получены наивысшие показатели условного чистого дохода - соответственно 21,28 и 21,14 тыс. рублей с 1 гектара и практически максимальные показатели рентабельности продукции - соответственно 185 и 189%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Важнейшим фактором продуктивности гречихи в степном Поволжье является влага. Из агрофизических показателей наибольшее влияние на процесс накопления и использования влаги в почве оказывает ее плотность. По результатам полевых исследований в было установлено, что плотность пахотного горизонта чернозема южного перед посевом гречихи при комбинированном способе основной обработки почвы составляла 1,06-1,07 т/м³, а при традиционной отвальной вспашке – 1,11-1,13 т/м³, т.е. при комбинированном способе основной обработки почвы плотность была на 0,04-0,07 т/м³ или на 3,4-6,0% ниже. Эта особенность напрямую сказалась на влагообеспечении растений. За осенне-зимне-весенний период на комбинированной обработке в метровом слое почвы было накоплено на 9-11 мм влаги больше, чем на традиционной обработке и затем по всем ответственным фазам развития на вариантах комбинированной обработки было на 3-20 мм больше влаги, чем при традиционной обработке.

Наиболее рациональное потребление влаги посевами гречихи в течение всей вегетации наблюдалось на вариантах с нормами высева 2,5-3,0 млн. всхожих семян на гектар при обоих способах основной обработки почвы.

При применении нормы высева более 2,0 млн. шт./га снижалась засоренность – до 0,6-8,2 сорняков на 1 м² с сухой массой 1,0-17,9 г/м². При этом биологическое подавление сорняков было выше в посевах гречихи, выращиваемых по комбинированной обработке почвы – засоренность по сравнению с вариантами отвальной вспашки снижалась в 1,5-2 раза.

Полевая всхожесть семян гречихи заметно изменялась по разным фонам основной обработки почвы. При комбинированной обработке всегда лучшее сохранение влаги в посевном слое и полевая всхожесть была выше, чем при отвальной вспашке: соответственно 84,3-85,2 против 79,8-81,0%. В то же время изменение нормы высева практически не сказывалось на полевой всхожести семян – колебания не превышали 0,9% при комбинированной обработке и 1,2% при традиционной отвальной вспашке.

Сохранность растений на фоне применения комбинированной обработки по среднемноголетним данным была на 4,6-6,2% выше, чем при выращивании по отвальной вспашке. Вследствие более густого расположения растений в рядах и усиления конкуренции, заметно снижалась сохранность при повышении нормы высева. Так на фоне применения мелиоративной обработки сохранность снижалась с 82,7% при норме высева 1,5 млн до 70,7% при норме высева 4,0 млн всхожих семян на гектар в среднем за три года исследований. Аналогичное снижение сохранности растений наблюдалось и на фоне выращивания гречихи по отвальной вспашке – соответственно с 76,7 до 66,1%.

В среднем за вегетацию гречихи наивысшие показатели чистой продуктивности фотосинтеза на фоне отвальной вспашки были отмечены при норме высева 3,0 млн всхожих семян на гектар – 5,4 г/м² • сутки; на фоне комбинированной обработки – при норме высева 2,5 млн – 6,1 г/м² • сутки.

Вследствие лучшего роста и развития растений показатели структуры урожая при выращивании гречихи на фоне комбинированной обработки были

на 5-15% выше, чем при отвальной вспашке: количество растений к уборке, количество зерен на 1 растении, масса зерна с 1 растения, масса 1000 зерен.

Наивысшая урожайность получена при выращивании гречихи на фоне комбинированной обработки с нормой высева 2,5 млн. всхожих семян на гектар – 1,60 т/га в среднем за три года. При выращивании гречихи на фоне традиционной отвальной вспашки наивысшая урожайность получена на варианте с нормой высева 3,0 млн. всхожих семян на гектар – 1,53 т/га в среднем за три года.

Использование азотных удобрений улучшало обеспеченность гречихи нитратным азотом только до фазы цветения, что приводило к усиленному росту растений. В то же время установлено, что если при отдельном применении минеральных удобрений азотный режим резко ухудшался во второй половине вегетации гречихи, то совместное применение минеральных удобрений и биопрепарата мизорин обеспечивало высокий уровень азота в течение всей вегетации, т.е. такой азотный режим можно считать более оптимальным. Лучшими были варианты $N_{45}P_{45}$ +мизорин и $N_{30}P_{45}$ +мизорин, где в фазу плодообразования содержание нитратного азота составило 10,0 и 10,8 мг при количестве на варианты $N_{45}P_{45}$ – 8,4 мг и на контроле – 6,1 мг на кг почвы.

Аналогичное влияние совместного применения минеральных удобрений и биопрепарата мизорин проявлялось и в отношении фосфора: на варианте $N_{30}P_{45}$ +мизорин в фазу плодообразования было 15,4 мг при количестве на варианты $N_{45}P_{45}$ – 14,3 мг и на контроле – 11,7 мг на кг почвы.

Наряду с оптимизацией питательного режима еще большее значение имеет то, что посредством применения биопрепарата мизорин мы стимулируем повышение биологических процессов в почве. Применение биопрепарата мизорин заметно повышало интенсивность дыхания чернозема южного, активность ферментов. На варианте $N_{30}P_{45}$ +мизорин отмечалась максимальная интенсивность разложения льняного полотна – 80,9%.

Основополагающим показателем почвенного плодородия является содержание гумуса. Применение мизорина оказывало положительное влияние на почвенно-биологические процессы, а посредством этого на накопление гумуса в пахотном горизонте чернозема южного. На варианте $N_{30}P_{45}$ +мизорин содержание гумуса составило 3,83% при содержании на контроле – 3,74%, т.е. содержание гумуса достоверно возросло на 0,09%.

Установлено, что улучшение биологических и агрохимических свойств почвы при совместном применении минеральных удобрения и мизорина стимулировало рост и развитие растений гречихи. Так наивысшие показатели чистой продуктивности фотосинтеза были отмечены на варианте $N_{30}P_{45}$ +мизорин по фону комбинированной обработки – 6,68 г/м² • сутки.

Важнейшим моментом для гречихи является завязываемость семян. При отдельном применении минеральных удобрений закладывалось более 450 цветков, но они давали только 26-29 зерен или 5,6-6,4%. При совместном применении минеральных удобрений и биопрепарата мизорин закладывалось 330-360 цветков, было более 30 зерен или около 8,6-8,9%.

Вследствие оптимизации питательного режима и повышения биологической активности почвы максимальная достоверная урожайность во втором

опыте была получена на варианте совместного применения $N_{30}P_{45}$ + мизорин – 2,02 т/га (прибавка к контролю 0,56 т/га или 38,4%).

Проведение экономической и биоэнергетической оценки показало преимущество ряда приемов адаптивной технологии выращивания гречихи. Так, применение комбинированной обработки почвы и использование нормы высева 2,5 млн. всхожих семян на гектар обеспечило не только наивысшую урожайность, но и наилучшие экономические показатели: наибольший условный чистый доход – 16,76 тыс. рублей с 1 га; наивысший уровень рентабельности – 190% и наименьшую себестоимость 1 т зерна – 5,53 тыс. рублей.

Во втором опыте наилучшие показатели экономической и биоэнергетической оценки отмечены на варианте $N_{30}P_{45}$ + мизорин при их применении на фоне комбинированной обработки почвы: при этом были получены наивысшие показатели условного чистого дохода и рентабельности продукции – соответственно 21,14 тыс. рублей с 1 гектара и 189%.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

При выращивании гречихи на черноземах южных степной зоны Поволжья рекомендуются следующие приемы адаптивной технологии, обеспечивающие стабильную урожайность зерна на уровне 1,6-2,0 т/га и сохранение почвенного плодородия:

– в качестве основной подготовки почвы применять комбинированную почвозащитную обработку плугами ПБС, комплекс орудий которых позволяет одновременно выполнять отвальную вспашку на 12-15 см и глубокое рыхление нижележащего слоя до 23-25 см;

– использовать норму высева 2,5 млн. всхожих семян на гектар;

– для поддержания в течение всей вегетации оптимального питательного режима растений вносить перед посевом минеральные удобрения в дозе $N_{30}P_{45}$ и проводить обработку семян биопрепаратом мизорин.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. **Шишкин, А.А.** Влияние приемов технологии возделывания на продуктивность гречихи на южных черноземах / А.А. Шишкин, В.Б. Нарушев, А.Г. Субботин, А.А. Беляева // Научная жизнь. – 2017. - №1. – С.31-39 (0,80 п.л.; авт. – 0,50).

2. Нарушев. В.Б. Биологические приемы формирования продуктивности полевых культур на черноземных почвах / В.Б. Нарушев, **А.А. Шишкин**, Т.И. Хоришко, Р.Ш. Каукенов. // Научная жизнь. – 2017. - №3. – С.51-61 (0,80 п.л.; авт. – 0,30).

В прочих изданиях:

3. Нарушев. В.Б. Направления совершенствования структуры полевых культур в Саратовском Правобережье / В.Б. Нарушев, **А.А. Шишкин**, В.Е. Одинокоев, Е.В. Одинокоев, Д.С. Косолапов / Вавиловские чтения – 2014: Сб. статей межд. науч.-практ. конф. – Саратов: ООО Буква, 2014. – С.63-64 (0,30 п.л.; авт. – 0,10).

4. Нарушев, В.Б. Совершенствование биологических приемов возделывания гречихи в Поволжье / В.Б. Нарушев, Е.А. Нарушева, **А.А. Шишкин** / Вавиловские чтения – 2014: Сб. статей межд. науч.-практ. конф. – Саратов: ООО Буква, 2014. – С.64-65 (0,30 п.л.; авт. – 0,10).

5. Нарушев, В.Б. Приемы биологизированной технологии возделывания полевых культур в Поволжье / В.Б. Нарушев, **А.А. Шишкин**, Т.И. Хоришко / Сб. статей межд. научно-практ. конф., посвящ 15-летию создания кафедры «землеустройство и кадастры» и 70-летию со дня рождения основателя кафедры, д. с-х. н., проф. Туктарова Б.И., 2015 – С.482-486 (0,24 п.л.; авт. – 0,06).

6. **Шишкин, А.А.** Совершенствование технологии возделывания гречихи в Поволжье / А.А. Шишкин, В.Б. Нарушев / Вавиловские чтения – 2015: Сб. статей межд. науч.-практ. конф. – Саратов: Амирит, 2015. – С.79-80 (0,24 п.л.; авт. – 0,12).

7. **Шишкин, А.А.** Совершенствование технологий возделывания полевых культур на основе биологических приемов / Шишкин А.А., Хоришко Т.И., Нарушев В.Б. / Инновационные технологии создания и возделывания с/ растений: Матер III межд. науч.-практ. конф.- Саратов: ООО «Амирит», 2016.–С.89-91 (0,20 п.л.; авт. – 0,08).

8. **Шишкин, А.А.** Изучение приемов биологизированной технологии возделывания полевых культур в Поволжье / А.А. Шишкин, Т.И. Хоришко, В.Б. Нарушев / Вавиловские чтения – 2016: Сб. статей межд. науч.-практ. конф. – Саратов: Амирит, 2016. – С.73-74 (0,24 п.л.; авт. – 0,12).

9. Нарушев, В.Б. Разработка приемов биологизированной технологии возделывания полевых культур в Среднем Поволжье / В.Б. Нарушев, **А.А. Шишкин**, Т.И. Хоришко, Р.Ш. Каукенов / «Устойчивое развитие мирового сельского хозяйства». Сб. статей межд. научно-практ. конф., посвященной 80-летию профессора А.А. Прохорова– Саратов, ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2017 – С.288-289 (0,20 п.л.; авт. – 0,06).

10. Нарушев, В.Б. Важнейшие приемы биологизированной технологии возделывания полевых культур в Поволжье / В.Б. Нарушев, **А.А. Шишкин**, Р.Ш. Каукенов, А.А. Моисеев, Т.И. Хоришко / Вавиловские чтения – 2017: Сб. статей межд. науч.-практ. конф. – Саратов, ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2017. С.389-390 (0,21 п.л.; авт. – 0,06).