

На правах рукописи

Пашковская
Александра Александровна

Эффективность средств химизации при возделывании
гречихи в условиях радиоактивного загрязнения
агроландшафтов юго- запада Нечерноземья

4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение,
защита и карантин растений

Автореферат диссертации на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

БРЯНСК – 2025

Работа выполнена на кафедре агрохимии, почвоведения и экологии
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ в 2021-2024 гг.

**Научный
руководитель**

доктор сельскохозяйственных наук, доцент
Смольский Евгений Владимирович

**Официальные
оппоненты:**

Налиухин Алексей Николаевич
доктор сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ
ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,
заведующий кафедрой агрономической,
биологической химии и радиологии

Шубина Ольга Андреевна
кандидат биологических наук,
НИЦ «Курчатовский институт» – ВНИИРАЭ
заместитель директора по научной работе

**Ведущая
организация**

Федеральное государственное бюджетное научное
учреждение «Федеральный научный центр
зернобобовых и крупяных культур»

Защита состоится «29» декабря 2025 г. в 14 часов на заседании диссертационного совета 35.2.006.01 при ФГБОУ ВО Брянский ГАУ по адресу: 243365, Брянская область, Выгоничский район, с. Кокино, ул. Советская 2а, e-mail: ds35200601@bgsha.com, Тел. факс: +7 (48341) 24-7-21

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО Брянский ГАУ по адресу <http://www.bgsha.com>, на сайте ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации <https://vak.gisnauka.ru>.

Автореферат разослан «__» _____ 2025_г.

Учёный секретарь
диссертационного совета

Смольский
Евгений Владимирович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. В решении проблемы продовольственной безопасности государства ведущая роль принадлежит устойчиво стабильному производству растениеводческой продукции, среди которой зерну принадлежит ведущая роль. В настоящее время определяющим фактором увеличения производства зерна является интенсификация применения адаптированных современных сортов сельскохозяйственных культур, современных научно-обоснованных технологических приёмов возделывания с учётом проблем экологизации, ресурсосбережения, использования современных регуляторов и стимуляторов ростовых и синтетических процессов метаболизма растений и повышающих степень их адаптивности к различным стрессовым ситуациям, включая климатический фактор.

Решение проблемы продовольственной безопасности России – увеличение производства экологически безопасных продуктов питания для населения. Особое значение в этом придаётся гречихе, как важнейшей и одной из самых ценных продовольственных культур, выделяющейся среди зерновых хлебов тем, что она содержит витамин Р (рутин). Она превосходит другие крупяные культуры по содержанию незаменимых аминокислот. Как прекрасный медонос гречиха способна обеспечивать до 120 кг/га сбор мёда, обладающего уникальными целебными свойствами. Кроме того, поздние сроки сева позволяют ей быть одной из страховых культур для яровых культур при использовании её в условиях повторных посевов.

Запад Брянской области находится под действием обширного радиоактивного загрязнения в результате аварии на ЧАЭС, поэтому злободневной задачей при сельскохозяйственном производстве является получение нормативно безопасной продукции растениеводства. Главным решением данной задачи является применение калийного удобрения, как наиболее значимого приёма в условиях радиоактивного загрязнения территории.

Степень её разработанности. Вопросам, связанным с возделыванием гречихи в условиях Нечерноземья и получением урожаев зерна высокого качества, посвящены исследования многих учёных.

Трансформация погодных, почвенных и радиологических условий территории юго-запада Нечерноземья требует совершенствования системы удобрения при возделывании гречихи для решения задач повышения урожайности зерна и его качества, экономического обоснования используемых приёмов.

В научной литературе практически не изучена возможность управления урожайностью зерна гречихи в изменяющихся условиях окружающей среды путём применения минерального удобрения. Мало исследованы возможности влияния биологических препаратов на урожайность и качество зерна гречихи

в условиях низкоплодородных радиоактивно загрязнённых дерново-подзолистых почв лёгкого гранулометрического состава.

Цель исследования – комплексная оценка эффективности минерального удобрения и биологического препарата Альбит при возделывании гречихи в условиях радиоактивного загрязнения территории с целью получения стабильно высоких урожаев зерна высокого качества.

Задачи исследования:

- обосновать оптимальные дозы минерального удобрения при возделывании гречихи и роль в этом биологического препарата Альбит с целью получения наибольшей урожайности зерна;
- определить окупаемость минерального удобрения увеличением прибавки урожая и роль в этом биологического препарата Альбит;
- определить роль минерального удобрения и биопрепарата Альбит в реализации потенциала продуктивности агроценоза гречихи в условиях низкого естественного плодородия почв;
- аргументировать значение минерального удобрения и биопрепарата Альбит в изменении качественных показателей зерна гречихи;
- установить роль минерального удобрения и биопрепарата Альбит в получении зерна гречихи с допустимым содержанием ^{137}Cs ;
- выявить влияние минерального удобрения на изменение элементного состава основной продукции растениеводства, баланса элементов питания при возделывании гречихи;
- экономически обосновать применение минерального удобрения и биопрепарата Альбит при возделывании гречихи в условиях низкоплодородных дерново-подзолистых песчаных почв.

Научная новизна. Впервые в условиях низкоплодородных радиоактивно загрязнённых дерново-подзолистых песчаных почв юго-запада Нечерноземья РФ установлена высокая эффективность минерального удобрения и биологического препарата Альбит в достоверном увеличении урожайности до 16,7 т/га зерна гречихи. Определено, что биопрепарат Альбит повышает до 2 раз окупаемость минерального удобрения прибавкой урожая. Установлена средняя положительная и сильная отрицательная роль возрастания доз калия в полном минеральном удобрении соответственно в увеличении урожайности и снижении накопления ^{137}Cs . Установлены закономерности действия применения средств химизации на изменение биохимических, технологических и радиологических показателей качества зерна гречихи. Экономически обосновано совместное применение N60P60K120 и биопрепарата Альбит, которое обуславливает уровень рентабельности 70 %.

Теоретическая и практическая значимость работы. Обоснованы оптимальные дозы минерального удобрения для получения высокой урожайности зерна гречихи высокого качества на низкоплодородных ра-

диоактивно загрязнённых дерново- подзолистых песчаных почвах и определена роль биологического препарата Альбит в повышении эффективности средств химизации в изменяющихся условиях окружающей среды.

Разработано и обоснованно применение минерального удобрения в сочетании с биологическим препаратом Альбит при совершенствовании системы удобрения для широкого внедрения в практику на дерново-подзолистых песчаных почвах, которое обеспечивает стабильно высокое производство зерна хорошего качества с накоплением ^{137}Cs значительно ниже допустимого уровня.

Методология и методы исследования. Полевой опыт проводили на дерново- подзолистой песчаной почве Новозыбковского района Брянской области в стационарном опыте. Повторность опыта трёхкратная. Программа исследования базировалась на теоретических достижениях и экспериментальных материалах отечественных и зарубежных исследователей в области агрохимии, растениеводства и радиоэкологии. Агротехника возделывания гречихи общепринятая для Нечернозёмной зоны РФ. Лабораторно- аналитические исследования проводились на кафедре агрохимии, почвоведения и экологии, в центре коллективного пользования научным оборудованием Брянского ГАУ и в Брянском филиале ФГБУ «РОСАГРО-ХИМСЛУЖБА» с использованием общепринятых методов. Полученные данные статистически обрабатывались посредством дисперсионного, корреляционного и вариационного анализов. Экономическая эффективность рассчитывалась на основе типовой технологической карты.

Положения, выносимые на защиту.

1. Средства химизации фактор реализации потенциала урожайности гречихи в условиях низкоплодородных песчаных почв.

2. Усиление действия минерального удобрения в изменении качественных показателей зерна при совместном применении с биологическим препаратом.

3. Снижение накопления ^{137}Cs продукцией растениеводства при увеличении уровня применения средств химизации.

4. Возможность регулирования баланса основных элементов минерального питания при возделывании гречихи.

5. Экономическая целесообразность применения средств химизации при возделывании гречихи на низкоплодородных дерново- подзолистых песчаных почвах.

Степень достоверности и апробация результатов. Результаты, полученные в период выполнения диссертационной работы, являются оригинальными, их достоверность основана на трёхлетних исследованиях в различных погодных условиях. Полевые и лабораторные исследования выполнены в соответствии с общепринятыми рекомендациями и ГОСТа-

ми. Полученные данные анализов обработаны методами дисперсионного, вариационного и корреляционного анализов и сопоставимы с материалами по данной тематике, изложенными в других научных работах. Выводы и рекомендации соответствуют полученным экспериментальным исследованиям, апробированы на различных Международных научно-практических конференциях.

Результаты научных исследований прошли апробацию и получили одобрение на XIX, XX и XXI международных научных конференциях «Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК» (г. Брянск, 2022 г., 2023 г., 2024 г.); на I и II международных научно-практических конференциях «Современные тенденции развития аграрной науки» (г. Брянск, 2022 г., 2023 г.).

Положения диссертационной работы были отражены в 8 научных периодических изданиях, сборниках трудов и материалах докладов, представленных на российских и международных конференциях, в том числе в 3 статьях, опубликованных в журналах из перечня изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ. Общий объем опубликованных научных статей по теме диссертационной работы – 4,87 у. п. л., в том числе долевое участие соискателя 3,90 у. п. л. или 80%.

Структура и объем диссертации. Научно-квалификационная работа изложена на 134 страницах компьютерного текста, состоит из введения, 6 глав, заключения. Содержит 8 таблиц, 23 рисунка. Список литературы включает 152 наименования, в том числе 3 иностранных источника.

Личный вклад соискателя заключается в непосредственном выполнении всех этапов запланированного исследования (разработка рабочей гипотезы, работа с научной литературой по теме исследования, постановка цели и задач, проведение полевых, лабораторных и аналитических исследований, статистическая обработка экспериментальных данных, анализ и интерпретация полученных результатов). Написание научных статей по теме исследования, научно-квалификационной работы и автореферата. Доля личного участия в проведении исследования и написании научно-квалификационной работы составляет 90 %.

Соискатель выражает искреннюю благодарность научному руководителю д. с.-х. н., доценту Смольскому Евгению Владимировичу за постоянные советы, рекомендации и замечания при подготовке научной работы, д. с.-х. н., доценту Шаповалову Виктору Фёдоровичу за содействие в постановке и проведении полевых исследований, студентам, магистрантам кафедры агрохимии, почвоведения и экологии Брянского ГАУ за помощь в подготовке растительных образцов и проведении лабораторных анализов, сотрудникам Брянского филиала ФГБУ «РосАгрохимслужба» за помощь в проведении лабораторных анализов.

ГЛАВА 1. СРЕДСТВА ХИМИЗАЦИИ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ СТАБИЛЬНЫХ УРОЖАЕВ ЗЕРНА ГРЕЧИХИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Возделывание культуры гречихи имеет ряд преимуществ: во-первых, она не требует больших затрат, во-вторых, сама хорошо адаптирована к неблагоприятным условиям территории возделывания, что в итоге обусловило её значительный ареал посевов на территории Российской Федерации.

В условиях сельскохозяйственного производства в конкретных почвенно-климатических условиях для получения высоких и стабильных урожаев зерна гречихи обязательным условием, наряду с подбором сорта и агротехники, является создание оптимальных условий питания растений, которые создаются при применении средств химизации.

ГЛАВА 2. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ И МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Количество осадков и температура воздуха являются незаменимыми факторами, параметры которых могут, как ограничивать, так и благоприятно влиять на рост и развитие полевых культур, а также влиять на эффективность средств химизации при возделывании гречихи.

Анализ температуры воздуха и количества выпавших осадков по месяцам вегетационного периода, их среднего показателя за годы исследования и среднего за многолетние наблюдения проводили на основе данных полученных с метеопоста Новозыбковской СХОС.

Наиболее обеспеченным термическими ресурсами в вегетационный период агроценоз гречихи был в 2023 году, когда средняя температура вегетационного периода была 17,9 °С, что выше на 2,4 °С средней температуры вегетационного периода за многолетние наблюдения.

Наиболее обеспеченным влагой в вегетационный период агроценоз гречихи был в 2021 году, когда среднее количество осадков за вегетационный период было 92,8 мм, что выше на 31,5 мм среднего показателя за многолетние наблюдения. А в 2022 и 2023 году обеспеченность влагой агроценоза гречихи была на уровне многолетних наблюдений.

За годы исследования вегетационный период характеризовался различными условиями: 2021 год - избыточно влажный (2,0), 2022 год - слабо засушливый (1,3) и 2023 год - засушливый (1,0) при среднемноголетнем показателе ГТК - влажный (1,4) .

Необходимо отметить, что условия увлажнения по годам исследования характеризовались контрастностью по месяцам вегетационного периода: в 2021 году май, август и сентябрь были избыточно влажными, июль - влажным, а июнь очень засушливым; в 2022 году сентябрь был избыточно влажным, май и июль - слабо засушливыми, а июнь и август

очень засушливыми; в 2023 году июль - избыточно влажным, июнь - влажным, август - засушливым, а май и сентябрь очень засушливым.

В результате аварии на ЧАЭС в 1986 году средневзвешенная плотность загрязнения пашни в Брянской области была на уровне 111,4 кБк/м² по прошествии 37 лет произошло снижение показателя в 2,6 раза (рис. 1).

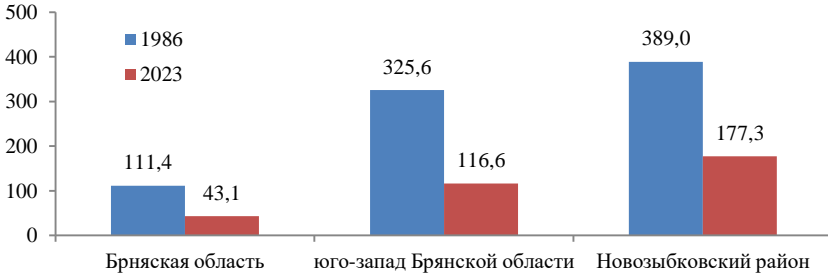


Рисунок 1 – Динамика средневзвешенной плотности загрязнения пашни, кБк/м²

В 1986 году в наиболее пострадавших юго-западных районах Брянской области средневзвешенная плотность загрязнения пашни была на уровне 325,6 кБк/м², по прошествии 37 лет произошло снижение показателя в 2,8 раз.

В Новозыбковском районе в 1986 году средневзвешенная плотность загрязнения пашни была на уровне 389,0 кБк/м², по прошествии 37 лет произошло снижение показателя в 2,2 раза.

Установили, что происходит улучшение радиационной обстановки территории, как Брянской области, так и наиболее пострадавших районов, что главным образом обусловлено естественным радиоактивным распадом радионуклидов и применением защитных мероприятий.

Рассматривая природные условия при возделывании гречихи, нужно отметить, что климатические условия в среднем благоприятные для получения стабильно высоких урожаев зерна, при определении ряда негативных явления, таких как засуха, в некоторые месяцы вегетации растения. Пашня представлена дерново-подзолистыми песчаными почвами, которые по своему происхождению и развитию обладают низким естественным плодородием и загрязнены ¹³⁷Cs, поэтому без применения средств химизации получать стабильно высокие урожаи с допустимым содержанием ¹³⁷Cs основных сельскохозяйственных культур невозможно.

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Брянский государственный аграрный университет» на кафедре агрохимии, почвоведения и экологии в период 2021-2024 годов.

Полевой опыт по изучению влияния средств химизации при возделывании гречихи на зерно проводили на опытном поле Новозыбковской СХОС в Новозыбковском районе Брянской области.

Пашня представлена дерново-подзолистой песчаной почвой со следующими агрохимическими показателями: гумус 1,7-1,9 %, pH_{KCl} – 6,6-6,9 ед., P_2O_5 – 366-383 и K_2O – 69-84 мг/кг почвы. Плотность загрязнения ^{137}Cs пашни в период исследования 328-360 кБк/м².

Агротехника при возделывании гречихи сорта Девятка общепринятая для зоны исследования, норма высева 5,0 млн./га всхожих семян.

Повторность опыта - трёхкратная, расположение делянок - систематическое, площадь опытной делянки - 90 м².

Схема применения средств химизации: 1. Контроль (без применения средств химизации); 2 . Биопрепарат Альбит; 3. P60K60; 4. N60P60K60; 5. N60P60K90; 6. N60P60K120; 7. P60K60 + биопрепарат Альбит; 8. N60P60K60 + биопрепарат Альбит; 9. N60P60K90 + биопрепарат Альбит; 10. N60P60K120 + биопрепарат Альбит.

Минеральные удобрения вносили вручную под предпосевную обработку почвы, повышение соотношения калия к азоту обусловлено радиоактивным загрязнением территории и низким содержанием подвижного калия в почве опытного участка. Использовали аммиачную селитру, двойной суперфосфат и калий хлористый. Биопрепарат Альбит 50 мг/га применяли в некорневую подкормку в фазу бутонизации гречихи.

Отбор растительных образцов (зерна) гречихи осуществляли поделочно путём прямой уборки комбайном «Сампо-500», с последующим взвешиванием на весах обмолоченного зерна и приведением урожайности к 100% чистоте и стандартной влажности зерна.

Экологические показатели территории и агроценоза гречихи определяли на основе методических указаний: индекс условий среды и показатели экологической пластичности и стабильность определяли по Эберхарту и Расселлу, стрессоустойчивость по А.А. Гончаренко, размах урожайности - по В.А. Зыкину и др., коэффициент вариации по Б.А. Доспехову.

Качество зерна гречихи определяли в Брянском филиале ФГБУ «РосАгрохимслужба», центре коллективного пользования научным оборудованием Брянского ГАУ и на кафедре агрохимии, почвоведения и экологии.

Кратность снижения ^{137}Cs – отношение удельной активности ^{137}Cs зерна полученного без применения средств химизации к удельной активности ^{137}Cs зерна полученного с применением средств химизации.

Вынос ^{137}Cs с урожаем определяли как произведение урожайности зерна гречихи и её удельной активности ^{137}Cs .

Показатель агроэкологической пригодности конкретной определяли как отношение удельной активности ^{137}Cs (Бк/кг) в продукции растениеводства к её допустимому уровню содержания по нормативу.

Расчёт баланса элементов проводили в соответствии с общепринятыми методиками, для перевода массы оксида минерального удобрения в элемент использовали коэффициент пересчёта.

Результаты полевого опыта и лабораторных исследований статистически обрабатывали методами с применением компьютера.

Экономическую эффективность рассчитывали на основе типовой технологической карты.

ГЛАВА 3. ЗНАЧЕНИЕ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ В ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГРЕЧИХИ

В настоящее время урожайность зерна гречихи в среднем по России не превышает 10 ц/га при биологическом потенциале культуры более 25 ц/га (Кудинова и др., 2024). Урожайность - это совокупный показатель отзывчивости культуры на различные приёмы повышения (агротехнические, организационные, агрохимические и другие) и на почвенно-климатические условия территории возделывания, который изменяется в зависимости от года.

Изменяющиеся условия годов исследования при возделывании гречихи обуславливают среднюю урожайность зерна – 0,63 т/га, применение биопрепарата Альбит или фосфорно-калийного удобрения соответственно повышает среднюю урожайность на 22,2 и 34,9 % в сравнении с контролем. В тоже время совместное применение биологического препарата Альбит и фосфорно-калийного удобрения повышает среднюю урожайность на 79,4% в сравнении с контролем, что говорит об усилении действия элементов системы удобрения гречихи (рис. 2).

Применение минерального удобрения в норме N60P60K60 при возделывании гречихи повышает среднюю урожайность на 100 % в сравнении с контролем, совместное применение биологического препарата Альбит и N60P60K60 повышает средний показатель урожайности на 134,9 %, что говорит об усилении действия элементов системы удобрения.

Повышение в N60P60K60 дозы калийного удобрения соответственно на K30 и K60 повышает среднюю урожайность на 117,4 и 125,4 % в сравнении с контролем, совместное применение биологического препарата Альбит с N60P60K90 и N60P60K120 повышает средний показатель урожайности соответственно на 150,8 и 165,1 %, наблюдали усиление действия элементов системы удобрения при их взаимодействии.

Обнаружили, что применение средств химизации в различных дозах и сочетаниях достоверно повышает урожайность зерна гречихи в среднем за годы исследования в сравнении с контрольным вариантом.

Установили, что в условиях дерново-подзолистых песчаных почв повышение соотношения в минеральном удобрении калия к азоту при возделывании гречихи, как при использовании отдельно, так и при сов-

местном применении с биопрепаратом Альбит ведёт к увеличению урожайности зерна.

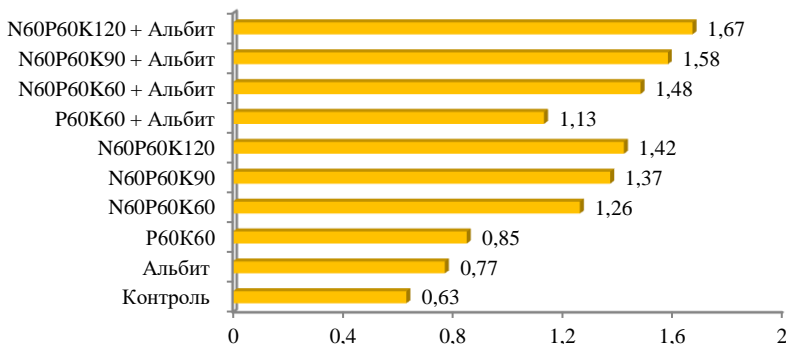


Рисунок 2 – Влияние средств химизации на урожайность зерна гречихи, т/га ($HCP_{05} = 0,09$)

Установили рост прибавки урожая зерна под действием возрастающего уровня применения минерального удобрения.

Наименьшую окупаемость выявили на варианте применения фосфорно-калийного удобрения 1,83 кг на кг д.в. Использование биопрепарата Альбит совместно с фосфорно-калийным удобрением повышает эффективность средств химизации в 2,3 раза.

Применение возрастающих доз калия от 60 до 120 в минеральном удобрении уменьшает окупаемость с 3,52 до 3,29. Максимальная агрономическая эффективности определена на варианте применения N60P60K90, когда окупаемость равна 3,52.

Использование биопрепарата Альбит совместно с полным минеральным удобрением повышает эффективность средств химизации в 1,3 раза.

Наибольшую окупаемость минерального удобрения прибавкой урожая 4,72 кг на кг д. в. определили при совместном применении N60P60K60 и биопрепарата Альбит, который повышает эффективность минерального удобрения.

Анализ потенциала урожайности агроценоза гречихи и его адаптивных свойств по критерию «урожайность» при различном уровне применения средств химизации в условиях дерново-подзолистых песчаных почв юго-запада Брянской области установил: 1) условия окружающей среды в годы проведения исследования различались между собой; 2) наибольшую адаптацию культуры к изменяющимся условиям окружающей среды наблюдали при наибольшем уровне применения средств химизации; 3) агроценоз гречихи в экстремальных условиях в наименьшей степени снижает урожайность, применение минерального удобрения и

биопрепарата снижает стрессоустойчивость; 4) применение N60P60K60 обуславливает наиболее стабильную урожайность; 5) применении N60P60K120 + Альбит обуславливает наибольшую отзывчивость агроценоза гречихи на изменения условий среды.

Агроценоз гречихи на контрольном варианте даёт стабильные урожаи зерна, при этом агросистема стрессоустойчива к изменению климатических условий. При использовании средств химизации возможно управление потенциалом урожайности гречихи в условиях дерново-подзолистых песчаных почв юго-запада Брянской области даже при контрастных условиях окружающей среды.

ГЛАВА 4. ВЛИЯНИЕ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ГРЕЧИХИ

Качество зерна гречихи характеризуется многими величинами. Это биохимические показатели, которые отвечают за вкусовые качества, питательность, то есть все, что связано с употреблением в пищу. Чем сбалансированнее и питательнее крупа, тем полезнее и, как следствие, цена ее реализации выше. В тоже время технологические показатели зерна характеризуют его пригодность для переработки и использования в различных отраслях, таких как крупяная и кормовая. В условиях техногенного загрязнения необходимо вести учёт содержания тяжёлых металлов и радионуклидов.

Повышение уровня применения средств химизации ведёт к тенденции или достоверному увеличению показателя содержания сырого протеина, клетчатки и золы в зерне гречихи в зависимости от видов и доз минерального удобрения (табл. 1).

Таблица 1 – Средства химизации в изменении биохимических показателей зерна гречихи, % на сухое вещество

Вариант	Сырой протеин	Сырая клетчатка	Сырая зола
Контроль	11,3	12,4	2,0
Альбит	11,4	12,4	2,1
P60K60	12,4	13,3	2,1
N60P60K60	12,5	13,3	2,2
N60P60K90	12,9	13,5	2,4
N60P60K120	13,1	14,1	2,4
P60K60 + Альбит	12,9	13,6	2,2
N60P60K60 + Альбит	12,8	13,8	2,3
N60P60K90 + Альбит	13,5	14,0	2,5
N60P60K120 + Альбит	13,7	14,5	2,5
<i>HCP₀₅</i>	<i>0,4</i>	<i>0,4</i>	<i>0,1</i>

Наибольший показатель 13,7 % сырого протеина, 14,5 % клетчатки и 2,5 % золы определили при применении N60P60K120 + Альбит. Использование биопрепарата Альбит в дополнение к минеральному удобрению в зависимости от норм обуславливает тенденцию или достоверное увеличение содержания биохимических показателей зерна гречихи в сравнении с отдельным применением минерального удобрения.

Плодородие дерново-подзолистой песчаной почвы, агроклиматические условия годов исследования, биология гречихи сорта Девятка обуславливают формирование урожая зерна с показателями натуры зерна 430 г/л, пленчатости 21,8 % и выхода крупы 56,31 % в среднем за годы исследований (табл. 2)

Таблица 2 – Средства химизации в изменении технологических показателей зерна гречихи

Вариант	Натура зерна, г/л	Пленчатость, %	Выход крупы, %
Контроль	430	21,8	56,31
Альбит	436	21,6	57,39
P60K60	439	21,4	57,46
N60P60K60	442	20,4	58,83
N60P60K90	447	20,9	58,88
N60P60K120	453	20,7	58,91
P60K60 + Альбит	456	20,9	58,94
N60P60K60 + Альбит	458	20,7	59,44
N60P60K90 + Альбит	463	20,6	59,66
N60P60K120 + Альбит	466	20,3	59,87
<i>HCP₀₅</i>	5,2	0,6	0,77

Повышение уровня применения средств химизации ведёт к достоверному увеличению показателя натуры до 466 г/л, показателя выхода крупы до 59,87 % и снижению показателя пленчатости с 20,3 % зерна гречихи.

Применение биопрепарата Альбит в дополнение к минеральному удобрению обуславливает достоверное повышение натуры, существенное повышение выхода крупы или тенденцию к ней, снижение или тенденцию изменения показателя качества пленчатости зерна гречихи в сравнении с отдельным применением минерального удобрения.

Производство продукции растениеводства в условиях радиоактивного загрязнения вносит определённые условия при возделывании сельскохозяйственных культур, так как сохраняется вероятность получения продуктов питания, не отвечающим требованиям по содержанию радионуклидов.

Почвенно-климатические условия и радиационная обстановка в среднем за период исследований обеспечивают формирование зерна гречихи с содержанием ^{137}Cs 42 Бк/кг, что ниже допустимого уровня в 60 Бк/кг.

Повышение соотношения в минеральном удобрении калия к азоту, как при отдельном применении, так и при совместном с биопрепаратом Альбит ведёт к достоверному снижению накопления ^{137}Cs в зерне соответственно до 27 и 15 Бк/кг. Использование биопрепарата Альбит в дополнение к полному минеральному удобрению обуславливает достоверное снижение накопления ^{137}Cs зерном в сравнении с отдельным применением удобрения (рис. 3).

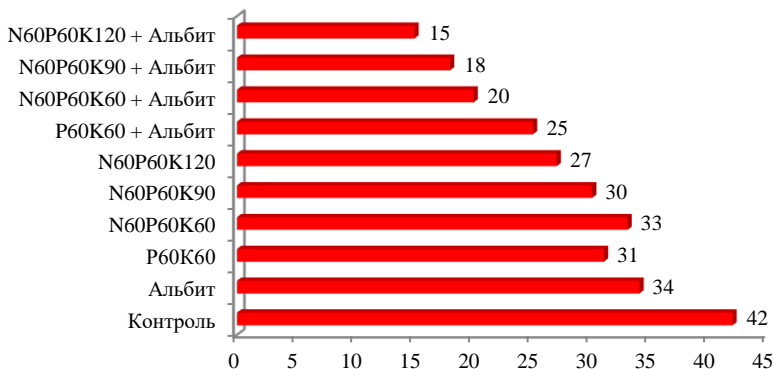


Рисунок 3 – Влияние средств химизации на удельную активность ^{137}Cs зерна гречихи, Бк/кг ($\text{HCP}_{05} = 1,2$)

Установили сильную отрицательную связь между возрастанием калия в минеральном удобрении и снижением содержания ^{137}Cs в зерне.

Кратность снижения ^{137}Cs в зерне зависела от дозы калия в минеральном удобрении, с ростом которого росла и кратность снижения. Наибольшую кратность снижения 1,56 и 2,80 раз выявили соответственно без применения и с применением биопрепарата при использовании минерального удобрения с соотношением азота к калию как 1 к 2.

Наибольший биовынос ^{137}Cs 38,3-40,6 кБк/га характерен при применении минерального удобрения с возрастающим содержанием калия N60P60K60-120, где достаточно высокая урожайность и накопление ^{137}Cs .

Наименьший показатель агроэкологической пригодности агроценоза гречихи 0,45 и 0,25 выявили соответственно без применения и с применением биопрепарата при использовании минерального удобрения с соотношением азота к калию как 1 к 2. Использование биопрепарата Альбит в дополнение к минеральному удобрению обуславливает тенденцию к снижению показателя агроэкологической пригодности в сравнении с отдельным применением минерального удобрения

Определили, что увеличение урожайности зерна гречихи обуславливает снижение удельной активности ^{137}Cs зерна, наблюдали сильную отрицательную связь.

ГЛАВА 5. БАЛАНС АЗОТА, ФОСФОРА, КАЛИЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ГРЕЧИХИ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ ХИМИЗАЦИИ

Увеличение уровня применения средств химизации ведёт к достоверному увеличению содержания азота с 1,89 до 2,26 %, фосфора с 0,62 до 0,95 % и калия с 1,07 до 1,37 % в зерне гречихи.

Установили, что применение биопрепарата Альбит в дополнение к минеральному удобрению обуславливает тенденцию или достоверное повышение элементов минерального питания в сравнении с отдельным применением удобрения.

Почвенно-климатические условия годов исследования обуславливают отрицательный баланс основных элементов питания при возделывании гречихи сорта Девятка, который по азоту составил -1,9, по фосфору- 3,9 и по калию- 6,7 кг/га. В данных условиях вынос превосходит поступление элементов питания, это непременно приведёт к снижению почвенного плодородия (табл. 3).

Таблица 3 – Роль средств химизации в балансе элементов питания при возделывании гречихи

Вариант	Вынос, кг/га			Поступление, кг/га			Баланс, кг/га		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
Контроль	11,9	3,9	6,7	10,0	0,0	0,0	-1,9	-3,9	-6,7
Альбит	14,7	4,9	8,2	10,0	0,0	0,0	-4,7	-4,9	-8,2
P60K60	17,6	6,0	9,7	10,0	26,2	50,0	-7,6	20,2	40,3
N60P60K60	26,3	10,6	15,4	70,0	26,2	50,0	43,8	15,6	34,6
N60P60K90	29,5	11,8	17,2	70,0	26,2	75,0	40,5	14,4	57,8
N60P60K120	31,0	12,4	18,0	70,0	26,2	100,0	39,0	13,8	82,0
P60K60 + Альбит	24,3	8,6	13,3	10,0	26,2	50,0	-14,3	17,6	36,7
N60P60K60 + Альбит	31,7	13,5	19,2	70,0	26,2	50,0	38,3	12,7	30,8
N60P60K90 + Альбит	35,6	15,0	20,9	70,0	26,2	75,0	34,5	11,2	54,1
N60P60K120 + Альбит	37,7	16,0	22,8	70,0	26,2	100,0	32,3	10,2	77,2

Средства химизации позволяют улучшить азотный, фосфорный и калийный режимы дерново-подзолистой песчаной почвы. Их применение даёт возможность поддерживать положительный баланс основных элементов питания, что в условиях радиоактивного загрязнения территории приобретает особую значимость. Использование биопрепарата Альбит в системе удобрения снижает баланс элементов питания в сравнении с отдельным применением минерального удобрения.

ГЛАВА 6. ЭКОНОМИКА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГРЕЧИХИ В УСЛОВИЯХ РАЗНОГО УРОВНЯ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ

Поиск максимально эффективных приёмов применения средств химизации при возделывании полевых культур постоянно требует от хозяйствующих субъектов внедрять новые виды удобрений, препаратов, определять оптимальные сроки и способы применения под конкретные почвенно-климатические условия и сельскохозяйственные культуры.

Таблица 4 – Экономическая эффективность применения средств химизации при возделывании гречихи сорта Девятка

Показатель Вариант	Стоимость валовой продукции, руб.	Производственные затраты, руб.	Себестоимость 1 кг продукции, руб.	Чистый доход, руб.	Рентабельность, %
Контроль	15120	9850	15,63	5270	53,5
Альбит	18480	12130	15,75	6350	52,3
P60K60	20400	15679	18,45	4721	30,1
N60P60K60	30240	19641	15,59	10599	54,0
N60P60K90	32880	21040	15,36	11840	56,3
N60P60K120	34080	22463	15,82	11617	51,7
P60K60 + Альбит	27120	16879	14,94	10241	60,7
N60P60K60 + Альбит	35520	20841	14,08	14679	70,4
N60P60K90 + Альбит	37920	22240	14,08	15680	70,5
N60P60K120 + Альбит	40080	23663	14,17	16417	69,4

Возделывание гречихи без применения средств химизации формирует урожайность зерна, которая обуславливает стоимость валовой продукции – 15,1 тыс. руб., производственные затраты – 9,8 тыс. руб., чистый доход – 5,3 тыс. руб., себестоимость 1 кг зерна – 15,63 руб., рентабельность производства – 53,5 % (табл. 4).

Наиболее экономически целесообразная при возделывании гречихи норма применения N60P60K90 совместно с биопрепаратом, которая обеспечивает наибольший чистый доход, рентабельность и наименьшую себестоимость продукции.

Установили высокую экономическую эффективность внедрения в систему применения минерального удобрения биологического препарата Альбит. Так в сравнении с отдельным применением минерального удобрения в зависимости от норм применения рентабельность возросла на 14- 30 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом полевого опыта и лабораторно-аналитических исследований по изучению эффективности средств химизации при возделывании гречихи в агроклиматических условиях 2021-2023 годов на низкоплодородной дерново-подзолистой песчаной почве юго-запада Нечерноземья в обстановке плотности загрязнения ^{137}Cs территории 328- 360 кБк/м² стали закономерности и тенденции влияния минерального удобрения и биопрепарата Альбит при совместном и раздельном применении на урожайность и её реализацию в изменяющихся условиях окружающей среды, на качественные показатели зерна, на баланс элементов питания и экономическую результативность:

1. Почвенно- климатические условия в среднем за период исследований обеспечивают формирование зерна гречихи на уровне 0,63 т/га, что ниже в сравнении со средней 1,0 т/га урожайностью по Российской Федерации. Совместное применение минерального удобрения в нормах N60P60K60-120 и биопрепарата Альбит существенно повышает до 1,48- 1,67 т/га урожайность зерна. Установили среднюю положительную связь между возрастаньем калия в минеральном удобрении и увеличением урожайности.

Наибольшую окупаемость минерального удобрения прибавкой урожая 4,72 кг на кг д. в. определили при совместном применении N60P60K60 и биопрепарата Альбит, обнаружили, что применение биопрепарата повышает эффективность минерального удобрения.

2. Анализ потенциала урожайности агроценоза гречихи и его адаптивных свойств по критерию «урожайность» при различном уровне применения средств химизации установил: 1) наибольший коэффициент адаптации (1,36) к изменяющимся условиям окружающей среды выявили при применении N60P60K120 + Альбит; 2) агроценоз гречихи на контрольном варианте наиболее стрессоустойчив, даёт стабильные урожаи зерна, применение минерального удобрения и биопрепарата ведёт к снижению стрессоустойчивости; 3) наиболее стабильная урожайность гречихи характерна в условиях применения N60P60K60; 4) наиболее отзывчив агроценоз гречихи на изменения условий среды при применении N60P60K120 + Альбит; 5) наиболее высокая отзывчивость на изменяющиеся условия среды в сочетании с низкой стабильностью, но высокой урожайностью гречихи при применении N60P60K120, как отдельно, так и совместно с биопрепаратом Альбит.

3. Повышение уровня применения средств химизации ведёт к тенденции или к достоверному увеличению показателя содержания сырого протеина, клетчатки и золы в зерне гречихи в зависимости от видов и норм минерального удобрения. Наибольший показатель 13,7 % сырого протеина, 14,5 % клетчатки и 2,5 % золы определили при совместном применении N60P60K120 + Альбит. Установили, что использование биопрепарата Альбит в дополнение к минеральному удобрению в зависимости от норм обуславливает тенденцию или достоверное увеличение содержания биохимических показателей качества зерна гречихи в сравнении с отдельным применением минерального удобрения.

4. Повышение уровня применения средств химизации ведёт к достоверному увеличению показателя натуры с 430 до 466 г/л, показателя выхода крупы с 56,31 до 59,87 % и снижению показателя пленчатости с 21,8 до 20,3 % зерна гречихи. Установили, что применение биопрепарата Альбит в дополнение к минеральному удобрению обуславливает достоверное повышение натуры, существенное повышение выхода крупы или тенденцию к ней, снижения или тенденцию изменения показателя качества пленчатости зерна гречихи в сравнении с отдельным применением минерального удобрения.

5. Почвенно- климатические условия и радиационная обстановка в среднем за период исследований обеспечивают формирование зерна гречихи с содержанием ^{137}Cs 42,0 Бк/кг, что ниже допустимого уровня в 60 Бк/кг. Установили, что повышение соотношения в минеральном удобрении калия к азоту, как при отдельном применении, так и при совместном с биопрепаратом Альбит ведёт к достоверному снижению накопления ^{137}Cs в зерне соответственно до 27 и 15 Бк/кг. Использование биопрепарата Альбит в дополнение к полному минеральному удобрению обуславливает достоверное снижение накопления ^{137}Cs зерном в сравнении с отдельным применением удобрения. Установили сильную отрицательную связь между возрастом калия в минеральном удобрении и снижением содержания ^{137}Cs в зерне.

Определили, что кратность снижения ^{137}Cs в зерне зависела от дозы калия в минеральном удобрении, с ростом которого росла и кратность снижения. Наибольшую кратность снижения 1,56 и 2,80 раз выявили соответственно без применения и с совместным применением биопрепарата при использовании минерального удобрения с соотношением азота к калию как 1 к 2.

Наибольший биовынос ^{137}Cs 38,3-40,6 кБк/га характерен вариантам применения минерального удобрения с возрастающим содержанием калийного удобрения N60P60K60-120, где наблюдается достаточно высокая урожайность и накопление ^{137}Cs . Определили, что увеличение урожайности зерна гречихи обуславливает снижение удельной активности ^{137}Cs зерна, наблюдали сильную отрицательную связь.

6. Повышение уровня применения средств химизации ведёт к достоверному увеличению содержания азота с 1,89 до 2,26 %, фосфора-с 0,62 до 0,95 % и калия- с 1,07 до 1,37 % в зерне гречихи. Установили, что применение биопрепарата Альбит в дополнение к минеральному удобрению обуславливает тенденцию или достоверное повышение элементов минерального питания в сравнении с отдельным применением удобрения.

Повышение уровня применения средств химизации позволяет улучшить азотный, фосфорный и калийный режимы дерново- подзолистой песчаной почвы, даёт возможность поддерживать положительный баланс основных элементов питания, что в условиях радиоактивного загрязнения территории приобретает особую значимость. Использование биопрепарата Альбит в системе удобрения снижает баланс элементов питания в сравнении с отдельным применением минерального удобрения.

7. Почвенно- климатический потенциал территории обуславливает производство зерна гречихи с рентабельностью на уровне 53,5 %. Повышение уровня химизации увеличивает производственные затраты с 9,8 тыс. руб. на контроле до 23,6 тыс. руб. на варианте N60P60K120 + Альбит, чистый доход- с 5,2 до 16,4 тыс. руб., при этом наблюдали снижение себестоимости 1 кг зерна с 15,63 руб. до 14,08 руб. (N60P60K90 + Альбит). Установили высокую экономическую эффективность внедрения в систему применения минерального удобрения биологического препарата Альбит. Так в сравнении с отдельным применением минерального удобрения в зависимости от норм применения рентабельность возросла на 14-30 %. Рекомендуем применять дозу минерального удобрения N60P60K120 + Альбит, которая обеспечивает рентабельность производства 69,4 % и наибольший чистый доход.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

На низкоплодородных радиоактивно загрязнённых дерново- подзолистых песчаных почвах юго- запада Нечерноземья для получения урожайности 1,67 т/га экологически чистого зерна гречихи сорта Девятка необходимо совместно применять N60P60K120 и биопрепарат Альбит, что обеспечивает чистый доход 16 417 рублей с гектара и рентабельность производства 69,4 %.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

В дальнейшем необходимо исследовать эффективность применения биопрепаратов органической и синтетической природы и их действие на различных уровнях применения органического, органоминерального и минерального удобрения на урожайность и качества других крупяных культур.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Эффективность различных систем удобрений и биопрепарата Альбит при производстве зерна гречихи в условиях радиоактивного загрязнения агроландшафтов / **А. А. Пашковская**, Д. М. Ситнов, С. Н. Поцепай, В. Ф. Шаповалов // Вестник Брянской ГСХА. – 2024. – № 3(103). – С. 8-13.

2. **Пашковская, А. А.** Средства химизации как фактор управления потенциалом продуктивности агроценоза гречихи / **А. А. Пашковская** // International Agricultural Journal. – 2025. – Т. 68, № 4. – С. 1041-1054. – DOI 10.55186/25880209_2025_9_4_4.

3. **Пашковская, А. А.** Действие биопрепарата Альбит с минеральными удобрениями и приемов основной обработки почвы на урожайность и качество гречихи / **А. А. Пашковская**, В. Ф. Шаповалов, Л. А. Зверева // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2025. – № 3(55). – С. 61-66. – DOI 10.24412/2309-348X-2025-3-61-66.

в других изданиях:

4. **Пашковская, А. А.** Влияние минеральных удобрений и биопрепарата альбит на урожайность и качество зерна гречихи при радиоактивном загрязнении агроценозов / **А. А. Пашковская**, В. Ф. Шаповалов // Современные тенденции развития аграрной науки : Сборник научных трудов международной научно-практической конференции, Брянск, 01–02 декабря 2022 года / Брянский государственный аграрный университет. Том Часть 1. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2022. – С. 298-302.

5. Влияние средств химизации на урожайность и качество зерна гречихи на радиоактивно загрязненной почве / **А. А. Пашковская**, В. Е. Мамеева, Г. П. Малявко [и др.] // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК : материалы XIX Международной научной конференции , Брянск, 14–18 марта 2022 года. Том ЧАСТЬ I. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2022. – С. 127-135.

6. Влияние средств химизации на продуктивность гречихи при возделывании в условиях радиоактивного загрязнения почвы / **А. А. Пашковская**, Д. М. Ситнов, Т. И. Васькина [и др.] // Современные тенденции развития аграрной науки: Сборник научных трудов II международной научно-практической конференции, Брянск, 07–08 декабря 2023 года. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2023. – С. 148-155.

7. Эффективность минеральных удобрений и биопрепарата Альбит при возделывании гречихи в условиях радиоактивного загрязнения агроценозов / **А. А. Пашковская**, В. Е. Мамеева, А. Л. Силаев [и др.] // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК : материалы XX Международной научной конференции. Часть II , Брянск, 14 марта 2023 года / Брянский государственный аграрный университет. Том Часть II. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2023. – С. 7-14.

8. **Пашковская, А. А.** Эффективность действия средств химизации на продуктивность гречихи при возделывании в условиях радиоактивного загрязнения агроценозов / **А. А. Пашковская**, А. Л. Силаев А Л, В. Ф. Шаповалов // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК : материалы XXI международной научной конференции, Брянск , 18 марта 2024 года. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет , 2024. – С. 135-144.

Подписано к печати 27.10.2025 г. Формат 60х84 1/16.
Бумага печатная. усл. п. л.1,00. Тираж 100 экз. Изд. № 7913

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ