

*На правах рукописи*

**Климова Лилия Рафкатовна**

**ОТЗЫВЧИВОСТЬ СОРТОВ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ПРИ  
ФОРМИРОВАНИИ УРОЖАЯ ГРЕЧИХИ НА СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ  
РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Казань - 2026

Диссертационная работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» в 2018-2022 гг.

**Научный руководитель - Кадырова Фануся Загитовна,**  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент Академии наук Республики Татарстан.

**Официальные оппоненты:**  
**Мазалов Виктор Иванович**  
доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, заведующий лаборатории экологического сортоиспытания сельскохозяйственных культур «Шатиловская сельскохозяйственная опытная станция» – филиал ФГБНУ «Федерального научного центра зернобобовых и крупяных культур»  
**Антимонова Ольга Николаевна**  
кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства крупяных и сорговых культур Поволжского НИИ селекции и семеноводства имени П.Н. Констатинова – филиал ФГБУН Самарского федерального исследовательского центра

**Ведущая организация** – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный аграрный университет»

Защита диссертации состоится «14» мая 2026 года в 14<sup>00</sup> часов на заседании диссертационного совета 35.2.017.01 при ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет» по адресу: 420015, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 65, зал заседаний, тел. 8 (843) 598-40-50, e-mail: info@kazgau.com.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», адрес: 420011, г. Казань, ул. Р. Гареева, д. 62 и на сайте университета [www.kazgau.ru](http://www.kazgau.ru).

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 г.

Приглашаем Вас принять участие в обсуждении диссертации на заседании диссертационного совета. Отзывы на автореферат в 2-х экземплярах, заверенные печатью учреждения, просим направлять по адресу: 420064, г. Казань, ул. Ферма-2, д. 53 Институт агробиотехнологий и землепользования Казанского ГАУ, ученому секретарю диссертационного совета Амирову М.Ф.,

e-mail: [dissovet\\_kazgau@mail.ru](mailto:dissovet_kazgau@mail.ru)

Ученый секретарь диссертационного совета,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Амиров Марат Фуатович

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность работы.** Гречиха посевная – крупяная культура, возделываемая в 24 странах мира. Российская Федерация является мировым лидером по валовому сбору гречихи. Гречиха используется как продукт функционального питания, как медонос для пчеловодства, как сырье для химической и фармацевтической промышленности, имеет большое значение как фитосанитар и предшественник для сельскохозяйственных растений в биологическом земледелии. В целом переработка всей продукции гречихи может осуществляться по принципу безотходной технологии. Однако, объемы производства не обеспечивают спрос рынка на её продукцию в связи с незначительными площадями и недостаточной урожайностью.

Главной причиной, ограничивающей рост площадей и объемов производства гречихи, является нестабильность получения высоких урожаев. Это связано с особенностями защитно-приспособительного комплекса культуры, не позволяющего полностью мобилизовать ресурсы растений на формирование плодов. Генетический потенциал урожайности современных сортов реализуется в производстве лишь на 30-40%, что требует оптимизации агроэкологических условий возделывания. Невысокий уровень урожайности обусловлен не только биологическими особенностями культуры, но и отсутствием научно обоснованных технологий возделывания, учитывающих отзывчивость сортов на факторы интенсификации.

В связи с этим особую актуальность приобретает разработка регионально адаптированных сортовых технологий, снижающих стрессовые воздействия агроэкологических условий на рост и развитие растений в критические периоды формирования урожая.

**Степень разработанности темы.** Влияние отдельных факторов на качественные и количественные показатели урожая гречихи изучали И.А. Пульман (1905), Л.Ф. Альтгаузен (1910), И.Ф. Самойлович (1951), Э.Д. Неттевич (1959), Н.Н. Петелина (1963; 1966; 1968; 1975), Е.С. Алексеева (1970; 1971; 1980; 1984; 1985; 1993), Н.В. Фесенко (1972; 1975; 1985; 1993), Л.М. Моисеенко (1979; 1983; 2002), А.М. Сабитов (1979; 2001), С.Ю. Коблев (1983; 1992), Г.Е. Мартыненко (1984; 1982; 1993; 1994), Т.А. Анохина (1985; 1988; 1991; 1994), И.А. Гуринович (1996), А.П. Лаханов (1996), А.Н. Фесенко (1999), Ф.З. Кадырова (2000; 2001), А.Г. Клыкков (2001).

Вопросами изучения влияния микроэлементов на гречиху занимались К.А. Савицкий (1970), С.М. Саблина (1983), Б.А. Ягодин (1986), Н.И. Гринкевич (1969; 1970), Г.В. Пироговская (2007), В.П. Герасименко (2011), Ю.А. Сорокина (2010; 2011), В.М. Важов (2013), М.Р. Sobhani (2014), А.В. Козлобаев (2015), Е.А. Козлобаева (2015), З.И. Глазова (2016; 2017), А.Р. Цыганов (2016), И.В. Полховская (2017), Л.М.Х. Биккинина (2018), С.А. Боровая (2020), Ю.Е. Вабищевич (2021).

Эффективность различных технологий уборки гречихи изучали А.Г. Блажевская (1970), С.И. Лосев (1970), К.А. Савицкий (1970), А.Ф. Якименко (1982), Ю.А. Шашкин, В.И. Мазалов (1987; 1992; 2017), В.В. Немченко, С.А. Волосников, М.Н. Исламов (1991), В.И. Мазалов, В.И. Савкин (2002), В.И. Зотикова с соавторами (2009; 2015), Г.И. Барабаш (2013), М.М. Гафин (2021).

Несмотря на достаточно широкое внимание исследователей к приемам увеличения урожайности гречихи, остаются открытыми некоторые вопросы, связанные с региональными особенностями роста и развития ее растений в неблагоприятных условиях вегетации.

**Целью** наших исследований было выявить адаптивный потенциал современных сортов гречихи под влиянием агроклиматических условий лесостепи Среднего Поволжья и разработать элементы технологии, оптимизирующие условия формирования их урожаев.

### **В задачи исследований входило:**

– изучить влияние агроэкологических условий Среднего Поволжья на особенности роста и развития сортов гречихи и выявить наиболее эффективные критерии оценки при подборе регионально адаптированных генотипов;

– изучить отзывчивость и разработать эффективную схему листовых подкормок сложными удобрительными составами для увеличения величины и качества урожая сортов

гречихи;

- оценить эффективность различных технологий уборки гречихи при формировании величины и качества урожая;
- дать экономическую оценку изучаемых приемов при возделывании гречихи в условиях Республики Татарстан.

**Научная новизна.** Впервые выявлено, что в экстремальных условиях вегетации ключевую роль играет не абсолютная величина фотосинтетического потенциала листьев гречихи, а эффективность перераспределения ассимилянтов, определяемая архитектурой растений, которая характерна для каждого сорта. Адаптивный потенциал новых генотипов реализуется благодаря доминированию главного стебля и активному развитию корневой системы, контролю вторичного ветвления. Уточнена и детализирована роль критических периодов в онтогенезе гречихи. Доказано, что фаза плодообразования является ключевой не только для урожая, но и для формирования структурно-функциональной организации растения. Сорта различаются по реакции на количество осадков и температурные условия вегетации: для влаголюбивых генотипов осадки являются лимитирующим фактором роста всех органов, тогда как у засухоустойчивых форм избыток влаги провоцирует ремонтантность и негативно коррелирует с массой генеративных органов. Установлено, что эффективность некорневых подкормок контролируется взаимодействием «сорт × срок обработки», которое стабильно проявляется во все годы исследований. Обнаружена специфичность реакции сортов на листовые подкормки. Выявлены хозяйственно-ценные генотипы, сочетающие признаки повышенной засухоустойчивости и качества урожая.

**Теоретическая значимость работы.** Доказано, что эффективность агротехнологических воздействий (подкормки, способ уборки) детерминруется не столько условиями года, сколько устойчивым взаимодействием «сорт × срок подкормки или способ уборки». Это меняет подход к моделированию агротехнологий, и требует дифференцированного подхода с учетом сортовых признаков.

Получены регрессионные модели, связывающие урожай с температурой и осадками в критические фазы, позволяющие количественно оценить риски и потенциал урожая для каждого сорта в конкретных метеоусловиях.

**Практическая значимость исследования.** Выделены и охарактеризованы ценные исходные формы (К-990, К-850) для селекции на комплекс признаков: засухоустойчивость, стабильность фотосинтеза, эффективное перераспределение ассимилянтов, качество зерна. Обладая доминированием главного стебля, развитием корневой системы, контролем вторичного ветвления эти генотипы пригодны для селекционного использования к условиям засушливого земледелия.

Разработаны основы дифференцированной сортовой агротехники. Для каждого изученного сорта даны конкретные рекомендации. Передан в Государственное испытание новый сорт Агата с признаками повышенной засухоустойчивости и улучшенными качественными характеристиками.

**Методология и методы исследования.** Методология проведенных исследований включала общенаучные и теоретические методы, такие как анализ, аналогию, синтез и обобщение при работе с литературными источниками и полученными результатами, а также эмпирические методы, такие как полевые и лабораторные эксперименты, учеты, наблюдения, измерения, сравнения, описания.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

- динамика ростовых процессов и продуктивности сортов гречихи под влиянием гидротермических условий вегетации;
- эффективность фотосинтетической деятельности сортов гречихи под влиянием условий среды;
- урожайность и качество зерна сортов гречихи под влиянием внекорневых подкормок по фазам вегетации;
- условия оптимизации технологии уборки;

– экономическая эффективность изученных приемов возделывания гречихи в условиях Среднего Поволжья.

**Степень достоверности и апробация работы.** В основу научно-исследовательской работы положены общепринятые методики, ГОСТы, используемые в растениеводстве. Полученные результаты были математически обработаны по общепринятой методике Б.А. Доспехова и с помощью пакета программ Excel для расчета дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализов.

**Апробация материалов диссертации.** Научные исследования были представлены на ежегодных научных конференциях профессорско-преподавательского состава Казанского ГАУ (2019-2023 гг.), Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80-летию д.с.-х.н., профессора Мазитова Н.К (Казань, 2020 г), Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти Гайнанова Х.С (Казань, 2021 г), Всероссийской (национальной) научно-практической конференции кафедры землеустройства и кадастров Казанского ГАУ (Казань, 2021 г), Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ. (Казань, 2021 г.), VII Международной научной конференции "Генетика, геномика, биоинформатика и биотехнология растений" (PlantGen 2023) (Казань, 2023г), XIII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, посвященной памяти Р.Г. Гареева (Казань, 2023 г), Всероссийской конференции "Научные основы адаптивного растениеводства в засушливых условиях " (Волгоград, 2024 г.), Международной научно-практической конференции «Приоритетные направления развития инновационных технологий в земледелии, растениеводстве, селекции и семеноводстве», (Беларусь, г. Жодино, 2024 г), XIV Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием, посвященной 300-летию РАН (Казань, 2024 г), Международной конференции, посвященной 105-летию ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН (Казань, 2025 г.).

**Личный вклад соискателя.** Автор лично участвовал при определении актуальности темы, разработке схем и выбора методов изучения, самостоятельно проводила полевые и лабораторные исследования, статистическую обработку экспериментальных данных, обобщение и подготовку публикаций в научных изданиях, анализ полученных результатов и написание диссертации. Личный вклад соискателя в проведенных исследованиях составляет 80%, доля участия в опубликованных трудах составляет 75%.

**Публикации по теме диссертации.** Материалы диссертации опубликованы в 24 научных работах, в том числе 6 – в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства науки и образования РФ, 1 – в издании, включенном в международную базу данных Web of Science. По теме исследования получен 1 патент на изобретение, подана 1 заявка в Госкомиссию РФ на патент и хозяйственное использование нового сорта гречихи. Конкурсный проект «Отзывчивость сортов гречихи на факторы интенсификации при формировании семенных качеств и величины урожая» удостоен Гранта для молодых ученых АН РТ в 2019 году и Премии АН РТ среди молодых ученых в 2021 году.

**Структура и объём диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения, рекомендаций производству. Список использованной литературы включает 228 источников, в том числе 38 – в зарубежных изданиях. Материал диссертации изложен на 255 страницах компьютерного текста, включает 38 таблиц, 18 рисунков и 92 приложения.

**Благодарности.** Автор выражает огромную благодарность научному руководителю – д.с.-х.н., профессору, член-корреспонденту АН РТ Ф.З. Кадыровой за помощь, оказанную при проведении исследований и написании материалов диссертации, а также И.С. Климову за поддержку и помощь в проведении полевых экспериментов и анализов.

# **1 СОСТОЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВА, БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ УВЕЛИЧЕНИЯ И СТАБИЛИЗАЦИИ УРОЖАЕВ ГРЕЧИХИ**

## **(Обзор литературных данных)**

В первой главе диссертации проведен аналитический обзор литературных источников, рассматривающий народнохозяйственное значение и направления использования гречихи обыкновенной, оценку адаптивного потенциала различных генотипов и значение элементов структуры растений в формировании урожайности, отзывчивость сортов гречихи к листовым подкормкам комплексными удобрительными составами и влияние технологии уборки гречихи на величину и качество урожая.

## **2 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТОВ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ**

Исследования выполнены на опытных полях Казанского ГАУ и экспериментальной базе Татарского НИИСХ в 2018 – 2022 гг. Почва - серая лесная среднесуглинистая. Содержание питательных элементов колебалось в зависимости от года исследования. Обменный калий и подвижный фосфор определяли по А.Т. Кирсанову. Их содержание варьировало в диапазоне от 92 - 120 до 219 - 250 мг/кг почвы соответственно. Содержание гумуса изменялось от 3,6 до 4,0%. рН солевой вытяжки колебалась в пределах 6,3-6,6. Содержание микроэлементов в пахотном слое было следующим: цинка – 0,70...0,79 мг/кг; меди – 5,06...5,41 мг/кг; марганца – 25,6...29,6 мг/кг; молибдена – 0,06...0,08 мг/кг; бора – 1,26...1,35 мг/кг.

Годы проведения исследования существенно различались по гидротермическим условиям. Из пяти лет исследований 2019, 2020 были умеренными по гидротермическим условиям вегетации, 2021 г – острозасушливым, т.к. 2/3 вегетационного периода протекали на фоне критических для гречихи температурных условий +25 °С, с количеством выпавших осадков на уровне 25% от многолетней нормы, а 2018 и 2022 годы – засушливыми, так как в критические периоды формирования генеративной зоны растений наблюдалась почвенно-атмосферная засуха.

**Опыт 1 - Оценка адаптивного потенциала различных генотипов и значение элементов структуры растений в формировании урожайности гречихи.**

Исследовались 4 сорта 2 сортообразца гречихи обыкновенной селекции ТатНИИСХ: Чатыр Тау, Батыр, Никольская, Яшьлек, К-850 и К-990.

**Опыт 2 - Отзывчивость сортов гречихи к листовым подкормкам комплексными удобрительными составами.**

Исследования проводились по схеме двухфакторного опыта:

– фактор А – 4 сорта и 2 сортообразца гречихи;

– фактор В - сроки внесения листовых подкормок комплексными удобрительными составами, разработанными и поставляемыми на российский рынок Норвежской химической компанией «Yara».

Варианты опыта:

1. Контроль, без подкормки;

2. Некорневая подкормка в фазу начало цветения;

3. Некорневая подкормка в фазу начало плодообразования;

4. Некорневая подкормка в фазу начало побурения плодов.

Для обеспечения эффективности внесения листовых подкормок была использована схема внесения, рекомендованная разработчиками составов компании «Yara». Расход рабочей жидкости 100 л/га: YaraVita AGRIPHOS 1л/га + Yara KRISTALON коричневый 2 кг/га. Через два дня: Карбамид 5 кг/га + YaraVita MANTRAC PRO 1 л/га + YaraVita BORTRAC 2 л/га.

**Опыт 3 - Влияние технологии уборки гречихи на величину и качество урожая.**

Исследования проводились по схеме двухфакторного опыта:

– фактор А – 4 сорта и 2 сортообразца гречихи;

– фактор В – технология уборки.

Варианты опыта:

1. Раздельная (двухфазная) технология уборки. При побурении 75% семян на растениях гречихи производилось скашивание деленок в валки с высотой среза 15-18 см. Подбор и обмолот валков производили при подсыхании биомассы до оптимальных значений влажности плодов (12-14%).

2. Однофазная технология уборки. При побурении 90% плодов на растениях проводили обработку деленок препаратом Торнадо 500 (действующее вещество – глифосат, изопропиламинная соль) с концентрацией 500 г/л. Норма расхода препарата составила 2 л/га. Производили уборку прямым комбайнированием при достижении влажности плодов 14%.

Опыты были заложены в четырехкратной повторности на делянках площадью 20 м<sup>2</sup>. Технология обработки почвы и посева, – общепринятые для республики Татарстан. Предшественник – озимая рожь, озимая пшеница. Посев деленок был произведен рядовым способом, с нормой высева 2 млн. всхожих семян на гектар, при достижении оптимального прогревания почвы: в 2018 – 23 мая; 2019 – 16 мая; 2020 – 25 мая; 2021 – 17 мая; 2022 – 6 июня.

Фенологические наблюдения, оценку урожайности и элементов ее структуры проводили по «Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» (1985), учет густоты стояния растения - на постоянных площадках. Учет динамики накопления сухой биомассы путем отбора и высушивания растительных проб. Расчет площади листьев, ФП (фотосинтетический потенциал), ЧПФ (чистая продуктивность фотосинтеза), КИФ (коэффициент использования фотосинтетически активной радиации) проводили по методике А.А. Ничипоровича. Индексный показатель «Продуктивность площади листьев» (ПЛП) определяли по формуле В.А. Кумакова (1985), индексный показатель «Зерновая нагрузка листа» (ЗНЛ) - по формуле О.Д. Быкова (1982). Гидротермический коэффициент (ГТК) рассчитывали по формуле Г.Т. Селянинова. Качественные показатели плодов гречихи проводились по ГОСТ: натура зерна - ГОСТ 10840-2017; масса тысячи плодов-ГОСТ 12042-80; пленчатость зерна - ГОСТ 10843-76. Выравненность зерна определяли по методике И.И. Василенко, содержание сырого протеина в плодах по методу Къельдаля. Полученные данные были обработаны методами дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализов по методике Б.А. Доспехова (1985) с использованием пакета программ «Microsoft Office Excel 2017». Экономическая эффективность была рассчитана на основе технологических карт.

### **3. ОЦЕНКА АДАПТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА РАЗЛИЧНЫХ ГЕНОТИПОВ И ЗНАЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СТРУКТУРЫ РАСТЕНИЙ В ФОРМИРОВАНИИ УРОЖАЙНОСТИ ГРЕЧИХИ**

В зависимости от условий вегетации нами был изучен характер распределения сухого вещества между органами растений (табл. 1).

Анализ распределения элементов пластики по сортам, в годы различающиеся по условиям вегетации, выявил интересные закономерности. Так в неблагоприятные годы в фазу массового цветения наиболее активно формируется генеративная часть у растений сортообразца К-990 (32,9%), а в благоприятные годы - у сорта Яшьлек (26,8%). В период плодообразования наибольшая доля репродуктивных органов отмечается в неблагоприятные годы у сорта Яшьлек и сортообразца К-990 (22,0%), в благоприятные годы у сорта Батыр (15,0%) и у сортообразцов К-850 и К-990 (14,3%).

При наступлении периода массового плодообразования ростовые процессы прекращаются, и большая доля органического вещества сосредотачивается в листьях, что необходимо для накопления элементов пластики в формирующихся плодозементах.

Следует также отметить, что с переходом к фазе плодообразования уменьшается доля органической массы в корнях. Причем на долю корневой системы в общей биомассе приходится большее количество сухого вещества в годы с проявлением засухи. Так в период цветения доля извлеченных корней у сортов составила в неблагоприятные годы от 12,9 %

...16,6% против 9,8...13,6 в благоприятные годы. Аналогичная закономерность сохранялась и в период плодообразования (5,4...13,0% в неблагоприятные и 5,3... 9,1% в благоприятные годы). Наибольшая доля корней в общей биомассе растений в период цветения и плодообразования в обеих группах лет отмечалась у сортообразца К- 990, а у сорта Чатыр Тау в неблагоприятные годы в период массового плодообразования.

Таблица 1 – Характер распределения сухого вещества между органами растений в годы исследований в %

Вариант	Массовое цветение				Массовое плодообразование			
	стебель	корень	лист	плодо-элементы	стебель	корень	лист	плодо-элементы
*Неблагоприятные годы (2018,2021 гг.)								
Чатыр Тау	51,7	13,2	14,0	21,1	39,7	13,0	29,9	17,4
Батыр	45,5	13,4	13,5	27,7	40,9	5,9	44,6	8,6
Никольская	51,1	12,9	16,0	20,0	41,2	8,9	28,8	21,1
Яшьлек	43,4	14,4	16,6	25,5	35,5	8,5	33,9	22,0
К-850	41,6	13,7	18,7	26,0	37,7	5,4	43,4	13,5
К-990	35,8	16,6	14,7	32,9	39,7	9,6	28,7	22,0
*Благоприятные годы (2019, 2020, 2022 гг.)								
Чатыр Тау	56,7	9,8	12,9	20,6	40,4	5,9	42,2	11,5
Батыр	54,2	12,4	14,4	18,9	59,8	5,7	19,5	15,0
Никольская	54,4	12,1	12,4	21,1	42,5	6,5	38,0	13,0
Яшьлек	46,1	12,7	14,4	26,8	49,0	5,3	33,1	12,6
К-850	57,1	10,4	11,8	20,8	56,6	7,6	21,5	14,3
К-990	48,7	13,6	14,9	22,9	40,1	9,1	36,5	14,3

\*Здесь и далее: - неблагоприятные годы с ГТК в 2018 г - 0,62 и 2021 - 0,29;

- благоприятные годы с ГТК в 2019 г. – 1,46, в 2020 г. – 0,92, в 2022 г. – 0,79

В благоприятные по гидротермическому коэффициенту годы практически все исследуемые сорта продемонстрировали увеличение ФП одного растения (табл.2). Так наибольшее увеличение ФП было отмечено у сортообразца К-850 (+0,24 м<sup>2</sup>/растения\*сутки) и сорта Яшьлек (+0,12 м<sup>2</sup>/растения\*сутки). У остальных исследуемых сортов увеличение фотосинтетического потенциала в благоприятные годы варьировало в пределах 0,03-0,09 м<sup>2</sup>/растения\*сутки, при этом стоит отметить, что у сорта Чатыр Тау фотосинтетический потенциал в среднем по благоприятным и неблагоприятным годам не изменялся и равнялся 0,27 м<sup>2</sup>/растения\*сутки.

По чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) наиболее отзывчивыми к улучшению гидротермических условий были сорта Чатыр Тау (+6,1 г/м<sup>2</sup>·сутки), Батыр (+4,5 г/м<sup>2</sup>·сутки) и Никольская (+3,1 г/м<sup>2</sup>·сутки). Сорт Яшьлек и сортообразец К-850 в среднем были более стабильными, так как прирост ЧПФ в благоприятные годы составил 0,5 и 0,04 г/м<sup>2</sup>·сутки соответственно.

В годы с оптимальным увлажнением максимальные показатели КИФ продемонстрировали гибридные популяции К-990 (2,12%) и К-850 (1,93%), а также сорт Чатыр Тау (2,06%). Это указывает на их более высокую способность аккумулировать энергию ФАР в биомассу при отсутствии лимитирующих факторов.

Фотосинтетическая активность в условиях засухи у сорта Яшьлек, снижалась менее других сортов (на 39,6%). Возможно, это связано с наличием у данного сорта эффективных физиологических механизмов защиты листового аппарата от влияния гидротермических стрессов. Но, потенциал этого сорта оказался наименьшим и в благоприятные годы ФАР его листьев была минимальной.

Данные подтверждают, что гибридные популяции (К-990, К-850) обладают ценными физиологическими свойствами. Несмотря на чувствительность к экстремальной засухе (падение КИФ на 53,9–57,5%), в благоприятные годы они реализуют высокий потенциал фотосинтетической активности, что делает их перспективными объектами для дальнейшей селекции на совмещение в геноме сортов признаков биологической продуктивности и устойчивости.

Таблица 2 – Показатели фотосинтетической деятельности листового аппарата сортов гречихи

Сорт	Среднее за 2018, 2021 гг.			Среднее за 2019, 2020, 2022 гг.		
	ФП, м <sup>2</sup> /растения *сутки	ЧПФ, г/м <sup>2</sup> *сутки на растение	КИФ, %	ФП, м <sup>2</sup> /растения *сутки	ЧПФ, г/м <sup>2</sup> *сутки на растение	КИФ, %
Чатыр Тау	0,27	5,8	0,93	0,27	11,9	2,06
Батыр	0,32	5,7	0,75	0,35	10,2	1,78
Никольская	0,27	7,2	0,88	0,34	10,3	1,76
Яшьлек	0,25	8,4	0,99	0,37	8,9	1,64
К-850	0,22	8,3	0,89	0,46	8,7	1,93
К-990	0,20	10,8	0,90	0,29	9,2	2,12

В неблагоприятные годы высота растений варьировала в интервале от 46,9 см (К-850) до 60,4 см (Никольская) (табл.3). Количество узлов в зоне ветвления не превышало 2,8 шт. (Батыр), а в зоне плодоношения максимальное значение было зафиксировано также у сорта Батыр (4,7 шт.). Количество ветвей первого порядка, определяющих продуктивность растения, находилось в диапазоне от 1,9 до 2,9 шт. Крайне низкие значения показателя «количество ветвей 2-го порядка и выше» (от 0,00 до 0,13 шт.) свидетельствовали о подавлении процессов вторичного ветвления из-за гидротермических условий.

Таблица 3 - Особенности структуры растений сортов гречихи в годы, различающиеся гидротермическими условиями вегетации растений

Сорт	Высота растения, см	Количество узлов в зоне ветвления	Количество узлов в зоне плодоношения	Количество ветвей 1-го порядка, шт.	Количество ветвей 2-го порядка и выше, шт.
В среднем за 2018,2021 гг.					
Чатыр Тау	57,4	2,1	4,2	2,3	0,13
Батыр	56,3	2,8	4,7	2,9	0,06
Никольская	60,4	1,9	3,8	1,9	0,11
Яшьлек	51,7	1,9	3,5	2,1	0,11
К-850	46,9	1,8	2,9	1,9	0,00
К-990	54,2	2,5	3,4	2,7	0,05
Среднее	54,5	2,2	3,8	2,3	0,08
В среднем за 2019, 2020, 2022 гг.					
Чатыр Тау	64,3	3,0	4,6	2,8	0,92
Батыр	77,9	3,2	6,0	3,2	0,73
Никольская	69,3	2,9	4,9	2,8	0,54
Яшьлек	68,4	3,0	4,7	2,9	0,59
К-850	63,1	3,0	4,5	2,9	0,69
К-990	68,8	3,3	4,7	3,1	0,03
Среднее	68,6	3,1	4,9	3,0	0,58

В благоприятные годы наблюдалось значимое увеличение всех параметров структуры урожая. Наиболее значительный прирост был отмечен в развитии ветвей второго порядка и

выше. Среднее значение по всем сортам по данному показателю возросло с 0,08 шт. в неблагоприятные годы до 0,58 шт. в благоприятные, что представляет собой семикратное увеличение. Таким образом столь резкое увеличение числа ветвей свидетельствует о том, что потенциал ветвления реализуется лишь при оптимальном водном режиме.

Сорт Батыр оказался наиболее отзывчивым на улучшение условий. Помимо максимального прироста высоты, в благоприятные годы он продемонстрировал максимальные показатели среди всех сортов по количеству узлов в зоне плодоношения (6,0 шт.), количеству ветвей первого (3,2 шт.). Количество ветвей второго и выше порядка на этом варианте в благоприятные годы выросло в 12 раз. Такой резкий прирост связан с тем, что сорт Батыр относится к сортоотбору «Краснострелецкий», который обладает ветвлением и на уровне второго порядка.

У сорта Чатыр Тау в благоприятные годы отмечен значительный прирост ветвей второго порядка – с 0,13 до 0,92 (в 7 раз). Остальные исследуемые параметры выросли на 10-43%. Для сортообразца К-990 улучшение гидротермических условий наиболее сильно влияет на количество узлов в зоне плодоношения (+38%) и на количество узлов в зоне ветвления (+32%), при этом количество боковых ветвей первого порядка возрастает на 15%. У сортообразца К-990 полностью редуцировано ветвление второго порядка, поэтому их количество не изменяется в благоприятные годы.

Сорт Яшьлек в благоприятные увеличивает высоту на 16,7 см (32%) и формирует стабильно высокие показатели по всем элементам структур. Наибольший прирост показателей отмечен по показателям ветвления: количество узлов в зоне ветвления увеличилось на 58% и количество ветвей первого порядка (+38%). При этом количество ветвей второго порядка выросло в 5,3 раза. Сортообразец К-850 в неблагоприятные годы был наименее развитым, как по высоте, так и по количеству боковых ветвей. Однако при наступлении благоприятных условий исследуемые параметры выросли на 35-67% и практически сравнялись по большинству параметров с другими сортами, что говорит о высокой компенсаторной способности изучаемого сортообразца.

В годы с неблагоприятными гидротермическими условиями проявились четкие межсортовые различия в структуре продуктивности растений (табл.4). Сорт Батыр выделился максимальным количеством соцветий (3,9 шт. на главном стебле и 3,9 шт. на боковых ветвях), однако продемонстрировал низкую озерненность соцветий (0,7 шт./соцветие на главном стебле). Сортообразцы К-850 и К-990 при меньшем количестве соцветий (2,5-3,3 шт.) имели большее количество плодов (15,3-17,4 шт.) на главном стебле с числом плодов 6,19 и 5,21 шт./соцветие соответственно.

Таблица 4 – Параметры продуктивности растений гречихи обыкновенной в годы, различающиеся гидротермическими условиями вегетации растений

Сорт	Количество соцветий шт.		Количество плодов, шт.		Число плодов в соцветии, шт.	
	на главном стебле	на боковых ветвях	на главном стебле	на боковых ветвях	на главном стебле	на боковых ветвях
В среднем за 2018,2021 гг.						
Чатыр Тау	3,1	3,0	11,2	5,8	3,6	1,9
Батыр	3,9	3,9	2,5	4,3	0,7	1,1
Никольская	3,4	2,2	7,9	3,5	2,4	1,6
Яшьлек	3,0	2,6	14,1	9,2	4,7	3,6
К-850	2,5	2,1	15,3	10,5	6,2	4,9
К-990	3,3	3,3	17,4	8,1	5,2	2,4
В среднем за 2019, 2020, 2022 гг.						
Чатыр Тау	3,9	4,1	40,3	24,0	10,2	5,9
Батыр	5,1	5,5	35,0	22,9	6,9	4,2
Никольская	4,4	2,9	45,8	18,6	10,4	6,3
Яшьлек	4,0	3,8	44,4	21,3	11,2	5,6
К-850	3,9	4,1	48,2	21,6	12,4	5,3
К-990	4,7	3,7	48,3	24,9	10,4	6,7

Годы с благоприятными условиями вегетации характеризовались существенным ростом продуктивности растений всех изучаемых сортов. Сорт Батыр сохранил лидерство по количеству соцветий (5,1-5,5 шт.), значительно улучшив показатели озерненности (6,87 плодов в соцветии на главном стебле), однако по эффективности плодообразования сорт Батыр был в числе «аутсайдеров» среди исследуемых вариантов. Сортообразцы К-850 и К-990 подтвердили статус наиболее продуктивных форм, достигнув максимальных значений по количеству плодов на растении (48,2-48,3 шт.) и озерненности соцветий (12,4 и 10,4 плодов соответственно) на главном стебле. Сорт Никольская показал наибольший относительный прирост по числу плодов на главном стебле - с 2,4 до 10,4 шт./соцветие в благоприятные годы.

Сортообразцы К-850 и К-990 имеют признаки высокой засухоустойчивости, что подтверждается их способностью формировать высокую среднюю урожайность в засушливые годы – 0,75 и 0,81 т/га соответственно (рис. 1). Снижение урожайности в неблагоприятных условиях по сравнению с благоприятными составляет 3,1 и 2,8 раза, что является одним из наименьших показателей вариабельности среди исследуемых сортов. Урожайность в благоприятные годы была наибольшей у сорта Чатыр Тау (2,4 т/га), а в неблагоприятных условиях снижение составило 4,1 раза.

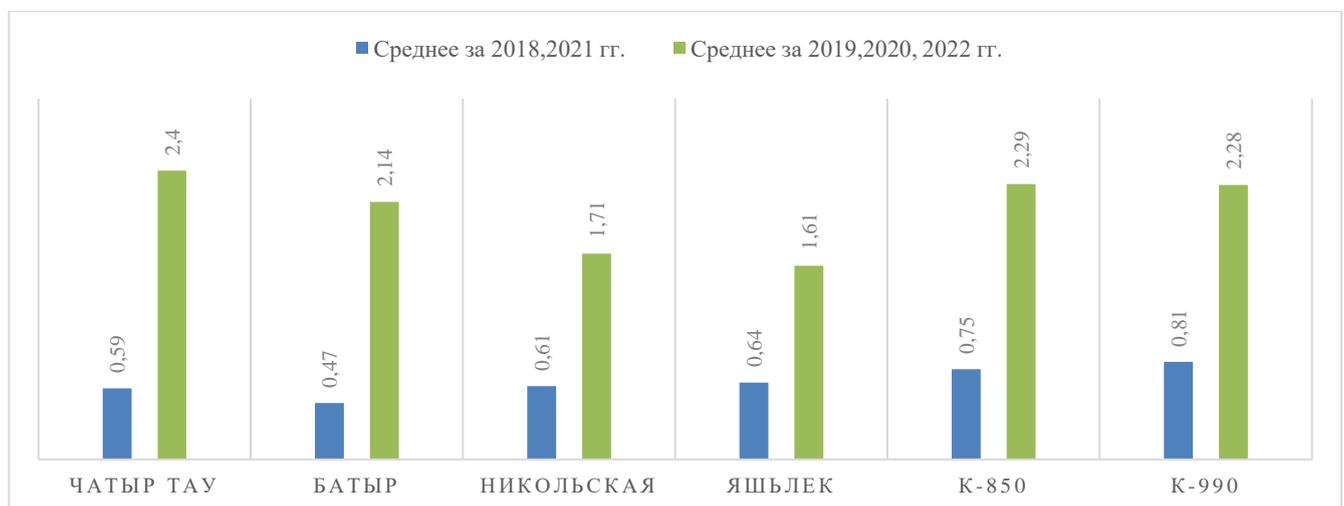


Рисунок 1 - Урожайность гречихи в годы, различающиеся гидротермическими условиями вегетации растений, т/га

У всех образцов выявлена сильная отрицательная зависимость урожайности от среднесуточной температуры воздуха в критический период формирования плодов ( $r = -0,72...-0,84$ ) (табл. 5).

Наиболее чувствительными к термическому стрессу в период массового плодообразования являются сорта Чатыр Тау ( $r = -0,82$ ) и Никольская ( $r = -0,83$ ). Регрессионная модель для сорта Чатыр Тау ( $Y = 20,83 - 0,87X$ ) свидетельствует, что повышение температуры на  $1^{\circ}\text{C}$  в этот период приводит к максимальному снижению урожая – на 0,87 т/га. Сортообразец К-850 наиболее чувствителен к высокой температуре в фазу массовое цветение ( $r = -0,84$ ), где потепление на  $1^{\circ}\text{C}$  потенциально снижает урожай на 0,69 т/га.

Выявлена устойчивая положительная связь урожайности с количеством осадков в период массового плодообразования ( $r = +0,75...+0,84$ ) у всех исследуемых сортов. Максимальная зависимость от осадков характерна для образцов Никольская, Яшьлек и К-990 ( $r = +0,83$ ). Анализ уравнений регрессии позволяет количественно оценить отзывчивость: для сортообразцов К-850 и К-990 увеличение суммы осадков на 10 мм обеспечивает прирост урожайности примерно на 0,4 т/га, тогда как наиболее отзывчивым на изменение количества осадков оказался сорт Чатыр Тау, где на каждые 10 мм выпавших осадков прирост урожайности составляет 0,5 т/га.

Таблица 5 – Значимые корреляции урожайности гречихи с гидротермическими условиями периодов вегетации растений в годы исследований (2018 – 2022 гг.)

Сорт	Фактор среды	Межфазный период	Коэффициент корреляции (r)	Регрессионное уравнение
Чатыр Тау	Среднесуточная температура	Массовое цветение	-0,76	$Y = 9,04 - 0,34X$
	Среднесуточная температура	Массовое плодобразование	-0,82	$Y = 20,83 - 0,87X$
	Количество осадков	цветение – плодобразование	+0,77	$Y = 0,14 + 0,05X$
Батыр	Среднесуточная температура	Массовое цветение	-0,72	$Y = 7,09 - 0,3X$
	Среднесуточная температура	Массовое плодобразование	-0,76	$Y = 14,95 - 0,6X$
	Количество осадков	Массовое цветение	+0,76	$Y = 0,32 + 0,03X$
Никольская	Среднесуточная температура	Массовое цветение	-0,77	$Y = 5,77 - 0,21X$
	Среднесуточная температура	Массовое плодобразование	-0,83	$Y = 12,93 - 0,53X$
	Количество осадков	Массовое цветение	+0,83	$Y = 0,28 + 0,03X$
Яшьлек	Количество осадков	Массовое цветение	+0,83	$Y = 0,49 + 0,02X$
К-850	Среднесуточная температура	Массовое цветение	-0,84	$Y = 7,85 - 0,29X$
	Среднесуточная температура	Массовое плодобразование	-0,81	$Y = 17,06 - 0,69X$
	Количество осадков	Массовое цветение	+0,75	$Y = 0,51 + 0,04X$
К-990	Среднесуточная температура	Массовое цветение	-0,75	$Y = 7,17 - 0,25X$
	Среднесуточная температура	Массовое плодобразование	-0,79	$Y = 15,59 - 0,63X$
	Количество осадков	Массовое цветение	+0,84	$Y = 0,43 + 0,04X$

В неблагоприятные годы практически все сорта демонстрируют отрицательную рентабельность, свидетельствуя об убыточности производства. Сортообразец К-990 в этих же сложных условиях сохранил положительную рентабельность (5,89%) при уровне урожайности 0,81 т/га.

В благоприятные годы экономическая картина радикально меняется, демонстрируя высокую реальную выгоду при возделывании этой культуры. Уровень рентабельности всех сортов превышает 100%. Максимальную рентабельность показывает сорт Чатыр Тау (204,19%), существенно опережая другие сорта. Высокий результат также демонстрируют сортообразцы К-850 (190,86%) и К-990 (189,65%). Примечательно, что последний, будучи лидером в неблагоприятный период, сохраняет позицию одного из самых доходных и в оптимальных условиях.

#### 4. ОТЗЫВЧИВОСТЬ СОРТОВ ГРЕЧИХИ К ЛИСТОВЫМ ПОДКОРМКАМ КОМПЛЕКСНЫМИ УДОБРИТЕЛЬНЫМИ СОСТАВАМИ

Влияние некорневых подкормок на сохранность растений носило разнородный характер. У сорта Чатыр Тау наибольшая выживаемость в среднем за три года наблюдалась в контроле, тогда как при любой обработке происходило снижение числа жизнеспособных растений. У Батыра в 2020 и 2021 годах при обработке в начале плодобразования и побурения плодов сохранность растений была на уровне контроля (89%). У Никольской подкормка в фазу цветения в среднем за три года повышала выживаемость на 5% относительно контроля, а в неблагоприятном 2021 году — на 24%. Сорт Яшьлек в среднем за три года показал стабильную выживаемость (90–93%) в большинстве вариантов. Однако обработка в начале побурения плодов в 2021 году вызвала её

резкое снижение — на 30% по сравнению с контролем. Образцы К-850 и К-990 проявили наихудшую способность к поддержанию жизнеспособности при проведении внекорневых подкормок. Это можно связать с тем, что при внекорневых обработках происходит увеличение площади листьев и возрастает конкуренция за освещение.

Анализ влияния сроков некорневой подкормки на урожайность сортов позволил распределить их по степени отзывчивости на несколько групп (рис. 2). К высокоотзывчивым сортам относятся Яшьлек и Никольская. Сорт Яшьлек показал максимальную эффективность при обработке в фазу побурения плодов, где прибавка урожайности составила 50,0 % по сравнению с контролем. Сорт Никольская положительно реагировал на подкормку во все сроки, однако его максимальная прибавка (41,9%) была достигнута при обработке в фазу начала побурения плодов. Для сорта Чатыр Тау наиболее эффективной оказалась подкормка в фазу начала цветения, обеспечившая урожайность в 2,17 т/га (прибавка к контролю 30,7%), тогда как в фазу начала побурения прибавка составила лишь 13,9%.

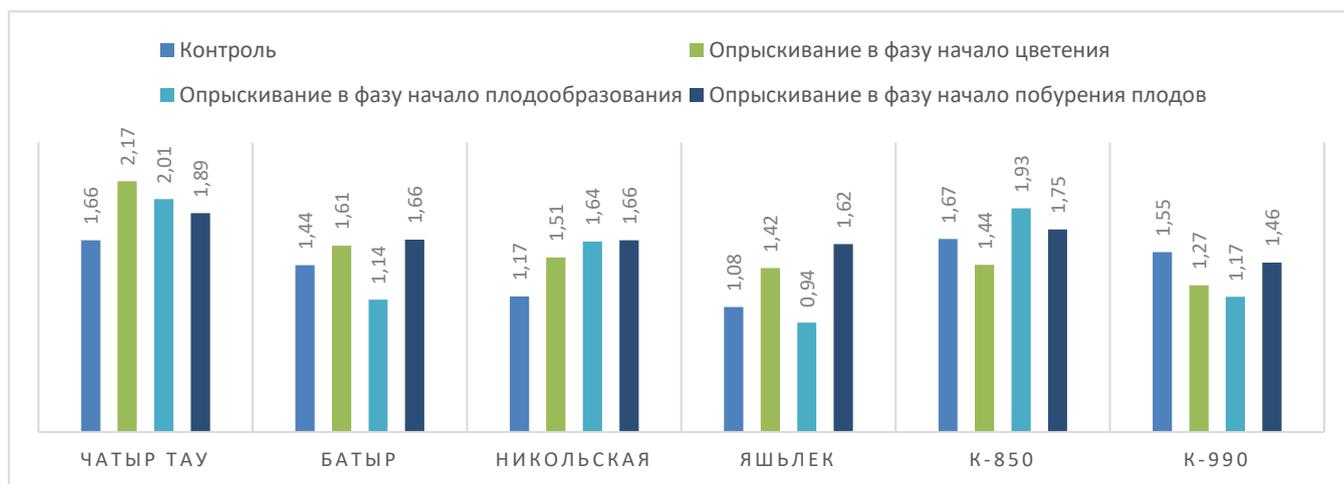


Рисунок 2— Урожайность зерна гречихи в зависимости от сроков проведения некорневых подкормок комплексными удобрительными составами в среднем за 2019-2021 гг., т/га

Некорневая подкормка также неоднозначно повлияла на массу 1000 плодов (рис. 3). Подкормка в начале побурения плодов способствовала максимальному увеличению крупности плодов у сортов Чатыр Тау и Никольская, а также образца К-850 и составила 35,9 г, 37,5 г и 34,7 г соответственно. Положительный результат подкормки в фазу цветения отмечен у сорта Батыр (34,20 г) и образца К-990 (33,47 г). Для сорта Яшьлек эффективной была подкормка в начале побурения плодов (33,03 г).

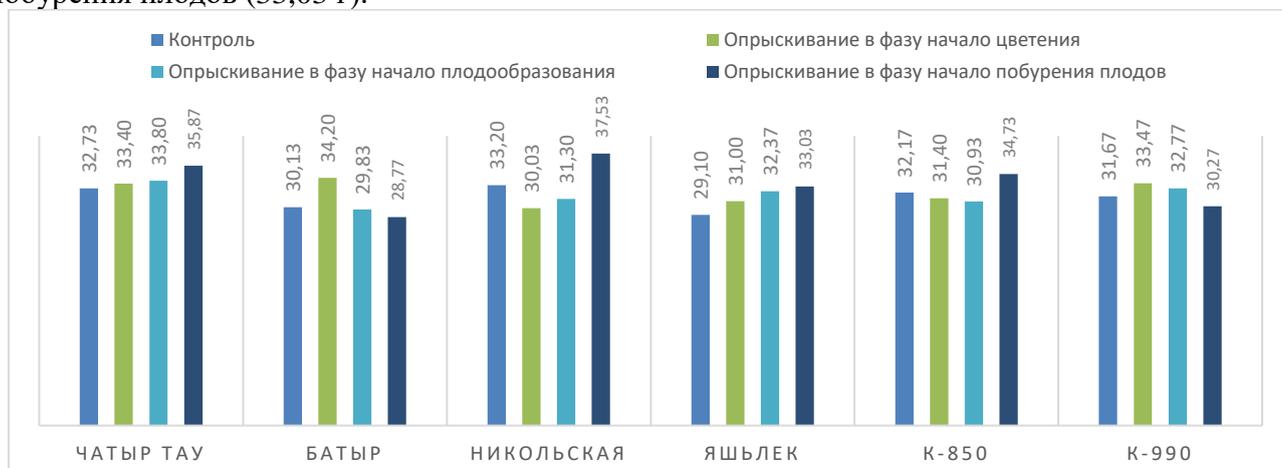


Рисунок 3 – Масса тысячи плодов гречихи в зависимости от сроков проведения некорневых подкормок комплексными удобрительными составами в среднем за 2019-2021 гг., г

При исследовании показателя «натурная масса зерна» было выявлено, что наиболее значимый положительный эффект для большинства изучаемых сортов был получен на варианте с некорневой обработкой в фазу начало побурения плодов (рис. 4). Превышение натурной массы при подкормке в фазу побурения плодов над контролем по сорту Чатыр Тау составило 3,86%, а по сортообразцам К – 850 и К – 990 4,45 % и 1,79% соответственно. Сорта Яшьлек Никольская не проявили отзывчивости на применение данного приема на выполненность плодов. Некорневая подкормка в начале цветения не оказала значимого положительного влияния на натурную массу зерна у большинства изучаемых сортов. Наибольший интерес представляет реакция на обработку в фазу плодообразования, критическую для формирования качества зерна. Сортообразец К-850 продемонстрировал положительный отклик, увеличив натурную массу на 23 г/л по сравнению с контролем. В свою очередь, сорт Никольская проявил себя как консервативный генотип: его показатель остался на уровне контроля (518 г/л), демонстрируя низкую отзывчивость на агроприем, в тоже время – высокую генетическую обусловленность.

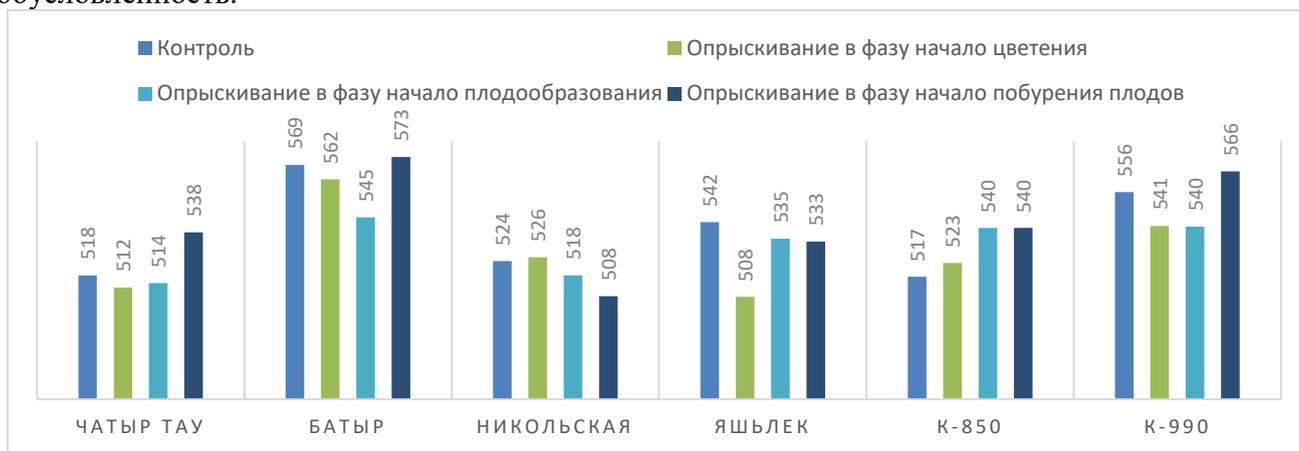


Рисунок 4 – Натура зерна гречихи в зависимости от сроков проведения некорневых подкормок комплексными удобрительными составами в среднем за 2019-2021 гг., г/л

В наших исследованиях был проведен анализ пленчатости плодов гречихи, который выявил четкую закономерность: перенос срока обработки на более поздние фенологические фазы приводит к последовательному и достоверному повышению выраженности данного признака (рис.5). В среднем за три года некорневая подкормка повышала пленчатость плодов у всех сортов при любом сроке внесения. Снижение показателя наблюдалось только у образцов К-850 (-2,7%) и К-990 (-3,67%) при обработке в начале плодообразования.

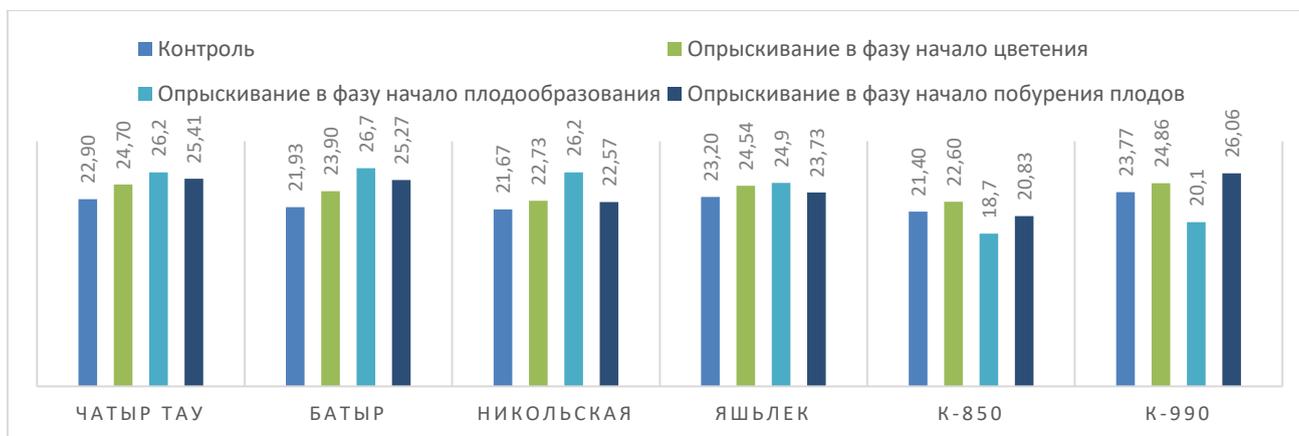


Рисунок 5 – Пленчатость плодов гречихи в зависимости от сроков проведения некорневых подкормок комплексными удобрительными составами в среднем за 2019-2021 гг., %

Наиболее эффективным сроком проведения некорневой подкормки, обуславливающим повышение содержания сырого протеина в плодах для сортов Чатыр Тау (12,77%), Яшьлек (12,76%) и сортообразцов К-850 (12,77%) и К-990 (12,93%) является фаза начала побурения плодов.

На основе трехлетнего исследования выявлено, что влияние сорта и сроков подкормки на урожайность и качество зерна гречихи сильно варьирует в зависимости от гидротермических условий года, но ключевым и стабильным фактором является взаимодействие «сорт» практически во все годы исследования, кроме 2020 года (табл. 6). Для показателя «натура зерна» взаимодействие факторов было системообразующим во все годы исследования.

Таблица 6 – Доля влияния факторов сорта и сроков проведения некорневой подкормки и их взаимодействия в изменчивость признаков, %

Источник варьирования	Урожайность			Масса тысячи плодов			Натура зерна			Пленчатость плодов		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021
Сорт (А)	56,2	8,3	55	27,2	18,1	35,9	63,9	20,6	53,6	91,9	35,6	83,7
Сроки некорневой обработки (В)	7,5	44,3	16,7	25,4	1,3	7,2	4,9	19	16,2	1,2	4,2	6,8
Взаимодействие (А x В)	35,7	43,7	21,7	46,3	68,6	54,1	28,7	60	26,1	6,5	37,3	9,5

Экономический анализ показал, что для гречихи в условиях Среднего Поволжья предложенная компанией Yara схема подкормки, требующая двукратного внесения с интервалом 2 дня, экономически нецелесообразна, так как рост затрат превышает прибавку урожая, приводя к резкому снижению рентабельности большинства сортов. Например, у К-990 рентабельность упала с 106,76% до 14,12%, а у Яшьлек ранняя обработка и вовсе стала убыточной (-8,00%). Исключением стали два сорта при некорневой подкормке в фазу начало побурения плодов: Никольская, где рентабельность увеличилась относительно контроля до 60,76%, и Яшьлек с рентабельностью 56,98%.

## 5. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ УБОРКИ НА ВЕЛИЧИНУ И КАЧЕСТВО УРОЖАЯ ГРЕЧИХИ

Проведённые исследования по влиянию технологии уборки на выход товарного зерна и его качественные показатели выявили чёткую специфичную отзывчивость сортов гречихи (табл. 7). В среднем за годы исследований однофазная (прямая) уборка была эффективна для сортов Никольская и Яшьлек, обеспечив прибавку +0,32 т/га и +0,77 т/га соответственно по сравнению с двухфазной уборкой, тогда как у остальных сортов она приводила к снижению сбора товарного зерна. При этом однофазная технология положительно влияла на крупность плодов, увеличивая массу тысячи семян у большинства сортов, особенно у Яшьлек (+3,1 г); исключением стал лишь сорт Никольская, где данный показатель снизился на 0,3 г. Натурная масса зерна при однофазной уборке уменьшалась практически на всех вариантах, за исключением сортообразцов К-850 и К-990, где были отмечены приросты (+11 г/л и +3 г/л соответственно). Снижение пленчатости при однофазной уборке по сравнению с двухфазной уборкой наблюдалось у сортов Никольская (-0,99%) и Яшьлек (-2,36%), в то время как на других вариантах доля околоплодника возрастала.

В среднем за три года содержание сырого протеина в крупе увеличилось на варианте с

однофазной технологией уборки у сорта Чатыр Тау (+0,1%), Батыр (+0,1%) и Яшьлек (+0,1%). У остальных исследуемых сортов при однофазной технологии уборки содержание сырого протеина в крупе было ниже варианта двухфазной уборки.

Анализ фракционного состава показал, что наиболее выравненным крупноплодным сортом независимо от способа уборки является Чатыр Тау, с долей крупной фракции, сходом с решета 3,0 мм продолговатое, около 70%, тогда как сорт Батыр стабильно выделялся как мелкосемянный, с преобладанием фракции, проходящей через решето 3 мм (более 62%). У сортов Никольская (69,2 %) и К-990 (61,8%) при двухфазной уборке преобладала крупная фракция, в то время как у сорта Яшьлек и сортообразца К-850 распределение плодов по фракциям существенно не зависело от применяемой технологии.

Взаимосвязь между массой тысячи плодов и пленчатостью имела выраженные сортовые особенности. У сорта Яшьлек ( $r=0,97$ ) и сортообразца К-990 ( $r=0,84$ ) при двухфазной уборке наблюдалась прямая существенная корреляция. У сорта Никольская характер зависимости различался в зависимости от технологии: при двухфазной уборке отмечалась практически линейная отрицательная связь ( $r=-0,99$ ), а при однофазной — сильная положительная ( $r=0,77$ ).

Таблица 7 – Урожайность и качественные показатели сортов гречихи в зависимости от технологии уборки в среднем за 2019-2021 гг.

Сорта	Сбор товарного зерна, т/га		Масса тысячи плодов, г		Натура зерна, г/л		Пленчатость плодов, %	
	2-х фазная	1-фазная	2-х фазная	1-фазная	2-х фазная	1-фазная	2-х фазная	1-фазная
Чатыр Тау	1,66	1,20	32,7	34,1	518	503	22,91	23,18
Батыр	1,44	1,28	30,1	30,9	569	565	21,93	22,43
Никольская	1,17	1,49	33,2	32,9	524	510	21,65	20,66
Яшьлек	1,08	1,85	29,1	32,2	542	536	23,22	20,86
К-850	1,67	1,59	32,2	32,5	517	528	21,42	22,89
К-990	1,55	1,49	31,7	32,8	556	559	23,76	24,66

Проведенный двухфакторный дисперсионный анализ выявил значимое влияние изучаемых факторов на ключевые показатели качества и продуктивности сортов гречихи в условиях Предкамья Республики Татарстан (Рис.6). Основным фактором, определяющим варьирование признаков «сбор товарного зерна», «масса 1000 плодов» и «натура плодов», является генотип сорта. Его вклад в формирование урожайности варьировал от 10 до 66,7%, массы 1000 плодов – от 40,1 до 71,8%, а натуры плодов оставался преобладающим независимо от условий года. Чистое влияние технологии уборки на эти показатели было минимальным, достигая максимума в 3,2% по урожайности и 11,2% по массе 1000 плодов. Существенную роль играло взаимодействие факторов «сорт × технология уборки», доля которого относительно урожайности составляла 25,9–53,7%, а для массы 1000 плодов – 23,1–43,7%. Сила влияния отдельных факторов и их взаимодействия кардинально менялась в зависимости от гидротермических условий вегетационных периодов. В острозасушливый 2021 год сбор товарного зерна и крупности плодов происходило практически исключительно за счет генетического потенциала сорта, тогда как роль технологии уборки и взаимодействия факторов была нивелирована. В противоположность этому, в благоприятный по влагообеспеченности 2019 год с обилием осадков в период подготовки к уборке (ГТК=2,3) отмечалось максимальное влияние как технологии уборки, так и особенно взаимодействия изучаемых факторов, которое по некоторым признакам (масса 1000 плодов) даже превышало долю влияния генотипа. В 2020 году, характеризовавшемся сменой сильной засухи избыточным увлажнением в критический период, влияние сорта и взаимодействия факторов на урожайность было сопоставимым. Аналогичная зависимость от условий года установлена и для признака «пленчатость плодов»: в благоприятные годы доминировало влияние генотипа (63,4–78,5%), а в экстремально засушливый 2021 год его вклад снизился до 34,6% при одновременном резком возрастании

доли влияния технологии уборки (до 13,1%) и их взаимодействия (до 51,1%).

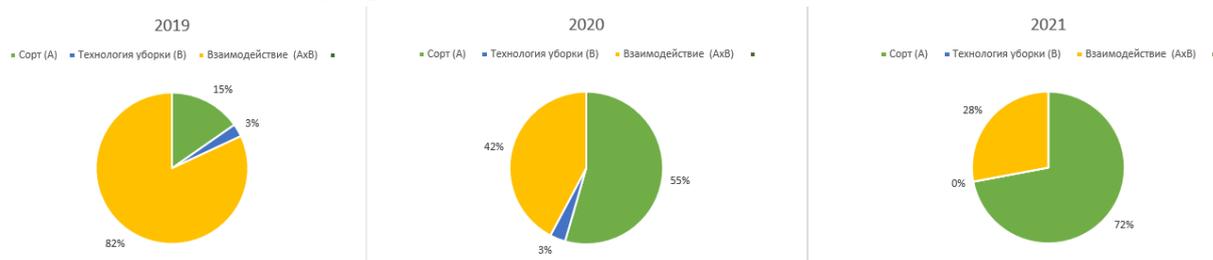


Рисунок 6 – Доля влияния факторов сорта и технологий уборки и их взаимодействия в изменчивость признака «урожайность», %

Для большинства исследуемых вариантов (Чатыр Тау, Батыр, К-850, К-990) двухфазная технология уборки является более экономически эффективной, обеспечивая значительно более низкую себестоимость и, как следствие, более высокий чистый доход и рентабельность. Так, у сорта Чатыр Тау при двухфазной уборке себестоимость составляет 16433,83 руб./т, а рентабельность достигает 112,0%, тогда как при однофазной эти показатели равны 24382,39 руб./т и 43,6% соответственно. Такая же тенденция характерна для сорта Батыр (88,8% против 55,0%) и сортообразцов К-850 (115,3% против 90,0%) и К-990 (106,8% против 83,8, где экономическая эффективность двухфазной технологии уборки выше, чем при применении однофазной технологии уборки. Однако для сортов Никольская и Яшьлек экономически выгодно использовать однофазную технологию уборки. Так для сорта Яшьлек однофазная технология уборки обеспечивает себестоимость продукции в 15376,1 руб./т и рентабельность в 121,6%, что более чем в 2,5 раза выше, чем при применении двухфазного метода уборки (46,8%).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований были установлены следующие закономерности и тенденции:

1. Распределение элементов пластичности в органах растений у разных сортов в благоприятные и неблагоприятные годы выявило четкие различия между сортами. В неблагоприятные годы сортономер К-990 формирует наибольшую долю генеративных органов как в фазу массового цветения (32,9%), так и в фазу массового плодообразования (22,0%). Это связано с его способностью сохранять развитие корневой системы в условиях стресса: доля корней у К-990 достигала в фазу массового цветения 16,6% и в фазу массового плодообразования 13,0% от общей массы растений. В благоприятные же годы лидерами по распределению сухого вещества в генеративные органы растений был сорт Яшьлек (26,8% в фазу массового цветения) и сорт Батыр (15,0% в фазу массового плодообразования). Таким образом, повышенная зерновая продуктивность К-990 в неблагоприятные годы напрямую обусловлена продолжительностью активной деятельности корневой системы, обеспечивающей растение ресурсами в условиях засухи.

2. Показатели фотосинтетической деятельности растений (фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза и коэффициент использования ФАР) в основном лимитируются погодными условиями. Однако генотипические различия определяют устойчивость фотосинтетического аппарата к абиотическим стрессам. Так по комплексу показателей в неблагоприятные годы по гидротермическим условиям выделились сорт Яшьлек (ФП=0,25 м<sup>2</sup>/растения·сутки; ЧПФ = 8,4 г/м<sup>2</sup> \*сутки на растение; КИФ= 0,99%) и сортообразец К-990 (ФП=0,25 м<sup>2</sup>/растения·сутки; ЧПФ = 8,4 г/м<sup>2</sup> \*сутки на растение; КИФ= 0,99%). В благоприятные годы эффективней использовали фотосинтетический аппарат листьев сорта Чатыр Тау (ФП=0,27 м<sup>2</sup>/растения·сутки; ЧПФ = 11,9 г/м<sup>2</sup> \*сутки на растение; КИФ= 2,06%), Батыр (ФП=0,35 м<sup>2</sup>/растения·сутки; ЧПФ = 10,2 г/м<sup>2</sup> \*сутки на растение; КИФ= 1,78%) и

сортообразцы К-850 (ФП=0,46 м<sup>2</sup>/растения·сутки; ЧПФ = 8,7 г/м<sup>2</sup> \*сутки на растение; КИФ= 1,93%) и К-990(ФП=0,29 м<sup>2</sup>/растения·сутки; ЧПФ = 9,2 г/м<sup>2</sup> \*сутки на растение; КИФ= 2,12%).

3. Сорты гречихи имеют несколько адаптивных стратегий при формировании продуктивности: продуктивные, но чувствительные к неблагоприятным условиям сорта (Чатыр Тау, Батыр), которые в благоприятные годы показывают максимальную урожайность (до 3,85 т/га), но сильно снижают её при стрессах, и адаптивные сортообразцы К-850 и К-990 и сорт Яшьлек обладают признаками засухоустойчивости, характеризующиеся умеренной, но наиболее устойчивой продуктивностью и сбалансированным распределением ассимилянтов, что ценно для зон с неустойчивым увлажнением.

4. Урожайность всех сортов имеет сильную отрицательную корреляцию с температурой в период плодообразования и положительную — с количеством осадков в эту же фазу. Наиболее чувствительны к увеличению среднесуточной температуры сорта Чатыр Тау и Никольская. У сорта Чатыр Тау проявилась высокая положительная связь с количеством выпавших осадков. Сортообразец К-990 имеет сильную отрицательную корреляцию между количеством осадков и массой генеративных органов (-0,99). Мы объясняем это тем, что в период массового плодообразования засухоустойчивые генотипы с дружным созреванием не нуждаются в большом количестве атмосферной влаги, напротив, увеличение объема доступной влаги перераспределяет ассимилянты на формирование новых метамеров, вызывая вторую волну цветения (явление ремонтантности).

5. Экономическая эффективность напрямую зависит от условий вегетации сортов. В неблагоприятные годы большинство сортов убыточны, кроме сортообразца К-990, который обеспечил положительную рентабельность (+6%). В благоприятные годы все сорта высокорентабельны (свыше 100%), наиболее рентабельным был сорт Чатыр Тау (204%). Близкие к нему значения экономической эффективности обеспечили популяционные номера К-850 (191%) и К-990 (190%).

6. Специфичность реакции сортов на листовые подкормки проявляется увеличением вегетативной и генеративной массы у сортов Чатыр Тау (на 1,23 и 6,20 г), Никольская (на 0,49 и 0,8) и сортообразца К-850 (0,85 и 5,90 г), или снижением накопления сухого вещества вегетативными и генеративными органами по сравнению с контролем на сортах Батыр (на 0,15 и 3,10 г), Яшьлек (на 0,49 и 8,50 г) и сортообразца К-990 (на 0,31 и 2,80 г).

7. Сортовая отзывчивость на некорневые подкормки подтверждается деятельностью фотосинтетического аппарата. Внекорневая подкормка в фазу начало цветения положительно влияла на развитие листовой поверхности практически на всех сортах, кроме сорта Никольская. При этом, коэффициент ФАР увеличился по сравнению с контрольным вариантом на сортах Чатыр Тау (на 9,3%) сорта Никольская (на 8,8%), остальные сорта показали снижение показателя коэффициента ФАР. Несмотря на снижение коэффициента ФАР урожайность была выше контроля на сорте Батыр (+0,17 т/га) и Яшьлек (+0,34 т/га).

8. Используя комплексную оценку влияния удобрительных составов на качество плодов изучаемых сортов, мы отмечаем следующее. Лучшим по комплексу качественных признаков оказался сортономер К - 850 при подкормке в фазе побурения плодов, оптимально сочетавший признаки массы 1000 плодов, низкую пленчатость и повышенное содержание белка в крупе, а также К – 990 при подкормке в фазе начала плодообразования, с повышенной массой 1000 плодов, натуры зерна и повышенным содержанием сырого протеина в крупе. Благоприятствовали подкормки, проведенные в начале плодообразования улучшению технологических характеристик плодов сорта Яшьлек (масса 1000 плодов, натура, пленчатость. Сорта Никольская и Батыр не проявили отзывчивости к изучаемым составам при формировании качественных характеристик плодов.

9. Статистический анализ подтверждает, что основной стабильный вклад в изменчивость большинства изучаемых признаков вносит сорт. Взаимодействие «сорт × подкормка» оказывает основное влияние на изменчивость признака «масса тысячи плодов» на всем протяжении исследования (46,3...68,6%) и для урожайности, натуры зерна и пленчатости только в условиях 2020 года. Доля влияния фактора «сорт» для признака урожайность составила 55...56,2%, для

натуры зерна 53,6...63,9%, для пленчатости плодов 83,7...91,9%.

10. Дифференцированное внесение составов в два приема, рекомендованная разработчиками оказалась экономически не оправдана для большинства изученных сортов гречихи из-за значительного увеличения прямых затрат. Рентабельность превосходила контроль при внекорневой подкормке только у сорта Никольская в фазах начала плодообразования (+7,32 %) и побурения (+9,21%), а сорта Яшьлек — в фазе побурения плодов (+10,23%). Поэтому эффективное применение данного агроприема требует строгого индивидуального подбора сорта и оптимальной фенофазы.

11. Двухфазную технологию уборки следует использовать на сортах Чатыр Тау, Батыр, К-850 и К-990. Причем первые три сорта помимо увеличения сбора зерна с гектара обеспечили при отдельной уборке более высокую выравненность, натуру и меньшую пленчатость плодов относительно однофазной уборки. Для сорта Никольская, Яшьлек более эффективной оказалась однофазная технология уборки. Увеличение сбора товарного зерна по сравнению с двухфазной уборкой по сорту Никольская составила +0,32 т/га, снижение пленчатости на 0,99%, по сорту Яшьлек прибавка на варианте с однофазной уборкой дала прибавку сбора товарного зерна на 0,77 т/га, увеличение массы тысячи плодов на 3,1 г и снижение пленчатости на 2,56%.

12. Высокая рентабельность производства при минимальной себестоимости продукции обеспечили сорт Яшьлек при однофазной уборке (121,6%), а двухфазная уборка была более экономически эффективной для сортов Чатыр Тау (112,0%), К-850 (115,3%) и К-990 (106,8%).

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

Сортообразец К-990 и сорт Яшьлек рекомендован для засушливых условий вегетации. Сорт Чатыр Тау наиболее высоко реализует продуктивный потенциал в благоприятных гидротермических условиях Среднего Поволжья.

Для увеличения сбора зерна внекорневые подкормки на посевах сорта Чатыр Тау следует проводить в начале цветения; на сорте Батыр, Никольская и Яшьлек — в начале побурения плодов. На сортообразце К-990 применение внекорневых обработок в фазу начала плодообразования изученными комплексными удобрениями целесообразно только для повышения качества зерна.

При выборе способа уборки необходимо учитывать гидротермические и сортовые особенности, а также направление использования урожая. Сорта Чатыр Тау, Батыр и сортообразец К-990 следует убирать отдельным методом. А сорта Яшьлек и Никольская при возделывании на семенные цели — однофазно с применением десикации.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### Статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендуемых ВАК Российской Федерации

1. Кадырова Ф.З. О некоторых приемах оптимизации возделывания гречихи в засушливых условиях Среднего Поволжья/Ф.З. Кадырова, Л.Р. Климова, Л.Р. Кадырова// Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т.33- №5. – С.30-33 - DOI 10.24411/0235-2451-2019-10507;

2. Климова Л. Р. Оценка продуктивности и качества урожая сортов гречихи обыкновенной в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан / Л. Р. Климова, Ф. З. Кадырова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17, № 4(68). – С. 5-10. – DOI 10.12737/2073-0462-2023-5-10;

3. Климова Л. Р. Эффективность технологий уборки при возделывании сортов гречихи / Л. Р. Климова, Ф. З. Кадырова, Р. В. Миникаев // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 4. – С. 24-32. – DOI 10.55471/19973225\_2022\_7\_4\_24;

4. Кадырова Ф.З. Эффективность использования новых морфобиотипов гречихи в селекции для засушливых условий среднего Поволжья / Ф. З. Кадырова, Л. Р. Климова, Г. И.

Иматуллина [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2024. – Т. 19, № 2(74). – С. 12-17. – DOI 10.12737/2073-0462-2024-12-17;

5. Климова Л. Р. Эффективность приемов интенсификации при возделывании гречихи в условиях Среднего Поволжья /Л. Р. Климова, Ф. З. Кадырова // Научно-агрономический журнал. – 2024. – № 2(125). – С. 52-57. – DOI 10.34736/FNC.2024.125.2.007.52-57;

6. Климова Л.Р. Влияние гидротермических условий вегетации на накопление сухого вещества растениями гречихи в условиях Среднего Поволжья /Л. Р. Климова, Г. И. Иматуллина, Ф. З. Кадырова //Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2025. – Т. 20, № 2(78). – С. 25-31. – DOI 10.12737/2073-0462-2025-25-31.

### **Статьи, опубликованные в других научных журналах и сборниках материалов международных и всероссийских научно-практических конференций**

1. Klimova L.R. Responsiveness of buckwheat varieties to foliar applications by microfertilizer under forest steppe of the Volga region/ **Lilia R. Klimova**, Fanusya Z. Kadyrova, Rogat V. Minikaev, Alsu T. Khusnutdinova. – DOI <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202700048>// International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020). – 2020. – 00048;

2. Климова Л.Р. Влияние десикации на формирование и сбор зерна гречихи/ **Л.Р. Климова**, Е.Е. Семенова, А.А. Зиганшин, Г.Н. Галиева, Ф.З. Кадырова// Современные достижения аграрной науки: научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80-летию д.с.-х.н., профессора, член-корр. РАН, почетного члена АН РТ, академика АИ РТ, трижды Лауреата Государственных и Правительственной премии в области науки и техники, Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного работника сельского хозяйства РТ Мазитова Назиба Каюмовича (Казань, 02 ноября 2020 г). – Казань: Издательство казанский ГАУ. – 2020. – С. 377-381;

3. Климова Л.Р. Отзывчивость сортов гречихи на листовые подкормки микроудобрениями в условиях лесостепи Поволжья/ **Л.Р. Климова**// Научные основы повышения эффективности сельскохозяйственного производства: материалы IV международной научно-практической конференции Часть 1 (Харьков, 26-27 ноября 2022 г). – Харьков: Издательство Харьковского НАУ. – 2020. – С. 304-307;

4. Климова Л. Р. Сортвая отзывчивость гречихи на внекорневые подкормки микроэлементами /**Л. Р. Климова**, Ф. З. Кадырова // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях: Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ, Казань, 17 марта 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 140-146;

5. Климова Л. Р. Эффективность десикации в технологии уборки гречихи / **Л. Р. Климова**, Ф. З. Кадырова // Актуальные вопросы использования земельных ресурсов, геодезии и природопользования : сборник трудов всероссийской (национальной) научно-практической конференции кафедры землеустройства и кадастров Казанского ГАУ, Казань, 21 апреля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 74-78;

6. **Климова Л. Р.** Влияние технологии уборки на качество зерна сортов гречихи / Л. Р. Климова, Ф. З. Кадырова // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. Том 1. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 288-293;

7. Азизова А.Р. Оценка продуктивности сортов гречихи в условиях Предкамской зоны РТ/ А. Р. Азизова, **Л. Р. Климова** // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 79 студенческой (региональной) научной конференции, Казань, 26 марта 2021 года. Том 1. –

КАЗАНЬ: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 3-8;

8. Климова Л. Р. Отзывчивость сортов гречихи к листовым подкормкам сложными микроудобрениями / **Л. Р. Климова**, Д. Х. Гарипов // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 79 студенческой (региональной) научной конференции, Казань, 26 марта 2021 года. Том 1. – КАЗАНЬ: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 96-101;

9. Михайлова М.Ю. Микроэлементы в жизни гречихи обыкновенной /М. Ю. Михайлова, **Л. Р. Климова** // Эволюция и деградация почвенного покрова: Сборник научных статей по материалам VI Международной научной конференции, Ставрополь, 19–22 сентября 2022 года. – Ставрополь: Общество с ограниченной ответственностью "СЕКВОЙЯ", 2022. – С. 137-141;

10. Климова Л. Р. Оценка продуктивности и качества урожая сортов гречихи обыкновенной в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан / **Л. Р. Климова**, Ф. З. Кадырова // Циркулярная экономика в сельском хозяйстве: международный опыт для Республики Татарстан: Сборник трудов по материалам круглого стола в рамках итоговой коллегии Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан, Казань, 24–25 февраля 2022 года. – Казань, Казанский ГАУ: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 141-149;

11. Климова Л. Р. Влияние структурных элементов растений на формирование качественных показателей плодов и величины урожая сортов гречихи обыкновенной/ **Л. Р. Климова**, А. Р. Хайруллина // Биологическая защита растений с использованием геномных технологий: Сборник научных трудов по материалам I Всероссийской научно-практической конференции, Казань, 26–27 октября 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 178-184;

12. Ензеркина С.В. Влияние технологии посева на формирование урожайности и качества плодов гречихи сорта Батыр в условиях Предкамья РТ /С. В. Ензеркина, **Л. Р. Климова** // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 80-ой студенческой (региональной) научной конференции, Казань, 08–09 февраля 2022 года. Том 1. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 100-104;

13. Антипов С.С. Влияние обработки семян и листовых подкормок микроэлементными составами серии Агронан на урожайность и качество зерна гречихи на серых лесных почвах Предкамья Республики Татарстан / С. С. Антипов, Ф. Д. Зиганшин, **Л. Р. Климова** // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 80-ой студенческой (региональной) научной конференции, Казань, 08–09 февраля 2022 года. Том 1. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 16-23;

14. Кадырова Ф. З. Формирование качества плодов в процессе селекции гречихи / Ф. З. Кадырова, **Л. Р. Климова**, Л. Р. Кадырова // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. – 2022. – № 4(4). – С. 29-33. – DOI 10.12737/2782-490X-2022-29-33;

15. Климова Л. Р. Продуктивность и адаптивная способность генотипов гречихи обыкновенной в условиях Предкамья Республики Татарстан / **Л. Р. Климова**, Ф. З. Кадырова // Достижения и перспективы развития АПК России: Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, посвященной памяти Р.Г. Гареева, Казань, 30–31 марта 2023 года. – Казань: Академия наук Республики Татарстан, 2023. – С. 68-71. – DOI 10.37071/conferencearticle\_658173349173d4.55466049;

16. Климова Л. Р. Продуктивность и адаптивная способность генотипов гречихи обыкновенной в условиях Предкамья Республики Татарстан / **Л. Р. Климова**, Ф. З. Кадырова // Достижения и перспективы развития АПК России: материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием, посвященной 300-летию РАН, Казань, 05 июля 2024 года. – Казань: АН РТ, 2024. – С. 51-54. – DOI 10.37071/conferencearticle\_67337e40066e67.12214344;

17. Иматуллина Г.И. Влияние морфоструктурных элементов на показатель продуктивности растений сортов гречихи обыкновенной зарубежной селекции / Г. И. Иматуллина, **Л. Р. Климова**, Ф. З. Кадырова // Достижения и перспективы развития АПК

России: материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием, посвященной 300-летию РАН, Казань, 05 июля 2024 года. – Казань: АН РТ, 2024. – С. 42-44. – DOI 10.37071/conferencearticle\_67337e3fe344b3.89325031;

18. Иматуллина Г. И. Сравнительная продуктивность сортов гречихи обыкновенной в условиях Северной зоны Среднего Поволжья / Г. И. Иматуллина, **Л.Р. Климова**, Ф. З. Кадырова // Приоритетные направления повышения эффективности, конкурентоспособности и устойчивости аграрной отрасли : Материалы международной научной конференции, посвященной 105-летию ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, 10–11 июля 2025 года. – Санкт-Петербург: ООО Издательский дом "Сциентиа", 2025. – С. 87-90. – DOI 10.32415/scientia\_978-5-907902-43-5(87-90).

### Патенты

1. Патент № 2774077 С1 Российская Федерация, МПК А01N 59/00. Способ повышения урожайности и качества плодов гречихи: № 2021131458; заявл. 26.10.2021; опубл. 15.06.2022 / Ф. З. Кадырова, **Л. Р. Климова**; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет".

2. Подана заявка на патент и государственное сортоиспытание гречихи обыкновенной Агата (К-990) (заявка № 7553378 от 31.05.2024).