

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВСЕРОССИЙСКИЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГИДРОТЕХНИКИ
И МЕЛИОРАЦИИ ИМЕНИ А.Н. КОСТЯКОВА
Волгоградский филиал

На правах рукописи

ЗАЯЦ ОЛЬГА АЛЕКСАНДРОВНА

**ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГРЕЧИХИ
В РИСОВЫХ ЧЕКАХ КАЛМЫКИИ**

06.01.01 – Общее земледелие, растениеводство

Диссертация
на соискание ученой степени кандидата
сельскохозяйственных наук

Научный руководитель –
академик РАН,
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор Н.Н. Дубенок

Волгоград – 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГРЕЧИХИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	9
1.1 Народнохозяйственное значение и производство гречихи в России...	9
1.2 Основные приемы агротехники возделывания гречихи на зерно и их влияние на формирование урожая.....	14
1.3 Гречиха перспективная культура рисовых севооборотов	30
2. МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ...	35
2.1 Программа исследований и схема полевого эксперимента	35
2.2 Методика проведения исследований	37
2.3 Водно-физические и агрохимические свойства почв на опытном участке	41
2.4 Агроклиматические и агрометеорологические условия.....	44
2.5 Агротехника возделывания гречихи в рисовых чеках	50
3. ВОДНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ И ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ ГРЕЧИХИ В РИСОВЫХ ЧЕКАХ	54
3.1 Особенности водного режима почвы в посевах гречихи в рисовых чеках	54
3.2 Динамика водопотребления гречихи в рисовых чеках.....	61
3.3 Условия эффективного использования влаги на формирование урожая гречихи.....	69
4 ЗАКОНОМЕРНОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ ГРЕЧИХИ В РИСОВЫХ ЧЕКАХ	75
4.1 Динамика развития и линейный рост гречихи в рисовых чеках.....	75
4.2 Фотосинтетическая активность гречихи при возделывании в системе рисового севооборота.....	80
4.3 Динамика накопления органического вещества посевами гречихи в зависимости от уровня минерального питания при разных способах посева.....	92

4.4	Структура урожая и уровень продуктивности гречихи.....	101
5.	ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГРЕЧИХИ В РИСОВЫХ ЧЕКАХ	109
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	113
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	115
	ПРИЛОЖЕНИЯ.....	133

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Гречиха - одна из важнейших продовольственных культур, способная обеспечить рентабельное производство во всех регионах ее возделывания. Ценность гречихи обусловлена ее уникальными пищевыми и лечебно-диетическими свойствами, а также ее агрономическим использованием, как предшественника, в качестве медоносной, пожнивной и поукосной культуры. В связи с тем, что семена гречихи характеризуются способностью к длительному хранению, гречка используется как стратегическая культура.

Современный уровень производства гречихи в России не удовлетворяет постоянно растущего спроса внутреннего и экспортного рынка, что, в первую очередь, связано с низкой урожайностью. За последние годы средняя урожайность этой культуры изменялась в пределах 0,7-1,0 т/га. Для повышения урожайности и увеличения объемов производства гречихи необходимо совершенствование технологии возделывания культуры.

Одним из приемов улучшения высокоэффективного и экологически безопасного функционирования рисовых мелиоративных агроландшафтов Сарпинской низменности является применение ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур, способных формировать высокие урожаи без проведения полива с использованием остаточных после риса почвенных влагозапасов. Включение в рисовые севообороты агромелиоративного поля сопутствующих культур обеспечивает восстановление биохимических процессов.

Включение гречихи как сопутствующей культуры в звено рисового севооборота благоприятно скажется на продуктивности основной культуры риса, позволит повысить культуру земледелия. В связи с этим вопросы совершенствования технологии возделывания гречихи в рисовых чеках весьма актуальны, имеют большое теоретическое и практическое значение.

Режим минерального питания должен быть ориентирован на реализацию потенциала продуктивности гречихи в рисовых чеках Калмыкии с возможностью сохранения или расширенного воспроизводства почвенного плодородия. В этом

плане необходимо оценить водные ресурсы рисовых чеков в условиях естественного влагообеспечения и изучить другие факторы, оказывающие влияние на продуктивность посевов гречихи с последующей оптимизацией уровня минерального питания. Необходимость решения этих вопросов определяет актуальность наших исследований.

Степень разработанности темы. Вопросы по изучению эффективности технологий возделывания гречихи в России раскрыты в работах Е.С. Алексеевой, А.Н. Анохина, Т.А. Анохиной, Н.А. Антонова, С.У. Броваренко, В.М. Важова, П.М. Демиденко, Н.Н. Дубенка, Г.С. Егоровой, И.Н. Елагина, Д.Я. Ефименко, Ф.З. Кадыровой, П.Т. Королькова, В.Б. Нарушева, В.Н. Наумкина, В.М. Новикова, К.А. Савицкого, А.В. Соловьева, А.Н. Фесенко, В.И. Филина, М.Н. Худенко, М.Н. Шумковой, А.Ф. Якименко и других ученых. В работах отмечены наиболее актуальные теоретические и методологические аспекты по возделыванию гречихи. Однако в этих исследованиях не изучались технологические приемы возделывания гречихи в качестве сопутствующей культуры рисовых севооборотов. Исследования по разработке адаптивных технологий возделывания сопутствующих культур рисовых севооборотов освещены в работах Н.Н. Дубенка, В.В. Бородычева, Э.Б. Дедовой, С.Б. Адьяева, Г.Н. Кониевой, М.Н. Лытова, В.Н. Наумкина, И.А. Ниджляевой и др.

Цели и задачи исследования. Целью исследования являлась разработка технологии управления продукционным процессом при возделывании гречихи в рисовых чеках, обеспечивающей эффективное использование минеральных удобрений и остаточных запасов почвенной влаги на формирование до 2,0 т/га зерна в условиях Калмыкии.

Основные задачи, решение которых необходимо для достижения поставленной цели, сводятся к следующему:

1. Оценить возможность и эффективность использования гречихи в качестве сопутствующей культуры рисовых севооборотов Калмыкии.
2. Определить показатели фотосинтетической деятельности посевов, особенности формирования структуры урожая и урожайности зерна гречихи в зависимости

сти от изучаемых приемов возделывания.

3. Обосновать уровень минерального питания и оценить эффективность применения минеральных удобрений при возделывании гречихи с целью получения товарного зерна.

4. Обосновать и сделать предложения производству по оптимальным способам посева гречихи в рисовых чеках Калмыкии.

5. Определить экономическую эффективность технологических приемов возделывания гречихи в рисовых чеках Калмыкии.

Научная новизна. Установлены особенности роста, развития и формирования урожая зерна при использовании гречихи в качестве сопутствующей культуры рисового севооборота; исследована динамика роста и развития растений с оценкой возможностей использования почвенной влаги за период вегетации; обоснованы оптимальный уровень минерального питания и ширина междурядий в посевах при возделывании гречихи в рисовых чеках.

Теоретическая и практическая значимость работы. Диссертационная работа содержит теоретическое обоснование выращивания гречихи в системе рисовых севооборотов, результаты анализа взаимосвязей в динамике формирования агроэкологических условий и реализации потенциала продуктивности гречихи, закономерности формирования водного режима почвы в посевах гречихи при возделывании в рисовых чеках с оценкой возможностей использования остаточной после риса влаги.

Практическая значимость работы состоит в обосновании и экспериментальном подтверждении эффективности использования гречихи в качестве сопутствующей культуры рисовых севооборотов.

Методология и методы исследования. В качестве главного методологического подхода исследований принят метод факторного полевого эксперимента. Теоретическое обобщение и анализ результатов ранее проведенных исследований позволили обосновать гипотезу и методы решения задач исследований. При выполнении работы учитывали фундаментальные методологические положения, изложенные в работах Б.А. Доспехова, А.Н. Костякова и др.

Положения, выносимые на защиту:

- водообеспеченность и условия эффективного использования почвенной влаги при возделывании гречихи в системе рисового севооборота;
- особенности роста и развития гречихи в рисовых чеках при разных уровнях минерального питания в зависимости от ширины междурядий;
- элементы технологии возделывания гречихи после риса, обеспечивающие в сочетании получение до 1,5-2,0 т/га высококачественного зерна.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность результатов исследований подтверждается использованием актуальных методик, достаточным объемом опытных данных, полученных с соблюдением необходимого числа повторений, использованием методов статистического анализа и обработки опытных данных.

Рекомендации производству, сделанные по результатам проведенных исследований, прошли проверку в ФГУП «Харада» Октябрьского района Республики Калмыкия в посевах гречихи по рису на площади 10 га. Результаты испытаний подтвердили эффективность выращивания гречихи в рисовых чеках и возможность получения 1,8 т/га высококачественного зерна гречихи при рентабельности производства 98 %.

Результаты исследований и основные положения диссертационной работы докладывались на международных научно-практических конференциях «Научные основы стратегии развития АПК и сельских территорий в условиях ВТО» (Волгоград, 2014 г.), «Использование мелиорированных земель – современное состояние и перспективы развития мелиоративного земледелия» (Тверь, 27-28 августа 2015 г.), «Проблемы управления водными и земельными ресурсами» (Посвященная 150-летию РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, памяти Н.И. Железнова – первого ректора Петровской земледельческой и лесной академии, Москва, 30 сентября 2015 г.), «Современные энерго- и ресурсосберегающие экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства (Посвященная памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКСР, академика МАЭП И РАВН Я.В. Бочкарева, Рязань, 2016).

Личный вклад автора в получении результатов, изложенных в диссертации, заключается в обосновании направления и постановке задач исследований, разработке программы экспериментальных исследований, обосновании используемых методик, проведении полевых опытов, анализе и обобщении результатов эксперимента, обосновании выводов и рекомендаций производству.

Публикация результатов исследований. По теме диссертации опубликовано 9 статей, в том числе 4 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 5 глав, выводов, предложений производству, списка использованной литературы и приложений. Содержание работы изложено на 132 страницах. Работа содержит 16 таблиц, 13 рисунков, 103 приложения. Список использованной литературы включает 183 источника, в том числе 5 на иностранном языке.

Благодарности. Диссертация выполнялась под научным руководством академика РАН, доктора сельскохозяйственных наук Дубенка Николая Николаевича, которому автор выражает благодарность за постоянную помощь, оказанную при работе над диссертацией. Автор искренне признателен коллективу Волгоградского филиала ВНИИГиМ за помощь в организации и проведении полевых исследований, полезные советы и поддержку на протяжении всех этапов исследования, М.О. Колобовой и Т.В. Никифоровой за предоставленные материалы, коллективу ФГУП «Харада» за помощь в проведении полевых работ.

1. СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГРЕЧИХИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

1.1 Народнохозяйственное значение и производство гречихи в России

Гречиха является одной из основных крупяных культур: из ее зерна изготавливаются ядрица – цельное зерно; продел – дробленое зерно с нарушенной структурой; смоленская крупа – сильно измельченное зерно, а также гречневая мука. Шелуха и семенные оболочки гречки используют в качестве наполнителя для специальных ортопедических подушек. Солома гречихи используется в пищевой промышленности для производства безопасного для здоровья красителя [64, 179].

Ядрица и продел обладают высокими питательными свойствами, так как содержат 10-16 % белка, 60-80 % крахмала и биологически активные вещества (витамины В1, В2, В6, В9, Е, РР; микроэлементы: железо, медь, цинк, кальций, бор, йод, никель, кобальт, фосфор и др.; яблочную и лимонную органические кислоты). Содержание витаминов и минеральных компонентов в гречихе в 1,5-3,0 раза больше, чем в других крупах. Особенность белков, входящих в состав гречневой крупы в том, что они содержат большое количество незаменимых аминокислот [25].

По составу зерно гречихи равноценно зерну основных злаковых культур. Его белковые вещества не образуют клейковину, в связи с чем мука из гречихи не применяется в хлебопечении. В основном гречиху перерабатывают в крупу, которая используется как диетический продукт.

Гречиха богата фолиевой кислотой, стимулирующей кроветворение, повышающей устойчивость организма к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды. На фармацевтическом рынке особое место занимают медицинские препараты растительного происхождения на основе сырья из гречихи. Содержащийся в гречке рутин способен восстанавливать нарушенные функции сердца, уменьшает отмирание тканей при обморожениях, может быть рекомендован работникам, контактирующим с радиоактивными веществами и рентгеновскими лу-

чами, так как данный элемент снижает их вредное воздействие. Гречишный мед обладает высокими целебными свойствами и используется при заболевании печени, легких, сахарном диабете, атеросклерозе, малокровии, желудочно-кишечных, сердечно-сосудистых, кожных и других заболеваниях [25, 35, 74, 95, 180, 182].

Отходы крупяного производства (щуплое зерно, отруби, мучная пыль) используют в качестве концентрированного корма для животных и птицы. Гречневая солома по кормовым качествам приближается к соломе кормовых злаковых трав (в 1 кг соломы содержится 18 г белка и 0,3 корм. ед.). Зеленая масса гречихи, богатая витаминами и минеральными веществами, используется на зеленый корм и для приготовления силоса. Лузгу применяют как топливо, подстилку для скота, упаковочный материал. Зола от лузги и соломы, содержащую до 35-40 % оксида калия, используют как хорошее калийное удобрение и для получения поташа.

Гречиха способна формировать высокий урожай зеленой массы, которую можно использовать в качестве сидерата. Она хорошо усваивает из почвы труднорастворимые фосфорные соединения и переводит их в легкодоступную для растений форму. Запашка гречихи на зеленое удобрение в пару улучшает агрофизические свойства пахотного слоя.

Гречиха имеет короткий вегетационный период, поэтому на орошаемых землях ее используют в поукосных и пожнивных посевах, а также как подстраховочную культуру для пересева погибших озимых и ранних яровых культур. [91, 93, 131, 175]

В России гречневая крупа традиционно пользуется особым спросом, уступая только рису. Ее доля в суммарном объеме потребления россиян составляет 20 %.

Родиной гречихи считаются горные районы Восточной Азии. В Китае, Японии и в Корее данную культуру возделывали с древних времен. В европейскую часть СССР гречиху занесли татаро-монголы в XIII в. В России гречиха широко распространилась с XV века и через сто лет стала экспортной культурой. Считается, что на Руси чаще всего гречиху выращивали греческие монахи, именно поэтому она получила свое название [25].

Культура гречихи распространена более чем в 20 странах мира, но традиционно ее производство было сконцентрировано в Китае и СССР. После распада Советского Союза основные посевы гречихи сосредоточились в Российской Федерации и на Украине.

В последние пять лет среди экспортеров гречки лидируют Китай (45 %), США (21 %) и Польша (5 %). По объему экспорта гречневой крупы Россия уступает вышеперечисленным лидерам, а также Австралии, Португалии, Латвии, Нидерландам и Украине. Так, в 2012 году на внешние рынки из России было поставлено 5 тыс. тонн гречихи, а в 2013 году – 23 тыс. тонн. В 2013 году 46 % всей экспортируемой гречки было поставлено на Украину и 39 % в Литву.

Импорт гречки преимущественно осуществляется в Италию, Францию и Японию. Импорт гречневой крупы в Россию практически не осуществляется. Так в 2012 году в Россию было поставлено 15,5 тонн, в 2013 году – 9,6 тонн (главным образом из Китая и Германии).

В Российской Федерации гречиху возделывают во многих регионах страны, начиная с Дальнего Востока и до границ с Украиной. Согласно данным А.Н. Фесенко, Г.Е. Мартыненко, С.Н. Селихова [152], Россия является ведущей в мире по валовому сбору зерна гречихи. Так, в 2006-2010 гг. объем мирового производства зерна этой культуры составил 1971 тыс. т., из них на долю нашей страны приходилось 37% (739 тыс. т), в тоже время в Китае производство гречихи было меньшим – 29 % (582 тыс. т) и замыкала тройку мировых лидеров Украина – 10 % (202 тыс. т). Посевные площади гречихи на период 2006-2010 гг. составили в мире – 2357 тыс. га, в Российской Федерации – 894 тыс. га, в Китае – 753 тыс. га и на Украине – 281 тыс. га.

За период с 1992 г. по 2014 г. посевы гречихи в России сократились на 40 % (рисунок 1). Если в 1992-2002 гг. посевные площади этой культуры составляли в среднем 1448 тыс. га, то в 2003-2014 гг. – 1038 тыс. га. Сокращение посевов гречихи связано с ее более низкой урожайностью по сравнению с другими зерновыми культурами.

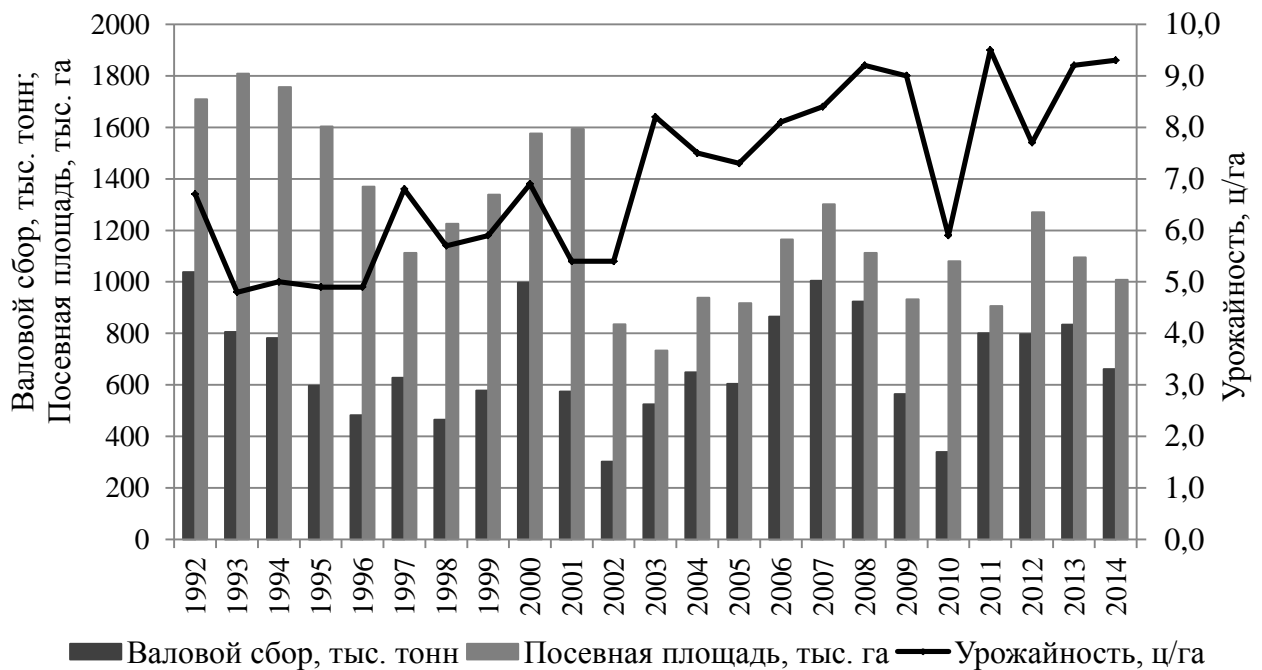


Рисунок 1.1 - Динамика посевных площадей, валового сбора и урожайности гречихи (в Российской Федерации в хозяйствах всех категорий)

Тенденция снижения посевных площадей гречихи просматривается и по основным странам-производителям гречихи [152]. В последнее десятилетие снижается производство гречихи в Китае, что открывает возможности для расширения экспорта зерна этой культуры из России, прежде всего в Японию.

Важно отметить, что в последние годы наблюдается рост урожайности гречихи: с 5,7 ц/га в 1992-2002 гг. до 8,3 ц/га в 2003-2014 гг. За рассматриваемый период средняя урожайность гречихи составила 7,0 ц/га при стандартном отклонении 1,58 ц/га [69]. Среднегодовой прирост урожайности, рассчитанный по методу многократного выравнивания [68], составил 0,21 ц/га.

В 2007-2014 гг. гречиха выращивалась на 907-1301 тыс. га, что составляет 1,2-1,7 % в структуре посевов и 2,0-2,9 % от площади зерновых. Из валового сбора зерна, составляющего в среднем за 2007-2014 гг. 88,82 млн. т, на долю гречихи приходится 0,8 %. За последние 8 лет посевная площадь под гречихой на территории РФ сократилась более чем на 20 %, а валовой сбор – на треть.

Урожайность гречихи выросла с 8,4 ц/га в 2007 году до 9,3 ц/га в 2014 году и составила в среднем за рассматриваемый период 8,5 ц/га. В 2010 г., из-за установившейся во многих регионах страны аномальной засухи, наблюдалось суще-

ственное снижение урожайности до 5,9 ц/га, при этом валовой сбор составил 339 тыс. т (менее 50 % от среднемноголетнего уровня). Низкий урожай гречихи был получен в первую очередь в регионах Центрального и Приволжского федеральных округов России. В Сибири в 2010 году наблюдался даже рост валового сбора гречихи по сравнению с предыдущим годом.

По данным Росстата [165], в 2014 году общие посевные площади гречихи в России составили 1008 тыс. га, что на 8 % меньше, чем в 2013 году. Производители сократили площади выращивания данной культуры из-за падения цен на гречиху в 2013 году. Так в 2012 году средние цены реализации гречихи сельхозпроизводителями находились на уровне 10,65 тыс. руб./т, а в 2013 году они снизились на 29,6 % до 7,5 тыс. руб./т.

Валовые сборы гречихи в России в 2014 году составили 662 тыс. тонн, что на 20,7 % или 172 тыс. тонн меньше, чем в 2013 году. Снижение производства гречихи в России в 2014 году обусловлено, во-первых, сокращением посевных площадей данной культуры, во-вторых низкими урожаями в Сибирском федеральном округе.

Посевные площади гречихи в 2014 году сократились практически во всех федеральных округах России. В структуре посевных площадей гречихи по регионам, на первом месте стоит Алтайский край (46,1 % от общих посевных площадей гречихи в России в 2014 году). Вследствие неблагоприятных природно-климатических условий, объем производства гречихи в Алтайском крае снизился с 364 тыс. тонн в 2013 году до 206 тыс. тонн в 2014 году или на 43,4 %. При этом доля Алтайского края в общем объеме валовых сборов гречихи уменьшилась с 43,7 % до 31,1 %.

Производство гречихи по стране распределено неравномерно: больше всего ее производит Сибирский федеральный округ, на втором месте - Центральный ФО. Так, в 2013 году в Сибирском ФО было произведено 174,5 тыс. тонн (51,6 % от общероссийского производства), а в Центральном ФО – 95,7 тыс. тонн в 2013 году (28,3 %). Первое место среди всех регионов России по валовым сборам гречихи занимает Алтайский край (363 тыс. тонн или 43,8 % от общероссийского произ-

водства в 2013 году); второе место - Орловская область (68 тыс. тонн или 8,2 %); третье место – Оренбургская область (59 тыс. тонн или 7,1 %).

Большей частью продукции россиян обеспечивают Алтайский край, Самарская и Оренбургская области. Экспорт гречки из этих регионов составляет 90%. Ведущими получателями выступают Челябинский и Воронежский регионы, главным образом, по той причине, что на территории областей располагаются крупные предприятия по изготовлению пищевых продуктов из гречихи (например, «Геркулес», «Увелка»).

По величине и устойчивости урожаев гречиха уступает всем зерновым культурам. Средняя урожайность гречихи в Российской Федерации за 2007-2014 гг. составила 0,85 т/га. При этом гречиха может обеспечивать урожайность на уровне 2,5-3,0 т/га и более. Вопрос о причинах получения низких урожаев зерна гречихи при высоком биологическом потенциале урожайности давно занимает ученых. В настоящее время лидерами в области научно-исследовательской и селекционной работы по гречихе являются четыре научных центра: ВНИИ зернобобовых и крупяных культур (Орел), Татарский НИИСХ, Башкирский НИИСХ, Приморский НИИСХ. Однако сорта селекции Приморского НИИСХ не адаптированы к условиям других регионов России. Среди 45 сортов гречихи, допущенных к использованию в России 15 сортов селекции ВНИИЗБК, 9 - Татарского НИИСХ, 6 - Башкирского НИИСХ.

К основным агротехническим причинам получения низких урожаев гречихи относят: посев по плохим и засоренным предшественникам, дефицит минерального питания, недостаточную борьбу с сорняками до посева, несвоевременный посев, недостаток опылителей, плохой уход за растениями, потери зерна при уборке.

1.2. Основные приемы агротехники возделывания гречихи на зерно и их влияние на формирование урожая

На протяжении всего периода вегетации гречихе для ее здорового роста и развития необходимы благоприятные условия для выращивания: почва должна обла-

дать достаточно хорошей аэрацией, способствующей более полному и правильному потреблению элементов питания, наличием доступной для растений влаги.

Подготовка почвы под гречиху состоит из основной и предпосевной обработки, которые проводятся с учетом предшественника, механического состава, степени окультуренности и засоренности поля, характера увлажнения почвы.

При размещении гречихи после стерневых культур основную обработку начинают с лущения, которое проводится сразу после уборки предшественника. По данным А.К. Савицкого [131] своевременное и высококачественное лущение стерни озимой пшеницы, как предшественника гречихи обеспечило прибавку урожайности 2,4 ц/га. Зяблевую вспашку проводят примерно через две-три недели после лущения. В случае, когда предшественником является пропашная культура, зяблевая вспашка проводится сразу после ее уборки [118].

Зяблевую вспашку проводят плугами с предплужниками на дерново-подзолистых, серых лесных, легких суглинистых и супесчаных почвах на глубину 20-22 см, на черноземных – на глубину 25-27 см и более, если позволяет пахотный горизонт. Однако во многих районах возделывания гречихи вместо вспашки зяби перешли на почвозащитную безотвальную систему обработки почвы. Так, в опытах В.М Новикова и З.И. Глазовой [114] плоскорезная обработка почвы на 20-22 см обеспечила наибольшую урожайность гречихи – 13,6 ц/га. По сравнению со вспашкой на 20-22 см, где урожайность гречихи составила 12,4 ц/га, она повысилась на 1,2 ц/га или 9,7 %. В.М. Новиков [113], при изучении влияния разных способов основной обработки почвы (отвальной на глубину 20-22 см (контроль), отвальной разноглубинной, отвальной на 30–32 см, поверхностной (дискование) на 10-12 см, плоскорезной на 20-22 см) на формирование урожая культур звена севооборота, также установил преимущество безотвальной обработки почвы.

Основной задачей предпосевной обработки почвы под гречиху является сохранение влаги, очистка поля от сорной растительности, создание рыхлого и выровненного посевного слоя почвы.

Ранней весной проводят закрытие влаги покровным боронованием. По данным И.Н. Елагина [63] неборонованное поле при сухой ветреной погоде за день теряет

40-80 т воды с 1 га, поэтому боронование необходимо проводить сразу по достижению почвой физической спелости. Боронование зяби проводят тяжелыми боровами в 1-2 следа поперек вспашки или по диагонали.

Одновременно с боронованием или через 3-4 дня проводят первую культивацию на 10-12 см. По данным А.В. Попова [121] опоздание с первой культивацией может привести к нарушению и замедлению процесса созревания почвы. По мере появления сорняков и изменения физических свойств почвы проводят последующие культивации. Непосредственно перед посевом проводят предпосевную культивацию на глубину заделки семян, которая уничтожает сорняки и создает рыхлый и влажный слой почвы. На черноземных, супесчаных и легких суглинистых почвах в засушливые годы бывает достаточно двух культиваций. При сильной засоренности поля и при более поздних сроках сева гречихи необходимо проводить 3-4 культивации [83, 175]. При необходимости после культивации проводят прикатывание почвы.

В агротехническом комплексе выращивания гречихи особое значение имеет внесение удобрений. Установлено, что из антропогенных факторов, значительно влияющих на урожайность гречихи, на долю минеральных удобрений приходится от 17 до 31 % урожая [34].

Высокая отзывчивость гречихи на удобрения обусловливается большой потребностью в питательных веществах. При урожайности 1 т/га гречиха выносит из почвы 44 кг азота, 30 кг фосфора и 75 кг калия, поглощая в первую половину вегетации до 60 % азота, 40 % фосфора, 62 % калия (от общей их потребности). Гречиха обладает способностью использовать труднорастворимые формы фосфорных удобрений [25, 63, 64, 175, 177].

На высокую отзывчивость гречихи на удобрения указывают Д.Я. Ефименко [65], С.У. Броваренко [23], Е.С. Алексеева [4], В.Н. Наумкин, И.И. Драп, И.И. Воробьев [107], Jan Mazurek [183] и другие.

Обобщив результаты многолетних полевых опытов по изучению эффективности применения минеральных удобрений под гречиху в разных почвенно-климатических зонах страны, Д.Т. Карцев [79] сделал вывод, что использование

минеральных удобрений повышает урожайность гречихи в среднем по различным зонам страны на 3-5 ц/га, или на 20-45 %. Наиболее высокие прибавки обеспечиваются на дерново-подзолистых и светло-серых оподзоленных почвах, бедных питательными веществами и расположенных в зоне достаточного увлажнения. По мере ослабления выщелоченности почв снижается эффективность азота и повышается роль фосфора.

Система удобрения гречихи, включает основное, рядковое удобрение и подкормки. Основное удобрение гречихи вносят под зяблевую вспашку или весной под первую культивацию зяби. Осеннее внесение полного минерального удобрения обеспечивает более высокую прибавку урожая, чем весеннее, особенно в зоне неустойчивого увлажнения. В большинстве случаев, особенно в засушливых условиях, основное удобрение дает наибольший эффект, так как питательные вещества при этом полностью заделываются в почву на глубину вспашки, где всегда есть влага.

Подбор нужного состава и соотношения минеральных элементов существенно определяет рост и развитие гречихи и, следовательно, формирование хорошего урожая. На черноземных почвах наиболее эффективны главным образом фосфорные удобрения, а на подзолистых, легких суглинистых и супесчаных почвах - азотно-фосфорные. Калийные удобрения менее эффективны. [25, 63, 175]

Г. Рахмихудоев [126], К.А. Савицкий, И.Н. Елагин [130] и другие не рекомендуют вносить под гречиху калийные удобрения, содержащие хлор. Лучшими калийными удобрениями для гречихи, особенно при весеннем внесении являются бесхлорные формы (например, сернокислый калий, шенит) [65].

В опытах А.В. Герасименко [33], Ю.В. Каргальцева и Ф.М. Пруцкова [77] наилучший результат получен при применении $N_{45}P_{45}$ – прибавка урожайности по сравнению с контролем составила 2,7-3,2 ц/га.

В исследованиях Духанина Ю.А. [60] на песчаных почвах дерново-подзолистого типа с высоким содержанием подвижного фосфора и средним обменного калия выявлено высокое положительное действие азотных удобрений на урожай зерна гречихи. С увеличением их дозы положительное действие усиливается.

лось: урожайность зерна возростала с 6,4 ц/га без удобрений до 13,3 ц/га при внесении азотных удобрений дозой N_{100} и до 18,3 ц/га при внесении дозой N_{150} . При среднем содержании фосфора в почве ведущее место в повышении урожая принадлежало фосфорным удобрениям. Наибольший положительный эффект получен при совместном внесении азотных и фосфорных удобрений: урожайность зерна гречихи при внесении $N_{100}P_{100}$ составила 15,2 ц/га.

По мнению Д.Я. Ефименко, Л.И. Покозий [65], И.Н. Елагина [62], А.И. Скобелкина [134] и других наибольшую эффективность обеспечивает совместное внесение азота, фосфора и калия.

В опытах Д.Я. Ефименко, Л. И. Покозий [65], лучший рост и развитие гречихи наблюдались при внесении минеральных удобрений дозой $N_{45}P_{45}K_{45}$. При исключении из полного минерального удобрения азота урожайность зерна снижалась на 0,8 ц/га или 5 %, фосфора – на 1,5 ц/га или 9 %, калия - на 1,8 ц/га или на 11 %.

При определении доз минеральных удобрений учитывают планируемую урожайность и качество продукции, содержание доступных для растений элементов питания, реакцию почвенной среды, климатические условия, биологические особенности культур, рельеф полей и гранулометрический состав почвы, предшественника и внесенные под него удобрения [175].

Дозы азотных, фосфорных, калийных удобрений определяют экспериментально на основании полевых опытов или расчетными методами; дозы микроэлементов и органических удобрений в основном по результатам полевых исследований.

Наиболее широкое распространение из балансовых методов получили: расчет доз удобрений на планируемый урожай методом элементарного баланса; на планируемую прибавку урожая, а также упрощенные методы с использованием коэффициентов возмещения выноса элементов питания урожаем, балансовых и других коэффициентов возмещения [137, 156].

Дозы внесения удобрений по методу элементарного баланса рассчитывают, исходя из выноса питательных веществ на единицу урожая, коэффициента использования элементов питания удобрениями растениями и содержания легкоподвижных питательных веществ в почве [80, 167].

Н.А. Борисова, М.К. Каюмов [15] на выщелоченных черноземных почвах Тульской области для получения до 3,4 т/га зерна рекомендуют вносить на 1 га 71 кг азота, 59 кг фосфора и 91 кг/га калия.

А.В. Соловьев [140] для получения 3,5 т/га зерна гречихи на южных черноземах средней окультуренности Волгоградской области рекомендует вносить: азота 19 кг/га, фосфора – 82 кг/га и калия – 36 кг/га, корректируя их с учетом агрохимических параметров почв. Для обоснования доз удобрений следует использовать следующий вынос питательных веществ на 1 т зерна гречихи: азота – 30,9 кг, фосфора – 15,4 кг и калия – 34,7 кг.

Рядковые удобрения обеспечивают растения питательными веществами в первые фазы роста и развития, создают хорошие условия для развития корневой системы. Наибольший эффект при внесении в рядки дает гранулированный суперфосфат. По обобщенным данным 61 опыта, проведенного в разных почвенно-климатических зонах страны, прибавка урожайности гречихи при внесении суперфосфата в рядки составляла в среднем 2,8 ц/га [79].

Подкормка растений во время вегетации эффективна главным образом в случае, когда не вносилось основное удобрение, а также при достаточной влажности почвы при ее проведении. Наиболее часто применяют азотные подкормки. В опытах Украинского НИИЗ [131] на серых оподзоленных суглинках подкормка повышала урожайность только в случае, когда азотные удобрения переносились из основного внесения в подкормку на две трети или полностью.

Подкармливать гречиху рекомендуется во время заложения соцветий и цветков. На рядовых посевах подкормку проводят перед цветением, а на широкорядных - при первой и второй междурядных обработках. На посевах гречихи также эффективно опрыскивание растений растворами минеральных удобрений или микроэлементов, которое проводится в период цветения растений [25, 61, 175] .

Минеральные удобрения оказывают влияние на водопотребление гречихи: применение удобрений способствует экономному расходованию влаги. По данным С.Н. Юркина [172] при внесении полного минерального удобрения снижается транспирационный коэффициент гречихи.

В исследованиях Юрченко Е.А. [173], проводимых на южных черноземах Саратовского Правобережья, при использовании удобрений коэффициент водопотребления снижался на лучших вариантах на 29 % у сорта Куйбышевская 85 и на 23 % у сорта Казанка. Наивысшую урожайность при выращивании сорта гречихи Куйбышевская 85 обеспечило внесение минеральных удобрений дозой $N_{60}P_{60}$ - 1,63 т/га (прибавка к контролю 0,5 т/га), у сорта Казанка – дозой $N_{45}P_{45}$ - 1,42 т/га (прибавка 0,34 т/га).

Гречихе для нормального роста и развития, наряду с основными питательными элементами, требуются микроэлементы (бор, медь, марганец; цинк, кобальт, молибден и др.) В опытах Юрченко Е.А. [173] применение микроэлементов и стимуляторов роста способствовало увеличению урожайности на 0,13-0,37 т/га (или на 8,6-24,3 %). Самую высокую прибавку обеспечивала обработка посевов смесью Бор +ПАБК + Цинк.

В опытах В.Б. Нарушева, Е.А. Нарушевой [104] на черноземных и каштановых почвах Поволжья внесение минеральных удобрений повышало прирост сухой биомассы на 20-25 %. Наибольшая урожайность зерна гречихи, в среднем 1,63 т/га, была получена при уровне минерального питания $N_{60}P_{60}$. Обработка посевов смесью микроэлементов и стимулятора Бор+ПАБК+Цинк обеспечила прибавку урожая 0,37 т/га.

Под гречиху не рекомендуется вносить навоз, так как при его разложении выделяется много азотнокислых веществ, способствующих усиленному росту вегетативных органов. В результате формируется мало зерна и много соломы, особенно во влажные годы [25, 50]. И.Н. Елагин [62, 63], Н.Д. Кумскова [95] и другие считают, что органические удобрения следует вносить под предшествующую культуру. Однако данные А.Ф. Якименко [175] говорят о том, что непосредственное внесение навоза, как под гречиху, так и под предшественник, повышает урожайность гречихи.

Учитывая, что корневая система гречихи способна выделять органические кислоты, которые обеспечивают более интенсивное разложение растительных остатков и усвоение из них питательных веществ, ГНУ ВНИИЗБК [128] во всех

зонах возделывания гречихи рекомендует компенсировать дефицит элементов питания внесением соломы зерновых предшественников.

Исследования В.А. Стебакова, Н.А. Лопачева, Ю.В. Басова, В.Н. Наумкина [142] показали, что внесение соломы (5 т/га) на фоне (NPK)₄₈ повышает урожайность зерна гречихи до 1,41 ц/га или на 2,9 %, сидерата (6-8 т/га) до 1,59 т/га или на 16 %, соломы (5 т/га) + сидерата (6-8 т/га) до 1,96 т/га или на 44,5 %.

При возделывании гречихи одним из важнейших вопросов является назначение сроков посева. Оптимальные сроки сева повышают всхожесть и энергию прорастания семян, улучшают сохранность растений к уборке, увеличивают озерненность и крупность плодов.

Срок посева должен обеспечивать заделку семян в хорошо подготовленную, прогретую, влажную и чистую от сорняков почву, исключать попадание всходов под действие заморозков и создавать благоприятные условия для цветения и плодобразования. Научкой и практикой установлено, что лучшие сроки сева гречихи наступают при устойчивом прогревании почвы на глубине 8–10 см до 10–12 °С и минует опасность весенних заморозков.

При установлении сроков сева также надо учитывать агрометеорологические условия, тип почв, рельеф местности, сорта. Например, в годы с ранней весной, на легких почвах и на участках с южным склоном гречиху надо высевать раньше, а в годы с поздней, холодной и затяжной весной на тяжелых почвах, расположенных на северных склонах - позже средних многолетних сроков. Среднеспелые сорта целесообразнее высевать раньше, а скороспелые – позже [25, 63, 64, 175].

Одни исследователи, изучавшие различные сроки сева гречихи, считают, что гречиху надо сеять рано (А.Ф. Якименко [175], Л.С. Нижегородцева [109], А.Я. Цариковская [164], Е.С. Алексеева [4]), а другие (А.Н. Анохин [6], В.А. Гулидова, Л.Д. Чеснокова [42], А.В. Герасименко [33]), наоборот, поздно.

В южных областях Центрально-Черноземной зоны РФ, исходя из того, что культура не переносит высокой температуры и засушливой погоды во время цветения, сеют ее несколько раньше, когда почва прогревается только до 6-7 °С, что

обычно бывает в третьей декаде апреля. Это обеспечивает более высокий урожай при условии, если всходы не попадут под заморозки.

Результаты исследований В.А. Гулидовой, Л.Д. Чесноковой [42], проводимых в условиях Липецкой области с сортом Куйбышевская 85, показали, что наилучшим сроком посева гречихи является 30 апреля.

В исследованиях А.В. Попова [121] на рядовом посеве у сорта Кама наибольшая урожайность, 2,56 т/га, получена при первом сроке посева (1 декада мая), у сортов Саулык и Черемшанка при втором сроке (3 декада мая) - 2,42 и 2,53 т/га соответственно.

В опытах Д.Я. Ефименко [64], проводимых на Сумской опытной станции, лучшим оказался первый срок посева - 11 мая (урожайность повышалась на 2,8 ц/га). Два последующих (около 20 и 30 мая) снижали урожайность.

Полевые исследования по изучению продуктивности среднеспелых сортов гречихи при разных сроках посева, проводимые Стебаковым В.А., Лопачевым Н.А., Наумкиным В.Н., Драпом И.И. [142] в 2003-2006 гг. в ПСХА ЗАО «Орлекс» Болховского района Орловской области, показали, что оптимальные сроки посева с 12 по 19 мая. Ранние (на 7 дней), так и более поздние (на 7 и 14 дней) приводили к потере урожая. При оптимальных сроках посева урожайность семян гречихи у сорта Дикуль составила 1,88 и 1,96 т/га, Деметра - 1,89 и 2,15 т/га, Девятка - 2,08 и 2,35 т/га. При отклонении от оптимальных сроков сева степень снижения урожайности составила у сортов Дикуль 12,6-20,2%, Деметра - 11,1-25,0 %, Девятка - 13,0-32,0 %.

В исследованиях А.Т. Хуснутдиновой [162] показано, что в условиях лесостепи Среднего Поволжья посев гречихи следует проводить во второй половине II декады мая. В годы с продолжительной весенне-летней засухой лучшим сроком сева гречихи является середина июня.

В опытах З.М. Хаертдиновой [157] значительное повышение урожайности гречихи сорта Саулык было получено при посеве 25-27 мая (на 0,7 ц/га) и с 30 мая по 2 июня (на 1,3 ц/га) по сравнению с урожайностью, полученной при посеве 5-7 июня. Посев 10-12 июня обусловил снижение урожайности на 1,3 ц/га относи-

тельно урожайности, полученной при посеве 5-7 июня из-за снижения массы зерна на 0,1 г при уменьшении количества зерен на растении на 3,5 шт.

Выполняя исследования в приазовской зоне Ростовской области, Мных С.В. [103] установил, что при весеннем посеве гречихи гидротермические условия часто не отвечают биологическим требованиям культуры. Для получения урожая гречихи порядка 15-16 ц/га, ее следует высевать, когда на глубине 0,1 м температура почвы достигнет 24 °С, т.е. в середине июня. При недостаточном количестве влаги в верхнем слое почвы срок посева можно сместить до выпадения осадков, вплоть до начала июля.

В результате многолетних исследований в Белоруссии А.Н. Анохин [6] сделал вывод, что урожайность гречихи зависит не от срока сева, а от метеорологических условий, складывающихся в критические периоды роста и развития растений. В условиях сухой и теплой весны поздний посев приводит к значительному снижению урожайности гречихи.

А.Н. Фесенко, Г.Е. Мартыненко и С.Н. Селихов [152], подводя итоги многочисленных исследований, приходят к выводу о том, что повысить урожайность гречихи в экстремальные годы помогает посев в ранние сроки, что дает возможность растениям лучше использовать весенние запасы влаги. Однако для этого необходимы сорта, устойчивые к длительным весенним похолоданиям и хорошо конкурирующие с сорняками в условиях пониженных температур.

Получение стабильно высоких урожаев гречихи возможно только при оптимизации площади питания и влагообеспечения, которая зависит от способа посева и нормы высева.

Гречиху сеют рядовым, широкорядным, узкорядным и ленточным способами. В практике сельскохозяйственного производства наибольшее применение получили рядовой способ с междурядьями 0,15 м и широкорядный с междурядьями 0,45 м.

Среди ученых нет единого мнения о сравнительной эффективности рядового и широкорядного способов посева. Эффективность способа посева зависит от усло-

вий года, внесенных удобрений, сроков посева, плодородия почвы, ее гранулометрического состава, засоренности и др.

Обычный рядовой способ посева эффективнее на легких и менее засоренных почвах, при более поздних сроках сева и выращивании раннеспелых маловетвящихся сортов. Ширококорядный способ посева применяют на плодородных почвах, при посеве позднеспелых и среднеспелых сортов, на более засоренных участках и при более раннем сроке посева. Благодаря большей площади питания, на ширококорядных посевах растения гречихи лучше обеспечены влагой и хорошо переносят засуху. [25, 50, 62, 64, 93, 95, 175]

На преимущество ширококорядных посевов гречихи первым указал И.А. Пульман [125]. Он пришел к выводу, что именно ширококорядный способ посева соответствует биологическим особенностям роста и развития гречихи. Растения лучше ветвятся, развивают мощную корневую систему, увеличивается количество продуктивных ветвей первого порядка, образуется больше семян.

В опытах П.М. Демиденко, Е.Е. Лебеда [47], И.Н. Елагина [63], К.А. Савицкого [131], Е.А. Столетовой [143], А.Я. Цариковской [164], С.Н. Юркина [172], А.Н. Анохина [6, 7, 8], А.Г. Субботина [144] лучшие результаты были получены на ширококорядных посевах. Названные авторы утверждают, что ширококорядный посев обеспечивает экономию семян, улучшает условия произрастания растений (освещение, питание, водоснабжение), дает возможность провести рыхление почвы в междурядьях, применить подкормку, обеспечивает борьбу с сорняками, увеличивает площадь питания растений и их продуктивность.

В исследованиях В.Б. Нарушева [104, 105] на южных черноземах степного Поволжья наивысшая урожайность гречихи (1,40 т/га у сорта Казанка и 1,51 т/га у сорта Куйбышевская 85) была получена при ширококорядном посеве с междурядьями 0,45 м нормой высева 2 млн. шт./га.

В условиях Центрального Таджикистана лучшим способом посева пожнивной гречихи является ширококорядный с междурядьями 0,45 м и нормой 3 млн. всхожих семян на 1 га. При этом способе посева формируется высокорослые, мощные, хорошо облиственные с наибольшим количеством полноценных семян растения,

обеспечивающие прибавку урожая, по сравнению со сплошным посевом, в среднем 0,34 т/га [33].

В ходе опытов В.В. Филина, Г.С. Егоровой [155, 156] установлено, что самая низкая урожайность 1,21 т/га, получена на одновидовом рядовом посеве. При широкорядном посеве урожайность была выше на 0,09 т/га. В смешанных с люпином в соотношении 25:1 посевах применение широкорядного способа посева способствовало увеличению продуктивности зерна гречихи, в сравнении с рядовым, на 0,47 т/га.

Как показали исследования [121], проводимые ЗАО «Гречиховод» Кумылженского района Волгоградской области, при первом сроке сева лучший режим жизнеобеспечения растений создается при посеве с междурядьями 0,45 м. Урожайность сорта Саулык в этом случае составляла в среднем за три года 2,01 т/га. При сплошном посеве с междурядьями 0,15 м она снижалась на 20 %. При втором сроке сева наибольшая урожайность у сорта Саулык отмечена на рядовом посеве – 2,9 т/га, что выше на 3,5 %, чем на широкорядном.

В условиях лесостепи Среднего Поволжья [145] наибольшая урожайность зерна гречихи без орошения была получена на широкорядных посевах с междурядьями 0,45 м; на обычных рядовых посевах недобор урожая составлял в среднем 0,13-0,24 т/га. Внесение минеральных удобрений способствовало увеличению урожайности при всех изучаемых способах посева. На максимально удобренном фоне питания с внесением NPK на урожай 2,5 т/га прибавка урожая гречихи на широкорядном посеве составила 0,72 т/га или 48,6 %, а на рядовом - 0,58 т/га или 50,4 %.

Для семеноводческих целей предпочтительно использование широкорядных посевов, так как повышенная продуктивность растений и меньшая норма высева семян дают возможность быстро размножить необходимые сортовые семена [106].

Преимущества широкорядных посевов проявляются только при своевременном и тщательном уходе за посевами. В широкорядных посевах увеличиваются потери урожая при уборке, так как широкие междурядья плохо удерживают валки

и растения часто ложатся на землю, вследствие чего затрудняется подбор валков при их обмолоте. По данным [175] потери зерна при уборке гречихи на рядовом посеве могут составлять 3,2 %, а на широкорядных – 6,7 %. В рядовых и узкорядных посевах валки получаются более выравненные и укладываются на стерню, что улучшает просушку, дозревание семян, подбор и обмолот валков.

Не подтверждали преимущество широкорядных посевов опыты по испытанию сортов при разных способах посева, проводимые Государственной комиссией по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур в 60 областях, краях и республиках. Исследования показали, что в 25-30 % опытах широкорядные посева дали близкие урожаи с рядовыми, уступали им в 55-60 % случаев и дали более высокий урожай всего в 15-20 % опытов [175].

Н.А. Антонов [11, 12], С.У. Броваренко [22], П.Т. Корольков [87], С.И. Лосев, А.И. Хлебников [99], М.А. Шумкова [169, 170], А.Ф. Якименко [174], А.С. Кротов [93] и другие авторы утверждают, что во многих почвенно-климатических зонах со сплошных рядовых и узкорядных посевов, при правильной агротехнике на чистых от сорняков почвах, собирают равные и даже более высокие урожаи, чем с широкорядных.

По мнению А.Н. Анохина [7, 8], Н.И. Синягина [133] широкорядные посева гречихи имеют преимущество в условиях засухи только на недостаточно окультуренных и увлажненных почвах.

В опытах З.М. Хаертдиновой [157] наибольшая урожайность гречихи Саулык (14,3 ц/га) при посеве 30 мая - 2 июня с нормой высева 4 млн. шт./га обычным рядовым способом была получена за счет формирования большей площади листьев - 31,0 тыс. м²/га и фотосинтетического потенциала - 1,18 млн. м²/сут./га, чистая продуктивность фотосинтеза составила 8,4 г/м² в сутки. Урожайность зерна 13,3 ц/га при посеве с нормой высева 3 млн. шт./га широкорядным способом (с между-рядьями 0,3 м) сформировалась при чистой продуктивности фотосинтеза 9,2 г/м² в сутки, площади листьев 27,3 тыс. м²/га и фотосинтетическом потенциале 1,0 млн. м²/сут./га. Широко-рядные посева были больше засорены - в среднем на 13%.

В исследованиях М.Н. Шумковой [170] и С.У. Броваренко [22] наибольшая урожайность зерна гречихи была получена при узкорядном способе посева.

Рядовые посевы не требуют междурядной обработки, хорошо угнетают сорняки, дружнее созревают, однако меньше соответствуют биологическим особенностям роста и развития гречихи. В широкорядных посевах гречиха лучше ветвится, развивает мощную корневую систему, на растениях формируется больше продуктивных ветвей первого порядка, на которых образуется больше семян, чем в рядовых посевах [63].

Исследования [107], проведенные в Орловской области, показали, что для увеличения урожайности гречихи необходимо проводить посев с междурядьями 0,3 и 0,45 м. При выращивании гречихи на темно-серых лесных почвах Центрального Черноземья Коротченков Ю.А. [88] рекомендует посев проводить черезрядным с шириной междурядий 0,3 м способом с высевом 50 кг семян на 1 га. На менее чистых от сорняков и более бедных по плодородию полях - черезрядно-перекрестным способом по схеме 30х30 см с нормой высева семян 100 кг/га.

Уровень урожая гречихи определяется не только способом посева, а всем комплексом агротехнических мероприятий, применяемых при выращивании этой культуры. При выборе способа посева необходимо учитывать почвенно-климатические условия, предшественник, засоренность полей сорняками, посевную площадь гречихи, особенности сорта, обеспеченность механизмами и рабочей силой.

Широкорядные посевы обычно дают более высокий урожай при размещении их на плодородных почвах, когда за ними в период вегетации проводится необходимый уход (рыхление междурядий, подкормки и пчелоопыление). На песчаных, легких суглинистых, структурных, чистых от сорняков почвах, а также в пару, в поукосных и пожнивных посевах гречиху следует высевать сплошным рядовым и узкорядным способами.

Для получения высоких урожаев гречихи большое значение имеет правильно установленная норма высева семян. При завышенной норме посева растения высокорослые, менее мощные и менее продуктивные. С повышением густоты посева

уменьшается площадь питания, листовая поверхность, ухудшается освещенность и влагообеспеченность. На плодородных и удобренных почвах норму высева обычно принимают меньше, чем на менее плодородных. Многие ученые пришли к единому мнению, что норма высева семян зависит, прежде всего, от природно-климатических условий, срока и способа посева.

А.В. Попов [121] в зоне южных черноземов Волгоградской области рекомендует принимать норму высева у сортов Кама, Саулык и Черемшанка при посеве рядовым способом 2,0 млн. шт./га, широкорядным - 1,5 млн. шт./га.

А.Г. Субботин [144] для условий Саратовского Правобережья рекомендует следующие оптимальные нормы высева: для сорта Деметра 2,5 млн. шт. всхожих семян на 1 га, для сорта Казанская крупноплодная 2,0 млн. шт. всхожих семян на 1 га. Увеличение нормы высева на рядовых посевах приводило к снижению: количества выполненных семян на одном растении с 45,7 до 24,5 шт. у сорта Куйбышевская 85, с 47,2 до 28,3 шт. у сорта Деметра и с 47,2 до 25,2 у сорта Казанская крупноплодная; массы семян с одного растения - соответственно с 0,97 до 0,80 г у сорта Куйбышевская 85, с 1,33 до 1,02 г у сорта Деметра и с 1,04 до 0,88 г у сорта Казанка. На широкорядных посевах показатели названных элементов продуктивности были на 10-15 % выше по сравнению с рядовыми посевами.

В опытах Герасименко А.В. [33] на южных черноземах Оренбургской области на широкорядных посевах с междурядьем 0,45 оптимальной нормой высева является 2,5-3,0 млн. шт./га, а при рядовом посеве - 3,5 млн. шт./га.

В исследованиях Юрченко Е.А. [173] наилучшие показатели качества зерна у сортов Куйбышевская 85 и Казанка отмечены при посеве с междурядьями 0,3 м и нормой высева 2 млн. шт./га.

А.Т. Хуснутдинова [162] считает, что в лесостепной зоне Среднего Поволжья в средние по гидротермическому режиму годы посев гречихи следует проводить широкорядным или двустрочно-ленточным способом с нормой 1,5 млн. всхожих семян на 1 га. В годы с продолжительной весенне-летней засухой посев гречиху следует высевать двустрочно-ленточным способом с нормой высева не более 1,0 млн. всхожих семян на 1 га.

Важным условием получения высоких урожаев гречихи является своевременный и тщательный уход за посевами, который включает в основном прикатывание почвы одновременно с посевом, довсходовое и послеvсходовое боронование. На широкорядных посевах помимо перечисленных агротехнических приемов проводят междурядные обработки.

Прикатывание эффективно в засушливые годы и при недостаточном увлажнении почвы. Боронование посевов разрушает почвенную корку, уничтожает всходы сорняков, сохраняет влагу. Боронование по всходам проводят на рядовых и узкорядных посевах в фазу первого настоящего листа поперек рядков или по диагонали легкими боронами в один след при медленном передвижении агрегата [25, 63, 175].

Первую междурядную обработку проводят на глубину 5-6 см, когда растения имеют первую пару настоящих листьев. Последующие обработки повторяют в зависимости от уплотнения почвы и появления сорняков. В опытах Дерябина А. Н. [49] в Новоаннинском районе Волгоградской области при широкорядном способе посева (0,45 м) междурядную обработку проводили 2 раза. По его мнению, такое количество обработок необходимо для образования корневых волосков, питающих растения в периоды, которые характеризуются острым недостатком влаги. При этом урожайность увеличилась в среднем на 0,2-0,6 т/га.

Для получения полноценного урожая гречихи, ее посеы необходимо опылять пчелами. В среднем во время наступления фазы цветения необходимо иметь 2-3 пчелосемьи [176].

В своих исследованиях, проводимых в лесостепной зоне Кумылженского района Волгоградской области, для усиления процесса опыления Филин В.В., Г.С. Егорова [154,155] предлагают использование смешанных посевов гречихи сорта Саулык с люпином в соотношении 25:1. При этом урожайность по сравнению одновидовым посевом возрастала на 21,5 %.

На посевах гречихи необходимо вести систематические наблюдения за развитием вредителей и болезней. Для борьбы с вредителями и болезнями необходимо соблюдать агротехнические меры: размещать культуру по хорошим предшествен-

никам, качественно и своевременно проводить основную и предпосевную обработки почвы, уборку урожая, высевать крупные и тяжеловесные семена, правильно подготовленные к посеву, содержать поля чистыми от сорняков, регулировать режим питания [63, 64, 119, 175].

Сроки уборки установить крайне трудно, поскольку на одном растении располагаются и побуревшие плоды, и зеленые растения, а также цветки. По мнению многих ученых уборку следует проводить отдельным способом, при побурении более 75 % плодов [146, 160].

Таким образом, на основании рассмотренных опытных данных по возделыванию гречихи, можно сделать вывод, что для получения высоких и стабильных урожаев необходимо использовать агротехнические приемы, полностью отвечающие природно-климатическим условиям выращивания данной культуры.

1.3 Гречиха перспективная культура рисовых севооборотов

Рис занимает одно из ведущих мест в продовольственном балансе нашей страны. За последнее десятилетие валовой сбор риса в России увеличился почти вдвое: с 571 тыс. тонн в 2005 году до 1049 тыс. тонн в 2014 году. Посевная площадь культуры за рассматриваемый период увеличилась на 53 тыс. га или 36,6 %. В 2014 году под посевами риса было занято 197 тыс. га. Урожайность риса в среднем за 2005-2014 гг. составила 4,9 т/га, что на 57,3 % выше средней урожайности за период с 1995 по 2004 гг.

В Калмыкии зона рисосеяния размещена в пределах Сарпинской низменности. Рисовые севообороты расположены в зоне деятельности Сарпинской обводнительно-оросительной (СООС) и Калмыцко-Астраханской рисовой оросительной (КАРОС) систем на солонцеватых светло-каштановых и бурых полупустынных почвах в комплексе с солонцами. В 2014 г. в республике с 4 тыс. га посевной площади было собрано 8 тыс. тонн риса. За период с 2005 по 2014 гг. площадь риса снизилась на 21,6 %, валовой сбор – на 36 %, урожайность – на 10,4 %. В среднем за рассматриваемый период урожайность риса в Калмыкии достигала 60 % от

среднероссийской. Самые высокие показатели по площадям (8,1-8,3 тыс. га) и валовым сборам (26,3-28,7 тыс. т) были достигнуты в 1985-1990 гг., когда соблюдались научно-обоснованные технологии возделывания риса и улучшения плодородия почв [16].

Независимо от погодных условий мелиорированные земли способны обеспечить население практически всеми видами сельскохозяйственной продукции. Однако орошение почв оказывает сильное воздействие на природную среду. Наряду с положительными результатами при длительном искусственном увлажнении почвы, возникает ряд негативных экологических последствий: осолонцевание, вторичное засоление и эрозия почв [14].

В исследованиях многих авторов (В.В. Бородычев, Э.Б. Дедова, С.Б. Адьяев, Г.Н. Кониева, И.А. Ниджляева [3, 16, 45], О.В. Демкин [48], З.Ф. Тулякова [148], А.Ч. Уджуху [149], Л.Т. Яковлева [178] и др.) установлено, что длительное бесменное возделывание риса по рису приводит к сильному уплотнению и ухудшению водно-физических свойств почвы, высокой засоренности полей, способствует распространению болезней и вредителей риса, обеднению почвы азотом, фосфором и калием.

В связи с этим, рис необходимо возделывать в системе севооборотов, где сопутствующие культуры будут способствовать улучшению водно-физических свойств почвы. Введение научно-обоснованных севооборотов позволит не только увеличить урожай риса, но и повысить рентабельность производства культур рисового севооборота.

В зависимости от специализации, почвенно-климатических и мелиоративных условий в разных зонах рисосеяния могут вводиться разные по продолжительности ротации, составу и порядку чередования культур севообороты. Как отмечают В.В. Бородычев, Э.Б. Дедова, С.Б. Адьяев, Г.Н. Кониева, Ниджляева [16, 45], И.П. Кружилин [94], З.Ф. Тулякова [148], Л.Т. Яковлева [178], состав и соотношение культур рисового севооборота должны определяться направлением развития хозяйства и ценностью сопутствующей культуры, способной давать высокие урожаи при одновременном обеспечении повышения плодородия почвы.

Рисовый севооборот оказывает положительное действие на основные водно-физические свойства, окислительно-восстановительный потенциал и пищевой режим почвы, степень засорения и поражения посевов риса болезнями, микробиологическую деятельность и накопление органического вещества в почве и т. д. [16, 45].

Особую значимость имеет внедрение в рисовые севообороты суходольных культур, способных формировать высокие урожаи без полива с использованием остаточных после риса запасов влаги и обладающих при этом фитомелиоративными свойствами (Н.Н. Дубенок, В.В. Бородычев, Э.Б. Дедова, С.Б. Адьяев, М.Н. Лытов и другие [16, 17, 18, 20, 44, 46]).

В условиях Калмыкии экономически выгодно выращивать гречиху в рисовых чеках с использованием остаточных после риса запасов влаги [53, 54, 55, 56, 57, 58, 59]. Гречиха оказывает положительное влияние на продуктивность риса, способствует поддержанию хорошего фитосанитарного потенциала пахотных земель.

При возделывании риса возрастает средняя плотность почвы, снижается ее скважность, ухудшается газообмен. Гречиха хорошо затеняет почву листьями, лучше других зерновых культур сохраняет в ней влагу, предупреждает создание корки и уплотнения, улучшает физические и механические свойства пахотного слоя [175].

Одним из основных факторов, сдерживающих получение высоких урожаев риса, является засоренность посевов. Сорные растения используют питательные вещества почвы, затеняют и угнетают рис, при этом ухудшаются условия налива зерна, увеличивается пустозерность, уменьшается масса 1000 семян. В результате снижается урожайность, ухудшаются посевные и пищевые качества риса [16]. Гречиха при хорошем и быстром развитии листовой поверхности эффективно подавляет рост однолетних сорняков и оставляет после себя рыхлый верхний слой почвы, менее засоренный, чем до посева этой культуры [50].

Гречиха хороший предшественник почти для всех сельскохозяйственных культур. Она способна формировать высокий урожай зеленой массы, которую можно использовать в качестве сидерата. Пожнивные остатки гречихи богаче, чем

у других культур азотом, фосфором и калием. Запашка гречихи на зеленое удобрение в пару улучшает агрофизические свойства пахотного слоя, повышает урожай. Гречиха способна усваивать из труднодоступных соединений не только фосфор, но и калий, а также выносить их в пахотный горизонт. Благодаря этому, улучшается питательный режим культур, следующих за ней в севообороте. Зерновые колосовые культуры, идущие в полевом севообороте после гречихи, обычно не поражаются корневыми гнилями, что повышает их урожайность [24, 25, 63].

Таким образом, одним из приемов улучшения рисовых мелиоративных агроландшафтов Сарпинской низменности является внедрение технологических приемов возделывания суходольных культур, способных формировать высокие урожаи без полива с использованием остаточной после риса влаги. Это позволит более эффективно использовать мелиорируемые земли и оросительную воду, увеличивает выход растениеводческой продукции, ускоряет окультуривание периодически затопляемых почв рисовых полей [16, 45].

Накопленный научный опыт позволяет утверждать, что гречиха в силу биологических особенностей может занять достойное место в рисовых чеках как сопутствующая культура. Анализ агроклиматических и почвенных условий Калмыкии позволит нам обосновать включение культуры в рисовые севообороты, определить условия формирования урожая зерна без полива с использованием остаточных после уборки риса запасов почвенной влаги. На наш взгляд, незавершенность научных разработок применительно к условиям региона исследований по технологии возделывания гречихи в рисовых чеках сводится к следующим наиболее важным аспектам:

- анализ опубликованных данных свидетельствует о перспективности возделывания гречихи в рисовых чеках. Однако, наряду с этим, не изучены ряд важных технологических аспектов, связанных с особенностями использования почвенной влаги посевами гречихи на формирование урожая;

- недостаточно изучены особенности роста и развития гречихи в рисовых чеках при разных уровнях минерального питания в зависимости от способа посева изучаемой культуры;

- в зависимости от складывающихся погодных условий использования запасов почвенной влаги посевами гречихи необходимо обосновать особенности формирования структуры урожая и урожайности зерна гречихи.

Поиск ответов на поставленные выше вопросы, позволяющие в комплексе решить задачу обоснования технологии возделывания гречихи в рисовых чеках Калмыкии, определяет направление наших исследований.

2. МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Программа исследований и схема полевого эксперимента

Экспериментальные исследования проводились в системе рисового севооборота в чеках ФГУП «Харада» Октябрьского района Республики Калмыкия.

Согласно программе исследований для решения поставленных задач был организован двухфакторный полевой опыт.

Схемой опыта по фактору А (уровень минерального питания) предусматривалась закладка следующих вариантов:

- вариант А1 (контроль) – без внесения удобрений;
- вариант А2 – внесение минеральных удобрений дозой $N_{30}P_{15}$, рассчитанной на формирование 1,0 т/га зерна гречихи;
- вариант А3 – внесение минеральных удобрений дозой $N_{60}P_{30}$, рассчитанной на формирование 1,5 т/га зерна гречихи;
- вариант А4 – внесение минеральных удобрений дозой $N_{90}P_{45}$, рассчитанной на формирование 2,0 т/га зерна гречихи.

Схемой опыта по фактору В (способ посева) предусматривалась закладка следующих вариантов:

- вариант В1 (контроль) – рядовой способ посева гречихи с шириной междурядий 0,15 м;
- вариант В2 – широкорядный способ посева гречихи с шириной междурядий 0,30 м;
- вариант В3 – широкорядный способ посева гречихи с шириной междурядий 0,45 м.

По площади опытного участка опыт был заложен методом организованных повторений (рисунок 2.1).

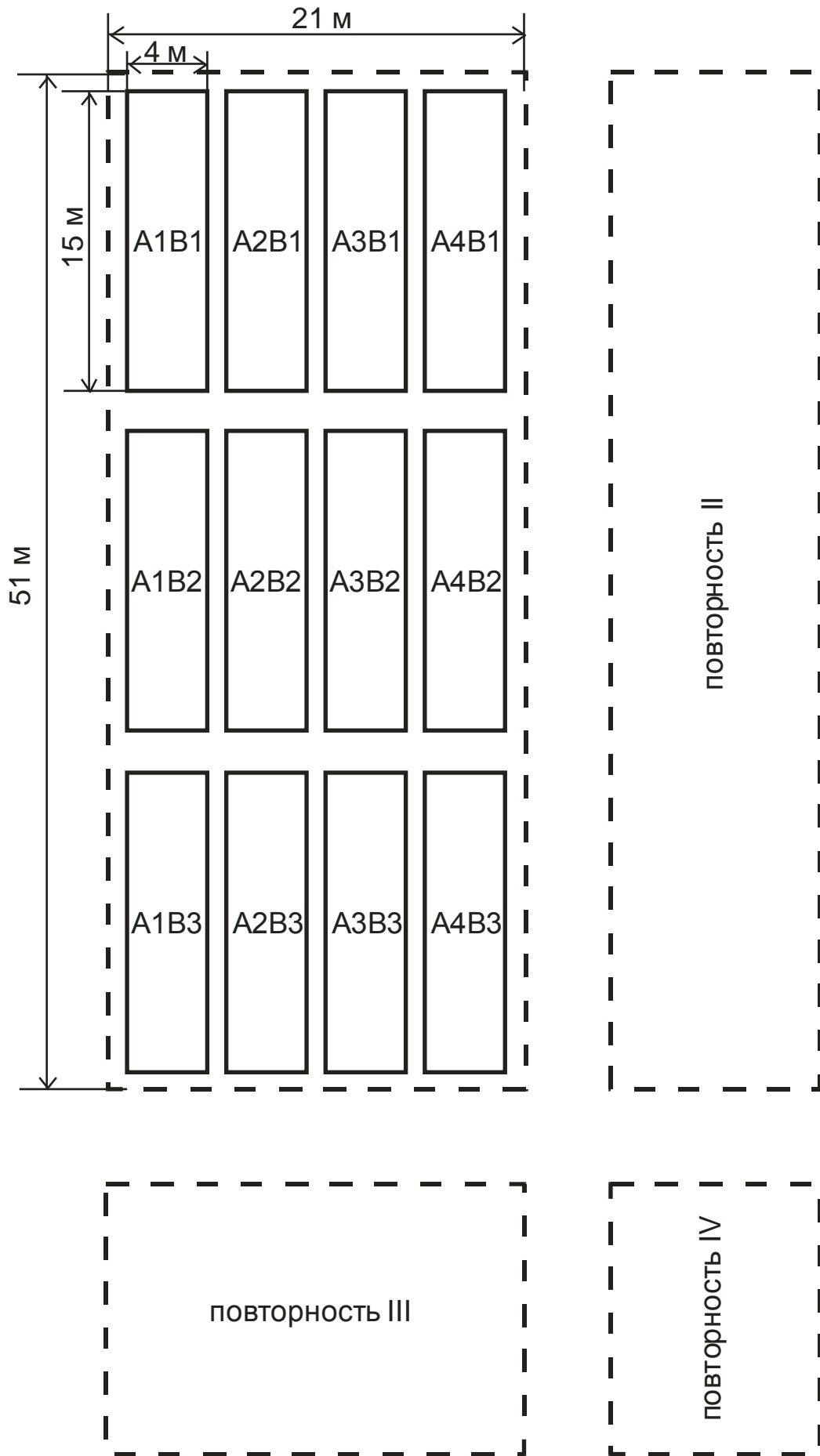


Рисунок 2.1 – Схема полевого опыта

Опыты проводились в четырехкратной повторности. В пределах организованного повторения варианты с разным уровнем минерального питания и шириной междурядий располагались рендомизированно [51, 52].

Размер учетной делянки 4×15 м, площадь 60 м². Ширина полос с разным уровнем минерального питания составляла 4 м. Ширина делянок с разным междурядным расстоянием была принята равной 15 м. Площадь всех вариантов опыта в 1 повторности 0,11 га, площадь опытного участка 0,43 га.

2.2 Методика проведения исследований

С целью получения экспериментальных данных в объеме, достаточном для проведения статистического анализа, а также обоснования выводов и рекомендаций в исследованиях использовали следующие общепринятые методики.

Образцы для получения данных агрохимического анализа почв исследуемого участка отбирали в слое почвы, подверженном основной обработке и под ним. Определение агрохимических свойств образцов почвы проводили в условиях лаборатории. Гумус контролировали методом И.В. Тюрина в модификации ЦИНАО [30, 40, 84]. Содержание подвижных соединений фосфора и калия в почве определялось методом Б.П. Мачигина [39], легкогидролизуемого азота – методом И.В. Тюрина и Н.М. Кононовой [84]. Содержание нитратного азота определялось при помощи колориметрического метода [96]. Емкость поглощающего комплекса почвы определялась методом П.В. Захарчука [123], а при определении содержания поглощенного натрия был использован метод И.Н. Антипова-Каратаева и Л.Я. Мамаевой [81].

Оценка водно-физических свойств почвы на опытном участке проводилась по общепринятым методикам [72, 96, 122]. Для определения плотности сложения почвы был использован буровой метод, основанный на взятии образца почвы с помощью врезания кольца. Образцы почвы отбирали по горизонтам, через 0,1 м до глубины 0,8 м. Расчет плотности сложения проводился с учетом фактической влажности почвы

$$d_v = \frac{m}{V},$$

где d_v - плотность почвы, г/см³;

m - масса сухой почвы, г;

V - объем цилиндра, м³.

Плотность твердой фазы определяли пикнометрическим методом [96, 122]. Анализ проводили с использованием почвы из образцов, которые отбирались для определения плотности сложения почвы.

Общую порозность почвы (скважность) рассчитывали по показателям плотности почвы и плотности твердой фазы

$$P_{\text{общ}} = \left(1 - \frac{d_v}{d}\right) \cdot 100,$$

где d_v - плотность почвы, г/см³;

d - плотность твердой фазы, г/см³.

Для определения наименьшей влагоемкости почвы был использован метод заливки площадок [72, 96].

Влажность почвы перед посевом и на протяжении всего периода вегетации определяли термостатно-весовым методом [96]. Отбор образцов почвы на влажность проводили на постоянных водобалансовых площадках в четырехкратной повторности для каждого варианта опыта.

Максимальную гигроскопичность почвы определяли по общепризнанной методике [96] и использовали для расчета влажности завядания растений. Запасы влаги в почве определяли исходя из плотности почвы и предельной полевой влагоемкости [122].

Суммарное водопотребление растений по отдельным периодам развития и за вегетацию определялось методом водного баланса по А.Н. Костякову [90]:

$$E = 10 \cdot \mu \cdot P \pm \Delta W + W_{\text{сп}},$$

где E – суммарное водопотребление, м³/га;

P – сумма выпавших за расчетный период осадков, мм;

μ – коэффициент использования осадков;

ΔW – изменение запасов почвенной влаги за рассматриваемый период времени, м³/га;

W_{zp} – подпитывание активного слоя почвы грунтовыми водами, м³/га.

Для определения суммарного испарения (эвапотранспирации) гречихи за отдельные отрезки вегетационного периода использовали биоклиматический метод С.М. Алпатьева [5].

Учет грунтовых вод вели по методике Н.В. Данильченко [43].

При определении расчетных доз внесения минеральных удобрений пользовались методом элементарного баланса [137, 156]. При этом учитывалось содержание подвижных форм элемента в пахотном слое почвы, вынос элемента питания планируемым урожаем, коэффициенты использования питательных веществ.

Метеорологические наблюдения в годы исследований проводили на опытном участке в течение всего периода вегетации растений. Анализ метеоусловий выполнен по данным наблюдений метеостанции «Малые Дербеты». Для замера уровня осадков использовали полевой дождемер М-99, установленный на высоте 1,5 м от поверхности поля.

Фенологические наблюдения проводили по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [101]. Наступление фаз определялось путем глазомерной оценки, при этом отмечали даты посева, всходов, начала цветения, начала плодообразования, начала побурения, уборочной спелости. За начало очередной фазы развития принимали появление ее признаков у 10 % наблюдаемых растений.

Динамику накопления зеленой массы и сухого вещества определяли по основным фазам развития в соответствии с методикой Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [101].

Фотосинтетическую деятельность растений в посевах изучали по методике лаборатории фотосинтеза Института физиологии растений [111]. Площадь листьев находили методом высечек [124], для чего на каждом варианте выделялось по 50

модельных растений, которые впоследствии использовали для определения веса растений. А дальше для оценки фотосинтетической активности растений гречихи расчетными способами определяли фотосинтетический потенциал посева и чистую продуктивность фотосинтеза [124, 153].

Чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) находили путем деления урожая сухой биомассы на фотосинтетический потенциал:

$$\text{ЧПФ} = \frac{B_2 - B_1}{0,5(L_1 + L_2) \cdot n},$$

где B_1 и B_2 – сухая масса растений в начале и в конце учетного периода;

$(B_2 - B_1)$ – прирост сухой массы за n дней;

L_1 и L_2 – площади листьев в начале и в конце периода, м^2 ;

$0,5(L_1 + L_2)$ – средняя рабочая площадь листьев за период опыта;

n – период между двумя наблюдениями, дней.

Для учета структуры урожая перед уборкой на закрепленных площадках отбирали пробные снопы. При анализе 50 модельных растений на каждом варианте опыта определяли основные элементы структуры урожая: высоту растений, количество соцветий на растении, массу семян с одного растения, количество зерен с одного растения [101].

Массу 1000 семян определяли по ГОСТ 10842-89 [37]. Фактический урожай учитывали методом сплошной уборки каждой делянки зерновым комбайном с пересчетом на стандартную чистоту и влажность зерна [38].

Статистическая обработка полученных данных проводилась методами дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализов [51] с использованием современных компьютерных программ [31].

Расчет экономической эффективности результатов исследований проводили с учетом требований методических рекомендаций по определению экономической эффективности сельскохозяйственного производства [171].

2.3 Водно-физические и агрохимические свойства почв на опытном участке

Значительная часть территории Республики Калмыкия относится к полупустынной зоне, для которой характерно наличие пустынных и степных участков с соответствующим растительным и почвенным покровом [71, 132].

Октябрьский район, на территории которого проводились исследования в полевых условиях, расположен на севере Республики Калмыкия в Прикаспийской низменности. Несмотря на большое количество понижений в виде балок и лиманов, рельеф района преимущественно равнинный. Территория, занятая землями сельскохозяйственного назначения, составляет 3421 км², из них пахотные земли 525,2 км², при этом общая площадь территории района равна 3686 км².

Характерной чертой местной растительности является, прежде всего, ее скудость по флористическому составу, сильная изреженность, низкорослость, устойчивость к засухам, способность расти на засоленной почве, а также чередование различных участков со степной и пустынной растительностью. Степная растительность представляет собой включения с преимущественным произрастанием ковыля с присутствием ромашника и полыни, а в понижениях рельефа произрастает луговая растительность, которая комфортно себя чувствует в переменных условиях увлажнения.

Глубина залегания грунтовых вод на опытном участке изменяется от 1,2 м до 1,5 м. Содержание минеральных солей в метровом слое почвы составляет 0,093-0,097 %. По степени минерализации, 4,0-6,5 г/л, грунтовые воды характеризуются как солоноватые. Химический тип грунтовых вод – хлоридно-сульфатные натриево-кальциевые.

Опытное поле, на котором проводились исследования, находится в ФГУП «Харада». Почвенный покров состоит из бурых полупустынных зональных почв, отличающихся друг от друга своей солонцеватостью. Основой для формирования почв, в основном, служат лессовидные суглинки. В то же время имеет место чередование глинистых участков с песками. Наблюдается различие почв по механиче-

скому составу – среднесуглинистые, легкосуглинистые и супесчаные, а также степени солонцеватости – солонцеватые и сильносолонцеватые. Опавшие листья, интенсивно разлагаясь и минерализуясь, превращаются в продукт распада, в котором накапливается большое количество зольных элементов, среди которых соли щелочных металлов являются главной составляющей, придающей бурым почвам солонцеватость.

Анализ показателей агрохимических свойств почвы (таблица 2.1) указывает на недостаточное содержание органического вещества. На опытном участке в пахотном горизонте содержание гумуса не превышало 1,28 %, снижаясь в подпахотных слоях до 0,40 %. Содержание поглощенного натрия в пахотном горизонте составляло 0,69-0,74 мг-экв., что не превышает 4,5-5,0 % от емкости поглощения.

Таблица 2.1 - Агрохимические свойства почвы опытного участка

Горизонт почвы, м	Гумус, %	Поглощенный натрий, мг-экв.	Емкость поглощения, мг-экв.	Доля натрия, % от емкости поглощения	Содержание легкогидролизуемого азота, мг/кг почвы	Содержание подвижного фосфора, мг/кг почвы	Содержание обменного калия, мг/кг почвы
0-0,2	1,28	0,74	14,9	5,0	38,6	29,1	317
0,2-0,4	1,14	0,69	15,4	4,5	37,3	25,5	269
0,4-0,6	0,40	0,59	11,7	5,0	11,1	21,9	253
0,6-0,8	-	0,63	11,0	5,7	5,1	15,6	119

Содержание подвижного фосфора в почве низкое и не превышает для пахотного горизонта 25,5-29,1 мг/кг почвы. Содержание доступных форм азота в пахотном горизонте низкое - 37,3-38,6 мг/кг почвы. Содержание обменных форм калия высокое, достигает в пахотном слое 269-317 мг/кг почвы.

Основные показатели водно-физических свойств бурых полупустынных почв представлены в таблице 2.2. Бурые полупустынные почвы залегают на территории Прикаспийской низменности и занимают четвертую часть почвенного покрова Республики Калмыкия.

Таблица 2.2 – Водно-физические свойства почвы опытного участка

Горизонт почвы, м	Плотность сложения, т/м ³	Плотность твердой фазы, т/м ³	Максимальная гигроскопичность, %	Скважность, %	Влажность почвы при наименьшей влагоемкости, %	Влажность при завядании растений, %
0,0-0,1	1,23	2,46	9,4	49,9	25,2	14,1
0,1-0,2	1,28	2,53	9,4	49,4	25,6	14,2
0,2-0,3	1,34	2,59	9,3	48,3	24,9	14,0
0,3-0,4	1,40	2,61	9,2	46,4	24,5	13,9
0,4-0,5	1,45	2,62	9,1	44,7	24,4	13,6
0,5-0,6	1,47	2,64	9,3	44,3	24,8	14,0
0,6-0,7	1,49	2,67	10,2	44,2	25,3	15,3
0,7-0,8	1,53	2,65	10,6	42,3	25,5	15,8

В разрезе горизонтов физические свойства почвы, характеризующиеся бесструктурностью, высокой плотностью сложения, глыбистой структурой еще более ухудшаются. Плотность пахотного слоя достигает 1,28 г/см³ на глубине 10-20 см. Плотность твердой фазы в этом горизонте составляет 2,53 г/см³, показатель возрастает по профилю. Величина максимальной гигроскопичности принимает значения от 9,4 до 10,6 %. Скважность принимает максимальное значение в верхних горизонтах от 10 до 30 см, уменьшаясь по профилю.

Наименьшая влагоемкость достигает 24,4-25,6 % от массы сухой почвы и, как уже отмечено выше, верхние слои почвы имеют структуру, величину и строение твердых частиц почвы, почвенных пор, которые наиболее полно способны удерживать почвенную влагу. Влажность устойчивого завядания растений составляет 13,6-15,8 % от массы сухой почвы.

Генетические особенности почв опытного участка определяются засушливостью климата и низкой продуктивностью растительного покрова данного региона.

2.4 Агроклиматические и агрометеорологические условия

Климат в Республике Калмыкия носит резко континентальный характер: лето жаркое и очень сухое, зима малоснежная. Континентальность климата усиливается с запада на восток. Средние температуры января изменяются от $-7...-9$ °С в южной и юго-западной части республики до $-10...-12$ °С на севере. Средние температуры июля составляют $+23,5...+25,5$ °С, при этом в самые жаркие годы среднемесячная температура июля может превысить $+32$ °С. по всей

Одной из важнейших природных энергетических составляющих является энергия солнечного света. Продолжительность солнечного сияния на исследуемой территории составляет 2180-2250 часов или 182-186 дней в году. Длительность теплого периода изменяется от 240 до 275 дней.

Республика Калмыкия является одним из лидеров в части обеспечения теплом среди территорий Европейской части России благодаря большим возможностям поступления солнечной энергии. Воздух имеет температуру более 5 °С на протяжении от 205 до 225 дней, более 10 °С – от 170 до 185 дней. Сумма активных среднесуточных температур воздуха достигает 3300-3600 °С.

Специфической особенностью территории республики являются периодически повторяющиеся сильные засухи и частые суховеи (летом бывают до 120 суховейных дней). За год на территории региона выпадает 210-340 мм атмосферных осадков, которые при этом распределяются крайне неравномерно, как за годы метеонаблюдений, так и в течение года. По условиям влагообеспеченности в Калмыкии выделяются четыре основных агроклиматических района: очень сухой, сухой, засушливый, очень засушливый. Октябрьский район входит в сухой агроклиматический пояс.

Начало заморозков, как правило, приходится на середину октября, а снежный покров примерно в третьей декаде декабря приобретает устойчивый характер. Высота его при этом достигает в среднем 3-8 см, а в северной части территории в некоторых местах – 10-11 см. [1]

Таким образом, для климатических условий региона характерны повышенные температуры воздуха в летний период, отсутствие необходимого количества влаги, осадки, выпадаемые летом в виде непродолжительных ливней, достаточно длительный период преобладания невысокой относительной влажности воздуха и большое количество дней, сопровождающихся суховеями. Вышеперечисленные факторы отрицательно влияют на урожайность культур. В то же время имеется ряд условий, положительно влияющих на получение высоких урожаев теплолюбивых культур, таких как достаточно высокий уровень солнечной радиации, продолжительный период положительных температур воздуха и их высокое суммарное значение.

Существенное влияние на рост и развитие растений гречихи, на формирование урожая и его качество оказали метеорологические условия. Для формирования урожая гречихе требуется 1300-1600 °С активных температур. Во время всходов оптимальные термические условия для гречихи складываются при температуре 15-18 °С, в период интенсивного роста и развития растений - 16-20 °С, а на завершающей стадии плодоношения и созревания - 17-21 °С. При прогревании воздуха выше 25 °С и влажности почвы ниже 24 % продуктивность растений гречихи резко снижается [136].

Метеорологические данные, представленные в таблице 2.3, отражают неравномерность распределения осадков и температур воздуха не только за период вегетации, но и в целом за период исследований (2007-2012 гг.).

По количеству атмосферных осадков, поступивших за вегетационный период гречихи, 2007 год характеризовался как засушливый. В 2007 году в первой декаде мая была наиболее низкая за годы исследований температура (11,4 °С), что негативно сказалось на всходах. Период массового цветения (третья декада мая) характеризовался повышенными температурами, превысившими среднемноголетнюю норму на 7,8 °С, и количеством осадков, составившим 24,5 мм. В первой декаде июня наблюдалось бездождье (0,4 мм), что отрицательно сказывалось на формировании плодов. Во второй и третьей декадах июня поступило 29,5 мм осадков, что сгладило влияние повышенных температур в этот период.

Таблица 2.3 - Гидротермические условия в период вегетации по годам исследований
(данные метеостанции Малые Дербеты)

Месяц	Декада	Осадки, мм						Средняя температура воздуха, °С					
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Апрель	II	-	-	-	-	-	2,0	-	-	-	-	-	16,9
	III	3,4	1,0	0,0	0,5	20,8	10,3	10,4	13,0	11,0	11,6	11,5	19,0
Май	I	8,5	6,5	9,7	0,0	75,4	0,8	11,4	13,0	15,5	17,9	16,3	20,1
	II	8,2	29,1	11,3	26,0	7,4	10,0	18,5	15,6	15,4	20,5	17,0	23,6
	III	24,5	42,9	36	37,5	9,3	0,5	27,2	20,7	17,7	19,7	20,7	22,8
Июнь	I	0,4	6,1	2,9	2,8	0,5	7,3	23,7	17,3	22,2	25,2	23,2	24,5
	II	8,4	3,6	3,1	3,2	1,6	28,8	26,2	24,3	24,2	28,1	24,8	27,0
	III	21,1	0,0	0,0	8,0	1,3	24,1	23,7	20,6	26,9	27,7	25,6	25,8
Июль	I	6,2	4,7	13,6	12,6	2,8	31,3	25,6	23,5	23,5	29,1	28,5	24,8
	II	0,5	-	0,0	3,4	0,0	-	23,3	-	30,3	30,5	28,5	-
За период вегетации		81,2	94,0	76,6	94,0	119,0	115,0						
Сумма активных температур за период вегетации, °С								1927	1501	1862	2106	1953	2066
Гидротермический коэффициент за период вегетации								0,42	0,63	0,41	0,45	0,61	0,56

Обеспеченность поступления 81,2 мм осадков за период вегетации составляет 65 % (рисунок 2.2). За вегетацию было накоплено 1927 °С, что обеспечивается в 25 % случаев. В целом, в 2007 году погода не благоприятствовала формированию высоких урожаев гречихи.

В 2008 году в первой половине периода вегетации значения температуры и условия увлажнения были благоприятными для развития растений гречихи. В мае среднесуточная температура воздуха удерживалась на уровне 16,4 °С (изменялась в пределах 13,0-20,7 °С), а осадков выпало 78,5 мм, что вдвое больше среднемноголетнего значения (37 мм). В июне наблюдались недостаточное количество осадков (9,7 мм) и пониженная температура воздуха (20,7 °С против среднемноголетней 23 °С). Первые две декады июня по метеопараметрам были благоприятны для процессов плодообразования гречихи. Третья декада июня и первая декада июля характеризовались умеренными температурами и дефицитом влаги. Сумма эффективных температур за вегетацию составила 1501 °С, этого вполне достаточно, для удовлетворения потребности гречихи в тепле. В 2008 обеспеченность вегетационного периода гречихи атмосферными осадками была близка к среднемноголетнему уровню. За период вегетации выпало 94 мм осадков, что в регионе обеспечивается в 47-48 % случаев.

В 2009 году формирование урожая гречихи ограничивалось неравномерным выпадением осадков за период вегетации, а так же их количеством – 76,6 мм. Причем, в мае выпало 57 мм, что превышало среднемноголетние данные на 20 мм, за июнь и первые две декады июля выпало 14,2 мм, что почти в четыре раза меньше среднемноголетних данных. Обеспеченность атмосферными осадками в этом году составила 71 %. Май 2009 года отличался теплой погодой (15,4-17,7 °С), однако к третьей декаде июня среднесуточная температура воздуха повысилась до 26,9 °С. Дефицит осадков, при повышенных среднесуточных температурах в июне-июле, оказал сдерживающее влияние на интенсивность роста и развития растений гречихи. Сумма активных температур за вегетацию гречихи составила 1862 °С, что обеспечивается в 36 % случаев. В целом вегетационный период 2009 года можно охарактеризовать как неблагоприят-

ный для роста и развития растений гречихи с повышенным температурным режимом и дефицитом осадков во второй его половине.

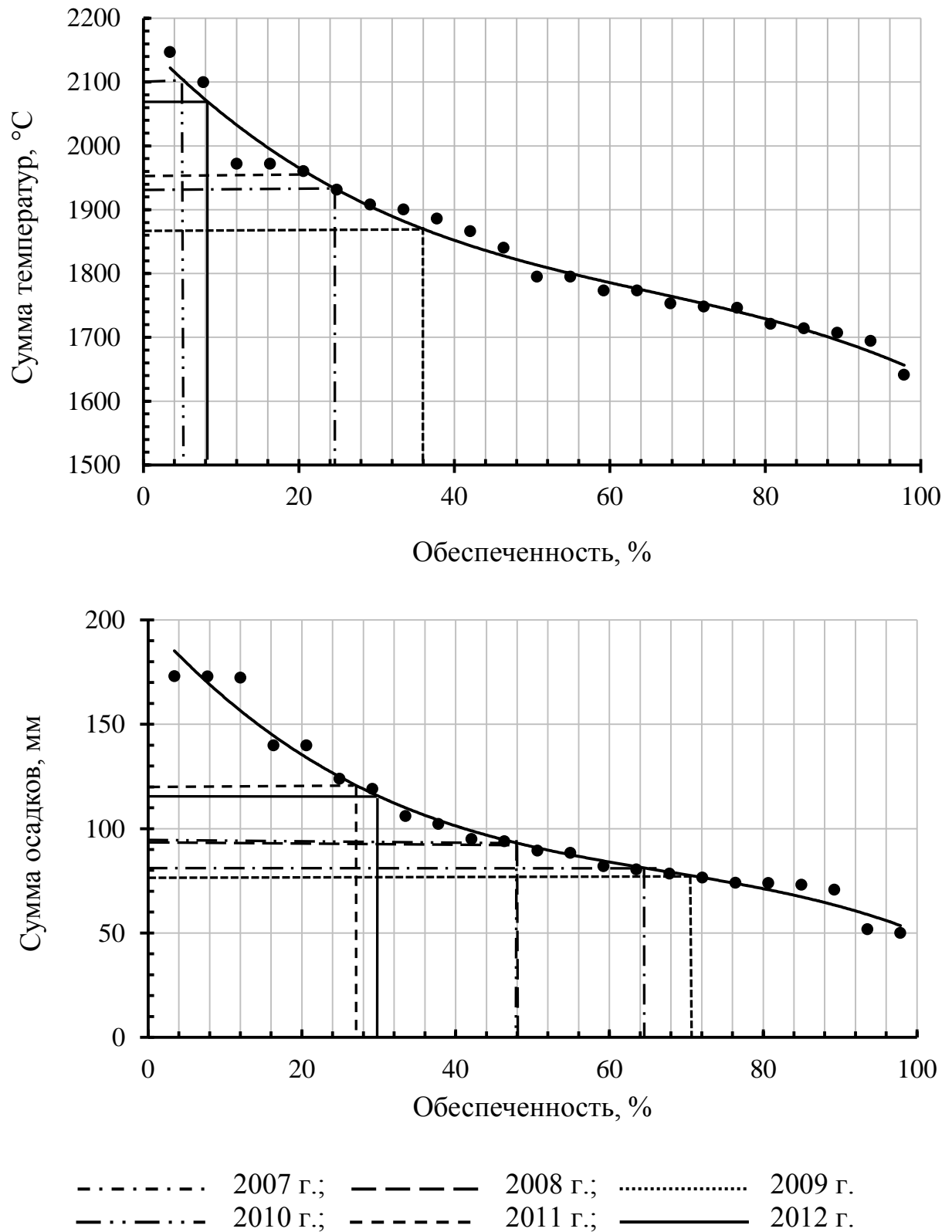


Рисунок 2.2 - Обеспеченность поступления тепла и осадков в годы проведения исследований (3.IV-2.VII)

В 2010 году обеспеченность вегетационного периода гречихи атмосферными осадками была близка к среднемноголетнему уровню. За период вегетации поступило 94 мм осадков, однако 64 мм из них выпало за весенний период. Температура воздуха до начала фазы цветения была выше, чем в остальные годы проведения исследований. В летние месяцы поступление атмосферных осадков было скудным при существенном увеличении температурной напряженности. В июне и июле в течение пяти декад подряд средняя декадная температура воздуха находилась на уровне 25,2-30,5 °С, что на 4-5 °С выше среднемноголетнего значения. В 2010 году за период вегетации гречихи было накоплено наибольшее количество тепловых ресурсов. Сумма температур, накопленная за период вегетации, составила 2106 °С, что обеспечивается с вероятностью не более 6 %. Высокая температурная напряженность и недостаток влаги негативно сказались на интенсивности ростовых процессов, плодообразовании и созревании гречихи.

В 2011 году первая половина вегетации гречихи проходила в условиях обилия осадков и умеренных температур. Так, в мае среднесуточная температура воздуха была в пределах 16,2-20,7 °С. В первых двух декадах июня температура составляла 23,2-24,8 °С, а в третьей декаде июня и июле температура превышала критический для гречихи уровень +25°С. За период вегетации было накоплено 1953 °С среднесуточных температур воздуха, что обеспечивается в регионе с вероятностью не более 22 %. За вегетационный период поступило 119 мм осадков с крайне неравномерным распределением по декадам. Обеспеченность поступления 119 мм осадков за период вегетации в регионе составляет 27 %, что характеризует год как влажный. В третьей декаде апреля осадков выпало 20,8 мм, что положительно сказалось на прорастании семян и появлении дружных всходов. Более 60 % всех осадков, 75,4 мм, выпало в первую декаду мая, в период всходов и начала цветения. Это позволило пополнить запасы почвенной влаги для последующего роста и развития гречихи. В июне-июле выпало всего 6,2 мм осадков, что почти в 9 раз меньше среднемноголетнего значения. Такие условия для посевов гречихи в фазе созревания были не очень благоприятны. По показателям естественной влаго-

обеспеченности вегетационный период гречихи 2011 года оказался наиболее благоприятным для роста и развития растений.

В 2012 году наблюдалось быстрое потепление уже с первой декады апреля, а к концу месяца среднесуточные температуры воздуха превысили 20 °С. В связи с этим посев гречихи проводили раньше обычных сроков - в начале второй декады апреля. В мае наблюдался дефицит осадков со значениями среднесуточной температуры в пределах 20,1-23,6 °С. Повышение температуры до 24,5-27,0 °С в июне-июле сопровождалось обилием атмосферных осадков. За период вегетации гречихи осадки поступили в объеме 115 мм, причем 93,5 мм выпало в летние месяцы. По обеспеченности поступления осадков за период вегетации 2011 год характеризуется как влажный. Сумма среднесуточных температур воздуха за период вегетации составила 2066 °С, что в регионе обеспечивается с вероятностью не более 9 %. В целом вегетационный период 2012 года характеризовался повышенным температурным режимом и близким к норме количеством осадков.

Таким образом, в условиях засушливого климата с высокой температурной напряженностью и острым дефицитом поступления атмосферных осадков, на бурых полупустынных почвах целесообразно выращивать гречиху в рисовых чеках с целью компенсации дефицита влаги за счет использования остаточных после риса влагозапасов.

2.5 Агротехника возделывания гречихи в рисовых чеках

Для посева гречихи в рисовых чеках использовали районированный сорт гречихи Саулык. Данный сорт обладает такими характеристиками, как повышенная засухоустойчивость, устойчивость к осыпанию и полеганию. Агротехника возделывания гречихи в опытах разрабатывалась на основе действующих зональных рекомендаций с дополнениями изучаемых приемов [62, 63, 175]. Предшественником во все годы исследований являлся рис.

Агробиологические условия рисовой оросительной системы способствуют расширению видового состава и накоплению специфических сорных растений,

которые могут значительно снизить урожайность не только риса, но и сопутствующих культур. Учет сорного компонента в рисовых чеках Калмыкии показал, что самыми злостными сорняками являются просянки (просо крупноплодное, просо рисовое и просо куриное), клубнекамыш (компактный, приморский), камыш, тростник обыкновенный, сыть.

Большое значение при борьбе с сорняками, особенно с болотными (клубнекамыш, камыш, тростник, сыть), отводится основной обработке почвы. Основная обработка почвы включала лушение стерни и вспашку.

Лушение проводилось дисковым лушильником ЛДГ-15 в агрегате с трактором ДТ-75 на глубину 6-8 см. Этот агротехнический прием позволяет максимально сохранить остаточную влагу после уборки риса. Также при разрыхлении верхнего слоя почвы создаются оптимальные условия для ее аэрации, что способствует активизации окислительно-восстановительных процессов.

Через 20 дней после лушения проводили зяблевую вспашку на глубину 20-22 см плугом с предплужником ПЛН-4-35, агрегируемым с трактором ДТ-75. При глубокой зяблевой вспашке с оборотом пласта семена сорняков сбрасываются на дно борозды и уже не смогут весной прорасти. Вывернутые на поверхность пашни клубни и корневища сорняков в течение осеннего и зимне-весеннего периодов промораживаются, иссушаются, значительная их часть теряет жизнеспособность.

Ранней весной для подготовки почвы к посеву, т.е. уничтожению мелких проросших сорняков, выравниванию поверхности поля, провели покровное боронование с использованием борон БЗСС-1,0 и трактора ДТ-75.

При установлении оптимальной увлажненности почвы проводили культивацию культиватором КПС-4.0 в агрегате с трактором МТЗ-82. После обработки поле прикатывали для провоцирования всходов сорняков.

Для уничтожения сорных растений и обеспечения оптимального водного и воздушного режима почвы за 1-2 дня до посева проводили предпосевную культивацию на глубину заделки семян (5-6 см). Предпосевная культивация улучшает дружность всходов, растения лучше развиты и могут противостоять сорнякам, частично угнетая их.

Посев проводили рядовым способом, ширина 0,15 м, и широкорядным способом, ширина 0,30 м и 0,45 м. Норма высева семян - 2,5 млн. всхожих семян/га. Посев осуществляли зернотуковыми сеялками СЗ-3,6.

Расчетные дозы минеральных удобрений на планируемый урожай зерна гречихи 1,0, 1,5 и 2,0 т/га (соответственно $N_{30}P_{15}$, $N_{60}P_{30}$ и $N_{90}P_{45}$) вносили под основную обработку почвы и при посеве. В качестве удобрений применяли аммофос, содержащий 12 % азота и 52 % фосфора. Недостаток азота компенсировали внесением мочевины (карбамида), содержащей более 46 % азота.

Против однолетних двудольных и злаковых сорняков за 2-3 дня до появления всходов обрабатывали посеы гречихи гербицидами 2,4-Д при норме расхода 1,3-2,0 л/га.

В фазу первого настоящего листа осуществляли боронование по всходам средними боронами поперек направления рядков. Послевсходовое боронование проводили при скорости движения агрегата 4-5 км/ч в полуденные часы, когда у растений снижается тургор и уменьшается вероятность их повреждения. Боронование после всходов уничтожает значительное количество сорняков, а также обеспечивает сплошное рыхление почвы, что способствует лучшему развитию растений гречихи.

В случае превышения экономического порога вредоносности злаковых сорняков (2,5-3,5 шт/м²), в период ветвления-бутонизации гречихи эффективно применение гербицида Фюзелад Супер нормой 1,0-1,5 л/га. Обработка гербицидом проводится методом опрыскивания фазе 2-4 листьев у представителей злаковых сорняков.

Благодаря применению комплекса агротехнических и химических мероприятий по борьбе с сорняками нам удалось значительно снизить засоренность посевов и почвы.

В течении вегетации для эффективной защиты растений гречихи от вирусных болезней и вредителей необходимо применять систему профилактических мероприятий. При подготовке семян к посеву их заблаговременно протравливали 65%-ным смачивающимся порошком фептиурама (из расчета 2 кг/т). За несколько

дней до наступления фазы «начало цветения» для профилактики и лечения фитофтороза посевы обрабатывали 1%-ной бордоской жидкостью. Для предотвращения повреждений посевов вредителями проводили опрыскивание инсектицидом Метафос, кэ (400 г/л) 0,5-1,0 л/га.

Уборку посевов проводили отдельным способом. При побурении на растениях 75-80% плодов посевы скашивались в валки с использованием жатки ЖВН-6. Скашивание проводили в утренние и вечерние часы, при относительной влажности – не менее 55 %. Через 4-5 дней после скашивания, при снижении влажности зерна в валках до 15 - 17 %, проводили подбор и обмолот валков комбайном СК-5 «Нива» с подборщиком ППТ-3А. После уборки обмолоченное зерно обрабатывалось зерноочистительными машинами.

3. ВОДНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ И ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ ГРЕЧИХИ В РИСОВЫХ ЧЕКАХ

3.1. Особенности водного режима почвы в посевах гречихи

Для нормального развития и особенно плодоношения гречихе необходимо большое количество воды, что обуславливается одновременностью развития вегетативных и репродуктивных органов. Количество потребляемой воды и требовательность растений к влажности почвы по фазам развития неодинаковы: в период от всходов до начала цветения гречиха потребляет около 10-11 %, а в период от начала цветения до созревания – 85-90 % воды от общей потребности во влаге.

Хорошие урожаи зерна гречихи получают только при благоприятных погодных условиях во второй половине периода вегетации (цветение – образование зерна). Если в это время после засухи создаются благоприятные условия увлажнения и температуры, образуется нормальный урожай (при некотором уменьшении общей сухой массы). В период от начала цветения до формирования плодов особенно нужны осадки, которые не только пополняют запасы влаги в почве, но и поддерживают необходимую влажность. При резком недостатке воды опадают оплодотворенные и сформировавшиеся завязи, что снижает урожай. В условиях достаточной влагообеспеченности гречиха хорошо ветвится, образует больше цветков, улучшается образование завязей, повышается озерненность растений и урожай. Наиболее высокая урожайность у гречихи отмечается в теплые и умеренно влажные годы.

Характерными чертами климата зоны исследований являются: недостаточное увлажнение, кратковременный ливневый характер летних осадков, высокие летние температуры, наличие значительного числа дней с низкой относительной влажностью воздуха. Все эти факторы негативно влияют на рост и развитие гречихи в период вегетации, и как следствие получение низких и нестабильных урожаев.

В гидрологических условиях региона светло-каштановых почв Республики Калмыкия основными статьями, восполняющими потребление воды растениями, являются использование запасов почвенной влаги и естественные осадки.

При возделывании сельскохозяйственных культур в рисовых севооборотах наиболее стабильной статьей водного баланса являются почвенные влагозапасы. Как показали исследования [16, 17, 20, 45], в рисовых чеках после возделывания основной культуры остается значительный запас почвенной влаги, рациональное использование которой позволяет повысить продуктивность сельскохозяйственных культур.

В суммарном водопотреблении гречихи доля почвенной влаги в среднем по годам составляла 42,2-45,5 %, доля атмосферных осадков изменялась от 33,1 до 37,1 %, на грунтовые воды приходилось от 20,7 до 21,6 % (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Основные статьи водного баланса гречихи при возделывании в рисовых чеках

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Способ посева	Год исследований	Почвенные влагозапасы		Осадки		Использование грунтовых вод, м ³ /га
			м ³ /га	% от суммарного водопотребления	м ³ /га	% от суммарного водопотребления	
1	2	3	4	5	6	7	8
N ₀ P ₀	рядовой (0,15 м)	2007	982	42,7	807	35,1	511
		2008	1012	41,5	892	36,6	536
		2009	1028	45,5	766	33,9	466
		2010	932	40,3	903	39,1	475
		2011	843	37,3	988	43,7	429
		2012	1115	45,9	838	34,5	477
		среднее	985	42,2	866	37,1	482
	широкорядный (0,30 м)	2007	1012	43,4	807	34,6	511
		2008	1037	41,8	892	36,0	551
		2009	1057	45,9	766	33,3	477
		2010	1032	42,3	906	37,1	502
		2011	921	38,9	988	41,7	461
		2012	1164	46,7	838	33,7	488
		среднее	1037	43,2	866	36,1	498

продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8
N ₀ P ₀	широкорядный (0,45 м)	2007	1050	43,9	807	33,8	533
		2008	1070	42,6	892	35,5	548
		2009	1107	46,9	766	32,4	487
		2010	1114	43,7	906	35,5	530
		2011	963	39,8	988	40,8	469
		2012	1189	47,2	838	33,3	493
		среднее	1082	44,0	866	35,2	510
N ₃₀ P ₁₅	рядовой (0,15 м)	2007	1055	44,1	807	33,8	528
		2008	1070	42,5	892	35,4	558
		2009	1096	46,6	766	32,6	488
		2010	982	41,3	903	37,9	495
		2011	918	38,9	988	41,9	454
		2012	1151	46,4	838	33,8	491
		среднее	1045	43,3	866	35,9	502
	широкорядный (0,30 м)	2007	1072	44,3	807	33,3	541
		2008	1062	41,5	939	36,7	559
		2009	1107	46,7	766	32,3	497
		2010	1127	44,0	906	35,4	527
		2011	978	39,9	988	40,3	484
		2012	1218	47,6	838	32,7	504
		среднее	1094	44,0	874	35,1	519
	широкорядный (0,45 м)	2007	1105	45,1	807	32,9	538
		2008	1111	43,4	892	34,8	557
		2009	1142	47,4	766	31,8	502
		2010	1169	44,6	906	34,6	545
		2011	1037	41,2	988	39,2	495
		2012	1242	48,0	838	32,4	510
		среднее	1134	44,9	866	34,3	525
N ₆₀ P ₃₀	рядовой (0,15 м)	2007	1108	45,2	807	32,9	535
		2008	1116	43,2	892	34,6	572
		2009	1138	47,2	766	31,8	506
		2010	1038	42,4	906	37,0	506
		2011	961	39,7	988	40,8	471
		2012	1197	47,1	838	33,0	505
		среднее	1093	44,1	866	35,0	516

продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8
N _{60P} ₃₀	широкорядный (0,30 м)	2007	1103	44,8	807	32,8	550
		2008	1086	41,9	939	36,2	565
		2009	1136	47,1	766	31,8	508
		2010	1157	44,5	906	34,8	537
		2011	1000	40,3	988	39,8	492
		2012	1187	45,7	898	34,5	515
		среднее	1112	44,0	884	35,0	528
	широкорядный (0,45 м)	2007	1137	45,5	807	32,3	556
		2008	1119	42,5	939	35,7	572
		2009	1171	47,8	766	31,3	513
		2010	1212	45,2	906	33,8	562
		2011	1069	41,8	988	38,6	503
		2012	1218	46,1	898	34,0	524
		среднее	1142	45,2	837	33,1	547
N _{90P} ₄₅	рядовой (0,15 м)	2007	1139	47,3	766	31,8	505
		2008	1126	43,5	892	34,4	572
		2009	1139	47,3	766	31,8	505
		2010	1053	42,6	906	36,7	511
		2011	969	39,9	988	40,7	473
		2012	1216	47,5	838	32,7	506
		среднее	1107	44,7	859	34,7	512
	широкорядный (0,30 м)	2007	1120	45,2	807	32,5	553
		2008	1103	42,3	939	35,9	568
		2009	1138	47,2	766	31,8	506
		2010	1190	45,1	906	34,3	544
		2011	1015	40,6	988	39,5	497
		2012	1194	45,7	898	34,4	518
		среднее	1127	44,4	884	34,7	531
	широкорядный (0,45 м)	2007	1187	46,2	807	31,4	576
		2008	1128	42,7	939	35,6	573
		2009	1240	50,4	766	31,1	454
		2010	1230	45,6	906	33,6	564
		2011	1084	42,0	988	38,3	508
		2012	1227	46,3	898	33,9	525
		среднее	1183	45,5	884	34,0	533

В годы проведения исследований на суммарное водопотребление гречихи из почвы расходовалось от 843 до 1242 м³/га запасенной влаги, что составило 37,3-50,4 % суммарного водопотребления.

Наибольшее влияние на долю участия запасов почвенной влаги в структуре суммарного водопотребления гречихи оказывал уровень минерального питания. Например, в среднем по годам, при рядовом способе посева на участках без внесения минеральных удобрений посевами гречихи из почвы использовалось 985 м³/га воды (42,2 %), а при внесении удобрений дозой N₉₀P₁₅ - 1107 м³/га (44,7 %).

Основной объем использованной почвенной влаги составляет вода доступная для растений, ее доступность определяется диапазоном влажности почвы. В течение всего периода исследований регулярно проводились наблюдения за изменениями влажности почвы в основные фазы роста и развития гречихи, что позволило определить условия формирования водного режима почвы в зависимости от изучаемых факторов и складывающихся погодных условий (приложения 1-4, рисунок 3.1).

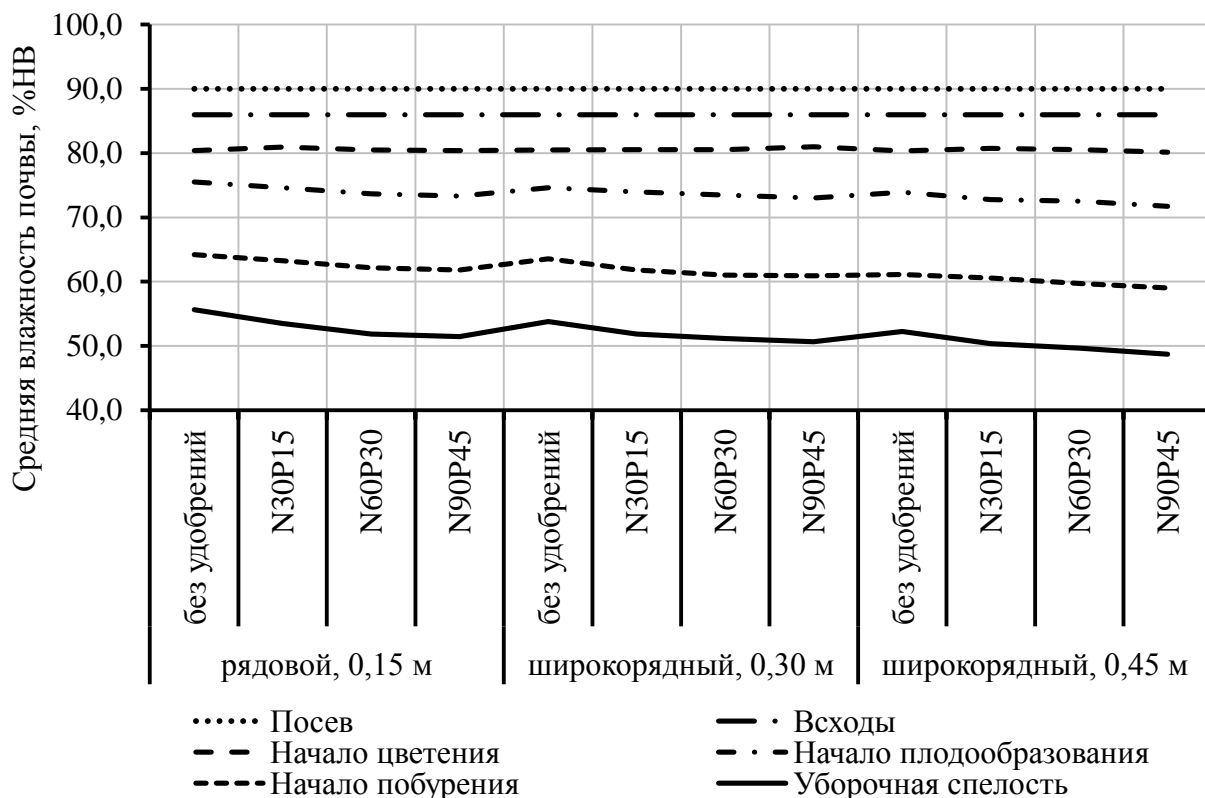


Рисунок 3.1 – Содержание почвенной влаги (% НВ) в основные фазы роста и развития гречихи в зависимости от уровня минерального питания и способа посева (по опытным данным в среднем за 2007-2012 гг.)

Наиболее благоприятный водно-воздушный режим для гречихи складывается при влажности 70-90 % НВ. В наших опытах на момент посева гречихи запасы влаги в 0,8-метровом слое почвы составляли 2545-2608 м³/га, что соответствует влажности почвы в пределах 89,0-91,2 % НВ. Приведенный интервал свидетельствует о стабильности формирования почвенных влагозапасов в годы проведения исследований.

В фазу всходов влажность почвы в 0,8-метровом слое снижалась до 83,1-87,9 % НВ, а запасы почвенной влаги составляли 2375-2513 м³/га.

В 2011 году, вследствие выпавших в первой декаде мая осадков, влажность почвы к началу фазы цветения увеличилась на 11,5-12,8 % НВ и составила 94,6-95,9 % НВ. В остальные годы проведения исследований к началу фазы цветения влажность почвы при посеве гречихи после риса сохранялась на уровне 69,2-85,5 % НВ.

В фазу начала плодообразования средняя влажность 0,8-метрового слоя почвы в 2007 и 2009 годах сохранялась на уровне 68,3-73,5 % НВ, в 2008 и 2011 годах – на уровне 80,7-83,9 % НВ, в 2010 году – на уровне 74,6-80,3 % НВ, а в 2012 году – не превышала 56,1-59,7 % НВ. Приведенные данные свидетельствуют об увеличении диапазона варьирования влажности почвы по годам проведения исследований. С фазы начала плодообразования усиливается зависимость влажности почвы от регулируемых в опыте факторов. В фазу начала плодообразования влажность почвы на участках с естественным плодородием составляла, в среднем по годам, 73,9-75,5 % НВ. При внесении удобрений минимальной в опыте дозой, N₃₀P₁₅, влажность 0,8-метрового слоя почвы снижалась до 72,8-74,6% НВ, при повышении дозы удобрений (вариант N₆₀P₃₀) – до 72,5-73,7 % НВ, а на максимально удобренных участках составляла 71,7-73,3 % НВ.

В следующий период роста и развития гречихи происходило существенное снижение влажности почвы. В 2007 и 2010 годах к началу побурения зерна средняя влажность 0,8-метрового слоя почвы составляла 59,5-66,2 % НВ, в 2008 и 2011 годах – 65,1-72,6 % НВ, в 2009 году – 56,3-62,3 % НВ, в 2012 году – 44,9-49,2 % НВ. В среднем по годам в фазу начала побурения влажность почвы в посевах

гречихи изменялась от 59,0 % НВ на участках, где при внесении удобрений дозой $N_{90}P_{45}$ посев проводили широкорядным (0,45 м) способом, до 64,2 % НВ на участках без удобрений при посеве рядовым способом.

К началу уборки влажность почвы с учетом всех вариантов опыта и изменения погодных условий находилась на уровне 45,5-59,5 % НВ. В среднем за шесть лет в фазу уборочной спелости влажность 0,8-метрового слоя почвы изменялась от 48,7 % НВ на участках, где посев с шириной междурядий 0,45 м сочетали с внесением наибольшей в эксперименте дозы минеральных удобрений, до 55,6 % НВ на вариантах без применения удобрений при посеве рядовым способом.

Во все годы проведения исследований внесение минеральных удобрений ускоряло процесс иссушения почвы. При возделывании гречихи без использования минеральных удобрений запасы влаги в конце вегетационного периода в слое почвы 0,8 м составили в среднем по годам 1492-1589 м³/га. Внесение удобрений дозой $N_{30}P_{15}$ обеспечило более интенсивное потребление влаги на транспирацию и формирование урожая, вследствие чего почвенные влагозапасы к уборке снизились до 1440-1529 м³/га. При увеличении дозы внесения удобрений до $N_{60}P_{30}$ запасы влаги в почве к концу вегетационного периода гречихи не превышали 1420-1481 м³/га, а на участках внесения наибольшей дозы удобрений - 1391-1467 м³/га.

В среднем по годам проведения исследований при посеве гречихи рядовым способом запасы влаги к уборке составили 1467-1589 м³/га. На участках, где посев проводили с междурядным расстоянием 0,3 м, запасы влаги к моменту завершения вегетационного процесса гречихи составили 1447-1537 м³/га. При посеве гречихи широкорядным (0,45 м) способом запасы влаги в 0,8-метровом слое снижались до 1391-1492 м³/га, что на 61-97 м³/га меньше по сравнению с вариантами, где растения высевали с шириной междурядий 0,15 м.

Особая роль в формировании водного режима почвы на протяжении всего вегетационного периода гречихи принадлежит поступлению влаги атмосферных осадков (приложения 5-7). Важно отметить влияние не только общего количества атмосферных осадков за период, но и их распределение в период вегетации. Как показали исследования, остаточные после риса запасы продуктивной влаги в ве-

сенний период достаточно велики. Однако в условиях засухи, даже при высоких начальных влаготасах, доступные для растений ресурсы почвенной влаги могут быть исчерпаны.

Наиболее сильно под посевами гречихи почва иссушалась в 2012 году. В фазу начала побурения содержание влаги в 0,8-метровом слое снижалось до критического уровня (1283-1406 м³/га). При таком уровне влагосодержания почвенная влага становится труднодоступна растениям. Поступившие атмосферные осадки в период от начала побурения до уборочной спелости повысили содержание воды в почве до 1346-1473 м³/га, что позволило завершить репродукционный процесс гречихи без существенного снижения уровня продуктивности. Наибольшие запасы влаги к уборке, от 1461 до 1702 м³/га, наблюдались в 2011 году. Значительное выпадение осадков в период «начало цветения – начало плодообразования» в 2008 году способствовало насыщению влагой доступных горизонтов почвы и формированию оптимального водного режима для посевов гречихи.

Таким образом, четко прослеживается закономерность влияния вышеуказанных факторов на динамику иссушения почвы: с увеличением дозы вносимых удобрений и междурядного расстояния в посевах гречихи, содержание доступной влаги в почве снижается за счет увеличения расхода воды посевами гречихи на формирование урожая. Научно обоснованный подход к выбору агротехнических методов, с учетом основных закономерностей формирования водного режима почвы в рисовых чеках позволяет сохранить доступность почвенной влаги в течение вегетационного периода и максимально использовать на формирование урожая гречихи, независимо от складывающихся метеорологических условий.

3.2 Динамика водопотребления гречихи в рисовых чеках

Получение высоких гарантированных урожаев сельскохозяйственных культур возможно при большом водопотреблении сельскохозяйственных культур. Водопотребление (эвапотранспирация, суммарное испарение) - количество воды, используемое сельскохозяйственной культурой для получения планируемого уро-

жая. Водопотребление поля, занятого сельскохозяйственной культурой, расходуется на транспирацию и испарение почвы. На испарение с поверхности почвы действуют только факторы внешней среды, а транспирация обуславливается взаимным влиянием внешних и внутренних факторов растений. Определить доли транспирации и испарения почвы в водопотреблении сложно, поэтому их обычно определяют как единое целое.

Водопотребление находится в прямой зависимости от климатических, гидрогеологических и хозяйственных условий, биологических особенностей культуры, ее урожайности, способа гидромелиорации и играет важную роль в формировании водного баланса поля, являясь основной расходной статьей баланса. Водопотреблением посева можно управлять, снижая расход воды путем уничтожения сорных растений, мульчированием почвы, своевременным рыхлением, улучшая продуктивность растений применение минеральных удобрений и других агротехнических приемов.

В наших исследованиях для изучения динамики водопотребления было использовано несколько критериев: среднесуточное водопотребление, температурные коэффициенты испарения влаги посевами, суммарное водопотребление.

В приложениях 8-11 и на рисунке 3.2 показана динамика среднесуточного водопотребления гречихи в рисовых чеках. Опытами установлено, что среднесуточное водопотребление гречихи зависит от поступления атмосферных осадков, энергетических ресурсов атмосферы и состояния посева, которое существенно различалось в вариантах в зависимости от уровня минерального питания и способа посева.

Процесс транспирации и испарения воды с поверхности почвы достаточно динамичен и значительно изменяется в течение вегетационного периода. В среднем по годам, в период от посева до появления массовых всходов гречихи, испарялось $16,9 \text{ м}^3/\text{га}$ в сутки. Существенное повышение интенсивности потребления воды посевами гречихи – до $25,7\text{-}26,9 \text{ м}^3/\text{га}$ - наблюдалось в период «всходы – начало цветения». Наибольших значений, $37,1\text{-}41,9 \text{ м}^3/\text{га}$, среднесуточное водопотребление гречихи достигало в период «начало цветения – начало плодообразования». В

последующие периоды роста и развития суточное испарение воды посевами уменьшается и достигает в период созревания 31,5-33,1 м³/га в сутки.

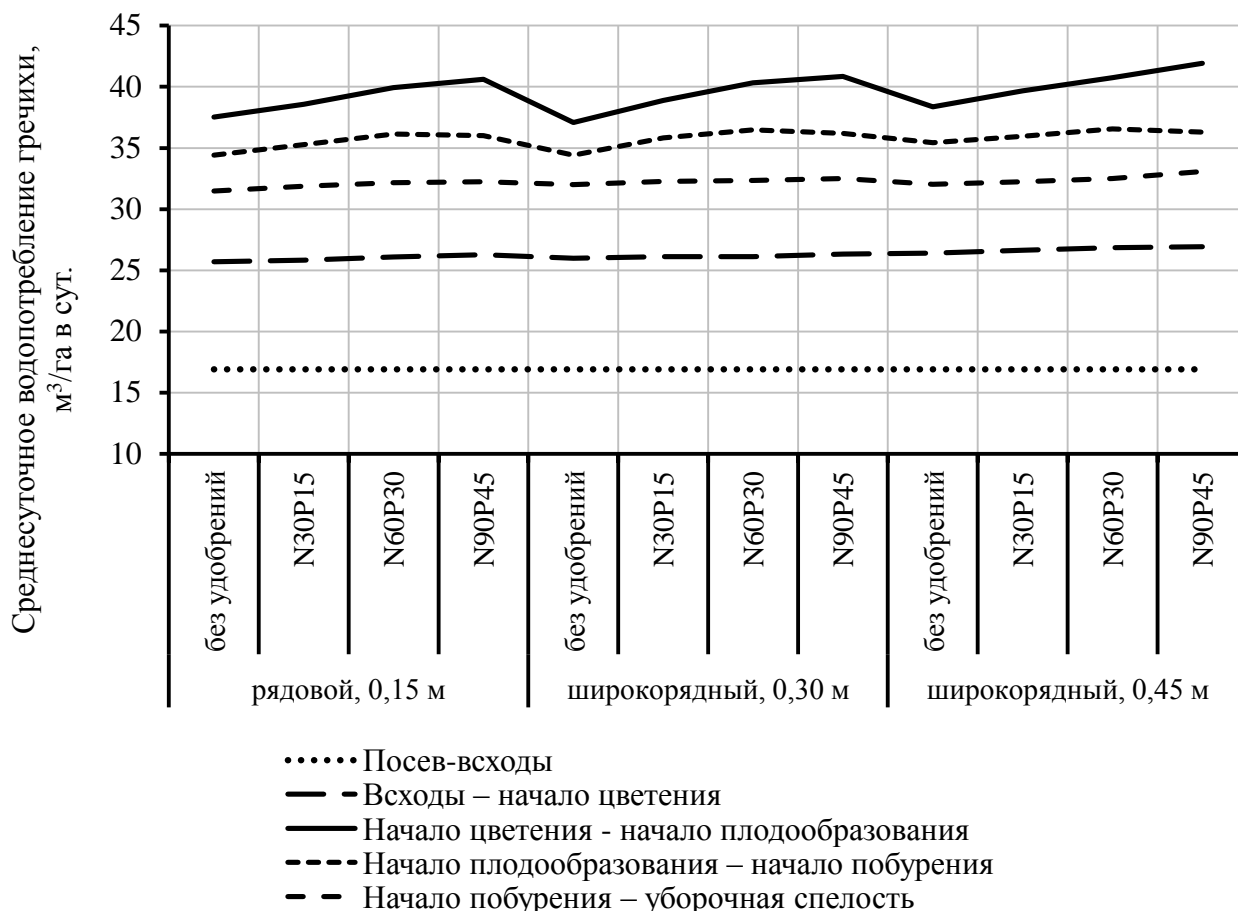


Рисунок 3.2 - Динамика среднесуточного водопотребления гречихи в рисовых чеках

Приведенная закономерность изменения среднесуточного водопотребления по одновершинной кривой с максимумом в период цветения и плодообразования сохранялась не во все годы исследований. В 2010 году наиболее интенсивно вода посевами гречихи на всех вариантах опыта расходовалась в период «начало плодообразования – начало побурения». Среднесуточное водопотребление в этот период по вариантам опыта изменялось от 36,7 до 39,4 м³/га, тогда как в период «начало цветения – начало плодообразования» было на уровне 31,7-36,4 м³/га.

Зависимость среднесуточного испарения воды посевами гречихи от уровня минерального питания наиболее сильно выражена в период от начала цветения до начала плодообразования. Например, в период «всходы - начало цветения» на участках, где применяли удобрения, в сравнении с неудобрёнными участками среднесуточное водопотребление гречихи, в среднем по годам, увеличивалось на

0,1-0,6 м³/га. В следующий период водопотребление на вариантах с внесением удобрений дозой N₃₀P₁₅ по сравнению с контролем увеличивалось на 1,1-1,8 м³/га сутки, на вариантах с внесением N₆₀P₃₀ – на 2,4-3,2 м³/га в сутки, а на вариантах с применением максимальной в опыте дозы – на 3,1-3,8 м³/га в сутки. По мере развития посевов гречихи степень влияния минерального питания на водопотребление начинает ослабевать, но изменение динамики водопотребления наблюдается на всех вариантах опыта. В период «начало плодообразования – начало побурения» внесение минеральных удобрений дозой N₃₀P₁₅ увеличивало среднесуточное водопотребление гречихи на 0,5-1,4 м³/га, при внесении удобрений дозой N₆₀P₃₀ – на 1,1-2,1 м³/га, а при внесении удобрений максимальной в опыте дозой водопотребление увеличивалось в сравнении с вариантами без удобрений на 0,9-1,8 м³/га в сутки. Следует отметить, что в этот период увеличение уровня минерального питания с N₆₀P₃₀ до N₉₀P₄₅ приводило к снижению среднесуточного водопотребления. В период от начала побурения до уборочной спелости применение удобрений приводило к увеличению среднесуточного водопотребления на 0,2-1,1 м³/га.

Влияние ширины междурядий на динамику среднесуточного водопотребления гречихи усиливается до начала фазы плодообразования, в последующие фазы роста и развития эта зависимость ослабевает. Так, при широкорядном (0,45 м) способе посева в сравнении с рядовым среднесуточное водопотребление гречихи в период «всходы – начало цветения» увеличивалось, в среднем по годам, на 0,7-0,8 м³/га, в период «начало цветения – начало плодообразования» – на 0,8-1,3 м³/га, в период «начало плодообразования – уборочная спелость» – на 0,3-1,0 м³/га.

Таким образом, в период «начало цветения – начало плодообразования» посевы гречихи наиболее отзывчивы на действие изучаемых факторов. В некоторой степени это связано с тем, что данный период совпадает со временем, когда влага в почве находится в доступной форме и в достаточном количестве.

В среднем за вегетационный период среднесуточное водопотребление гречихи изменялось от 28,6-31,3 м³/га в рядовых посевах на фоне естественного плодородия до 30-33 м³/га на участках, где посев проводили широкорядным способом (0,45 м), а удобрения вносили дозой N₉₀P₄₅. В среднем по годам, наименьшие зна-

чения среднесуточного водопотребления, 29,9-30,7 м³/га, отмечены на вариантах без внесения удобрений. Применение минеральных удобрений увеличивало среднесуточное водопотребление гречихи на 1,7-3,9 %. Численные значения суточного водопотребления на фоне питания N₉₀P₄₅ достигали 31,1-31,8 м³/га.

Наши наблюдения показывают, что посевы, на которых удобрения применялись дозой N₉₀P₄₅, отличались более низкой урожайностью в сравнении с посевами на фоне питания N₆₀P₃₀. Максимальный уровень минерального питания приводит к резкому снижению влагосодержания активного слоя почвы, и таким образом, уже к этапу формирования и роста зерна гречихи, из-за создающегося дефицита запасов почвенной влаги снижается эффективность использования вносимых удобрений. Следовательно, необходимо при расчете оптимальной динамики водопотребления гречихи, учитывать динамику водного режима почвы.

Изменение среднесуточного водопотребления гречихи во многом объясняется изменением среднесуточных температур воздуха. Температурные коэффициенты испарения влаги посевами гречихи представлены в приложениях 12-19.

Биологические кривые испарения влаги посевами гречихи в рисовых чеках имели одновершинную геометрию с максимумом в период «начало цветения – начало плодообразования». В среднем за годы исследований за период «всходы – начало цветения» на каждый градус накопленных среднесуточных температур воздуха расходовалось 0,153-0,158 мм влаги. В период от начала цветения до начала плодообразования значения коэффициентов увеличились до 0,168-0,188 мм/°С, а в следующие периоды развития снижались до 0,143-0,152 мм/°С в фазу плодообразования и до 0,124-0,128 мм/°С в фазу созревания. В среднем за вегетационный период температурные коэффициенты испарения влаги посевами гречихи изменялись от 0,142 мм/°С до 0,150 мм/°С. За исследуемый период наименьшие значения температурных коэффициентов были получены на участках, где удобрения не применяли, а наибольшие – при внесении удобрений дозой N₉₀P₄₅.

Значения температурных коэффициентов испарения влаги посевами гречихи в рисовых чеках зависят не только от климатических условий региона, но и от агротехнических составляющих возделывания культуры. Анализируя данные прило-

жения 19, можно сделать вывод, что отношение испарившейся воды к сумме среднесуточных дефицитов влажности воздуха за расчетный период при усилении минерального питания гречихи увеличивалось на 1,3-3,4 %.

Суммарное водопотребление отражает общий расход воды растениями на транспирацию и физическое испарение с поверхности почвы. Динамика суммарного водопотребления определяет объем израсходованной воды в каждый из периодов роста и развития, а также в целом за период вегетации. Опытные данные по суммарному водопотреблению гречихи в зависимости от уровня минерального питания и способа посева в рисовых чеках представлены в приложениях 20-26 и таблице 3.2.

Исследованиями, проведенными с 2007 по 2012 гг., установлено, что в период от посева до появления всходов с поверхности поля расходовалось от 100 до 190 м³/га влаги, или в среднем 145 м³/га. К началу массовых всходов расход воды возрастал почти в четыре раза. В среднем по годам в период «всходы – начало цветения» на вариантах широкорядного (0,45) способа посева в сравнении с рядовым суммарное водопотребление возрастало с 548 до 572 м³/га при естественном плодородии почвы, а при внесении минеральных удобрений максимальной в опыте дозой - с 568 до 592 м³/га. Следовательно, уже в данный период вегетации суммарное водопотребление гречихи изменялось в зависимости от уровня минерального питания и ширины междурядий.

Средняя за годы проведенных опытов величина потребления воды посевами в период «начало цветения - начало плодообразования» изменялась от 457 до 543 м³/га с сохранением тех же закономерностей по вариантам опыта, что и в предыдущий период. Следует отметить, что такой разброс значений показателя указывает на его значительную зависимость в этот период от условий минерального питания и междурядного расстояния. Например, при рядовом способе посева суммарное водопотребление увеличивалось с 457 м³/га на варианте без внесения удобрений до 507 м³/га на фоне питания N₉₀P₄₅. При широкорядном (0,45 м) способе посева, соответственно с 498 м³/га до 543 м³/га.

Таблица 3.2 - Суммарное водопотребление гречихи в рисовых чеках, м³/га

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Суммарное водопотребление, E, м ³ /га							Δ E в зависимости от дозы внесения удобрений		Δ E в зависимости от способа посева	
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	средняя	м ³ /га	%	м ³ /га	%
без удобрений	0,15	2300	2440	2260	2310	2260	2430	2333	-	-	-	-
	0,30	2330	2480	2300	2440	2370	2490	2402	-	-	68	2,9
	0,45	2390	2510	2360	2550	2420	2520	2458	-	-	125	5,4
N ₃₀ P ₁₅	0,15	2390	2520	2350	2380	2360	2480	2413	80	3,4	-	-
	0,30	2420	2560	2370	2560	2450	2560	2487	85	3,5	73	3,0
	0,45	2450	2560	2410	2620	2520	2590	2525	67	2,7	112	4,6
N ₆₀ P ₃₀	0,15	2430	2580	2410	2450	2420	2540	2472	138	5,9	-	-
	0,30	2460	2590	2410	2600	2480	2600	2523	122	5,1	52	2,1
	0,45	2500	2630	2450	2680	2560	2640	2577	118	4,8	105	4,2
N ₉₀ P ₄₅	0,15	2440	2590	2410	2470	2430	2560	2483	150	6,4	-	-
	0,30	2480	2610	2410	2640	2500	2610	2542	140	5,8	58	2,3
	0,45	2570	2640	2460	2700	2580	2650	2600	142	5,8	117	4,7

Следующий период развития характеризовался высокой физиологической водопотребностью гречихи. В среднем за годы исследований в период от начала плодообразования до начала побурения посевами расходовалось от 580 до 642 м³/га воды, что составило 24,5-25,0 % общего расхода за вегетацию. Влияние регулируемых в опыте факторов на суммарное водопотребление гречихи в данный период ослабляется.

Интенсивная эвапотранспирация и продолжительность периода «начало побурения – уборочная спелость» определило наибольшие объемы потребляемой посевами влаги, которые в среднем по годам достигали 603-683 м³/га. В годы проведения исследований в этот период наименьшие значения суммарного водопотребления, от 540 м³/га в 2009 году до 660 м³/га в 2012 году, обеспечивались в условиях естественного плодородия при посеве рядовым способом. Наибольшие значения суммарного водопотребления, от 630 м³/га в 2008 и 2009 годах до 750 м³/га в 2010 году, были отмечены на участках, где посев проводили широкорядным (0,45 м) способом в сочетании с внесением удобрений дозой N₉₀P₄₅.

За вегетационный период посеvy гречихи на остаточной после риса влаге потребляли от 2260 до 2700 м³/га воды. Наибольшее потребление воды растениями гречихи составило 2440-2640 м³/га в 2008 году, а в 2009 году этот показатель оказался минимальным - 2260-2460 м³/га. В определенной степени это объясняется влиянием складывающихся погодных условий в период вегетации гречихи на время проведения научного эксперимента.

Во все годы исследований внесение минеральных удобрений увеличивало объем испаряемой посевами влаги. В среднем по годам, на участках, где гречиху выращивали на фоне естественного плодородия почвы, суммарное водопотребление составляло 2333-2458 м³/га. На участках внесения удобрений дозой N₃₀P₁₅ испарялось 2413-2525 м³/га продуктивной влаги. При повышении уровня минерального питания до N₆₀P₃₀ величина суммарного водопотребления увеличивалась до 2472-2577 м³/га. Наибольшие значения суммарного водопотребления, 2483-2600 м³/га, формировались при внесении максимальной в опыте дозы удобрений, N₉₀P₄₅.

Исследованиями установлено существенное влияние изменения уровня минерального питания и способа посева на интенсивность потребления влаги. Увеличение доз внесения минеральных удобрений сопровождалось повышением уровня суммарного водопотребления на 67-150 м³/га, что в процентном выражении составляет 2,7-6,4 %. В вариантах с большей шириной междурядий в посевах суммарное испарение влаги растениями и почвой возрастало на 52-125 м³/га или 2,1-5,4 % по сравнению с рядовыми посевами гречихи.

Таким образом, изменение суммарного водопотребления во многом определяется влиянием изучаемых в опыте факторов. Исходя из вышеизложенного, можно отметить, что при взаимном влиянии уровня минерального питания и ширины междурядий в посевах можно варьировать степенью интенсивности водопотребления гречихи.

3.3 Условия эффективного использования влаги на формирование урожая гречихи

В соответствии с программой исследований и в результате проведенных опытов, можно сделать вывод, что при выращивании гречихи в рисовых чеках запасы влаги в почве являются главным источником поступления водного питания к корневой системе растений. Для повышения эффективности производства гречихи при выращивании ее без полива необходимо повышенные запасы влаги после риса использовать как дополнительный потенциал продуктивности данной культуры. Возможность экономного использования воды на формирование единицы продукции определяет единственный путь повышения продуктивности посевов в условиях дефицита водных ресурсов и слабой естественной влагообеспеченности территории Калмыкии.

В исследованиях для оценки эффективности использования почвенной влаги на формирование урожая гречихи, возделываемой в рисовых севооборотах, использовали значения коэффициента водопотребления, определенного для различного сочетания вариантов опыта (таблица 3.3).

Таблица 3.3 – Эффективность использования воды на формирование урожая гречихи в рисовых чеках

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Коэффициент водопотребления, K_E , м ³ /т							ΔK_E в зависимости от уровня минерального питания		ΔK_E в зависимости от способа посева	
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	Средняя	м ³ /т	%	м ³ /т	%
без удобрений	0,15	2804	2652	2790	4053	2598	2670	2928	-	-	-	-
	0,30	2773	2530	2738	3935	2633	2264	2812	-	-	-116	-3,95
	0,45	2987	2952	3277	3355	3143	3036	3125	-	-	197	6,73
N ₃₀ P ₁₅	0,15	1707	1714	1753	2088	1774	1810	1808	-1120	-38,3	-	-
	0,30	1668	1684	1669	1816	1678	1673	1698	-1114	-39,6	-110	-6,07
	0,45	1870	1896	1882	2031	1895	1850	1904	-1221	-39,1	96	5,33
N ₆₀ P ₃₀	0,15	1449	1394	1417	1678	1407	1443	1465	-1463	-50,0	-	-
	0,30	1413	1328	1401	1711	1253	1287	1399	-1413	-50,3	-66	-4,49
	0,45	1515	1574	1458	1874	1497	1451	1562	-1564	-50,0	97	6,61
N ₉₀ P ₄₅	0,15	1464	1348	1515	1669	1509	1542	1508	-1420	-48,5	-	-
	0,30	1476	1202	1460	1748	1309	1338	1422	-1390	-49,4	-86	-5,68
	0,45	1690	1483	1597	1929	1593	1559	1642	-1483	-47,5	134	8,89

Коэффициент водопотребления в значительной степени зависит от почвенно-климатических факторов и показывает суммарный расход воды культурой на формирование единицы продукции (включая расход воды на транспирацию и испарение с поверхности почвы).

Исследования показали, что даже в условиях острого дефицита влаги в почве на формирование единицы продукции гречиха затрачивает значительное количество водных ресурсов. Например, на участках, где посев проводили рядовым способом, с шириной междурядий 0,15 м, а минеральные удобрения не вносили, в пересчете на формирование 1 тонны зерна гречихи расходовалось от 2598 м³/т воды в 2011 году до 4053 м³/т в 2010 году, или 2928 м³/т в среднем за анализируемый период. Урожайность гречихи во все годы исследований на данном варианте была менее 1,0 т.

Проведенные опыты указывают на то, что количество расходуемой влаги для формирования одной тонны зерна гречихи, может меняться в зависимости от дозы вносимых удобрений и способа посева. В среднем за годы исследований в зависимости от варианта опыта коэффициент водопотребления изменялся от 1399 до 3125 м³/т.

На участках, где посев проводили рядовым способом, внесение минеральных удобрений дозой N₃₀P₁₅ позволило существенно повысить эффективность использования воды на формирование урожая гречихи в рисовых чеках. В среднем за годы исследований коэффициент водопотребления гречихи для этого варианта составил 1808 м³/т. Еще меньше, в среднем 1465 м³/т (с изменением по годам от 1394 м³/т в 2008 году до 1678 м³/т в 2010 году), воды на формирование урожая затрачивалось при внесении удобрений дозой N₆₀P₃₀. Это, в среднем, на 50,1 % меньше, чем на участках, где внесение минеральных удобрений не было предусмотрено. Однако дальнейшее повышение дозы внесения удобрений (до N₉₀P₄₅) уже не обеспечивало положительного эффекта. Коэффициент водопотребления гречихи для этого варианта составил в среднем за шесть лет - 1508 м³/т.

Таким образом, внесение минеральных удобрений обеспечивает влагосберегающий эффект при возделывании гречихи в рисовых чеках с повышением дозы

до $N_{60}P_{30}$. Данная закономерность сохранялась при всех способах посева во все годы исследований. Исключением стал 2008 год, когда с повышением дозы внесения минеральных удобрений до $N_{90}P_{45}$ происходило снижение коэффициента водопотребления в среднем на 46-126 м³/т.

Выявлена возможность повышения эффективности расходования воды на формирование урожая зерна за счет использования широкорядного (0,30 м) способа посева гречихи. В сравнении с вариантами, где гречиху сеяли рядовым способом, данный способ посева позволил экономить на формировании каждой тонны зерна в среднем до 66-116 м³/т влаги. При данном способе посева значение коэффициента водопотребления на участках с естественным плодородием в среднем составило 2812 м³/т, что на 116-313 м³/т меньше, чем при других способах посева. Внесение минеральных удобрений дозой $N_{30}P_{15}$ позволило добиться расхода воды на формирование тонны зерна гречихи в пределах 1698 м³/т. При сочетании дозы удобрений $N_{60}P_{30}$ и широкорядного (0,30 м) способа посева, коэффициент водопотребления составил в среднем за шесть лет - 1399 м³/т, с колебаниями по годам от 1253 м³/т в 2011 году до 1711 м³/т в 2010 году. Указанное различие коэффициента водопотребления по годам, прежде всего, обусловлено продуктивностью посева гречихи в рисовых чеках, зависящей от общего ресурса влаги, доступной корневой системе растений.

Увеличение ширины междурядий до 0,45 м приводило к снижению эффективности расходования воды на формирование урожая на 96-197 м³/т или 5,3-8,9 % по сравнению с рядовым способом посева.

Таким образом, регулирование уровня минерального питания и изменение ширины междурядий в определенной последовательности снижают либо повышают затраты воды на формирование урожая. Для оценки совокупного влияния этих факторов на эффективность водопотребления гречихи нами была получена модель, описывающая установленные закономерности (рисунок 3.3):

$$K_E = 3334 - 3823 \cdot s + 7100 \cdot s^2 - 45,4 \cdot N + 0,334 \cdot N^2,$$

где K_E – коэффициент водопотребления гречихи, м³/т;

s – ширина междурядий, м;

N – коэффициент, характеризующий режим дополнительного минерального питания, численно равный дозе вносимого минерального азота, кг д.в./га.

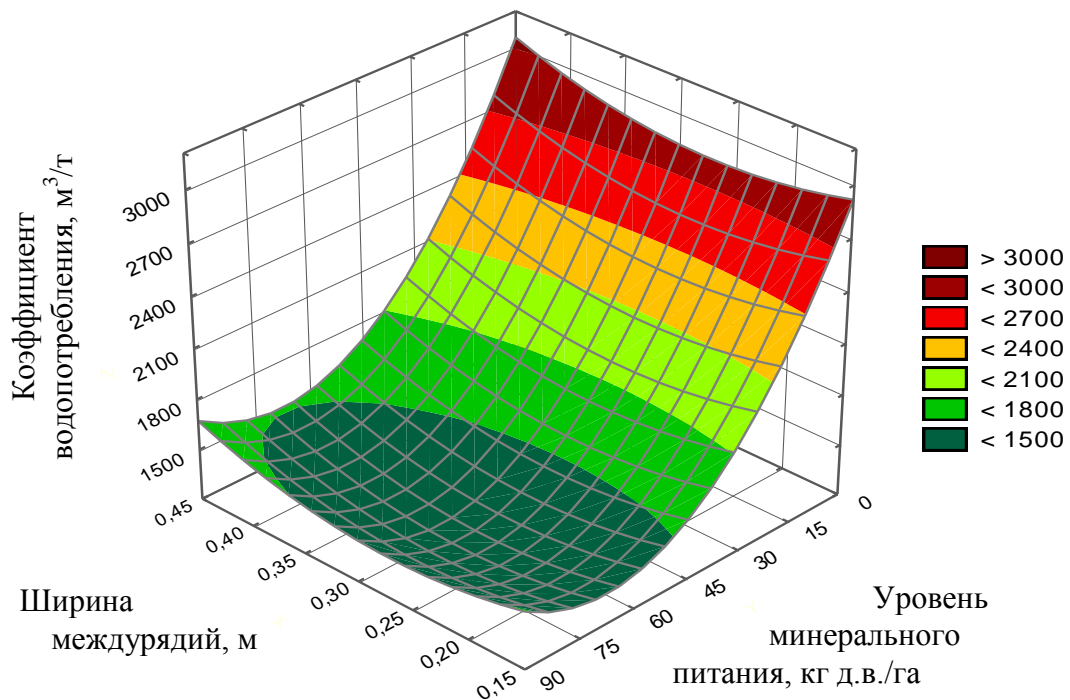


Рисунок 3.3 - График зависимости коэффициента водопотребления гречихи от уровня минерального питания и способа посева

Высокое значение коэффициента детерминации, $R^2 = 0,857$, позволяет использовать построенную зависимость при подборе выгодных сочетаний регулируемых факторов для управления продукционным процессом гречихи.

Анализ графика на рисунке 3.3 визуально подтверждает выявленные закономерности изменения коэффициента расхода влаги под влиянием уровня минерального питания и ширины междурядий. Например, повышение уровня минерального питания гречихи сопровождалось снижением коэффициента водопотребления на 38,3-50,3 %. Увеличение ширины междурядий с 0,15 до 0,3 м сопровождалось ростом эффективности использования воды на формирование урожая зерна в пределах 3,9-6,1 %. Дальнейшее увеличение ширины междурядий с 0,3 до 0,45 м сопровождалось снижением эффективности использования воды на формирование урожая гречихи.

Из графика зависимости видно, что максимум расходования влаги на формирование единицы урожая зерна гречихи обеспечивался на участках с естественным плодородием при ширине междурядий 0,45 м - от 2952 м³/т в 2007 году до 3355 м³/т в 2010 году. Характерно, что в 2010 году максимальный коэффициент водопотребления получен на участках, где минеральные удобрения не применяли, а посев проводили рядовым способом.

Наиболее эффективно на формирование урожая вода расходовалась на участках, где минеральные удобрения вносили дозой N₆₀P₃₀, рассчитанной на формирование 1,5 т зерна. В зависимости от способа посева на формирование тонны зерна гречихи при данном уровне минерального питания расходовалось в среднем 1399-1562 м³/т. При этом наименьший объем водных ресурсов затрачивался на участках, где посев проводили широкорядным (0,3 м) способом.

Таким образом, в наших опытах коэффициент водопотребления изменяется в широких пределах в зависимости от метеорологических условий конкретных лет, уровня минерального питания и ширины междурядий. Проведенные исследования говорят о том, что наиболее оптимальным с позиций эффективности использования влагозапасов на формирование урожая зерна гречихи является сочетание ширины междурядий 0,3 м с внесением минеральных удобрений дозой N₆₀P₃₀. При данном варианте обеспечивается минимальный расход влаги (в среднем 1399 м³/т), создается оптимальный водный режим почвы, отвечающий биологическим требованиям данной культуры в любую фазу роста и развития.

4. ЗАКОНОМЕРНОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ ГРЕЧИХИ В РИСОВЫХ ЧЕКАХ

4.1 Динамика развития и линейный рост гречихи в рисовых чеках

Самыми простыми, но очень важными показателями, характеризующими продукционный процесс любой сельскохозяйственной культуры, являются показатели роста и развития. Процессы роста и развития у растений гречихи продолжают в течение всего вегетационного периода, а синтез органического вещества продолжается до уборочной спелости посевов. Визуальными индикаторами продукционного процесса являются динамика прохождения фенологических фаз и средняя высота посева.

Даты наступления основных фаз роста и развития и линейная высота растений в опытах регистрировались во все годы проведения исследований. Результаты вычислений продолжительности прохождения межфазных периодов для каждого варианта опыта представлены в приложениях 27-32, а осредненные за годы исследований данные приведены в таблице 4.1.

В среднем по годам, продолжительность периода от посева до появления всходов составила 9 дней. Средняя продолжительность периода «всходы – начало цветения» для гречихи в рисовых чеках составила 22 дня и только на участках, где минеральные удобрения не применяли, а посев проводили рядовым способом, продолжительность этого периода составила 21 день.

С начала цветения до начала плодообразования гречихи в среднем проходит 12-13 суток. Наименьшая продолжительность периода была зарегистрирована на участках без внесения минеральных удобрений с междурядным расстоянием в посевах 0,3 м.

Продолжительность периода от начала плодообразования до начала побурения в опытах составила, в среднем 17-18 дней. Максимальная (18 дней) продолжительность периода отмечена на участках, где посев гречихи проводили широко-рядным (0,45 м) способом при внесении удобрений дозой $N_{60}P_{30}$ или $N_{90}P_{45}$.

Таблица 4.1 - Средняя продолжительность прохождения фаз роста и развития гречихи при возделывании в рисовых чеках (в среднем 2007-2012 гг.)

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период						
		Посев-всходы	Всходы – начало цветения	Начало цветения – начало плодообразования	Начало плодообразования – начало побурения	Начало побурения – уборочная спелость	Посев – уборочная спелость	Всходы – уборочная спелость
без удобрений	0,15	9	21	12	17	19	78	70
	0,30	9	22	13	17	20	80	71
	0,45	9	22	13	17	20	80	72
N ₃₀ P ₁₅	0,15	9	22	13	17	20	79	71
	0,30	9	22	13	17	21	81	72
	0,45	9	22	13	17	20	81	73
N ₆₀ P ₃₀	0,15	9	22	13	17	20	80	71
	0,30	9	22	13	17	21	81	72
	0,45	9	22	13	18	21	82	73
N ₉₀ P ₄₅	0,15	9	22	13	17	20	80	71
	0,30	9	22	13	17	21	81	73
	0,45	9	22	13	18	21	82	73

Для прохождения периода от начала побурения до уборочной спелости в опытах потребовалось, в среднем 19-20 дней на участках без внесения удобрений, и от 20 до 21 дня – на удобренных участках. Наибольшая продолжительность этого периода (в среднем 21 день) была отмечена на участках, где посев проводили широкорядными способами, наименьшая (19 дней) – на участках с шириной между-рядий 0,15 м.

В среднем, продолжительность вегетационного периода гречихи составила 70-73 дня. Наиболее рано (через 70 дней после появления всходов) созревание гречихи отмечалось на участках, где минеральные удобрения не применяли, а посев проводили рядовым способом. Самым продолжительным вегетационным периодом (в среднем, 73 дня) отличались посеы гречихи на участках, где удобрения вносили дозой $N_{90}P_{45}$ с формированием междурядного расстояния 0,3 м, а также на удобренных участках с применением широкорядного (0,45 м) способа посева.

Рост и развитие гречихи зависят от погодных условий и, прежде всего, от количества осадков и температуры воздуха. В отдельные годы погодные условия заметно повлияли на продолжительность межфазных периодов и периода вегетации в целом. Например, в 2008 году с момента появления массовых всходов до созревания зерна гречихи проходило 69-71 сут., а в 2010 году этот период растянулся до 70-77 сут.

Линейный рост растений тесно связан с ходом накопления биомассы и определяется изменением высоты растений. Рост растений гречихи в высоту продолжается в течение всего вегетационного периода, а его темпы наиболее интенсивны в период от начала цветения до начала плодообразования.

Исследованиями установлено, что обеспеченность растений элементами питания и ширина междурядий оказывали определенное влияние на линейный рост растений гречихи (таблица 4.2).

Использование минеральных удобрений способствовало увеличению высоты растений на всех вариантах. При возделывании на фоне естественного плодородия почвы, высота растений гречихи изменялась, в среднем, от 75,7 до 78,2 см. На участках, где удобрения вносили дозой $N_{30}P_{15}$, высота растений достигала 79,2-

82,0 см. Внесение минеральных удобрений даже минимальной в опыте дозой сопровождалось увеличением высоты растений на 3,5-3,8 см. На удобренном фоне питания на 1,5 и 2,0 т/га растения гречихи имели высоту на уровне 80,5-83,6 см.

Таким образом, применение минеральных удобрений (в сравнении с посевами гречихи без удобрений) сопровождалось увеличением средней высоты растений на 3,5-5,4 см или 4,8-6,9 %. Наименьшая существенная разность по этому фактору составила 1,56 см, следовательно, в сравнении с неудобренным фоном есть достоверное увеличение высоты. Выявленная закономерность большего линейного роста растений гречихи на удобренных посевах сохранялась во все годы проведения исследований.

Использование широкорядного (0,3 м) способа посева сопровождалось увеличением средней высоты растений гречихи на 1,6-1,8 см (при $НСР_{05}=1,35$ см). При увеличении ширины междурядий с 0,15 до 0,45 м статистически существенных изменений высоты растений гречихи не выявлено.

Наименьшие значения линейного роста, в среднем 75,7 см, формировались при размещении растений рядками через 0,45 м без применения минеральных удобрений. Растения наибольшей высоты были сформированы на участках, где удобрения вносили дозой $N_{60}P_{30}$, а посев проводили с шириной междурядий 0,3 м. На участках этого варианта высота растений гречихи достигала в среднем 83,6 см.

Складывающиеся погодные условия оказывали существенное влияние на активность ростовых процессов. В условиях 2008, 2011 и 2012 гг. растения гречихи отличались большим линейным ростом (77,4-90,4 см), чем в остальные годы проведения исследований - от 68,5 до 81,5 см. Наибольшей высоты растения гречихи достигали в условиях достаточного количества осадков и умеренной среднесуточной температуры воздуха, что и отмечали мы в условиях 2008 года.

Таблица 4.2 - Линейная высота растений гречихи по вариантам опыта

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Средняя высота растений, L, м							Δ L в зависимости от уровня минерального питания		Δ L в зависимости от способа посева	
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	средняя	м	%	м	%
без удобрений	0,15	75,2	83,1	73,7	68,8	78,3	80,7	76,6	-	-	-	-
	0,3	76,4	84,0	75,8	70,6	80,2	82,3	78,2	-	-	1,6	2,1
	0,45	73,8	82,2	73,0	68,5	77,4	79,0	75,7	-	-	-1,0	-1,3
N ₃₀ P ₁₅	0,15	78,6	87,9	77,0	71,3	82,4	84,8	80,3	3,7	4,8	-	-
	0,3	80,0	89,5	78,4	73,7	83,8	86,4	82,0	3,8	4,8	1,6	2,0
	0,45	77,1	86,6	76,2	70,8	80,6	83,6	79,2	3,5	4,6	-1,2	-1,5
N ₆₀ P ₃₀	0,15	79,9	88,3	79,3	73,4	84,6	86,0	81,9	5,3	6,9	-	-
	0,3	81,5	90,4	80,7	74,9	86,1	88,2	83,6	5,4	6,9	1,7	2,1
	0,45	78,7	87,1	78,3	72,4	82,8	85,1	80,7	5,1	6,7	-1,2	-1,4
N ₉₀ P ₄₅	0,15	79,3	88,7	78,4	72,1	83,7	84,9	81,2	4,6	5,9	-	-
	0,3	80,8	90,3	79,9	74,2	85,2	87,4	83,0	4,8	6,1	1,8	2,2
	0,45	78,0	87,5	77,6	72,5	81,3	86,1	80,5	4,9	6,4	-0,7	-0,8
НСР ₀₅	Фактор А	1,47	1,83	1,56	1,34	1,68	1,76	1,56				
	Фактор В	1,28	1,59	1,35	1,16	1,46	1,52	1,35				
	А×В	2,55	3,17	2,71	2,31	2,92	3,04	2,71				

4.2 Фотосинтетическая активность гречихи при возделывании в системе рисового севооборота

Высокая продуктивность сельскохозяйственных культур определяется динамически оптимальным соотношением отдельных элементов фотосинтеза. К основным из них относят: размер ассимиляционного аппарата, фотосинтетический потенциал, интенсивность и продуктивность фотосинтеза.

На формирование и продуктивность работы фотосинтетического аппарата растений большое влияние оказывают температура, водообеспеченность, солнечная радиация, минеральное питание и др. Одной из задач наших исследований было установить основные особенности изменения фотосинтетических показателей гречихи при различном минеральном питании и разных способах посева в условиях использования остаточной после риса почвенной влаги.

При наблюдении за фотосинтетической деятельностью растений в посевах гречихи нами определялся ход нарастания площади листьев и прирост урожая сухой массы в целом за период вегетации и за отдельные фенологические фазы роста и развития растений в зависимости от уровня минерального питания и способа посева.

Листовая поверхность является главным рабочим органом зеленых растений, а размер урожая существенно определяется ее величиной. В наших исследованиях на размер и динамику развития листовой поверхности оказали воздействие агротехнические, климатические и биологические факторы: уровень минерального питания, способ посева, метеорологические условия года, фенологические фазы развития гречихи.

Осредненные данные по площади листьев по каждому году проведения исследований представлены в приложениях 33-39, а также послужили исходным материалом для построения диаграмм, приведенных в приложениях 40-46.

Анализ развития листового аппарата гречихи в зависимости от уровня минерального питания и способа посева показывает, что в период «всходы – начало

цветения» идет незначительное развитие листовой поверхности. В среднем за шесть лет, площадь листьев гречихи в фазу всходов составляла 3,2 тыс. м²/га, а к началу фазы цветения - от 9,7 до 12,1 тыс. м²/га (приложение 39). Уровень минерального питания и способ посева не оказывали значительного влияния на динамику роста площади листьев в эти, наиболее ранние, фазы роста и развития.

Интенсивное образование листьев начинается в период от начала цветения до начала плодообразования. За этот период площадь листовой поверхности посевов гречихи за счет образования новых листьев увеличилась в 2,3-2,5 раза и в фазу начала плодообразования составляла 22,5-29,5 тыс. м²/га.

В фазу побурения площадь листового аппарата гречихи достигала максимума за вегетационный период: облиственность растений по вариантам опыта варьировала от 26,1 до 32,8 тыс. м²/га. В период «начала плодообразования – начало побурения» влияние ширины междурядий и дозы внесения минеральных удобрений на площадь листьев гречихи было наиболее заметным.

На опытном поле была выявлена существенная вариация максимальной площади листьев гречихи в зависимости от условий, регулируемых в соответствии с принятыми вариантами, а также по годам проведения исследований (таблица 4.3).

Наименьшие значения максимальной за вегетационный период площади листьев гречихи формировались при размещении растений рядками через 0,45 м без применения минеральных удобрений. На участках этого варианта был сформирован листовой аппарат площадью от 24,7 тыс. м²/га в 2009 году до 28,1 тыс. м²/га в 2007 году. Наибольшие значения максимальной за вегетационный период площади листьев гречихи были получены на участках, где удобрения вносили дозой N₆₀P₃₀ при ширине междурядий посева 0,3 м. На участках этого варианта было сформировано от 32,1 тыс. м²/га в 2007 и 2009 годах до 33,5 тыс. м²/га в 2011 году максимальной за вегетацию площади листьев.

Применение минеральных удобрений и оптимизация расстояния между рядками растений в совокупности позволило увеличить максимальную площадь листьев более чем в 1,2 раза.

Таблица 4.3 - Максимальная площадь листьев гречихи по вариантам опыта, тыс. м²/га

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Максимальная площадь листьев, S_{max} , тыс. м ² /га							ΔS_{max} в зависимости от уровня минерального питания		ΔS_{max} в зависимости от способа посева	
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	средняя	тыс. м ² /га	%	тыс. м ² /га	%
без удобрений	0,15	28,8	29,3	28,3	25,1	29,2	29,2	28,3	-	-	-	-
	0,3	28,9	29,5	28,5	25,4	29,2	29,7	28,5	-	-	0,22	0,77
	0,45	28,1	26,3	24,7	25,8	25,3	26,4	26,1	-	-	-2,22	-7,83
N ₃₀ P ₁₅	0,15	30,0	31,0	29,9	29,1	30,0	30,2	30,0	1,72	6,06	-	-
	0,3	30,2	31,2	30,3	29,6	30,5	30,9	30,5	1,92	6,72	0,42	1,39
	0,45	29,0	28,9	28,1	28,5	28,9	29,3	28,8	2,68	10,28	-1,25	-4,16
N ₆₀ P ₃₀	0,15	31,9	33,0	31,9	31,8	32,2	32,0	32,1	3,82	13,48	-	-
	0,3	32,1	33,4	32,1	32,2	33,5	33,2	32,8	4,22	14,78	0,62	1,92
	0,45	30,2	29,5	30,3	29,8	30,1	29,9	30,0	3,87	14,81	-2,17	-6,74
N ₉₀ P ₄₅	0,15	31,7	32,8	31,4	31,5	31,5	31,6	31,8	3,43	12,12	-	-
	0,3	31,9	33,1	31,7	32,0	33,1	33,0	32,5	3,93	13,79	0,72	2,26
	0,45	29,4	30,4	29,5	29,5	29,5	29,4	29,6	3,52	13,47	-2,13	-6,72
НСР ₀₅	Фактор А	0,37	0,52	0,35	0,29	0,48	0,57					
	Фактор В	0,32	0,45	0,30	0,25	0,41	0,50					
	А×В	0,63	0,89	0,60	0,49	0,83	0,99					

Статистическая обработка результатов эксперимента показала значимость влияния на максимальную площадь листьев исследуемых в опыте факторов (приложения 47-52). Внесение минеральных удобрений даже в небольшой дозе, $N_{30}P_{15}$, способствовало увеличению максимальной площади листьев гречихи на 1,7-2,7 тыс. $m^2/га$ или 6,1-10,3 %, а при повышении дозы до $N_{60}P_{30}$ – на 3,8-4,2 тыс. $m^2/га$ или на 13,5-14,8 % по сравнению с участками на фоне естественного плодородия. Наибольший эффект обеспечивается при внесении удобрений одинарной дозой, а при каждом последующем увеличении дозы роль удобрений в увеличении максимальной площади листьев снижается.

Оптимальное расстояние между рядками для максимального развития листового аппарата составило 0,3 м. В результате обработки полученных в опыте данных было установлено, что оптимизация ширины междурядий на участках с внесением минеральных удобрений обеспечила повышение максимальной площади листьев на 0,42-0,72 тыс. $m^2/га$ или 1,4-2,3 %.

В посевах с междурядным расстоянием 0,45 м было отмечено снижение максимальной площади листьев на 1,25-2,22 тыс. $m^2/га$ или 4,2-7,8 % по сравнению с участками, где посев проводили рядовым способом.

По годам проведения исследований наибольшая вариация максимальной площади листьев отмечена на вариантах без внесения удобрений (4,1-5,2 %).

К уборочной спелости площадь листовой поверхности гречихи уменьшалась почти в два раза и составляла по вариантам опыта от 14,9 до 18,1 тыс. $m^2/га$. Резкое снижение площади листьев связано, в первую очередь, с процессом созревания, вследствие которого происходит отток питательных веществ в генеративные органы и опадание листьев.

Таким образом, наибольшее влияние на динамику роста площади листьев оказывало использование минеральных удобрений в различных дозах. Однако для уровней минерального питания $N_{60}P_{30}$ и $N_{90}P_{45}$ кривые роста площади листьев практически сошлись в одну линию (приложения 40-45). Наиболее сильные изменения площади листьев в зависимости от междурядного расстояния наблюдались в 2011 и 2012 годах. Максимальному листообразованию, в климатической зоне

проведения эксперимента, способствует сочетание широкорядного (0,3 м) способа посева и высокого уровня минерального питания.

Для оценки совокупного влияния рассматриваемых факторов на динамику развития ассимиляционного аппарата гречихи нами была получена модель, описывающая установленные закономерности:

$$S_{\max} = 24,62 + 32,53 \cdot s - 65,0 \cdot s^2 + 0,1036 \cdot N - 0,0007 \cdot N^2,$$

где S_{\max} – максимальная площадь листьев, тыс. м²/га;

s – ширина междурядий, м;

N – коэффициент, характеризующий режим дополнительного минерального питания, численно равный дозе вносимого минерального азота, кг д.в./га.

Коэффициент детерминации зависимости составил 0,8297. Разработанная модель влияния минерального питания и способа посева на площадь листьев показывает, что расхождение между фактическими и расчетными данными составляет менее 2,2 % (рисунок 4.1).

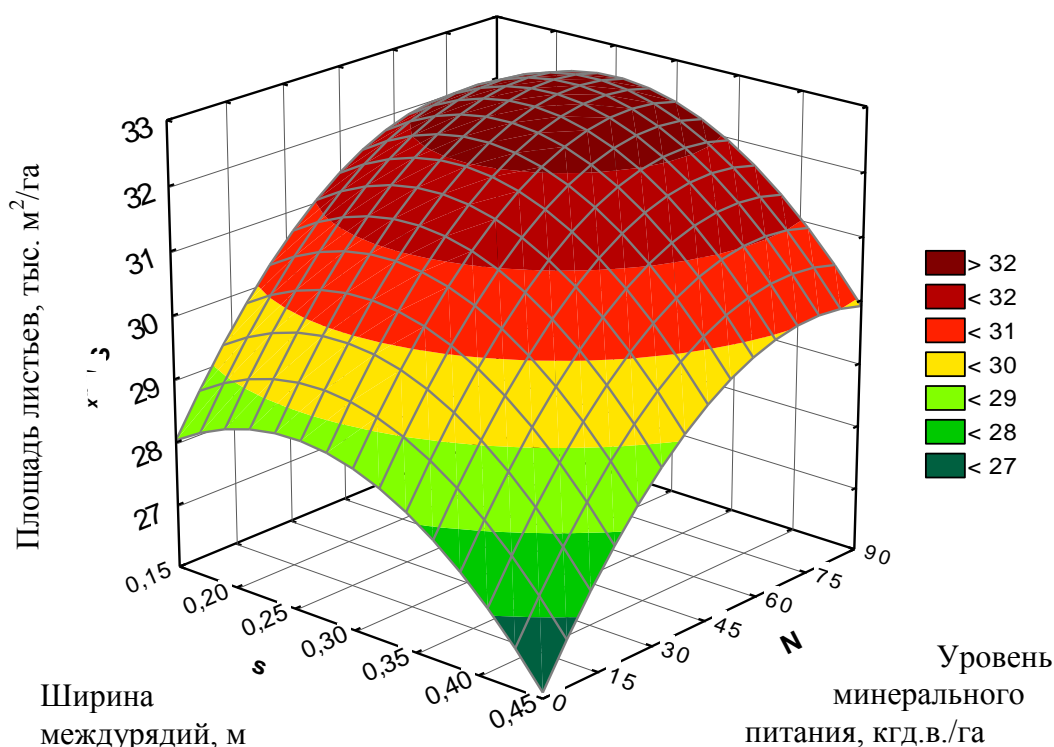
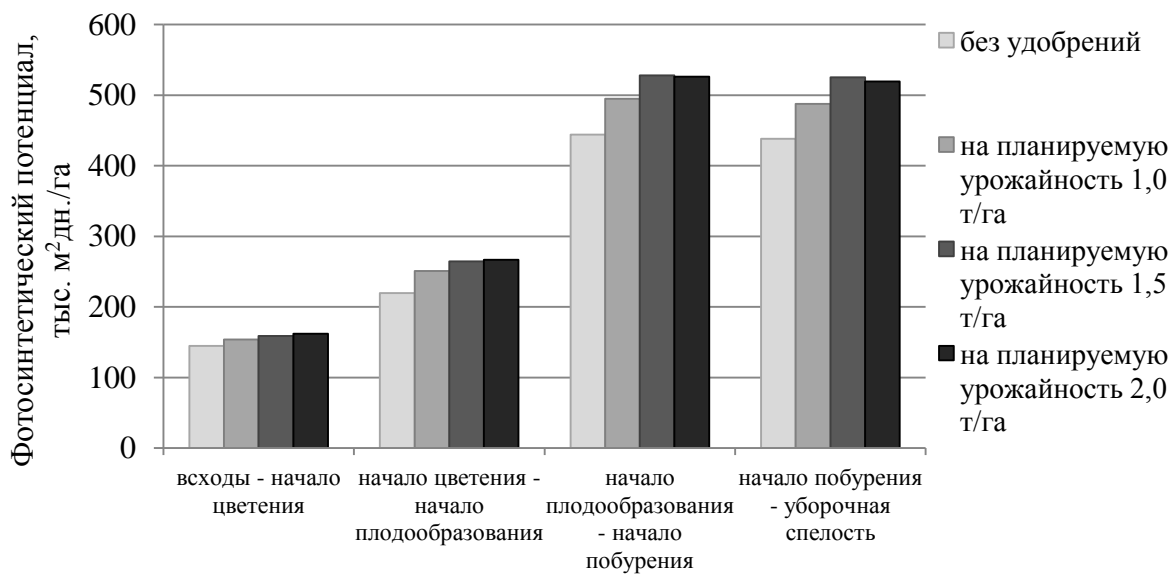
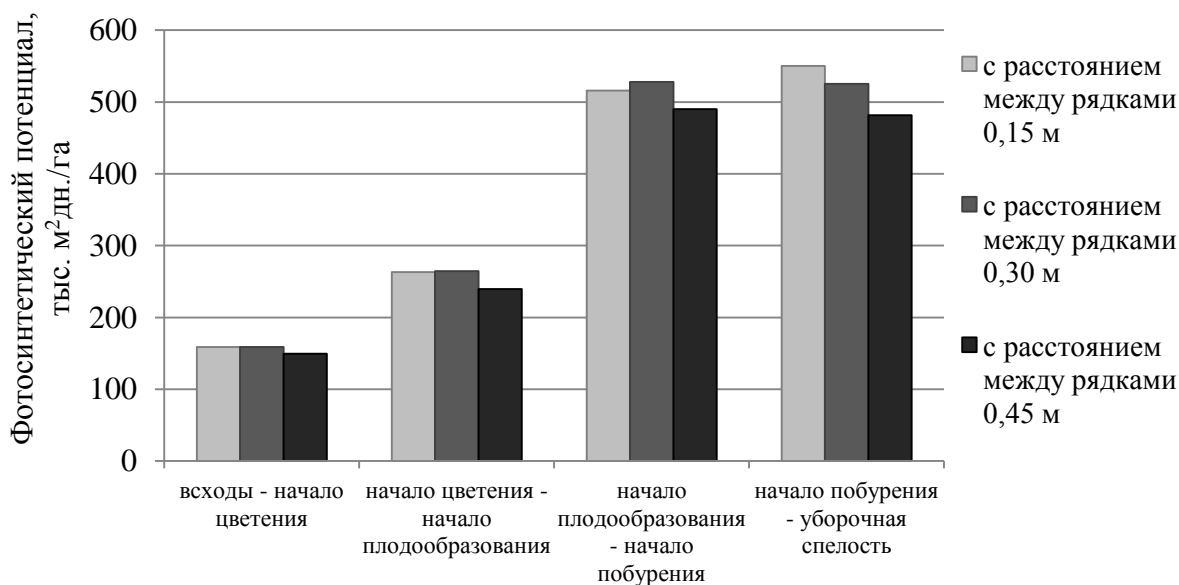


Рисунок 4.1 - Зависимость площади листовой поверхности гречихи от уровня минерального питания и способа посева

Одним из показателей фотосинтетической деятельности посевов, отражающим как размеры листового аппарата, так и продолжительность его работы является фотосинтетический потенциал. Фотосинтетический потенциал растений – это сумма ассимилирующей поверхности одного растения за определенный период вегетации [110, 112]. Динамика накопления фотосинтетического потенциала гречихи за 2007-2012 гг. отражена на рисунке 4.2 и в приложениях 53-59.



а)



б)

Рисунок 4.2 – Фотосинтетический потенциал гречихи в среднем за 2007-2012 гг.: а) в зависимости от дозы удобрений (при ширине междурядий 0,30 м); б) в зависимости от ширины междурядий (на фоне $N_{60}P_{30}$)

В период «начало цветения - начало плодообразования» фотосинтетический потенциал посевов гречихи в среднем за годы исследований (приложение 59) изменялся от 206 тыс. м²дней/га на участках, где на вариантах без удобрений посев проводили рядовым способом, до 267 тыс. м²дней/га на участках, где посев широкорядным (0,30 м) способом сочетали с внесением удобрений дозой N₉₀P₄₅.

Период «начало плодообразования – начало побурения» характеризовался максимальными темпами роста показателя - в 1,9-2,1 раз. В данный период фотосинтетический потенциал гречихи изменялся от 435 тыс. м²дней/га на участках, где посев проводили рядовым способом на фоне естественного плодородия почвы до 495-528 тыс. м²дней/га на участках, где посев проводили широкорядным (0,30 м) способом с применением минеральных удобрений. В период от начала побурения до уборочной спелости фотосинтетический потенциал посевов гречихи, по сравнению с предыдущим периодом роста и развития, изменился незначительно.

Уровень минерального питания и изменение ширины междурядий оказывали влияние на накопление фотосинтетического потенциала гречихи с самых ранних периодов роста и развития. В течение всего вегетационного периода, разница в накоплении фотосинтетического потенциала по вариантам с уровнем минерального питания N₆₀P₃₀ и N₉₀P₄₅ была малозаметной.

Практически по всем вариантам, в 2007, 2008 и 2010 годах фотосинтетический потенциал имеет наибольшие значения в период от начала плодообразования до начала побурения, а в 2009, 2011 и 2012 годах - в период «начало побурения – уборочная спелость». Вместе с тем общие закономерности развития фотосинтетических процессов в течение вегетационного периода сохранялись во все годы проведения исследований. Исключение составили 2008 и 2009 годы, когда фотосинтетический потенциал на участках, где применяли рядовой способ посева, заметно превышал этот показатель на участках с шириной междурядий 0,3 м.

Анализируя, полученные в результате проведенных опытов данные, установлено, что существует корреляционная зависимость суммарного значения накопленного фотосинтетического потенциала за период роста и развития растений и

максимума развития площади листового аппарата. Коэффициент корреляции при этом равен 0,913 (рисунок 4.3).

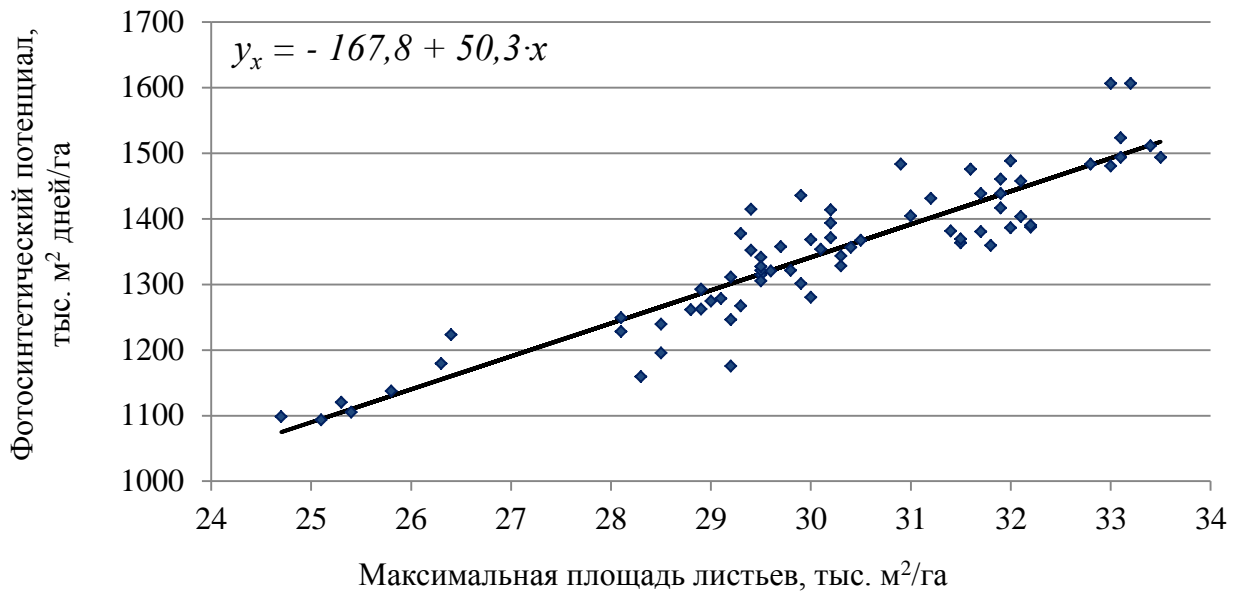


Рисунок 4.3 - График взаимосвязи фотосинтетического потенциала и максимальной площади листьев

Рассмотрим изменение суммарного фотосинтетического потенциала, накопленного за весь период вегетации гречихи в зависимости от уровня минерального питания и способа посева (таблица 4.4). Применение минеральных удобрений минимальной дозой сопровождалось ростом суммарного фотосинтетического потенциала посевов гречихи на 9,9-11,2 %. При повышении уровня минерального питания до $N_{60}P_{30}$ или $N_{90}P_{45}$ данный показатель фотосинтетической деятельности возрастал на 15,2-18,4 % по сравнению с контролем. На вариантах с шириной междурядий 0,3 м суммарный фотосинтетический потенциал посева гречихи возрастал на 3-4 %, а при увеличении междурядного расстояния до 0,45 м, напротив, снижался на 3,6-5,1 % по сравнению с рядовым способом посева.

Наименьшим суммарным фотосинтетическим потенциалом посева гречихи обладали на участках, где минеральные удобрения не использовались, а посев проводили с шириной междурядий 0,15 и 0,45 м (в среднем 1168-1211 тыс. м²дн./га). Наибольшее накопление фотосинтетического потенциала, в среднем 1479 тыс. м²дн./га, обеспечивалось на участках, где удобрения вносили дозой $N_{60}P_{30}$, а расстояние между рядками было принято равным 0,30 м.

Таблица 4.4 - Суммарный фотосинтетический потенциал посевов гречихи

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Фотосинтетический потенциал, ФП, тыс. м ² дн./га							Δ ФП в зависимости от дозы удобрений		Δ ФП в зависимости от ширины междурядий	
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	средняя	тыс. м ² дн./га	%	тыс. м ² дн./га	%
без удобрений	0,15	1261	1267	1159	1093	1175	1311	1211	-	-	-	-
	0,30	1262	1314	1195	1105	1246	1357	1247	-	-	36	2,97
	0,45	1249	1179	1098	1137	1120	1223	1168	-	-	-43	-3,55
N ₃₀ P ₁₅	0,15	1368	1404	1301	1278	1280	1413	1341	130	10,73	-	-
	0,30	1393	1431	1328	1320	1367	1483	1387	140	11,23	46	3,43
	0,45	1274	1292	1228	1239	1292	1377	1284	116	9,93	-57	-4,25
N ₆₀ P ₃₀	0,15	1438	1480	1416	1359	1390	1488	1429	218	18,00	-	-
	0,30	1457	1511	1403	1387	1493	1606	1476	229	18,36	47	3,29
	0,45	1371	1341	1343	1321	1353	1435	1361	193	16,52	-68	-4,76
N ₉₀ P ₄₅	0,15	1438	1483	1381	1363	1369	1475	1418	207	17,09	-	-
	0,30	1460	1523	1380	1386	1493	1606	1475	228	18,28	57	4,02
	0,45	1352	1356	1305	1321	1327	1414	1346	178	15,24	-72	-5,08

Таким образом, только при оптимальном сочетании двух изучаемых факторов, уровня минерального питания и способа посева, возможно создание благоприятных условий для роста и питания растений гречихи, что в свою очередь способствует повышению фотосинтетического потенциала посевов гречихи.

Наряду с размерами ассимиляционного аппарата для определения эффективности продукционных процессов используется такой показатель, как чистая продуктивность фотосинтеза. Чистая продуктивность фотосинтеза представляет собой прирост сухой массы растений в граммах за определенное время (сутки), отнесенный к единице листовой поверхности [124]. Динамика изменения чистой продуктивности фотосинтеза отражена на рисунке 4.4 и в приложениях 60-66.

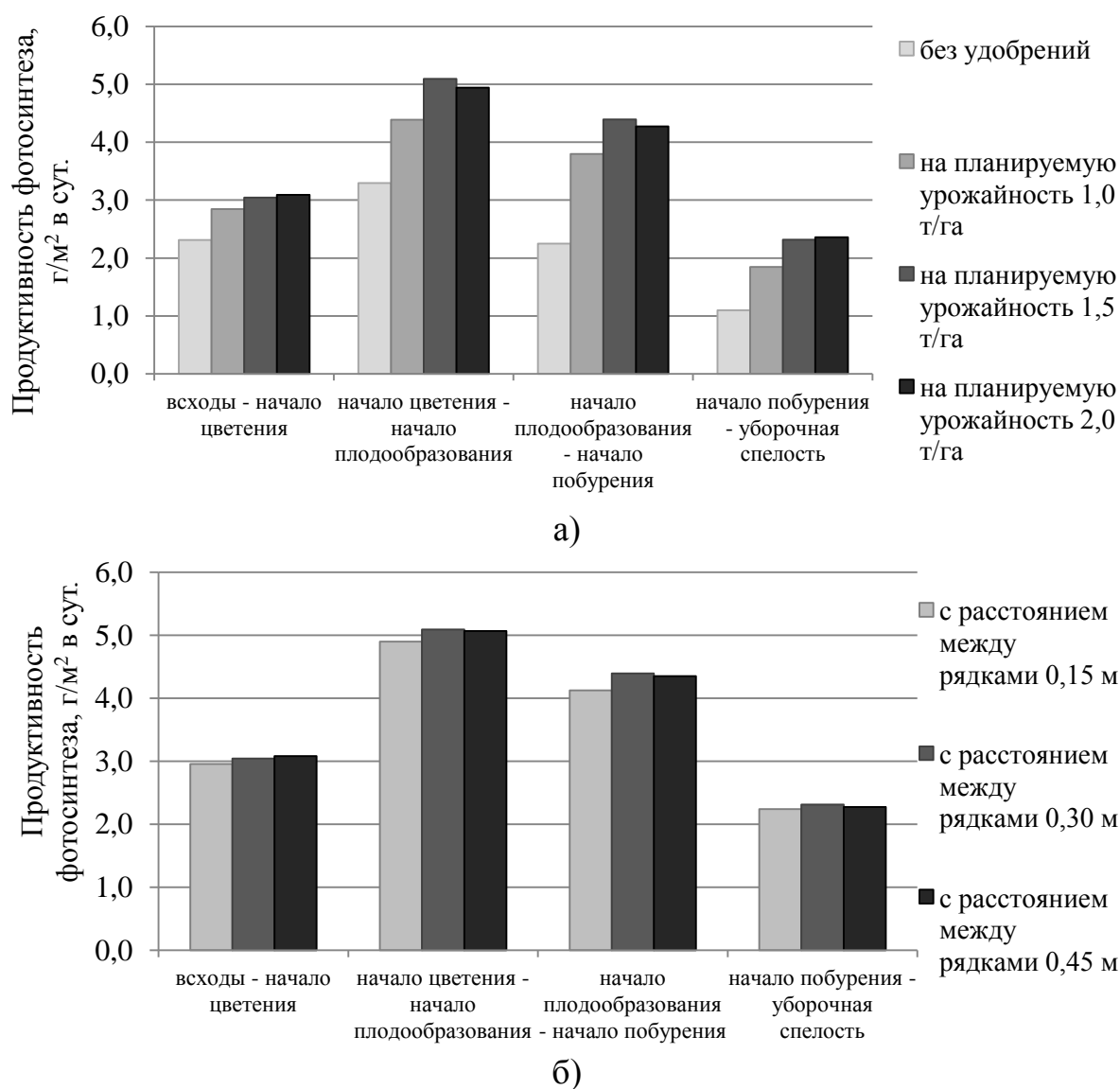


Рисунок 4.4 – Продуктивность фотосинтеза гречихи в среднем за 2007- 2012 гг.: а) в зависимости от дозы удобрений (при ширине междурядий 0,30 м); б) в зависимости от ширины междурядий (на фоне N₆₀P₃₀)

В среднем по годам исследований (приложение 66) в период «всходы-начало цветения» средняя величина чистой продуктивности фотосинтеза составляла от 2,25 до 3,11 г/м² в сутки, максимально увеличиваясь до 3,14-5,09 г/м² в сутки во время интенсивного образования листьев - от начала цветения до начала плодообразования. В последующие периоды роста и развития наблюдается снижение продуктивности фотосинтеза гречихи, составляя, соответственно, 2,13-4,39 г/м² в сутки и 1,02-2,36 г/м² в сутки. Таким образом, наибольшие значения чистой продуктивности фотосинтеза по всем вариантам опыта имеет в период от начала цветения до начала плодообразования, и снижается в период активного формирования хозяйственно-ценной части урожая.

Для более объективной оценки влияния уровня минерального питания и способа посева на фотосинтетическую активность гречихи используем средневзвешенную величину ее значений за вегетационный период (таблица 4.5).

Анализ средней продуктивности фотосинтеза гречихи говорит о том, что изменчивость этого показателя во времени слабая (в пределах 10%). Наименьшая вариация, 1,6-3,9 %, отмечена на вариантах с внесением удобрений минимальной в опыте дозой.

Продуктивность фотосинтеза гречихи в среднем за вегетационный период, изменялась в пределах 2,0-3,7 г/м² в сут. Расчеты показали, что при внесении удобрений в посевах гречихи после риса дозой N₃₀P₁₅, средняя продуктивность фотосинтеза возрастала на 0,99-1,07 г/м² в сут., а с увеличением уровня минерального питания до N₆₀P₃₀ или N₉₀P₄₅ – еще на 0,45-0,54 г/м² в сут. Использование широко-рядных способов посева способствовало увеличению средней продуктивности фотосинтеза на 0,1-0,19 г/м² в сут. или 3,1-6,4 %.

Наиболее высокие показатели чистой продуктивности фотосинтеза, 3,69 г/м² в сут. в среднем за вегетацию, наблюдаются у растений гречихи на вариантах с внесением минеральных удобрений дозой N₆₀P₃₀ при посеве широко-рядным (0,3 м) способом.

Таблица 4.5 - Средняя продуктивность фотосинтеза гречихи при возделывании после риса

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Продуктивность фотосинтеза, ПФ, г/м ² в сут.							Δ ПФ в зависимости от дозы удобрений		Δ ПФ в зависимости от ширины междурядий	
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	средняя	г/м ² в сут.	%	г/м ² в сут.	%
без удобрений	0,15	1,93	2,13	2,03	1,66	2,11	2,11	2,00	-	-	-	-
	0,30	2,02	2,30	2,05	1,75	2,18	2,34	2,11	-	-	0,11	5,60
	0,45	1,97	2,28	2,09	1,90	2,14	2,18	2,09	-	-	0,10	4,96
N ₃₀ P ₁₅	0,15	3,01	3,11	3,02	2,74	3,05	2,99	2,99	0,99	49,66	-	-
	0,30	3,18	3,28	3,12	3,17	3,14	3,18	3,18	1,07	50,82	0,19	6,41
	0,45	3,18	3,24	3,18	2,95	3,14	3,14	3,14	1,05	49,98	0,15	5,18
N ₆₀ P ₃₀	0,15	3,43	3,71	3,53	3,20	3,64	3,63	3,52	1,53	76,49	-	-
	0,30	3,60	3,93	3,60	3,32	3,86	3,85	3,69	1,59	75,29	0,17	4,88
	0,45	3,59	3,84	3,69	3,31	3,81	3,77	3,67	1,58	75,27	0,15	4,23
N ₉₀ P ₄₅	0,15	3,41	3,85	3,45	3,22	3,49	3,50	3,49	1,49	74,71	-	-
	0,30	3,46	4,20	3,53	3,26	3,75	3,69	3,65	1,54	73,21	0,16	4,69
	0,45	3,42	3,98	3,60	3,23	3,68	3,66	3,59	1,50	71,68	0,11	3,13

Таким образом, внесение минеральных удобрений в опытах довольно результативно отразилось на величине чистой продуктивности фотосинтеза. Применение минеральных удобрений даже минимальной дозой сопровождалось увеличением продуктивности фотосинтеза в 1,5 раза, а при уровне минерального питания $N_{60}P_{30}$ или $N_{90}P_{45}$ фотосинтетическая активность возрастала на 71,7-76,5 % по сравнению с контролем.

4.3 Динамика накопления органического вещества посевами гречихи в зависимости от уровня минерального питания при разных способах посева

Накопление сухой биомассы посева определяется совокупностью процессов, определяющих формирование фотосинтетического потенциала и чистую продуктивность фотосинтеза. Результаты измерения динамики накопления сухой биомассы гречихи в течение вегетационного периода, а также в зависимости от уровня минерального питания и способа посева представлены в приложениях 67-79.

Динамика накопления биомассы посева характеризовалась малой интенсивностью в период от всходов до начала цветения, быстро возрастающей с начала фазы цветения растений и замедляющейся после фазы побурения. Эта общая для всех вариантов закономерность сохранялась в течение всего периода исследований. Максимальная прибавка массы растений наблюдалась с начала фазы плодообразования. Уменьшение интенсивности нарастания массы растений в конце периода вегетации происходило вследствие опадения листьев, засыхания цветков, завязей и некоторой части созревших зерен.

Изменение уровня минерального питания оказывало заметное влияние на накопление органического вещества с начала фазы цветения и усиливалось в последующие фазы роста и развития. Различия в накоплении сухой биомассы по вариантам с дозами удобрений $N_{60}P_{30}$ и $N_{90}P_{45}$ были видимы только с начала фазы плодообразования. Общие закономерности накопления сухой биомассы в течение вегетационного периода сохранялись во все годы проведения исследований, за

исключением 2008 года, когда наибольшие значения сухой массы посева гречихи были получены при внесении удобрений максимальной в опыте дозой.

Влияние способа посева на динамику накопления сухого вещества посевами гречихи было отмечено с начала фазы цветения. При этом в 2007, 2009, 2011 и 2012 годах кривые по этому фактору на вариантах, где посев проводили с шириной междурядий 0,15 и 0,45 м, почти сошлись в одну линию.

Многолетние результаты опытов показывают неравномерность накопления сухой биомассы гречихи в основные фазы роста и развития. В фазу всходов на всех вариантах опыта сухая масса посева составляла в среднем 0,09 т/га. В фазу цветения масса сухого вещества достигала 0,41-0,59 ц/га, а в начале фазы плодобразования составляла 35-45 % от наибольшей массы посева, формирующейся к уборочной спелости зерна. К началу побурения показатель сухой массы растений увеличивался в среднем в 1,8-2,2 раза и достигал 1,99-4,25 ц/га. За период «начало побурения – уборочная спелость» масса органического вещества гречихи возрастала еще на 22-30 %.

Исследованиями установлено существенное влияние регулируемых в опыте факторов на динамику накопления общей органической массы посева (таблица 4.6, приложения 80-85). При возделывании на фоне естественного плодородия почвы, накопленная за вегетационный период биомасса посева гречихи изменялась, в среднем, от 2,42 до 2,64 т/га. Применение минеральных удобрений позволило активизировать фотосинтетическую деятельность посева и накапливать на 1,58-2,82 т/га сухого вещества больше. Прибавка накопленной за вегетацию биомассы даже при минимальной дозе удобрений составила 64,9-66,9 %.

При прочих равных условиях статистически значимая прибавка биомассы посева обеспечивалась за счет увеличения ширины междурядий с 0,15 до 0,30 м. Применение широкорядного (0,3 м) способа посева, позволило накопить на 0,22-0,45 т/га или 8,5-10,0 % сухого вещества больше, чем при рядовом способе. При увеличении ширины междурядий с 0,15 до 0,45 м статистически существенных изменений накопленной массы сухого вещества выявлено не было.

Таблица 4.6 - Суммарная накопленная биомасса посева гречихи при разных сочетаниях факторов, т/га

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Сухая биомасса посева, М, т/га							Δ М в зависимости от дозы внесения удобрений		Δ М в зависимости от ширины междурядий	
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	средняя	т/га	%	т/га	%
без удобрений	0,15	2,43	2,70	2,35	1,81	2,48	2,76	2,42	-	-	-	-
	0,30	2,55	3,02	2,45	1,94	2,71	3,18	2,64	-	-	0,22	8,94
	0,45	2,46	2,69	2,29	2,17	2,40	2,66	2,45	-	-	0,02	0,86
N ₃₀ P ₁₅	0,15	4,11	4,37	3,94	3,50	3,90	4,22	4,01	1,58	65,25	-	-
	0,30	4,43	4,69	4,15	4,18	4,30	4,71	4,41	1,77	66,92	0,40	10,04
	0,45	4,06	4,19	3,91	3,65	4,06	4,33	4,03	1,59	64,92	0,03	0,66
N ₆₀ P ₃₀	0,15	4,93	5,48	5,00	4,34	5,06	5,40	5,04	2,61	107,71	-	-
	0,30	5,24	5,94	5,06	4,60	5,77	6,18	5,46	2,82	106,87	0,43	8,51
	0,45	4,93	5,15	4,96	4,37	5,16	5,41	5,00	2,55	104,34	-0,04	-0,78
N ₉₀ P ₄₅	0,15	4,90	5,71	4,77	4,39	4,77	5,16	4,95	2,53	104,17	-	-
	0,30	5,06	6,39	4,88	4,52	5,60	5,92	5,39	2,75	104,26	0,45	8,99
	0,45	4,62	5,40	4,70	4,27	4,88	5,18	4,84	2,40	97,97	-0,11	-2,21
НСР ₀₅	Фактор А	0,15	0,20	0,14	0,14	0,16	0,19	0,12				
	Фактор В	0,13	0,17	0,12	0,12	0,14	0,16	0,11				
	А×В	0,26	0,34	0,24	0,24	0,27	0,32	0,21				

Наибольшие значения накопленного за вегетационный период гречихи органического вещества формировались при посеве широкорядным (0,3 м) способом на участках, где удобрения вносили дозой $N_{60}P_{30}$, а в 2008 году – при уровне минерального питания $N_{90}P_{45}$.

Исследованиями установлена зависимость общей органической массы посева гречихи от уровня минерального питания и ширины междурядий. Зависимость представлена уравнением регрессии вида:

$$M = 1,214 + 10,231 \cdot s - 17,185 \cdot s^2 + 0,073 \cdot N - 0,0005 \cdot N^2,$$

где M – суммарная накопленная биомасса посева гречихи, т/га;

s – ширина междурядий, м;

N – коэффициент, характеризующий режим дополнительного минерального питания, численно равный дозе вносимого минерального азота, кг д.в./га.

Коэффициент детерминации равен 0,887. График приведенной зависимости на рис.4.6 визуально подтверждает выявленные закономерности изменения общей сухой биомассы посева с увеличением уровня минерального питания и ширины междурядий.

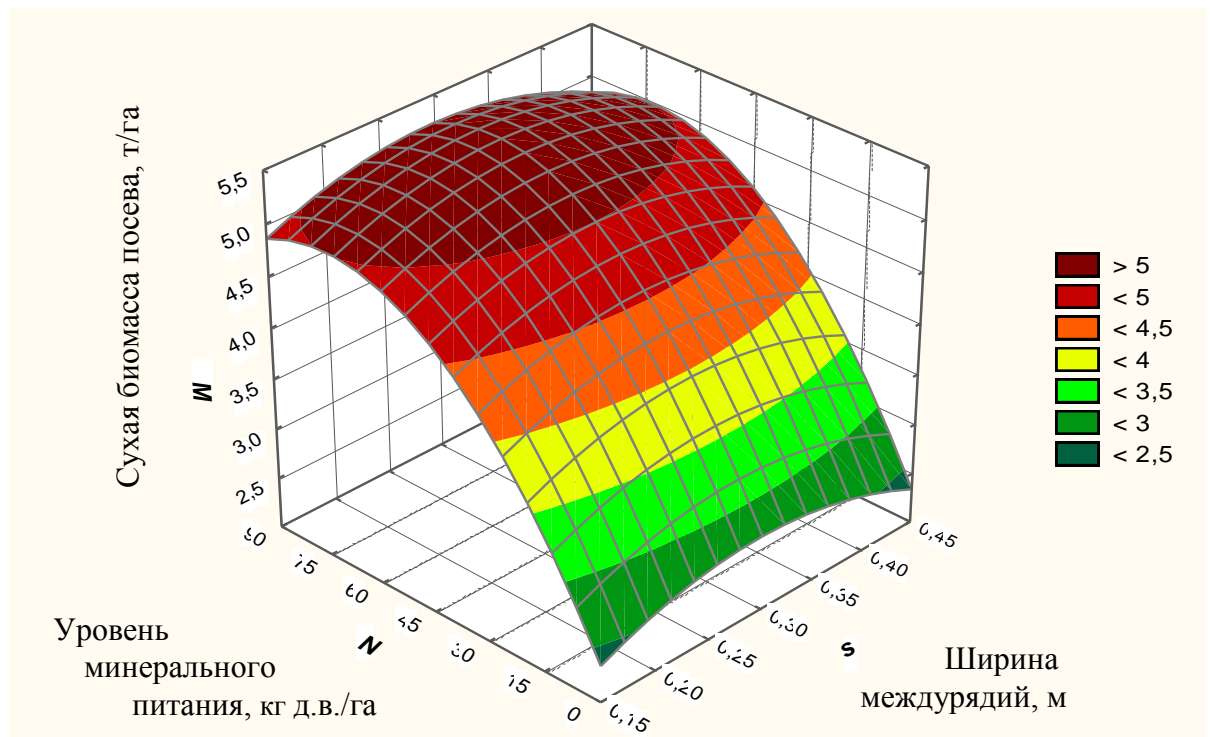


Рисунок 4.6 - График зависимости накопленной за вегетационный период биомассы посева от уровня минерального питания и ширины междурядий

Условия, наиболее благоприятствующие для синтеза и накопления органического вещества, создаются при посеве рядками через 0,3 м и внесении удобрений дозой $N_{60}P_{30}$. На этом варианте общая сухая биомасса посева гречихи в рисовых чеках изменялась от 4,60 т/га в 2010 году до 6,18 т/га в 2012 году.

Наименьшая по годам вариация накопленной за вегетационный период сухой биомассы отмечена на участках, где удобрения вносили дозой $N_{30}P_{15}$ (5,1-6,9 %), а наибольшая – на удобренных участках (7,7-15,2 %).

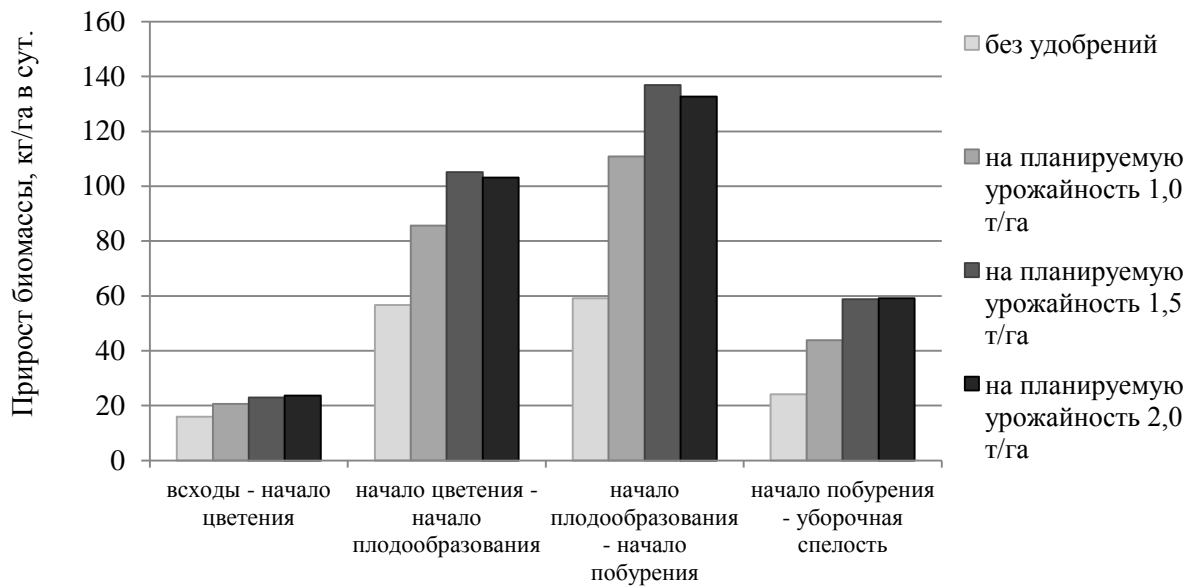
Интенсивность накопления органического вещества посевами является прямым результатом фотосинтетической деятельности и может существенно изменяться в зависимости от условий выращивания в самых широких пределах. Интенсивность фотосинтеза посевов характеризует динамика среднесуточных приростов сухой биомассы растений гречихи (рисунок 4.7, приложение 86-92).

Многолетние результаты опытов показывают неравномерность накопления сухой биомассы гречихи в основные фазы роста и развития. В период от всходов до начала цветения среднесуточные приросты сухого вещества составляли 15-24 кг/га (приложение 92). В период «начало цветения - начало плодообразования» в сутки образовывалось от 53 до 105 кг/га сухой биомассы.

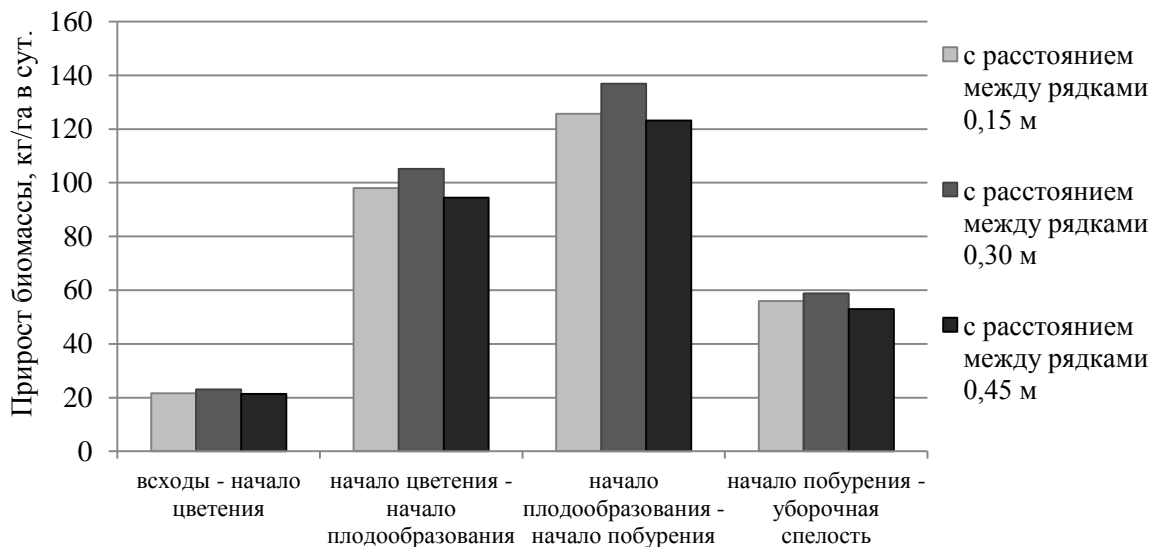
Наибольшие за вегетационный период значения среднесуточных приростов сухого вещества гречихи на всех вариантах опыта складывались в период между началом фазы плодообразования и фазой побурения. В зависимости от сочетания исследуемых в опыте факторов посеvy гречихи формировали от 54 до 137 кг/га сухого вещества в сутки. Следует отметить, что в этот период роста и развития в условиях естественного плодородия среднесуточные приросты сухого вещества не превышали 54-59 кг/га. Внесение удобрений минимальной в опыте дозой способствовало увеличению среднесуточных приростов до 101-111 кг/га. На фоне минерального питания $N_{60}P_{30}$ и $N_{90}P_{45}$ суточные значения приростов сухого вещества достигали 117-137 кг/га.

В период «начало побурения – уборочная спелость» численные значения приростов сухого вещества гречихи составляли 22-59 кг/га, т.е. снизились более чем в два раза. Динамика изменения интенсивности накопления органического веще-

ства в течение вегетационного периода носила четко выраженный характер одно-вершинной кривой во все годы проведения исследований.



а)



б)

Рисунок 4.7 - Динамика накопления органического вещества в среднем за 2007-2012 гг.: а) в зависимости от дозы удобрений (при ширине междурядий 0,30м); б) в зависимости от ширины междурядий (на фоне $N_{60}P_{30}$)

Применение минеральных удобрений обеспечило существенное увеличение интенсивности накопления органического вещества посевами гречихи. Разница в значениях показателя между удобренными и неудобренными вариантами прояв-

лялась уже с самых ранних периодов роста и развития и сохранялась в течение всего вегетационного периода.

Увеличение дозы внесения минеральных удобрений существенно изменяло характер накопления органического вещества посевами в течение вегетационного периода. В период «всходы – начало цветения» наибольшее количество сухого вещества гречихи, в среднем за сутки, накапливалось на участках, где удобрения вносили дозой $N_{90}P_{45}$. В период роста и развития гречихи от начала цветения до уборочной спелости наибольшие значения среднесуточных приростов сухого вещества формировались при внесении дозы минеральных удобрений $N_{60}P_{30}$. Исключением стал 2008 год, когда максимальное значение показателя было получено на вариантах, где применяли удобрения максимальной в опыте дозой.

В зависимости от ширины междурядий интенсивность накопления сухого вещества посевами гречихи на протяжении всего вегетационного периода принимала наибольшие значения на участках, где посев проводили широкорядным (0,3 м) способом. Данная закономерность сохранялась во все годы исследований.

Значения среднесуточных приростов изменялись по годам проведения исследований. Например, в 2010 году в период от начала плодообразования до начала побурения суточные приросты сухого вещества составляли 112 кг/га (сочетание дозы минеральных удобрений $N_{60}P_{30}$ и способа посева с шириной междурядий 0,3 м), в 2007 и 2009 годах – 130-134 кг/га, а в 2008, 2011 и 2012 годах – 147-150 кг/га.

Средневзвешенные значения интенсивности накопления органического вещества посевами гречихи приведены в таблице 4.7. Среднесуточные приросты сухого вещества по годам исследований изменялись в пределах 26-90 кг/га в сут., что в среднем составило 34,3-76,2 кг/га в сут. Последний диапазон значений определяет область варьирования интенсивности накопления органического вещества посевами гречихи в зависимости от условий, регулируемых в соответствии с принятыми вариантами опыта.

Наибольшие изменения интенсивности накопления сухой биомассы были отмечены по режиму минерального питания. На участках без внесения удобрений значения среднесуточных приростов сухого вещества составляли 34,3-37,3 кг/га.

Таблица 4.7 - Интенсивность накопления сухого вещества гречихи в рисовых чеках, т/га

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Среднесуточный прирост сухого вещества, <i>m</i> , кг/га в сут.							Δ <i>m</i> в зависимости от дозы удобрений		Δ <i>m</i> в зависимости от ширины междурядий	
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	средняя	кг/га в сут.	%	кг/га в сут.	%
без удобрений	0,15	35	39	34	26	37	38	34,8	-	-	-	-
	0,30	36	43	35	27	39	44	37,3	-	-	2,5	7,18
	0,45	35	38	32	31	34	36	34,3	-	-	-0,5	-1,44
N ₃₀ P ₁₅	0,15	58	62	55	49	57	58	56,5	21,7	62,2	-	-
	0,30	62	66	58	59	61	64	61,7	24,3	65,2	5,2	9,14
	0,45	57	60	54	51	56	58	56,0	21,7	63,1	-0,5	-0,9
N ₆₀ P ₃₀	0,15	69	78	69	61	72	74	70,5	35,7	102,4	-	-
	0,30	74	84	71	65	81	82	76,2	38,8	104,0	5,7	8,04
	0,45	68	73	69	61	72	72	69,2	34,8	101,5	-1,3	-1,89
N ₉₀ P ₄₅	0,15	69	82	66	62	68	71	69,7	34,8	100,0	-	-
	0,30	71	90	69	64	79	79	75,3	38,0	101,8	5,7	8,13
	0,45	64	76	65	59	68	69	66,8	32,5	94,7	-2,8	-4,07

Применение минеральных удобрений дозой $N_{30}P_{15}$ позволило увеличить интенсивность прироста сухой биомассы на 21,7-24,3 кг/га или 62,2-65,2 %, а при повышении дозы до $N_{60}P_{30}$ или $N_{90}P_{45}$ - обеспечить двукратное увеличение интенсивности накопления органического вещества.

Следует отметить, что повышение уровня минерального питания с $N_{30}P_{15}$ до $N_{60}P_{30}$ способствовало увеличению интенсивности накопления органического вещества посевами на 23,5-24,8 %, однако внесение удобрений сверх этой дозы на динамике среднесуточных приростов биомассы не отражалось.

Влияние ширины междурядий на динамику накопления органической массы посевами гречихи было существенно ниже, чем уровня минерального питания. На участках с шириной междурядий 0,3 м (в сравнении с рядовым способом посева) значения среднесуточных приростов возрастали на 2,5-5,7 кг/га в сут. или 7,2-9,1 %. В посевах гречихи с шириной междурядий 0,45 м статистически значимого изменения средних суточных приростов сухого вещества выявлено не было.

Исследования показали, что вариация интенсивности накопления органического вещества посевами гречихи при выращивании в рисовых чеках имеет вполне определенные закономерности, учет которых позволит с уверенностью управлять продукционным процессом растений. Приведенные данные показывают на возможность существенной интенсификации процесса накопления органического вещества посевами гречихи за счет регулирования условий минерального питания и взаимного размещения растений.

Таким образом, регулирование условий минерального питания в совокупности с оптимизацией междурядного расстояния в посевах гречихи позволяет существенно активизировать фотосинтетическую деятельность посевов и значительно повысить интенсивность накопления органического вещества, создает мощный потенциал для формирования высокопродуктивных посевов. Условия, наиболее благоприятствующие для синтеза и накопления органического вещества гречихи в рисовых чеках, создаются при посеве рядками через 0,3 м и внесении удобрений дозой $N_{60}P_{30}$.

4.4 Структура урожая и уровень продуктивности гречихи

Анализ структуры урожая – важный метод оценки развития культурных растений, он позволяет установить закономерности формирования урожая и проследить его зависимость от многообразия факторов.

Уровень урожая гречихи зависит от параметров основных составляющих структуру урожая элементов: числа растений к уборке на 1 м², количества соцветий на растении, числа семян с одного растения, массы 1000 семян. Рассмотрим роль отдельных элементов структуры урожая в формировании уровня продуктивности гречихи в зависимости от дозы внесения минеральных удобрений при разных способах посева.

Наши исследования показали, что все элементы структуры урожая зерна гречихи изменяются в той или иной степени в зависимости от технологии возделывания и под влиянием факторов внешней среды (таблица 4.8, приложения 93-97).

Одним из важнейших показателей продуктивности гречихи, определяющих структуру урожая, является число сохранившихся к уборке растений на единице площади посева. В опытах, в зависимости от сочетания исследуемых факторов к уборке сохранялось, в среднем, от 80 до 90 шт./м².

В среднем за годы исследований число сохранившихся к уборке растений гречихи на участках с естественным плодородием не превышало 80-84 шт./м². Количество растений на 1 м² на фоне питания 1,0 т/га составляло 82-87 шт. Применение минеральных удобрений дозой N₃₀P₁₅ в сравнении с вариантами, где удобрения не вносили, не обеспечило статистически значимого увеличения числа сохранившихся к уборке растений. Внесение минеральных удобрений дозой N₆₀P₃₀ и N₉₀P₄₅ сопровождалось увеличением числа сохранившихся растений на 4-6 шт./м² по сравнению с контролем (при НСР₀₅ = 3,0 шт./м²).

Число сохранившихся к уборке растений гречихи на участках с шириной междурядий 0,15 и 0,3 м было практически одинаковым, поскольку зафиксированные различия находились в пределах статической ошибки опыта (НСР₀₅ = 2,6 шт./м²).

При увеличении ширины междурядий с 0,15 до 0,45 м число сохранившихся к уборке растений сократилось на 3-5 шт./м².

Таблица 4.8 - Элементы структуры урожая гречихи по вариантам опыта (в среднем 2007-2012 гг.)

Доза удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Число растений к уборке, шт/м ²	Количество соцветий на растении, шт.	Количество семян с одного растения, шт.	Масса семян с одного растения, г	Масса 1000 семян, г
без удобрений	0,15	83	9,3	32,3	0,99	30,6
	0,30	84	10,3	33,7	1,05	31,1
	0,45	80	9,5	33,1	0,99	29,8
N ₃₀ P ₁₅	0,15	87	10,6	46,6	1,54	33,1
	0,30	86	11,8	50,5	1,71	33,8
	0,45	82	10,7	50,7	1,62	32,0
N ₆₀ P ₃₀	0,15	88	11,6	56,3	1,93	34,3
	0,30	88	13	59,0	2,07	35,1
	0,45	84	11,7	59,4	1,98	33,3
N ₉₀ P ₄₅	0,15	89	11,8	54,4	1,87	34,3
	0,30	90	12,8	57,7	2,01	34,9
	0,45	84	11,5	57,1	1,89	33,2
НСР ₀₅	Фактор А	3,0	0,58	2,29	0,079	1,20
	Фактор В	2,6	0,50	1,99	0,069	1,04
	А×В	5,2	1,00	3,97	0,138	2,08

Диапазон варьирования числа соцветий в среднем по годам изменялся от 9,3 до 13,0 шт./раст. При внесении минеральных удобрений минимальной в опыте дозой число соцветий на растении гречихи возрастало на 12,6-14,6 %, а при внесении N₆₀P₃₀ или N₉₀P₄₅ – на 21,1-26,9 %. Также некоторое увеличение количество плодоносящих соцветий (на 8,5-12,1 %) наблюдалось при увеличении ширины междурядий с 0,15 до 0,3 м.

Наши исследования показывают, что внесение минеральных удобрений способствовало увеличению количества сформированных плодов на одном растении

гречихи. Так, на вариантах без удобрений количество семян с 1 растения в среднем составляло 32,3-33,7 шт., а при внесении удобрений дозой $N_{30}P_{15}$ - 46,6-50,7 шт., что больше на 14,3-17,6 шт. или 44,3-53,2 %. Повышение уровня минерального питания до $N_{60}P_{30}$ или $N_{90}P_{45}$ сопровождалось увеличением количества плодов с одного растения на 22,1-26,3 шт. Статистически достоверное влияние способа посева на количество семян с одного растения отмечалось только на вариантах с внесением удобрений. Увеличение ширины междурядий приводило к повышению числа семян на 2,7-4,1 шт. или 4,8-8,8 %.

Масса семян с одного растения гречихи на фоне естественного плодородия почвы не превышала 0,99-1,05 г. При внесении удобрений дозой $N_{30}P_{15}$ продуктивность одного растения увеличивалась на 0,55-0,66 г и составляла 1,54-1,71 г. На фоне питания 1,5 и 2,0 т/га масса семян с одного растения достигала 1,87-2,07 г, то есть была выше на 16,7-25,3 %, чем при минимальном уровне питания. Статистически значимая прибавка массы семян с одного растения обеспечивалась за счет увеличения ширины междурядий с 0,15 до 0,30 м только на удобренных участках. Применение широкорядного (0,3 м) способа посева на данных вариантах позволило увеличить продуктивность одного растения на 0,14-0,17 г (при $НСР_{05}=0,07$ г). При увеличении ширины междурядий с 0,15 до 0,45 м статистически существенных изменений массы семян с одного растения выявлено не было.

В наших опытах, на вес 1000 семян статистически достоверное влияние оказывали только условия минерального питания. На участках с разной шириной междурядий изменения этого показателя находились в пределах ошибки опыта. Масса 1000 семян при возделывании гречихи на фоне естественного плодородия почвы не превышала 29,8-31,1 г. При внесении удобрений и последовательном увеличении дозы масса 1000 семян возрастала на 2,2-4,0 г в сравнении с контролем, достигая максимальных значений, 33,2-35,1 г, при внесении $N_{60}P_{30}$ или $N_{90}P_{45}$.

Совокупность элементов структуры урожая определяла уровень продуктивности зерна гречихи. Урожайность является конечным показателем оценки действия агротехнических приемов и других изучаемых факторов.

Уровень продуктивности зерна гречихи существенно изменялся как по годам исследований, так и по вариантам опыта (таблица 4.9, приложения 98-103).

Наиболее благоприятные условия для гречихи сложились в 2008 и 2012 гг., урожайность по вариантам опыта изменялась от 0,83 до 2,17 т/га. В неурожайном, 2010 году, урожайность гречихи колебалась на уровне 0,57-1,52 т/га. Статистическая обработка данных показала, что изменчивость урожайности по вариантам опыта была неодинакова, но существенной зависимости коэффициента вариации урожайности по годам исследований от уровня минерального питания и способа посева не выявлено.

Анализ действия изучаемых факторов на продуктивность гречихи показал, что минеральные удобрения обеспечивали достоверные прибавки урожая ($НСР_{05}=0,04$ т/га). В среднем за годы исследований в условиях естественного плодородия урожайность зерна гречихи не превышала 0,79-0,88 т/га. Внесение удобрений дозой $N_{30}P_{15}$ способствовало увеличению зерновой продуктивности посевов на 0,52-0,59 т/га или 63,4-68,4 %. На участках, где удобрения применялись минимальной дозой, урожайность зерна гречихи изменялась от 1,33 до 1,47 т/га. Внесение расчетных норм удобрений на планируемую урожайность зерна 1,5 и 2,0 т/га обеспечило прибавку урожая на 0,81-0,94 т/га.

При всех способах посева наиболее продуктивными зарекомендовали себя варианты с уровнем минерального питания $N_{60}P_{30}$. На участках этих вариантов урожайность зерна гречихи достигала 1,66-1,82 т/га. Посевы, на которых применялась максимальная доза удобрений, отличались более низкой урожайностью (1,59-1,81 т/га) по сравнению с участками, где удобрения вносились дозой $N_{60}P_{30}$. Уровень минерального питания $N_{90}P_{45}$ приводит к понижению влагосодержания активного слоя почвы, и таким образом, уже к этапу формирования и роста зерна гречихи, из-за создающегося дефицита запасов почвенной влаги снижается эффективность использования вносимых удобрений. В связи с этим во влажном 2008 году наибольшая урожайность гречихи, независимо от способа посева, была получена на участках, где удобрения вносили дозой $N_{90}P_{45}$.

Таблица 4.9 – Урожайность гречихи в зависимости от уровня минерального питания при разных способах посева

Доза внесения удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Урожайность, Y, т/га							Δ Y в зависимости от уровня минерального питания		Δ Y в зависимости от способа посева	
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	средняя	т/га	%	т/га	%
без удобрений	0,15	0,82	0,92	0,81	0,57	0,87	0,91	0,82	-	-	-	-
	0,30	0,84	0,98	0,84	0,62	0,90	1,10	0,88	-	-	0,06	7,3
	0,45	0,80	0,85	0,72	0,76	0,77	0,83	0,79	-	-	-0,03	-3,7
N ₃₀ P ₁₅	0,15	1,4	1,47	1,34	1,14	1,33	1,37	1,34	0,52	63,4	-	-
	0,30	1,45	1,52	1,42	1,41	1,46	1,53	1,47	0,59	67,0	0,13	9,7
	0,45	1,31	1,35	1,28	1,29	1,33	1,4	1,33	0,54	68,4	-0,01	-0,7
N ₆₀ P ₃₀	0,15	1,69	1,85	1,7	1,46	1,72	1,76	1,70	0,88	107,3	-	-
	0,30	1,74	1,95	1,72	1,52	1,98	2,02	1,82	0,94	106,8	0,12	7,1
	0,45	1,65	1,67	1,68	1,43	1,71	1,82	1,66	0,87	110,1	-0,04	-2,4
N ₉₀ P ₄₅	0,15	1,68	1,92	1,59	1,48	1,61	1,66	1,66	0,84	102,4	-	-
	0,30	1,68	2,17	1,65	1,51	1,91	1,95	1,81	0,87	98,9	0,15	9,0
	0,45	1,52	1,78	1,54	1,4	1,62	1,7	1,59	0,81	102,5	-0,07	-4,2
НСР ₀₅ , т/га		0,05	0,06	0,08	0,05	0,06	0,08	0,04	фактор А			
		0,05	0,05	0,07	0,05	0,05	0,07	0,04	фактор В			
		0,09	0,10	0,13	0,09	0,10	0,14	0,08	взаимодействие факторов АВ			

Исследования показали, что для формирования максимальной продуктивности посев гречихи необходимо проводить с шириной междурядий 0,3 м. Такие параметры посева оказались более эффективными независимо от уровня минерального питания. Посев гречихи с шириной междурядий 0,45 м обеспечил лишь некоторое преимущество на участках без удобрений в 2010 году. В среднем за шесть лет на участках, где посев гречихи проводили рядовым способом, урожайность изменялась от 0,82 до 1,7 т/га, а в посевах с междурядным расстоянием 0,3 м – от 0,88 до 1,82 т/га. В посевах с шириной междурядий 0,45 м урожайность изменялась от 0,79 до 1,66 т/га.

В опытах установлено, что при посеве широкорядным (0,30 м) способом (в сравнении с рядовым) урожайность гречихи увеличивалась на 0,06-0,15 т/га ($НСР_{05}=0,04$ т/га). При увеличении ширины междурядий с 0,15 до 0,45 м статистически существенных изменений урожайности выявлено не было. Увеличение междурядного расстояния с 0,3 м до 0,45 м сопровождалось снижением урожайности гречихи на 0,09-0,22 т/га. Это связано с тем, что при малой плотности посевов значительная доля влаги расходовалась на испарение с почвы и формирование зеленой массы в ущерб будущему урожаю.

Наши исследования показали, что между уровнем минерального питания, способом посева гречихи и величиной урожая существует определенная зависимость. Методами множественного регрессионного анализа была получена модель нелинейной зависимости урожайности зерна гречихи от уровня минерального питания и ширины междурядий:

$$Y = 0,406 + 3,469 \cdot s - 5,981 \cdot s^2 + 0,024 \cdot N - 1,6E - 0,4 \cdot N^2$$

где Y – урожайность гречихи, т/га;

s – ширина междурядий, м;

N – коэффициент, характеризующий режим дополнительного минерального питания, численно равный дозе вносимого минерального азота, кг д.в./га.

Коэффициент детерминации зависимости составил 0,887, что позволяет использовать полученное уравнение регрессии в оптимизационных расчетах и планировании режима минерального питания. Анализ достоверности приведенной

модели показывает, что расхождения между фактическими данными и результатами расчета по модели составляют 7,5 %.

График приведенной зависимости на рисунке 4.8 визуально подтверждает выявленные закономерности изменения урожайности с изменением уровня минерального питания и ширины междурядий.

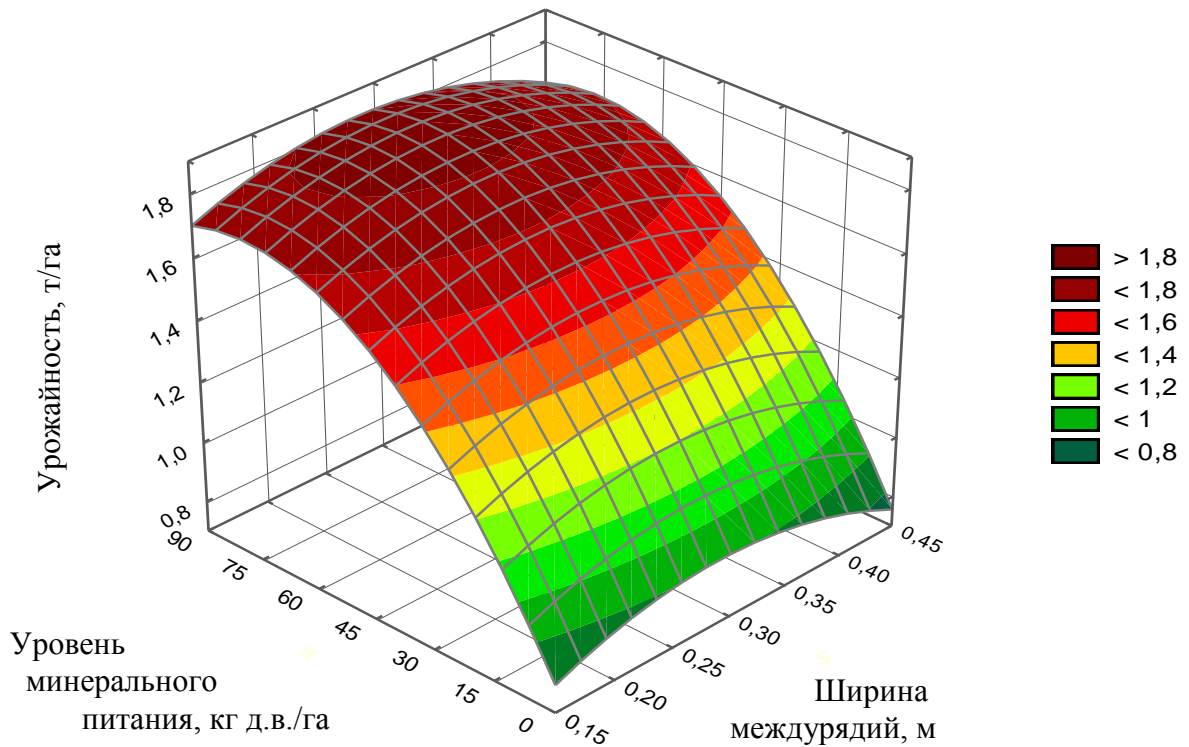


Рисунок 4.8 - График множественной взаимосвязи урожайности гречихи, уровня минерального питания и ширины междурядий

В среднем за годы проведения исследований, выполнение программы получения планируемых урожаев зерна гречихи широкорядными посевами на фоне минерального питания на 1,0 т/га составляло 133-138 %, а на фоне питания на 1,5 т/га - 110,7-115,1 %. Уровень выполнения плана рядовыми посевами был в пределах 147,0 и 121,3 % соответственно. Невыполнение программы в 2010 году на планируемую урожайность 1,5 т/га при ширине междурядий 0,15 и 0,45 м объясняется, в основном, погодными условиями вегетационного периода.

При внесении удобрений дозой $N_{90}P_{45}$, рассчитанной на формирование 2,0 т/га зерна, фактически близкая к планируемому уровню урожайность формировалась только при посеве широкорядным (0,3 м) способом. В среднем по годам выполнение плана на посевах с междурядным расстоянием 0,15 м и 0,3 м составило 83,0 и

90,5 % соответственно. В посевах с шириной междурядий 0,45 м урожайность гречихи не превышала 79,5 % от планируемой урожайности.

Таким образом, условия роста и развития растений, изменяющиеся в зависимости от уровня минерального питания и способа посева, оказали существенное влияние на элементы структуры урожая и продуктивность зерна гречихи. Чем благоприятнее складывались условия для роста и развития растений, тем сильнее было выражено увеличение числа соцветий на растении, количество семян и их масса. В условиях Калмыкии максимальные урожаи зерна гречихи в системе рисового севооборота можно получать, применяя минеральные удобрения дозой $N_{60}P_{30}$ в сочетании с широкорядным (0,3 м) способом посева.

5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГРЕЧИХИ В РИСОВЫХ ЧЕКАХ

Сложное экономическое положение сельскохозяйственных товаропроизводителей и аграрной сферы в целом обуславливает необходимость поиска методов организации производства, которые позволяют обеспечить последовательное повышение эффективности возделывания сельскохозяйственных культур. В связи с этим важное значение приобретают анализ экономической эффективности производства и разработка научно обоснованной системы мер по ее повышению.

Производство гречихи во многих регионах страны экономически выгодно. В тех хозяйствах, где гречиха занимает большие площади и дает высокие урожаи, она является важнейшим источником дохода. Эффективность производства зерна гречихи, как и других сельскохозяйственных культур, зависит, прежде всего, от уровня урожайности в сопоставлении с произведенными затратами.

Для оценки эффективности производства гречихи в зависимости от уровня минерального питания и способа посева нами были взяты следующие показатели: стоимость продукции с 1 га, рублей; производственные затраты на 1 га, рублей; себестоимость 1 т зерна, рублей; чистый доход с 1 га, рублей; рентабельность, %. Для определения стоимости продукции были использованы закупочные цены на зерно гречихи в 2015 году – 22 тыс. руб./т.

Исследования подтвердили, что гречиха является одной из культур рисового севооборота, обеспечивающей гарантированно рентабельное производство, так как на всех вариантах опыта стоимость зерна гречихи превышала затраты на возделывание. Изменение уровня минерального питания и способа посева оказывало существенное влияние на урожайность культуры, что в сочетании со сложившейся ценой реализации определяло изменение величины стоимости продукции по вариантам опыта. При реализации вариантов выращивания гречихи без применения минеральных удобрений стоимость продукции с 1 га составила 17,34-19,36 тыс. руб. Наибольшая стоимость продукции была получена на фоне минерального питания $N_{60}P_{30}$ и составила 36,52-40,08 тыс. руб.

Таблица 5.1 - Экономическая эффективность возделывания гречихи в рисовых чеках в зависимости от уровня минерального питания и способа посева

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Урожайность, т/га	Стоимость продукции с 1 га, руб.	Себестоимость 1 т зерна, руб.	Затраты на 1 га, руб.	Чистый доход с 1 га, руб.	Рентабельность, %
без удобрений	0,15	0,82	17967	16286	13300	4667	35,1
	0,30	0,88	19360	15765	13873	5487	39,5
	0,45	0,79	17343	16220	12786	4557	35,6
N ₃₀ P ₁₅	0,15	1,34	29517	12784	17152	12364	72,1
	0,30	1,47	32230	11763	17233	14997	87,0
	0,45	1,33	29187	12921	17142	12044	70,3
N ₆₀ P ₃₀	0,15	1,70	37327	11533	19568	17759	90,8
	0,30	1,82	40077	10786	19649	20428	104,0
	0,45	1,66	36520	11773	19544	16976	86,9
N ₉₀ P ₄₅	0,15	1,66	36447	13066	21646	14801	68,4
	0,30	1,81	39857	12004	21747	18110	83,3
	0,45	1,59	35053	13560	21605	13448	62,2

Минимальные затраты при возделывании гречихи, 12,79 тыс. руб./га, сложились на участках, где посев проводили широкорядным (0,45 м) способом, а внесение удобрений не предусматривалось. При посеве гречихи рядовым и широкорядным (0,3 м) способами затраты возрастали на 0,51-1,09 тыс. руб./га.

Наименьшая себестоимость, 10,79-11,77 тыс. руб./т, была получена на участках, где удобрения вносили дозой $N_{60}P_{30}$. На фоне питания $N_{30}P_{15}$ и $N_{90}P_{45}$ себестоимость 1 т зерна гречихи была выше и изменялась от 11,76 до 13,56 тыс. руб. Наибольшая себестоимость была получена на контроле – 15,77-16,29 тыс. руб./т. Внесение минеральных удобрений дозой $N_{30}P_{15}$ способствовало снижению себестоимости на 3,3-4,0 тыс. руб., или 20,3-25,4 % по сравнению с вариантами без удобрений. При повышении дозы внесения удобрений до $N_{60}P_{30}$ себестоимость снижалась еще на 0,98-1,25 тыс. руб., однако увеличение уровня минерального питания до $N_{90}P_{45}$ привело к росту себестоимости на 1,22-1,79 тыс. руб.

На участках, где гречиху возделывали без внесения минеральных удобрений, чистый доход варьировал в пределах 4,56-5,49 тыс. руб./га, а рентабельность изменялась от 35,1-39,5 %. Наименьший чистый доход, 4,56 тыс. руб./га, получен на варианте при посеве с шириной междурядий 0,45 м.

Применение минеральных удобрений позволяет не только увеличить урожайность, но и улучшить показатели эффективности возделывания гречихи. Внесение удобрений дозой $N_{30}P_{15}$, рассчитанной на формирование планируемой урожайности зерна 1,0 т/га, требовало увеличения произведенных затрат до 17,14-17,23 тыс. руб./га, при формировании фактической урожайности на уровне 1,33-1,47 т/га. Увеличение стоимости продукции при такой урожайности обеспечило повышение чистого дохода до 12,04-15,00 тыс. руб./га, а рентабельности - до 70,3-87,0 %.

При внесении удобрений дозой $N_{60}P_{30}$, рассчитанной на формирование планируемой урожайности 1,5 т/га, чистый доход увеличился на 12,42-14,94 тыс. руб./га по сравнению с контролем, а рентабельность составила 86,9-104,0 %. Увеличение уровня минерального питания до $N_{60}P_{30}$ сопровождалось повышением затрат на производство в среднем на 2,41 тыс. руб./га.

Дальнейшее повышение дозы внесения удобрений не обеспечивало увеличения показателей эффективности производства. На участках, где минеральные удобрения вносили дозой $N_{90}P_{45}$, величина чистого дохода с единицы посева снизилась до 13,45-18,11 тыс. руб./га, а уровень рентабельности составил 62,2-83,3 %.

На вариантах с применением минеральных удобрений наименьшей величиной чистого дохода и рентабельности характеризовались участки, где посев проводили широкорядным (0,45 м) способом. Снижение чистого дохода по сравнению с контролем составило 2,4-9,1 %.

Наибольший экономический эффект достигался в посевах с шириной междурядий 0,3 м. Прирост чистого дохода в сравнении с вариантами, где посев гречихи проводили рядовым способом, составил 15,0-22,4 %. В сочетании с применением минеральных удобрений широкорядный (0,3 м) способ посева позволил увеличить чистый доход на 2,63-3,31 тыс. руб./га, а рентабельность – на 13,2-14,9 %.

Результаты анализа экономической эффективности возделывания гречихи на остаточной после риса влаге показывают, что максимальный чистый доход, 16,98-20,43 тыс. руб./га, при прочих равных условиях обеспечивается при внесении минеральных удобрений дозой $N_{60}P_{30}$. При таком уровне минерального питания для получения наибольшего дохода, 20,43 тыс. руб./га, и максимальной рентабельности, 104 %, требуется проводить посев с шириной междурядий 0,3 м.

Таким образом, выращивание гречихи в рисовых чеках Калмыкии является экономически выгодным и рентабельным, но в значительной степени определяется уровнем минерального питания и шириной междурядий. Экономически целесообразно производство зерна гречихи в широкорядных посевах с шириной междурядий 0,3 м в сочетании с внесением минеральных удобрений дозой $N_{60}P_{30}$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Теоретическими и экспериментальными исследованиями доказано, что агро-биологические свойства гречихи при соблюдении агротехнических требований позволяют использовать ее в качестве сопутствующей культуры рисовых севооборотов.

Повышение уровня минерального питания гречихи в рисовых чеках за счет внесения минеральных удобрений дозой до $N_{60}P_{30}$ увеличивает линейный рост растений – на 6,7-6,9 %, фотосинтетический потенциал посева – на 193-229 тыс. m^2 дн./га при росте продуктивности фотосинтеза на 1,53-1,59 $г/м^2$. В совокупности это позволяет сформировать посевы, накопленная сухая масса которых на 2,55-2,82 т/га больше, чем при возделывании гречихи на фоне естественного плодородия почвы.

Наибольшая фотосинтетическая активность посевов гречихи при возделывании в рисовых чеках Калмыкии обеспечивается при ширине междурядий 0,3 м. Это обеспечивает увеличение фотосинтетического потенциала посева на 36-57 тыс. m^2 дн./га при совокупном росте продуктивности фотосинтеза на 0,02-0,19 $г/м^2$ в сут. в сравнении с посевом гречихи через 0,15 или 0,45 м.

Почвенная влага посевами гречихи наиболее активно используется до глубины 0,8 м, потребляя из этих горизонтов, в среднем, 985-1183 $м^3/га$ воды. Это составляет 42,2-45,5 % от суммарного водопотребления посевов. Усиление режима минерального питания гречихи за счет внесения минеральных удобрений дозой до $N_{60}P_{30}$ при общем росте биопродуктивности растений сопровождается ростом суммарного водопотребления посевов. Повышение уровня минерального питания сопровождается увеличением суммарного водопотребления на 118-138 $м^3/га$; посев с шириной междурядий 0,3 м – на 52-73 $м^3/га$. Совокупное увеличение суммарного водопотребления достигает 190 $м^3/га$ или 8,1 %.

Наиболее эффективно, 1399-1422 $м^3/т$, вода в рисовых чеках на формирование урожая зерна гречихи расходуется при внесении минеральных удобрений дозой, не менее $N_{60}P_{30}$ и посевах с шириной междурядий 0,3 м.

Посевы гречихи наибольшей продуктивности, 1,81-1,82 т/га, формируются при посеве с шириной междурядий 0,3 м и внесением минеральных удобрений дозой $N_{60}P_{30}$ или $N_{90}P_{45}$. Урожайность гречихи возрастает за счет увеличения количества соцветий, увеличения числа и массы семян на одном растении. Посевы наибольшей продуктивности обеспечиваются при сохранении 88-90 раст./м², формировании, в среднем, 12,8-13,0 соцветий на растении, 57,7-59,0 зерен на растении при массе 1000 семян 34,9-35,1 г.

Выращивание гречихи в рисовых чеках Калмыкии экономически выгодно. Прибавка чистого дохода от применения минеральных удобрений составляет 7,7-14,9 тыс. руб./га. Наибольший чистый доход, 20,43 тыс. руб., можно получить при посеве гречихи с шириной междурядий 0,3 м и внесении минеральных удобрений дозой $N_{60}P_{30}$. При этом обеспечивается рентабельность 104 %.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Для формирования урожайности зерна на уровне 1,8 т/га и получения наибольшего чистого дохода при выращивании гречихи в системе рисовых севооборотов рекомендуется соблюдать следующее:

- посев проводить с шириной междурядий 0,3 м, что обеспечивает лучшие показатели формирования урожая и его структуры;
- минеральные удобрения вносить дозой $N_{60}P_{30}$, что позволяет существенно активизировать фотосинтетическую деятельность и накопление биомассы посева, тем самым, увеличивая уровень потенциальной продуктивности.

Перспективы дальнейшей разработки направления исследований видятся в подборе наиболее адаптированных к условиям Калмыкии сортов гречихи, исследовании влияния смешанных посевов на формирование величины урожая, оценке эффективности использования междурядных обработок в широкорядных посевах при возделывании гречихи в рисовых чеках.

Список литературы

1. Агроклиматические ресурсы Калмыцкой АССР: справочник. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 171 с.
2. Агрономическая тетрадь. Возделывание зерновых культур по интенсивным технологиям / под ред. Б.П. Мартынова. - М.: Россельхозиздат, 1986.- 233с.
3. Адьяев, С.Б. Проблемы рисосеяния в Республике Калмыкия и пути их решения / С.Б. Адьяев, Э.Б. Дедова, Е.А. Ли // Мелиорация и водное хозяйство. - 2007. – №3. – С.17-18.
4. Алексеева, Е.С. Технология возделывания гречихи / Е.С. Алексеева. – Кишинев, 1981. – С. 5–14.
5. Алпатьев, А.М. Влагооборот культурных растений / А.М. Алпатьев. – Л.: Гидрометеиздат, 1954. – 248 с.
6. Анохин, А.Н. Агротехника гречихи в БССР / А.Н. Анохин // В кн.: Биология и возделывание гречихи. - Минск, 1962. - С. 185-197.
7. Анохин, А.Н. Влияние площади питания на урожай гречихи / А.Н. Анохин // Пути повышения урожайности полевых культур. – Межведомственный тематический сборник. - 1974. - Вып. 4. - С. 86-89.
8. Анохин, А.Н. Урожайности гречихи при различных площадях питания / А.Н. Анохин // Пути повышения урожайности полевых культур. – Межведомственный тематический сборник. - 1981. - Вып. 11. - С. 68-73.
9. Анохина, Т.А. Влияние способов уборки на урожай и качество зерна гречихи / Т.А. Анохина, Н.К. Гордеева, В.И. Кранцевич // Известия Академии аграрных наук Беларуси. - 1995. - № 4. - С. 58-61.
10. Анохина, Т.А. Применение гречишной соломы на удобрение / Т.А. Анохина, Т.Г. Бардиян // Земледелие. - 2004. - № 3. - С.30.
11. Антонов, Н. А. Гречиха в Предуралье / Н.А. Антонов. - Ижевск: Удмуртия, 1978. - 180 с.
12. Антонов, Н.А. Влияние сроков и способов посева на урожай гречихи / Н.А. Антонов // В кн.: Наука - производству. - Ижевск, 1971. - С. 83-94.

13. Барнаков, Н.В. Об условиях повышения урожайности гречихи / Н.В. Барнаков // Главный агроном. - 2007. - N 1. - С. 27-31.
14. Бондарев, А.Г. Изменение физических свойств и водного режима почв при орошении / А.Г. Бондарев // Проблемы почвоведения. - 1982. - С. 137-142.
15. Борисова, Н.А. Продуктивность сортов гречихи различных групп спелости на выщелоченных черноземных почвах Тульской области / Н.А. Борисова, М.К. Каюмов // Объединенный научный журнал. М.: Изд-во «Тезарус», 2004. - N 1. - С. 79-80.
16. Бородычев, В.В. Адаптивные технологии возделывания сопутствующих культур рисовых севооборотов Сарпинской низменности: монография / В.В. Бородычев, Э.Б. Дедова, С.Б. Адьяев, Г.Н. Кониева, И.А. Ниджляева. - Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2012. – 224 с.
17. Бородычев, В.В. Комплексная оценка технологии возделывания сопутствующих культур рисового севооборота / В.В. Бородычев, С.Б. Адьяев, И.А. Ляпкосова // Мелиорация сельскохозяйственных земель в XXI веке: проблемы и перспективы. – Минск, 2007.- С. 41-44.
18. Бородычев, В.В. Новые сопутствующие культуры в рисовых севооборотах / В.В. Бородычев, М.Н. Лытов, Т.В. Репенко, А.В. Кравченко // Мелиорация и водное хозяйство. - 2007. - N3. - С. 19-21.
19. Бородычев, В.В. Продуктивность и качественные показатели семян горчицы сарептской в рисовых севооборотах Калмыкии / В.В. Бородычев, Э.Б. Дедова, Г.Н. Кониева, В.В. Цыбулин // Плодородие. – 2013. – N 1. - С. 30-32.
20. Бородычев, В.В. Эколого-энергетическая эффективность рисовых агроландшафтов Сарпинской низменности / В.В. Бородычев, А.В. Левина, Э.Б. Дедова, Е.Н. Очирова // Плодородие. – 2011. – N 2. - С. 21-22.
21. Бородычев, В.В. Эффективность возделывания подсолнечника в рисовом севообороте / В.В. Бородычев, Т.В. Репенко, С.Б. Адьяев / Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. ст. ФГНУ «РосНИИПМ». - Новочеркасск: ООО «Геликон», 2006. - С. 159-161.

22. Броваренко, С.У. Влияние норм высева и способов посева на урожайность и на качество семян гречихи / С.У. Броваренко // Интенсификация производства зерновых и кормовых культур в Западной Сибири. - Новосибирск, 1989. - С. 36-41.

23. Броваренко, С.У. Использование минеральных удобрений под гречиху в Западной Сибири / С.У. Броваренко // Генетика, селекция, семеноводство и возделывание гречихи. - М.: 1976. - С. 240 - 243.

24. Важов, В.М. Гречиха на полях Алтая: монография [Электронный ресурс] / В.М. Важов. – М.: Академия естествознания, 2013. – Режим доступа: <http://www.rae.ru/monographs/202/>

25. Важов, В.М. Основы агротехники гречихи: учебное пособие / сост.: В.М. Важов, А.В. Одинцев, В.Н. Козил; отв. ред. В.М. Важов; Алтайская гос. академия обр-я им. В.М. Шукшина. – Бийск: ФГБОУ ВПО «АГРО», 2014. – 181 с.

26. Ванцовский, А.А. Ресурсосберегающие технологии возделывания риса / А.А. Ванцовский // Нетрадиционное растениеводство, экология и здоровье: Материалы VIII Международной научно-практической конференции. - Симферополь, 1999. - С. 234-235.

27. Варварина Н.А. Сроки посева и нормы высева гречихи в рисовом севообороте в Краснодарском крае / Н.А. Варварина, И.М. Колескин // Бюллетень научно-технический. – Орел. - 1987. – N 36. - С. 48-51.

28. Виленский, П.Л. Оценка эффективности инвестиционных проектов. Теория и практика: учебное пособие / П.Л. Виленский, В.Н. Лившиц, С.А. Смоляк. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Дело, 2004. – 888 с.

29. Воробьев, И.И. Агробиологические приемы в технологии возделывания гречихи / И.И. Воробьев, И.И. Драп, З.И. Глазова, В.Н. Наумкин, Л.А. Наумкина // Современные проблемы использования почв и повышения эффективности удобрений.- 2001.- Ч.2.- С. 28-30.

30. Воробьева, А.А. Химический анализ почв: учебник / А.А. Воробьева. - М.: Изд-во МГУ, 1998. – 272 с.

31. Вуколов, Э.А. Основы статистического анализа. Практ. по стат. мет. и ис-

след. операций с исп. пакетов STATISTICA и EXCEL: учебное пособие / Э.А. Вуколов. – 2-е изд., испр. и доп. - М.: Форум: НИЦ Инфра-М, 2013. - 464 с.

32. Гаврилов, А.М. Научные основы повышения плодородия почв Нижнего Поволжья / А.М. Гаврилов, М.Т. Процько. - Волгоград: Волгоградский сельскохозяйственный институт.- 1979.- 95 с.

33. Герасименко, А.В. Продуктивность гречихи в зависимости от сроков, способов посева, норм высева и минеральных удобрений на южных черноземах Оренбургской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Герасименко Андрей Владимирович. - Оренбург, 1997.- 17 с.

34. Глазова, З.И. Совершенствование технологических процессов возделывания крупяных культур: ресурсосбережение и биологизация (Гречиха и просо) / З.И. Глазова // Научное обеспечение производства зернобобовых и крупяных культур. ВНИИЗБК - Орел, 2004. - С. 117-124.

35. Глухов, М.М. Медоносные растения / М.М. Глухов.- М.: Колос, 1974.- 295 с.

36. Гончаров, А.Д. Формирование корневой системы гречихи в зависимости от способа посева / А.Д. Гончаров // Сиб. Вестн. с.-х. науки. - 2009. - N 2. - С. 40-43.

37. ГОСТ 10842 – 89 Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен или 1000 семян (с Изменением N1). - М.: Издательство стандартов, 2001.- 4 с.

38. ГОСТ 19092-92 Гречиха. Требования при заготовках и поставках. - М.: Издательство стандартов, 2002.- 5 с.

39. ГОСТ 26205 - 91 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО. - М.: Комитет стандартизации и метрологии, 1992.- 8 с.

40. ГОСТ 26213-91 Почвы. Методы определения органического вещества: - М.: Издательство стандартов, 1991.- 8 с.

41. Гребенников, А.М. Гречиха как фактор плодородия почвы / А.М. Гребенников, И.И. Ельников // РАСХН почв ин-т Почвоведения: аспекты, проблемы, решения: науч. тр. - Москва, 2003. - С.448-449.
42. Гулидова, В.А. Сроки сева и урожай гречихи / В.А. Гулидова, Л.Д. Чеснокова // Земледелие.- 1995. – N 2. - С. 22.
43. Данильченко, А.Н. Влияние грунтовых вод на водный режим почвы, нормы орошения и экологию орошаемых земель // Вопросы мелиорации. – 2002. - NN 3,4.
44. Дедова, Э.Б. Адаптивные технологии возделывания сопутствующих культур в рисовых севооборотах Калмыкии / Э.Б. Дедова, Г.Н. Кониева, И.А. Ниджляева // Инновационные технологии повышения эффективности мелиоративных систем и безопасности гидротехнических сооружений Волгоград: Поволжский институт эколого-мелиоративных технологий. – 2010. - С. 128-133.
45. Дедова, Э.Б. Мелиорирующая роль сопутствующих культур рисовых севооборотов Калмыкии / Э.Б. Дедова, С.Б. Адьяев // Плодородие. - 2007. - N4. – С. 44-45.
46. Дедова, Э.Б. Сопутствующие культуры в рисовых севооборотах Калмыкии / Э.Б. Дедова, М.А. Сазанов, Г.Н. Кониева, С.Б. Адьяев // Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы с.-х. производства. – Рязань: Рязанская ГСХА, 2003. – Вып. 7. – Ч. 1. - С. 96-98.
47. Демиденко, П.М. Действие сроков посева гречихи в степи УССР на урожай и химический состав зерна / П.М. Демиденко, Л.Б. Лебедь // В сб.: Генетика, селекция, семеноводство и возделывание гречихи. - М.: Колос, 1976. - С. 273-276.
48. Демкин, О.В. Состояние и перспективы развития мелиорации в Республике Калмыкия / О.В. Демкин, Л.В. Руднева // Проблемы мелиорации и орошаемого земледелия юга России.- М.:РАСХН.- 2001. - С.194-205.
49. Дерябин, А.М. Особенности выращивания гречихи / А.М. Дерябин // Вестник АПК Волгоградской области. - 2006.- N 12.- С. 34-35.
50. Дороничева, В.И. Высокие урожаи гречихи / В.И. Дороничева, Н.В. Захаров. – М.: Россельхозиздат. – 1981. – 62 с.

51. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
52. Доспехов, Б.А. Практикум по земледелию / Б.А. Доспехов, И.П. Васильев, А.М. Туликов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 383 с.
53. Дубенок, Н.Н. Водопотребление и урожайность гречихи в рисовых чеках / Н.Н. Дубенок, Т.В. Никифорова, М.О. Колобова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование - 2012. - N 3 (27). - С. 3-8.
54. Дубенок, Н.Н. Водопотребление и фотосинтетическая деятельность гречихи в рисовых чеках / Н.Н. Дубенок, О.А. Заяц, А.Ф. Дружкин // Научная жизнь.- 2016. – N 2. - С. 39-47.
55. Дубенок, Н.Н. Возделывание гречихи в рисовых чеках / Н.Н. Дубенок, Т.В. Никифорова, М.О. Колобова // Плодородие. - 2012. – N 3(66). – С. 36-39.
56. Дубенок, Н.Н. Возделывание гречихи в рисовых чеках / Н.Н. Дубенок, О.А. Заяц // Современные энерго- и ресурсосберегающие экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства: сборник науч. тр. / под ред. Н.В. Бышова. – Вып. 12. - Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. – С. 411-421.
57. Дубенок, Н.Н. Минеральное питание гречихи как фактор эффективного использования влаги в рисовых чеках / Н.Н. Дубенок, О.А. Заяц, Е.А. Стрижакова // Плодородие. - 2016. – N 1(88). - С. 38-40.
58. Дубенок, Н.Н. Особенности водопотребления и использования остаточной после риса влаги посевами гречихи / Н.Н. Дубенок, О.А. Заяц // Проблемы управления водными и земельными ресурсами. Материалы международного научного форума. Проблемы управления водными и земельными ресурсами. Материалы Международного научного форума. В 3-х ч. Ч. 2. Москва, 2015 г. - М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. – С. 208-218.
59. Дубенок, Н.Н. Эффективность возделывания гречихи в рисовых чеках Калмыкии / Н.Н. Дубенок, О.А. Заяц // Использование мелиорированных земель –

современное состояние и перспективы развития мелиоративного земледелия: материалы Междунар. научно-практ. конф. ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, 27–28 августа 2015г. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2015. – С. 18-26.

60. Духанин, Ю.А. Влияние минеральных удобрений на урожай и качество гречихи на почвах легкого механического состава нечерноземной зоны: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / Духанин Юрий Александрович. - Боровск; Москва, 1988. - 26 с.

61. Елагин, И. Н. Агротехника гречихи / И.Н. Елагин. - М.: Колос, 1984. – 127 с.

62. Елагин, И. Н. Биологические особенности гречихи и урожайность / И. Н. Елагин //Зерновое хозяйство. - 1990. - N 11.- С. 16-17.

63. Елагин, И.Н. Возделывание гречихи / И.Н. Елагин. - М.: Россельхозиздат, 1966. – 192 с.

64. Ефименко, Д.Я Гречиха / Д.Я. Ефименко, Г.И. Барабаш. - М.: Агропромиздат, 1990.- 190с.

65. Ефименко, Д.Я., Эффективность применения удобрений под гречиху в условиях левобережной Лесостепи Украины. / Д.Я. Ефименко, Л.И. Покозий // Генетика, селекция, семеноводство и возделывание гречихи. - М.: 1976. - С. 224-229.

66. Забродина, И.Ю. Зависимость урожая и элементарного состава гречихи от условий минерального питания // Пути повышения эффективности удобрений в Нечерноземной зоне. - М.: Изд. МСХА, 1989. - С. 84-91.

67. Заяц, О.А. Адаптивные системы ведения сельского хозяйства / О.А. Заяц //Материалы XI региональной конференции молодых исследователей Волгоградской области / Волгогр. ГСХА. - Волгоград, 2007. – с.73-75.

68. Заяц, О.А. Моделирование динамики урожайности зерновых культур в Нижнем Поволжье методом многократного выравнивания / О.А. Заяц, Е.В. Мелихова, Д.А. Мелихов // СГАУ им. Н.И. Вавилова. Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И.Вавилова. Вып. 11/ СГАУ им. Н.И. Вавилова. – Саратов, 2009. – С.52-56.

69. Заяц, О.А. Оценка влияния погодноклиматического фактора на производственный риск в растениеводстве / О.А. Заяц // Научные основы стратегии развития АПК и сельских территорий в условиях ВТО. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию образования ВолГАУ. Том 3. – Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2014. – С. 133-138.

70. Зеленский, Г.Л. Рациональный севооборот – путь к повышению эффективности рисовода // Г.Л. Зеленский, А.Г. Зеленский / Рисоводство.- Краснодар.- 2006. - N 8. – С. 74-80.

71. Земельные ресурсы Республики Калмыкии: справочник / Калмыцкое предприятие ЮжНИИгипрозем. – Элиста, 1999. – 126 с.

72. Земледелие: практикум: учебное пособие / Г.И. Баздырев, И.П. Васильев, А.М. Туликов и др. - М.: НИЦ Инфра-М, 2013. - 424 с.

73. Зерновые культуры (Выращивание, уборка, доработка и использование) / Д. Шпаар и др.; под общей редакцией Д. Шпаара. – М.: ИД ООО «DLV АГРОДЕЛО», 2008. – 656 с.

74. Кадырова, Ф.З. Гречиха и просо – ценные крупяные культуры / Ф.З. Кадырова, Н.Ю. Никифорова // Земледелие.- 2006.- N 3.- С. 11.

75. Кадырова, Ф.З. Пути повышения урожайности гречихи в засушливых регионах России / Ф.З. Кадырова, А.В. Попов // Достижение науки и техники АПК.- 2007.-N 3.- С. 9-11.

76. Каландаров, А.Ф. Продуктивность пожнивной гречихи в зависимости от сроков и способов посева в условиях центрального Таджикистана: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09. / Каландаров Аслиддин Фаезович. - Душанбе, 2007.- 24 с.

77. Каргальцев, Ю.В. Гречиха Ю.В. Каргальцев, Ф.М. Пруцков. - М.: Россельхозиздат, 1986. - 120 с.

78. Картамышев, Н.И. Возделывание гречихи в смешанных посевах: учеб. пособие для студентов вузов по агр. спец. / Н.И. Картамышев М.Н. Беседина, Б.Ю. Приходько. – Курск: Изд-во Кур. гос. с.-х. акад. - 2000. - 96 с.

79. Карцев Д.Т. Результаты работ учреждений географической сети опытов по удобрению гречихи и задачи на предстоящие годы / Сб. Селекция и агротехника гречихи. - Орел, 1970. - С. 282-295.
80. Каюмов, М.К. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур / М. К. Каюмов. - М.: Агропромиздат, 1989. - 317 с.
81. Кидин, В.В. Практикум по агрохимии / В.В. Кидин, И.П. Дерюгин, В.И. Кобзаренко и др.; под ред. В.В. Кидина. - М.: КолосС, 2008. - 599 с.
82. Кизяев, Б.М. Система рисоводства Республики Калмыкия / Б.М. Кизяев – Элиста: Джангар, 2009. – 166 с.
83. Клименко, П.Д. Опыт выращивания гречихи / П.Д. Клименко, Л.З. Сикан, В.Н. Ткачук, В.И. Шутенко // Зерновые культуры. - 1993.- N 2.- С.17-20.
84. Ковальчук, В.П. Сборник методов исследования почв и растений / В.П. Ковальчук, В.Г. Васильев, Л.В. Бойко, В.Д. Зосимов. – К.: Труд-ГриПол - XXI век, 2010. - 252 с.
85. Коледа, К.В. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: рекомендации / К.В. Коледа и др.; под общ. ред. К.В. Коледы, А.А. Дудука. – Гродно: ГГАУ, 2010. – 340 с.
86. Комплексное использование водных ресурсов Республики Калмыкия / Составление и редакция С.Б. Адьяева, Э.Б. Дедовой, М.А. Сазанова. – Элиста.: ЗАО «НПП» Джангар», 2006. – 200 с.
87. Корольков, П.Т. Влияние густоты посева гречихи на урожай и элементы его структуры / П.Т. Корольков // В сб.: Селекция и агротехника гречихи. - Орел, 1970. -С. 366 - 374.
88. Коротченков, Ю.А. Способы посева, подкормка и эффективность кулис при возделывании гречихи на темно-серых лесных почвах Центрального Черноземья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Коротченков Юрий Алексеевич. – Курск, 2008. – 18 с.
89. Костяков, А.Н. Избранные труды / А.Н. Костяков. – М.: Сельхозгиз, 1961. – Т. 1, 2. – 743 с.

90. Костяков, А.Н. Основы мелиорации / А.Н. Костяков. – М.: Сельхозгиз, 1960. – 621 с.
91. Краткий справочник агронома / П.А. Забазный, Ю.П. Буряков, Ю.Г. Карцев и др.; сост. П.А. Забазный. - 2-е изд, перераб. и доп. – М.: Колос, 1983. – 320 с.
92. Криницкая, Л.А. Особенности выращивания гречихи в рисовом севообороте / Л.А. Криницкая // Селекция и технология возделывания полевых культур. – Черновцы.- 1994.- N 2. - С. 203.
93. Кротов, А.С. Гречиха / А.С. Кротов. – М.-Л., 1963. – 254 с.
94. Кружилин, И.П. Агротелиоративная оценка влагообеспеченности территории Нижнего Поволжья / И.П. Кружилин. – Волгоград, 1976. – 65 с.
95. Кумскова, Н.Д. Гречиха: монография / Н.Д. Кумскова. – Благовещенск: Изд-во Даль ГАУ, 2005. – 128 с.
96. Лабораторно-практические занятия по почвоведению: учебное пособие / Л.Н. Александрова, О.А. Найденова; под ред. Л.Н. Александровой. – 4-е изд., перераб. и доп. – Л.: Агропромиздат. - 1986. - 295 с.
97. Лакин, Г.Ф. Биометрия: издание четвертое, переработанное и дополненное / Г.Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1990. – 350 с.
98. Лобанок, М.П. Влияние азотных и микроудобрений на минеральный состав гречихи / М.П. Лобанок, Е.И. Шибeko // Почвоведение и агрохимия.- 1990.- N. 26. - С. 114-120.
99. Лосев, С.И. Некоторые вопросы агротехники гречихи в условиях Орловской области / С.И. Лосев, А.И. Хлебников // В сб.: Селекция и агротехника гречихи. - Орел, 1970. - С. 240-248.
100. Мельник, А.Ф. Влияние удобрений на урожайность гречихи / А.Ф. Мельник, Б.С. Кондрашин, И.В. Борискин // Земледелие.- 2007.- N 6.- С. 28.
101. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Зерновые, зернобобовые, масличные и кормовые культуры. – М.: Колос, 1971. – 240 с.
102. Минеев, В.Г. Агрохимия: учебник / В.Г. Минеев. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: изд-во МГУ, изд-во «КолосС», 2004. – 720 с.

103. Мных Сергей Валерьевич. Обоснование оптимального срока посева и глубины заделки семян гречихи на черноземе обыкновенном приазовской зоны Ростовской области: дис. канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Мных Сергей Валерьевич.- Персиановский, 2002.- 183 с.

104. Нарушев, В.Б. Влияние удобрений на продуктивность посевов гречихи в засушливой зоне / В.Б. Нарушев, Е.А. Нарушева // Пути реализации нераскрытого потенциала сельскохозяйственного производства: Матер, науч. - практ. конф. / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». Саратов, 2004. - С. 27-29.

105. Нарушев, В.Б. Формирование высокопродуктивных посевов гречихи в Поволжье / В.Б. Нарушев // Наука и хлеб. - Оренб. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва. М.: 2003. - Вып. 10. - С. 439-442.

106. Наумкин, В.П. Влияние способов посева на цветение, семенную и нектарную продуктивность гречихи // Зерновые культуры. - 1994. - N 2. - С. 11-12.

107. Наумкин, В.Н. Продуктивность гречихи в зависимости от режима питания и плотности посева / В.Н. Наумкин, И.И. Драп, И.И. Воробьев // Зерновое хозяйство. - 2001. - N 3. - С.19-20.

108. Негода Л.А. Особенности формирования урожая гречихи в зависимости от срока, способа, нормы высева и срока уборки / Л.А. Негода, А.А. Моисеенко // Некоторые вопросы селекции и технологии возделывания с.-х. культур в Приморье. – Новосибирск. - 1994. - С. 69-76.

109. Нижегородцева, Л.С. Сроки, способы посева и удобрений крупноплодной гречихи на серой лесной почве: автореф. дис. ...канд. с- х. наук: 06.01.09 / Л.С. Нижегородцева Любовь Степановна. - Казань, 2000. - 18 с.

110. Ничипорович, А.А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев: 15-е Тимирязевские чтения / А.А. Ничипорович. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – 94 с.

111. Ничипорович, А.А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / А.А. Ничипорович. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 136 с.

112. Ничипорович, А.А. Фотосинтетическая деятельность растений и пути повышения их продуктивности / А.А. Ничипорович // Теоретические основы фотосинтетической продуктивности. – М.: Наука, 1972. – С. 20.

113. Новиков, В. М. Влияние гороха и гречихи на плодородие почвы и продуктивность звена севооборота при различной основной обработке почвы / В.М. Новиков // Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры». - 2012 г. – N 2 – С. 72-76.

114. Новиков, В. М. Оптимизация технологических адаптеров возделывания гречихи / В.М. Новиков, З.И. Глазова // Вестник ОрелГАУ. - 2010. – N 4 – С. 34-39.

115. Новиков, В.М. Эффективность систем основной обработки почвы при возделывании гречихи / В.М. Новиков, Л.А. Нечаев, В.И. Коротеев // Земледелие. - 2006. - N 2.- С. 19-20.

116. Оксененко, И.А. Способы посева гречихи / И.А. Оксененко, Ю.А. Коротченков // Зерновое хозяйство. - 2007. - N 7. - С. 24-25.

117. Основы агрономии: учебник для нач. проф. образования: учеб. пособие для сред. проф. образования / Н.Н. Третьяков, Б.А. Ягодин, А.М. Туликов и др.; под ред. Н.Н. Третьякова. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 360 с.

118. Пирогов, А.Н. Влияние азотных удобрений на формирование урожая гречихи при выращивании в рисовом севообороте / А.Н. Пирогов, А.Н. Бочкарев // Селекция и технология возделывания полевых культур. – Черновцы.- 1994.- N 2. - С. 205-216.

119. Победоносцева, Е.А. Гречиха: прогрессивная технология / Е.А. Победоносцева, Е.П. Сулакова. - Новосибирск: Книжное издательство, 1987. - 47с.

120. Поминов Ю.Д. Крупяной клин (Гречиха и просо в Казахстане) / Ю.Д. Поминов. - Алма-Ата: Кайнар, 1990. - 150 с.

121. Попов, А.В. Хозяйственно-биологическая сортов гречиха в зависимости от сроков и способов посева на южных черноземах Волгоградской области: дис... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Попов Анатолий Васильевич. – Волгоград, 2007. - 151с.

122. Почвоведение: практикум: учебное пособие / Н.Ф. Ганжара, Б.А. Борисов и др.; под общ. ред. Н.Ф. Ганжары - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 256 с.

123. Практикум по агрохимии / А.С. Радов, И.В. Пустовой, А.В. Корольков; под ред. проф. А.С. Радова. – М.: изд-во «Колос», 1965. – 375 с.

124. Практикум по физиологии растений / Н.Н. Третьяков, Т.В. Карнаухова, Л.А. Паничкин и др.; под ред. Н.Н. Третьякова. - 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1990. – 271 с.

125. Пульман, И.А. Гречиха. Исследования причин ее урожайности на основе опытов Богородицкого опытного поля / И.А. Пульман. – СПб., 1905. – 35 с.

126. Рахмихудоев, Г. Зола под гречиху / Г. Рахмихудоев // Зерновые культуры. - 2005.- N 5. - С.17-18.

127. Рекомендации по возделыванию сопутствующих культур рисовых севооборотов Сарпинской низменности / С.Б. Адьяев, Г.Н. Кониева, В.В. Цыбулин, И.А. Ниджляева, А.Б. Хаваев. – Элиста: КФ ГНУ ВНИИГИМ, 2007. – 34 с.

128. Ресурсосберегающая технология производства гречихи: методические рекомендации / В.И. Зотиков, З.И. Глазова, Г.А. Борзенкова и др. – Орел: ГНУ ВНИИЗБК, 2009. – 40 с.

129. Рогачев, А.Ф. Оценка производственного риска отрасли растениеводства на основе экономико-статистического анализа / А.Ф. Рогачев, О.А. Заяц // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. N 3 (35) / ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ. – Волгоград, 2014. – С.259-263.

130. Савицкий, К.А. Выращивание высоких урожаев гречихи / К.А. Савицкий, И.Н. Елагин, Г.Т. Гордиенко. - Москва: Колос, 1966 - 95 с.

131. Савицкий, К.А. Гречиха / К.А Савицкий. М.: Колос, 1970. - 312 с.

132. Сайт Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Калмыкия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kalmpriroda.ru/>

133. Синягин, И.И. Площади питания растений / И.И. Синягин. - 3-е изд., доп. - М.: Россельхозиздат, 1975. 384 с.

134. Скобелкин, А.И. Влияние способов посева, норм высева и удобрений на продуктивность гречихи / А.И. Скобелкин // Зерновые культуры. - N 3. - 1996. - С. 23.

135. Скобликова, Л.Н. Основные элементы технологии гречихи при возделывании ее в условиях Среднего Поволжья / Л.Н. Скобликова // Актуальные проблемы развития сельского хозяйства и с.-х. образований. – Саратов. - 1993. - С. 73-74.

136. Смирнов, В.А. Гречиха и климат / В.А. Смирнов. - Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 50 с.

137. Смирнов, П.М. Агрехимия / П.М. Смирнов, Э.А. Муравин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1984. – 304 с.

138. Соловьев, А.В. Влияние сроков посева на водопотребление сортов гречихи / А.В. Соловьев // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. Москва, 2009. - N 6. - С. 57-60.

139. Соловьев, А.В. Влияние сроков посева на полевую всхожесть и выживаемость сортов гречихи / А.В. Соловьев // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. Москва, 2008.- N 5. - С. 77-80.

140. Соловьев, А.В. Обоснование оптимальных норм удобрений под гречиху /А.В. Соловьев, М.К. Каюмов // Зерновой хозяйство .- 2006.- N8.- С.20-22.

141. Стебаков, В.А. Влияние сроков посева на семенную продуктивность сортов гречихи / В.А. Стебаков, В.Н. Наумкин, И.И. Драп // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2014. – N 7. - С.45-47.

142. Стебаков, В.А. Эффективность возделывания гречихи в условиях Центрально-черноземного региона / В.А. Стебаков, Н.А. Лопачев, Ю.В. Басов, В.Н. Наумкин // Научное обеспечение развития растениеводства. - 2014. - N 3 (11) - С.47-49.

143. Столетова, Е.А. Гречиха / под ред. Е.А. Столетовой. - М.: Сельхозиздат, 1952. – 180 с.

144. Субботин, А.Г. Продуктивность гречихи в зависимости от основных элементов технологии возделывания на обыкновенных черноземах Саратовского Правобережья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Субботин Александр Геннадьевич. - Саратов, 2006. - 165 с.

145. Сысоев В.Н. Совершенствование технологии выращивания и уборки посевов гречихи в условиях лесостепи Среднего Поволжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Сысоев Владимир Николаевич. - Кинель, 2002. - 226 с.

146. Тарасенко, А.П. Исследования качества уборки гречихи / А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, М.Э. Мергалова // Техника в сельском хозяйстве. - 2012 – N 1. - С. 25.

147. Ташнинова, Л.Н. Красная книга почв и экосистем Калмыкии / Л.Н. Ташнинова. – Элиста: Джангар, 2000. – 213 с.

148. Тулякова, З.Ф. Рис на засоленных землях / З.Ф. Тулякова.- М.: Колос. - 1978.- 238 с.

149. Уджуху, А.Ч. Почвенное плодородие и продуктивность культур в рисовом севообороте / А.Ч. Уджуху, В.А. Масливец – Краснодар: КубГАУ, 2005. – 377 с.

150. Уджуху, А.Ч. Регулирование почвенного плодородия в рисовых севооборотах / А.Ч. Уджуху, В.Ф. Шащенко. - Краснодар. - 2003. - 238 с.

151. Фатыхов, И.Ш. Влияние сроков и глубины посева семян на урожайность гречихи Саулык / И.Ш. Фатыхов, С.И. Коконов, З.М. Хаертдинова // Главный агроном. - 2007. - N 1.- С. 31-35.

152. Фесенко, А.Н. Производство гречихи в России: состояние и перспективы / А.Н. Фесенко, Г.Е. Мартыненко, С.Н. Селихов // Земледелие. - 2012. - N 5. – С. 12-14.

153. Физиология растений: учебник для студ. вузов / Н.Д. Алехина, Ю.В. Балнокин, В.Ф. Гавриленко и др.; под ред. И.П. Ермакова. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 640 с.

154. Филин, В.В. Влияние способов посева на урожайность гречихи в условиях северо-запада Волгоградской области / В.В. Филин, Г.С. Егорова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. - 2013. - N 2 (30). - С. 79-84.

155. Филин, В.В. Эффективность возделывания гречихи в зависимости от способов, видов посева и норм высева / В.В. Филин, Г.С. Егорова // Известия Нижне-

волжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. - 2013. - N 1 (29). - С. 74-79.

156. Филин, В.И. Справочная книга по растениеводству с основами программирования урожая / В.И. Филин. – Волгоград: ВГСХА, 1994. – 274 с.

157. Хаертдинова, З.М. Предпосевная подготовка и посев семян гречихи сорта Саулык в Среднем Предуралье: автореф. дис... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Хаертдинова Зимфира Мударисовна. – Йошкар-Ола, 2005. – 20 с.

158. Ханиев, М.Х. Норма высева и продуктивность гречихи при орошении в степи Кабардино-Балкарии / М.Х. Ханиев, Т.А. Водахов // Зерновое хозяйство. - 2006 – N 4.- С. 25.

159. Хомяков, Т.В. Некоторые закономерности формирования урожая гречихи в зависимости от агрометеорологических факторов / Т.В. Хомяков // Тр. Всерос. НИИ с.-х. метеорологии. - 1994. - Вып. 30. - С. 119-130.

160. Худенко, А.И Влияние приемов агротехники на продуктивность гречихи в Правобережье Саратовской области / М.Н. Худенко, Г.Н. Полов, В.Б. Нарушев, Е.А. Юрченко // Повышение устойчивости производства продукции растениеводства и животноводства: Сб. науч. работ / Сарат. гос. агр. ун-т. Саратов, 2001. - С. 45-46.

161. Худенко, М.Н. Особенности технологии возделывания гречихи в засушливом Поволжье / М.Н. Худенко, В.Б. Нарушев, Е.А. Юрченко // Плодородие. - 2003. - N 6. - С. 37-38.

162. Хуснутдинова А.Т. Роль сорта и условий возделывания при формировании продуктивного потенциала гречихи в лесостепной зоне Среднего Поволжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Хуснутдинова Алсу Тагировна. - Казань, 2009.- 146 с.

163. Цариковская, А.Я. Нормы высева семян гречихи / А.Я. Цариковская // Агротехника и урожай. - Саранск. - 1976.- вып.2. - С. 32-37.

164. Цариковская, А.Я. Способы посева гречихи в Мордовии /А.Я. Цариковская // Агротехника и урожай. - Саранск. - 1975. - вып.1. - С. 33-40.

165. Центральная база статистических данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru/>

166. Шарипов, С.А. Гречиха - королева крупяных полей / С.А. Шарипов. - Казань: Татаркнигоиздат., 1991. - 208 с.

167. Шатилов, И.С. Агрофизические, агрометеорологические и агротехнические основы программирования урожая (принципы АСУ ТП в земледелии) / И. С. Шатилов, А.Ф. Чудновский - Л.: Гидрометеиздат, 1980.- 320 с.

168. Шашкин, Ю.А. Сроки посева и урожайность гречихи / Ю.А. Шашкин, В.И. Мазалов // Совершенствование селекции и технологии возделывания зернобобовых и крупяных культур. - Орел. - 1992. - С. 222-226.

169. Шумкова, М.Н. Опыт возделывания проса и гречихи / М.Н. Шумкова. - Казань: Татарское кн. изд-во, 1962. - С. 41-79.

170. Шумкова, М.Н. Узкорядный посев гречихи, как способ повышения ее урожайности / М.Н. Шумкова // Земледелие. - 1956. - N 5. - С. 125-127.

171. Эффективность сельскохозяйственного производства (методические рекомендации) /под ред. И.С. Санду, В.А. Свободина, В.И. Нечаева, М.В. Косолаповой, В.Ф. Федоренко. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. – 228 с.

172. Юркин, С. Н. Возродить гречиху в Нечерноземье / С.Н. Юркин // Зерновые культуры. - N 1.-1998. -С. 17-21.

173. Юрченко Е.А. Продуктивность гречихи в зависимости от способов посева, норм высева и удобрений на южных черноземах Саратовского Правобережья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09, 06.01.04 / Юрченко Елена Александровна. - Саратов, 2002.- 219 с.

174. Якименко, А.Ф. Гречиха / А.Ф. Якименко. – М.: Колос, 1982. – 196 с.

175. Якименко, А.Ф. О способах посева гречихи / А.Ф. Якименко // Зерновые культуры. - 1991. - N 2. - С. 17-18.

176. Якименко, А.Ф. Урожай и качество зерна крупяных / А.Ф. Якименко // Зерновое хозяйство. - 1976. - N9. - С. 25-26.

177. Якименко, В.Н. Потребность гречихи в элементах питания и воде / В.Н. Якименко // Агрехимия. - 1971. - N 3. - С. 66-71.

178. Яковлева, Л.Т. Агротелиоративная эффективность сопутствующих культур рисового севооборота в условиях Сарпинской низменности / Л.Т. Яковлева// дис. канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Яковлева Л.Т. – Волгоград. - 1973.- 180 с.

179. Borkowska, B. Zastosowanie ziarna gryki w roznych galęziach przemyslu / B. Borkowska, A. Robaszewska // Zeszyty naukowe akademii morskiej w Gdyni. – 2012. – N 73. – S. 43-55.

180. Dojczew, D. Ogolna charakterystyka oraz wlasciwosci prozdrowotne gryki / D. Dojczew, K. Kowalczyk // Przeg. Zboz.-Mlyn. - 2011. - N 6. - S. 14-15.

181. Leary, W. Effect of plant growth regulators and nitrogen on the agronomic performance of small grain crops / W. Leary, E. Oplinger. Plant growth regulator Proc., 1983. - P. 277-285.

182. Ma, Jion Feng Higt Al resistance in buckwheat. II Oxalic acid detoxifies Al internally / Ma Jion Feng, Hirodate Syuntaro, Matsumoto. Hideaki. // Plant Physiol. - 1998. - N3. - P.753-759.

183. Mazurek, Jan. Wplyw wysokich, rozwoj i planowanie gryki / Mazurek Jan // Prase Inst. Uprawy, nawoz. Glaborn. - 1969. - N 36. - P. 215-222.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Динамика влажности почвы (% НВ) в посевах гречихи (без удобрений)

Способ посева	Год исследований	Фаза роста и развития					
		Посев	Всходы	Начало цветения	Начало плодообразования	Начало побурения	Уборочная спелость
рядовой (0,15 м)	2007	89,5	87,5	81,9	72,3	64,3	55,5
	2008	90,7	85,9	82,3	83,5	71,5	55,5
	2009	89,1	85,9	73,9	73,5	61,5	53,1
	2010	91,2	87,9	78,1	80,3	66,2	58,6
	2011	89,0	83,1	95,9	83,7	72,6	59,5
	2012	90,5	85,6	70,2	59,7	49,2	51,5
	среднее	90,0	86,0	80,4	75,5	64,2	55,6
широкорядный (0,30 м)	2007	89,5	87,5	85,5	70,3	65,1	54,3
	2008	90,7	85,9	81,5	83,9	70,3	54,7
	2009	89,1	85,9	73,5	73,5	62,3	51,9
	2010	91,2	87,9	77,0	78,1	63,8	55,1
	2011	89,0	83,1	95,6	83,7	72,0	56,8
	2012	90,5	85,6	69,9	58,2	47,7	49,8
	среднее	90,0	86,0	80,5	74,6	63,5	53,8
широкорядный (0,45 м)	2007	89,5	87,5	81,9	70,7	59,5	53,1
	2008	90,7	85,9	81,9	83,5	68,3	53,5
	2009	89,1	85,9	72,7	71,9	59,9	50,3
	2010	91,2	87,9	80,6	77,7	62,2	52,2
	2011	89,0	83,1	95,2	82,2	69,8	55,3
	2012	90,5	85,6	69,6	57,6	46,8	48,9
	среднее	90,0	86,0	80,3	73,9	61,1	52,2

Динамика влажности почвы (% НВ) в посевах гречихи (внесение N₃₀P₁₅)

Способ посева	Год исследований	Фаза роста и развития					
		Посев	Всходы	Начало цветения	Начало плодообразования	Начало побурения	Уборочная спелость
рядовой (0,15 м)	2007	89,5	87,5	85,1	70,3	63,5	52,7
	2008	90,7	85,9	82,3	83,1	70,3	53,5
	2009	89,1	85,9	73,9	72,3	60,3	50,7
	2010	91,2	87,9	78,1	80,0	65,4	56,9
	2011	89,0	83,1	95,9	82,6	71,3	56,9
	2012	90,5	85,6	70,2	59,4	48,6	50,3
	среднее	90,0	86,0	80,9	74,6	63,2	53,5
широкорядный (0,30 м)	2007	89,5	87,5	82,3	70,3	62,7	52,3
	2008	90,7	85,9	81,5	83,1	67,1	53,9
	2009	89,1	85,9	73,5	73,5	61,9	50,3
	2010	91,2	87,9	80,6	76,3	61,7	51,8
	2011	89,0	83,1	95,6	83,4	71,0	54,8
	2012	90,5	85,6	69,6	57,3	46,5	47,9
	среднее	90,0	86,0	80,5	74,0	61,8	51,8
широкорядный (0,45 м)	2007	89,5	87,5	85,1	68,3	61,5	51,1
	2008	90,7	85,9	81,9	81,9	67,1	51,9
	2009	89,1	85,9	72,7	71,9	59,5	49,1
	2010	91,2	87,9	80,6	76,3	61,4	50,3
	2011	89,0	83,1	94,9	81,6	68,2	52,7
	2012	90,5	85,6	69,2	56,7	45,7	47,1
	среднее	90,0	86,0	80,7	72,8	60,6	50,4

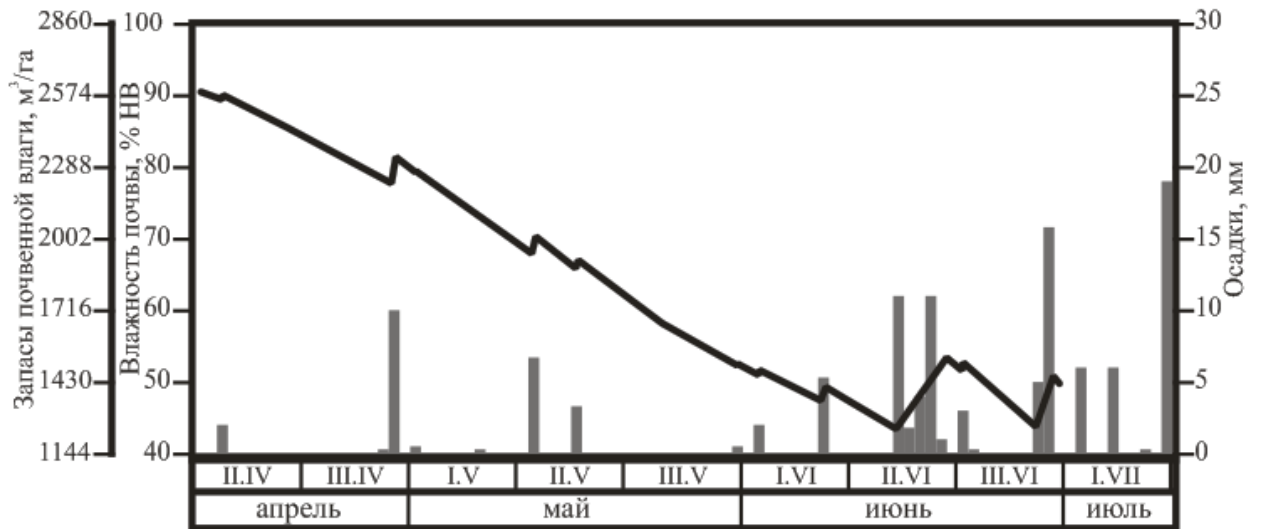
Динамика влажности почвы (% НВ) в посевах гречихи (внесение N₆₀P₃₀)

Способ посева	Год исследований	Фаза роста и развития					
		Посев	Всходы	Начало цветения	Начало плодообразования	Начало побурения	Уборочная спелость
рядовой (0,15 м)	2007	89,5	87,5	83,9	68,7	62,7	51,1
	2008	90,7	85,9	82,3	81,9	68,7	51,9
	2009	89,1	85,9	73,9	72,3	59,9	49,1
	2010	91,2	87,9	77,0	78,4	63,4	54,9
	2011	89,0	83,1	95,9	82,3	70,8	55,4
	2012	90,5	85,6	69,9	58,5	47,3	48,6
	среднее	90,0	86,0	80,5	73,7	62,1	51,8
широкорядный (0,30 м)	2007	89,5	87,5	82,3	69,5	61,5	51,1
	2008	90,7	85,9	81,5	82,3	66,3	52,7
	2009	89,1	85,9	73,5	73,1	61,1	49,5
	2010	91,2	87,9	80,6	75,7	60,9	50,7
	2011	89,0	83,1	95,6	83,1	70,2	54,0
	2012	90,5	85,6	69,6	57,0	46,0	49,0
	среднее	90,0	86,0	80,5	73,5	61,0	51,2
широкорядный (0,45 м)	2007	89,5	87,5	85,1	69,1	61,1	49,9
	2008	90,7	85,9	81,1	81,1	65,1	51,9
	2009	89,1	85,9	72,7	71,5	58,7	47,9
	2010	91,2	87,9	80,6	76,0	60,9	48,8
	2011	89,0	83,1	94,6	81,0	67,3	51,6
	2012	90,5	85,6	69,2	56,4	45,2	47,9
	среднее	90,0	86,0	80,6	72,5	59,7	49,7

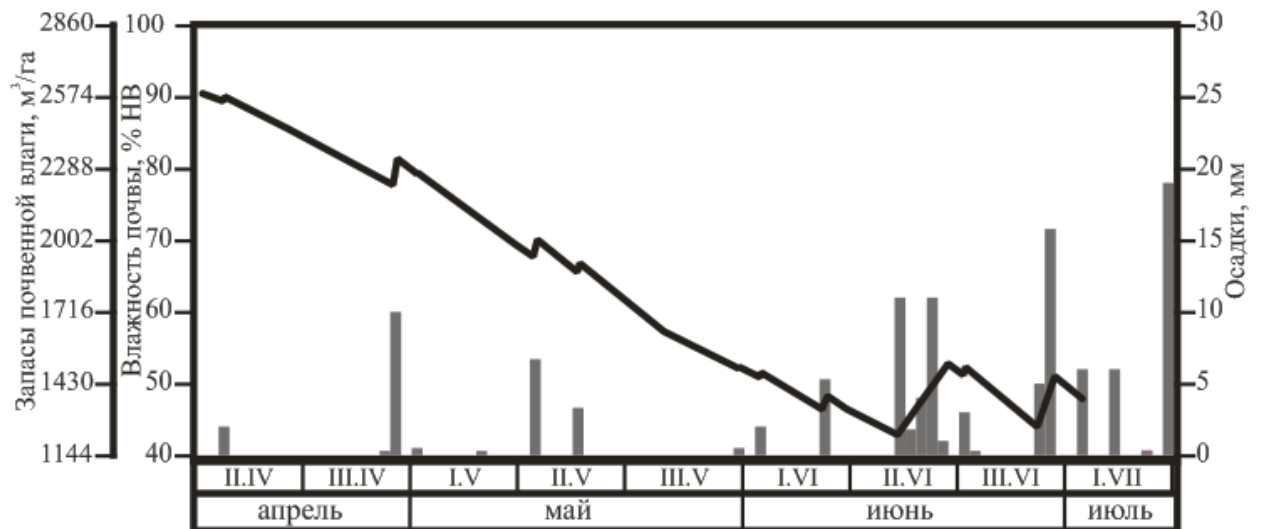
Динамика влажности почвы (% НВ) в посевах гречихи (внесение N₉₀P₄₅)

Способ посева	Год исследований	Фаза роста и развития					
		Посев	Всходы	Начало цветения	Начало плодообразования	Начало побурения	Уборочная спелость
рядовой (0,15 м)	2007	89,5	87,5	83,9	68,7	62,3	50,7
	2008	90,7	85,9	81,9	81,5	68,3	51,5
	2009	89,1	85,9	73,9	71,9	60,3	49,1
	2010	91,2	87,9	77,0	78,1	62,8	54,4
	2011	89,0	83,1	95,9	82,0	70,5	55,1
	2012	90,5	85,6	69,6	57,8	46,6	48,0
	среднее	90,0	86,0	80,4	73,3	61,8	51,5
широкорядный (0,30 м)	2007	89,5	87,5	85,5	69,5	62,3	50,7
	2008	90,7	85,9	81,5	81,5	65,9	52,3
	2009	89,1	85,9	73,1	72,7	60,7	49,1
	2010	91,2	87,9	80,6	74,6	60,6	49,6
	2011	89,0	83,1	95,6	82,8	69,9	53,5
	2012	90,5	85,6	69,6	57,0	46,0	48,8
	среднее	90,0	86,0	81,0	73,0	60,9	50,7
широкорядный (0,45 м)	2007	89,5	87,5	85,1	68,7	60,7	48,3
	2008	90,7	85,9	81,1	80,7	65,1	51,5
	2009	89,1	85,9	70,7	68,7	56,3	45,5
	2010	91,2	87,9	80,3	75,4	60,2	48,2
	2011	89,0	83,1	94,6	80,7	67,0	51,1
	2012	90,5	85,6	69,2	56,1	44,9	47,6
	среднее	90,0	86,0	80,2	71,7	59,0	48,7

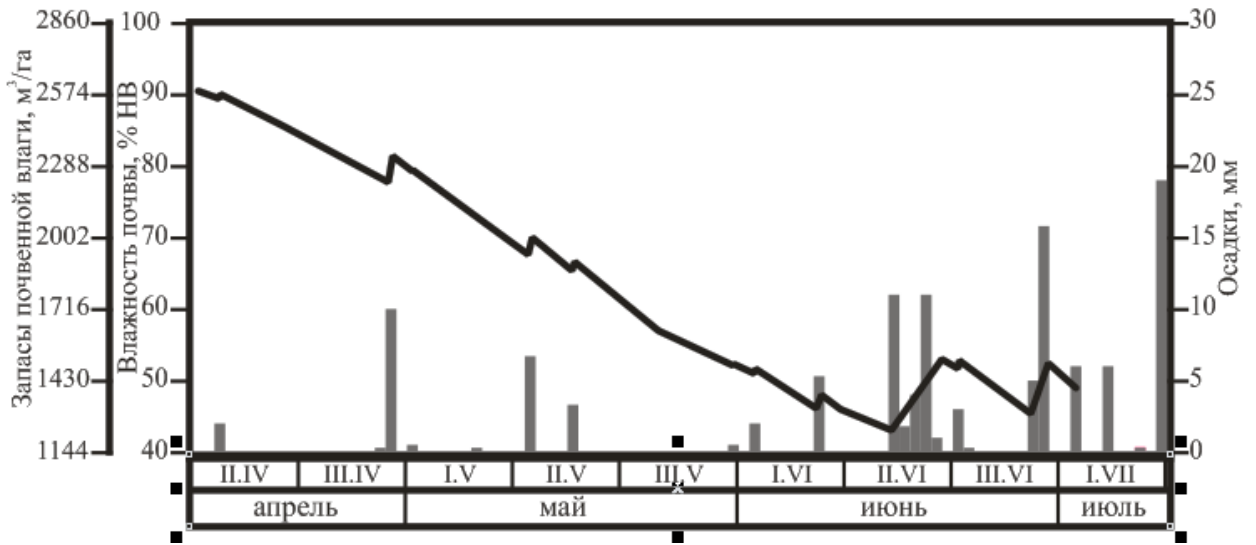
Динамика влажности почвы (% НВ) в основные фазы роста и развития гречихи в зависимости от уровня минерального питания в 2012 г.
(при ширине междурядий 0,30 м)



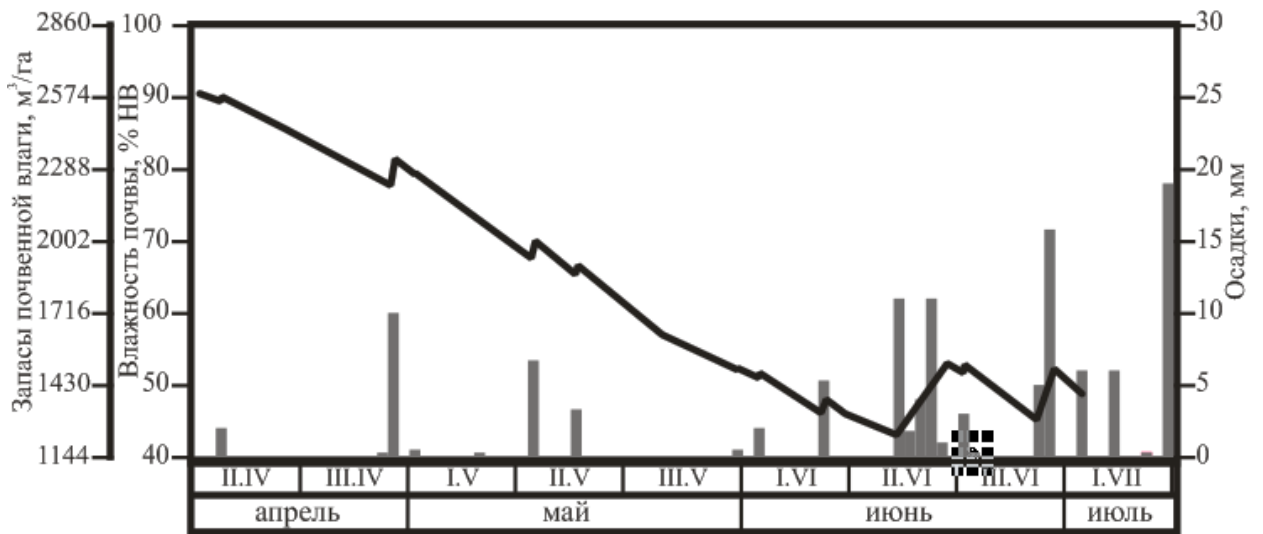
Без внесения удобрений



Уровень минерального питания N₃₀P₁₅

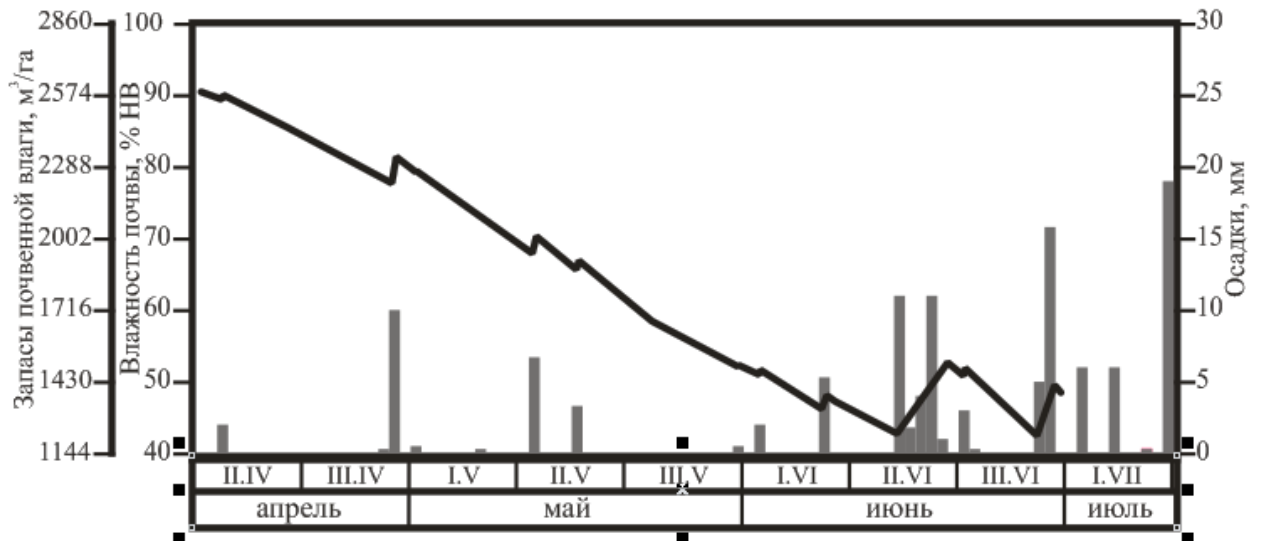


Уровень минерального питания N₆₀P₁₅

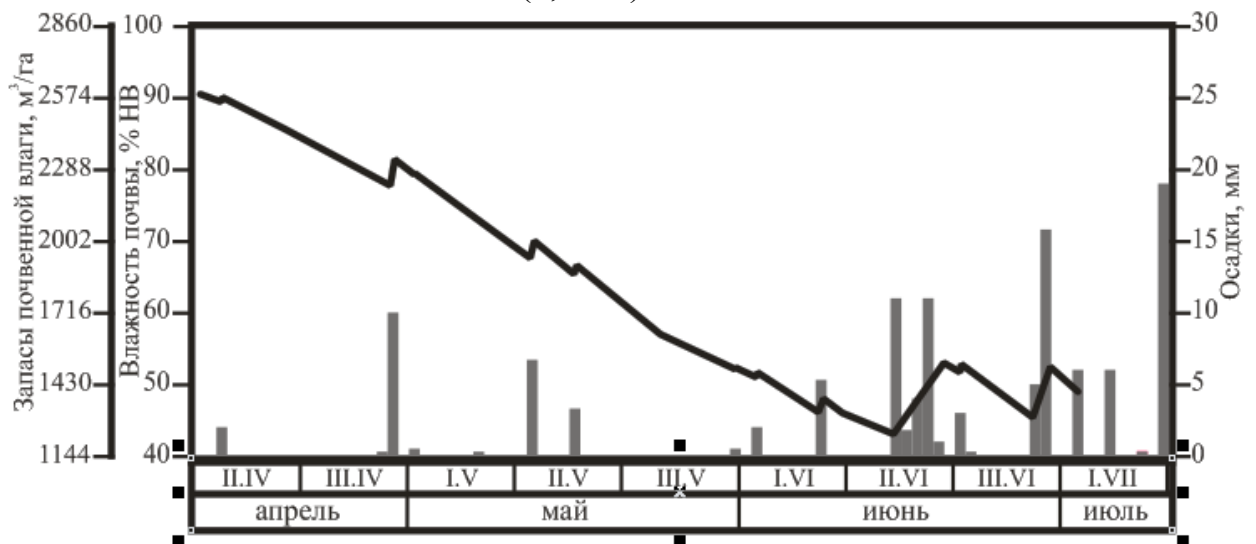


Уровень минерального питания N₉₀P₄₅

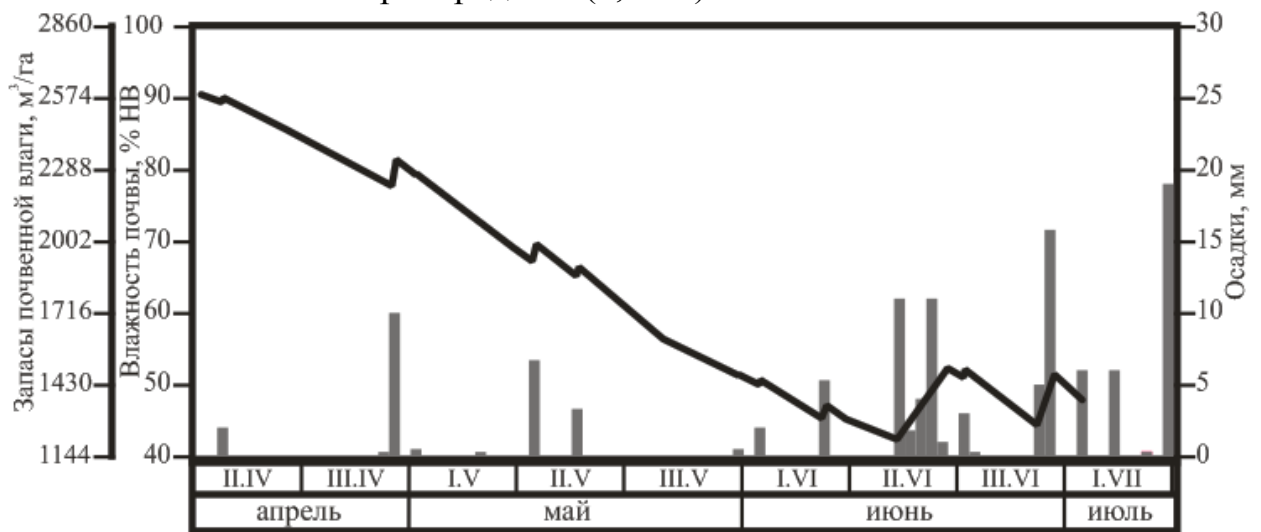
Динамика влажности почвы (% НВ) в основные фазы роста и развития гречихи в зависимости от ширины междурядий в 2012 г. (на фоне $N_{60}P_{30}$)



Рядовой (0,15 м) способ посева

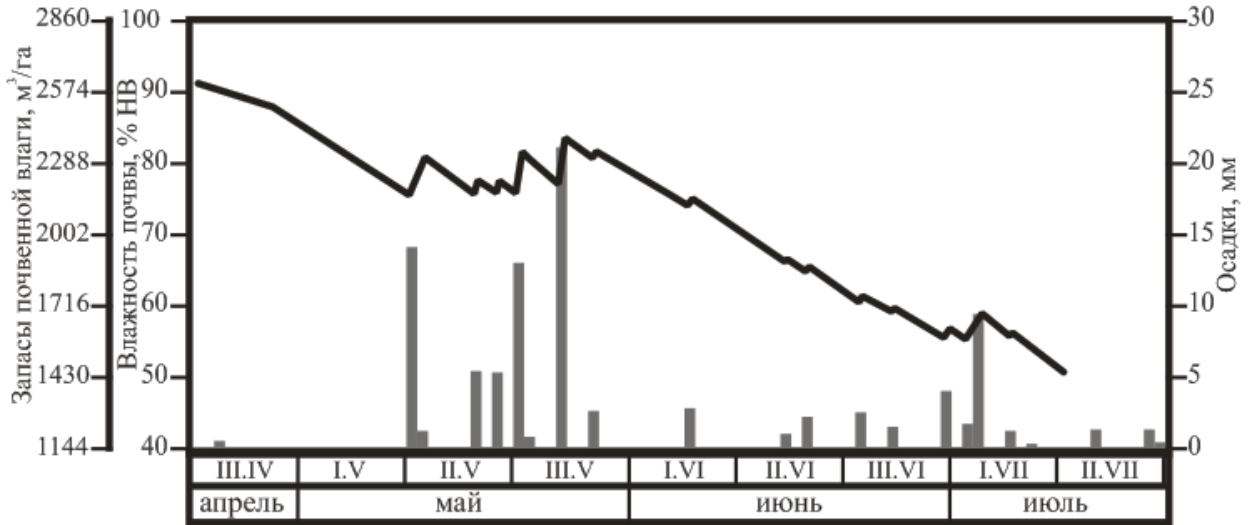


Ширококрядный (0,30 м) способ посева

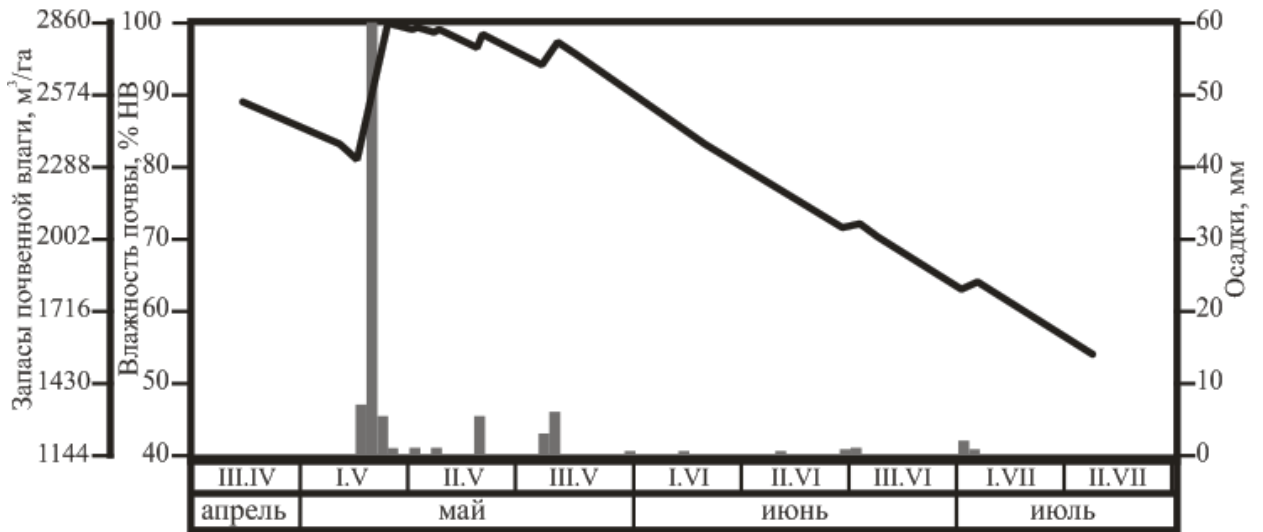


Ширококрядный (0,45 м) способ посева

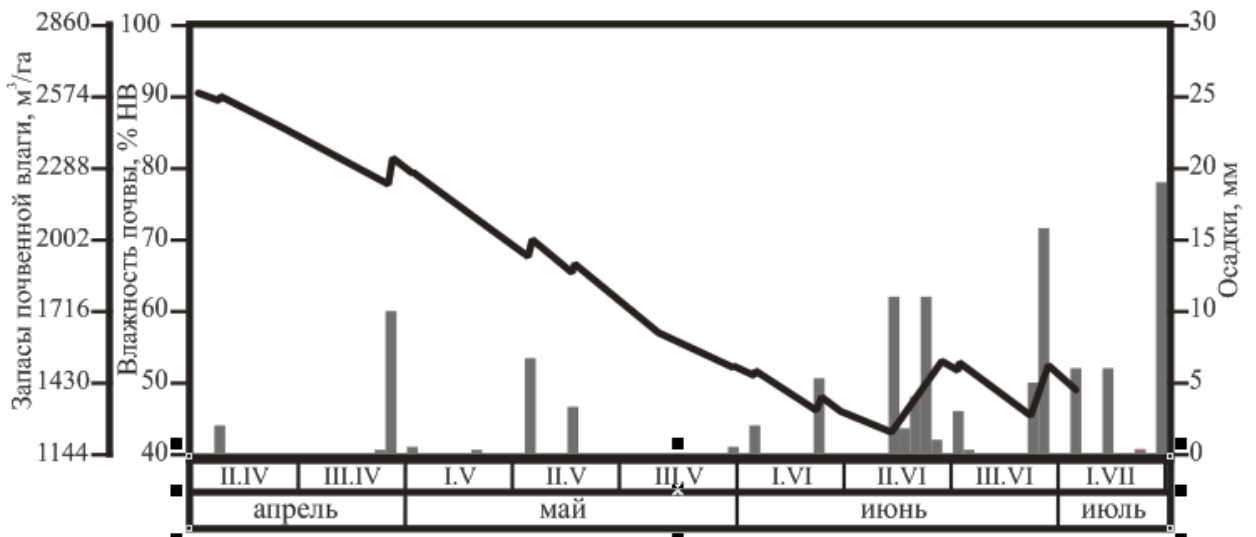
Динамика влажности почвы (% НВ) в основные фазы роста и развития гречихи в 2010-2012 гг. (на фоне N₆₀P₃₀, при ширине междурядий 0,30 м)



2010 год



2011 год



2012 год

Среднесуточное водопотребление гречихи в рисовых чеках, м³/га в сут. (без удобрений)

Способ посева	Год исследования	Межфазный период					
		Посев-всходы	Всходы – начало цветения	Начало цветения – начало плодообразования	Начало плодообразования – начало побурения	Начало побурения – уборочная спелость	За вегетационный период
рядовой (0,15 м)	2007	12,5	24,5	42,5	33,9	29,5	29,5
	2008	16,7	25,5	40,8	37,6	32,5	31,3
	2009	19,0	24,3	35,8	33,8	30,0	28,6
	2010	14,3	25,9	31,7	36,7	33,3	30,0
	2011	18,9	26,4	36,7	32,7	32,2	29,7
	2012	20,0	27,6	37,7	31,8	31,4	30,4
	среднее	16,9	25,7	37,5	34,4	31,5	29,9
широкорядный (0,30 м)	2007	12,5	24,8	41,5	33,9	29,5	29,5
	2008	16,7	25,3	40,0	37,8	32,5	31,4
	2009	19,0	24,8	35,0	33,3	31,0	28,8
	2010	14,3	26,1	32,3	37,2	34,2	30,5
	2011	18,9	26,8	35,8	32,5	33,0	30,0
	2012	20,0	28,1	37,9	31,8	31,9	30,7
	среднее	16,9	26,0	37,1	34,4	32,0	30,2
широкорядный (0,45 м)	2007	12,5	24,5	46,7	34,7	29,5	30,3
	2008	16,7	26,0	40,0	39,4	32,1	31,8
	2009	19,0	25,7	35,4	33,8	30,5	29,1
	2010	14,3	26,3	33,3	37,9	35,0	31,1
	2011	18,9	27,3	36,2	34,4	33,2	30,6
	2012	20,0	28,6	38,6	32,4	31,9	31,1
	среднее	16,9	26,4	38,4	35,4	32,0	30,7

Среднесуточное водопотребление гречихи в рисовых чеках, м³/га в сут. (внесение N₃₀P₁₅)

Способ посева	Год исследований	Межфазный период					
		Посев-всходы	Всходы – начало цветения	Начало цветения - начало плодообразования	Начало плодообразования – начало побурения	Начало побурения – уборочная спелость	За вегетационный период
рядовой (0,15 м)	2007	12,5	25,2	44,2	35,6	29,5	30,3
	2008	16,7	25,5	42,5	38,8	32,9	31,9
	2009	19,0	24,3	36,9	33,8	30,5	29,0
	2010	14,3	25,9	32,5	37,8	33,7	30,5
	2011	18,9	26,4	36,9	33,3	33,2	30,3
	2012	20,0	27,6	38,5	32,4	31,4	30,6
	среднее	16,9	25,8	38,6	35,3	31,9	30,4
широкорядный (0,30 м)	2007	12,5	24,0	45,4	36,7	29,5	30,6
	2008	16,7	26,2	41,5	38,9	32,6	32,0
	2009	19,0	24,8	35,8	34,7	31,4	29,3
	2010	14,3	26,3	34,6	37,8	35,0	31,2
	2011	18,9	26,8	36,7	34,4	33,3	30,6
	2012	20,0	28,6	39,3	32,4	31,8	31,2
	среднее	16,9	26,1	38,9	35,8	32,3	30,8
широкорядный (0,45 м)	2007	12,5	25,2	46,9	36,5	29,5	31,0
	2008	16,7	26,0	44,3	38,8	32,1	32,4
	2009	19,0	25,7	35,4	34,4	31,0	29,4
	2010	14,3	26,3	34,6	38,4	35,5	31,6
	2011	18,9	27,7	36,9	34,7	33,5	31,1
	2012	20,0	29,0	40,0	32,9	31,8	31,6
	среднее	16,9	26,7	39,7	36,0	32,2	31,2

Среднесуточное водопотребление гречихи в рисовых чеках, м³/га в сут. (внесение N₆₀P₃₀)

Способ посева	Год исследований	Межфазный период					
		Посев-всходы	Всходы – начало цветения	Начало цветения - начало плодообразования	Начало плодообразования – начало побурения	Начало побурения – уборочная спелость	За вегетационный период
рядовой (0,15 м)	2007	12,5	26,2	45,0	36,1	29,5	30,6
	2008	16,7	25,5	45,8	40,0	32,9	32,7
	2009	19,0	24,3	36,9	34,4	31,5	29,4
	2010	14,3	26,1	34,2	38,9	33,7	31,0
	2011	18,9	26,4	37,7	34,0	33,5	30,6
	2012	20,0	28,1	40,0	33,5	31,8	31,4
	среднее	16,9	26,1	39,9	36,2	32,2	31,0
широкорядный (0,30 м)	2007	12,5	24,0	47,7	37,2	29,5	31,1
	2008	16,7	26,2	43,8	38,9	32,6	32,4
	2009	19,0	24,8	36,7	36,0	31,9	29,8
	2010	14,3	26,3	36,2	38,3	35,5	31,7
	2011	18,9	26,8	37,5	35,6	33,3	31,0
	2012	20,0	28,6	40,0	32,9	31,3	31,3
	среднее	16,9	26,1	40,3	36,5	32,4	31,2
широкорядный (0,45 м)	2007	12,5	25,2	48,3	37,2	29,5	31,3
	2008	16,7	26,7	46,2	38,9	32,6	32,9
	2009	19,0	25,7	36,2	35,6	31,5	29,9
	2010	14,3	26,3	35,4	38,9	35,7	31,9
	2011	18,9	28,2	37,7	35,3	34,0	31,6
	2012	20,0	29,0	40,7	33,5	31,7	31,8
	среднее	16,9	26,9	40,8	36,6	32,5	31,6

Среднесуточное водопотребление гречихи в рисовых чеках, м³/га в сут. (внесение N₉₀P₄₅)

Способ посева	Год исследования	Межфазный период					
		Посев-всходы	Всходы – начало цветения	Начало цветения - начало плодообразования	Начало плодообразования – начало побурения	Начало побурения – уборочная спелость	За вегетационный период
рядовой (0,15 м)	2007	12,5	26,2	45,0	36,7	29,5	30,8
	2008	16,7	26,0	46,7	39,4	32,9	32,8
	2009	19,0	24,3	37,7	33,1	32,0	29,4
	2010	14,3	26,1	35,0	39,4	33,7	31,3
	2011	18,9	26,4	38,5	34,0	33,5	30,8
	2012	20,0	28,6	40,8	33,5	31,8	31,6
	среднее	16,9	26,3	40,6	36,0	32,2	31,1
широкорядный (0,30 м)	2007	12,5	24,8	47,5	36,8	29,5	31,0
	2008	16,7	26,2	46,2	38,3	32,6	32,6
	2009	19,0	25,2	36,7	35,3	31,9	29,8
	2010	14,3	26,3	36,4	38,3	35,5	31,8
	2011	18,9	26,8	38,3	35,6	33,8	31,3
	2012	20,0	28,6	40,0	32,9	31,7	31,4
	среднее	16,9	26,3	40,9	36,2	32,5	31,3
широкорядный (0,45 м)	2007	12,5	25,2	49,2	37,8	31,9	32,1
	2008	16,7	26,7	47,7	37,8	33,2	33,0
	2009	19,0	25,7	38,5	34,4	31,5	30,0
	2010	14,3	26,7	36,2	38,9	35,7	32,1
	2011	18,9	28,2	38,5	35,3	34,5	31,9
	2012	20,0	29,0	41,4	33,5	31,7	31,9
	среднее	16,9	26,9	40,5	36,3	33,1	31,8

Температурные коэффициенты испарения влаги посевами гречихи, мм/°С, 2007 г.

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период					
		Посев - всходы	Всходы – начало цветения	Начало цветения – начало плодообразования	Начало плодообразования – начало побурения	Начало побурения – уборочная спелость	За вегетационный период
без удобрений	0,15	0,117	0,148	0,161	0,135	0,120	0,137
	0,30	0,117	0,145	0,161	0,135	0,120	0,137
	0,45	0,117	0,148	0,177	0,138	0,120	0,141
N ₃₀ P ₁₅	0,15	0,117	0,148	0,170	0,142	0,120	0,141
	0,30	0,117	0,145	0,174	0,146	0,120	0,142
	0,45	0,117	0,148	0,181	0,145	0,120	0,144
N ₆₀ P ₃₀	0,15	0,117	0,147	0,175	0,144	0,120	0,142
	0,30	0,117	0,145	0,183	0,148	0,120	0,145
	0,45	0,117	0,148	0,186	0,148	0,120	0,145
N ₉₀ P ₄₅	0,15	0,117	0,147	0,175	0,146	0,120	0,143
	0,30	0,117	0,145	0,182	0,147	0,120	0,144
	0,45	0,117	0,148	0,189	0,151	0,130	0,149

Температурные коэффициенты испарения влаги посевами гречихи, мм/°С, 2008 г.

Доза внесе- ния мине- ральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период					
		Посев - всходы	Всходы – начало цветения	Начало цветения – начало пло- дообразования	Начало плодооб- разования – нача- ло побурения	Начало побу- рения – убо- рочная спе- лость	За вегетацион- ный период
без удобре- ний	0,15	0,128	0,178	0,200	0,183	0,147	0,169
	0,30	0,128	0,178	0,200	0,182	0,147	0,169
	0,45	0,128	0,182	0,200	0,184	0,146	0,171
N ₃₀ P ₁₅	0,15	0,128	0,178	0,208	0,189	0,148	0,172
	0,30	0,128	0,179	0,209	0,182	0,147	0,172
	0,45	0,128	0,182	0,222	0,181	0,146	0,175
N ₆₀ P ₃₀	0,15	0,128	0,178	0,224	0,194	0,148	0,176
	0,30	0,128	0,179	0,220	0,182	0,147	0,174
	0,45	0,128	0,183	0,232	0,182	0,147	0,177
N ₉₀ P ₄₅	0,15	0,128	0,182	0,229	0,191	0,148	0,177
	0,30	0,128	0,179	0,232	0,179	0,147	0,175
	0,45	0,128	0,183	0,239	0,177	0,150	0,177

Температурные коэффициенты испарения влаги посевами гречихи, мм/°С, 2009 г.

Доза внесе- ния мине- ральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период					
		Посев - всходы	Всходы – начало цветения	Начало цветения – начало плодо- образования	Начало плодооб- разования – нача- ло побурения	Начало побу- рения – убо- рочная спе- лость	За вегетацион- ный период
без удобре- ний	0,15	0,120	0,149	0,167	0,132	0,119	0,137
	0,30	0,120	0,152	0,163	0,131	0,121	0,137
	0,45	0,120	0,157	0,161	0,133	0,119	0,138
N ₃₀ P ₁₅	0,15	0,120	0,149	0,168	0,133	0,119	0,137
	0,30	0,120	0,152	0,167	0,137	0,122	0,138
	0,45	0,120	0,157	0,161	0,135	0,120	0,138
N ₆₀ P ₃₀	0,15	0,120	0,149	0,168	0,135	0,122	0,138
	0,30	0,120	0,152	0,171	0,142	0,123	0,141
	0,45	0,120	0,157	0,164	0,140	0,122	0,140
N ₉₀ P ₄₅	0,15	0,120	0,149	0,171	0,130	0,124	0,138
	0,30	0,120	0,154	0,171	0,139	0,123	0,141
	0,45	0,120	0,157	0,175	0,135	0,122	0,141

Температурные коэффициенты испарения влаги посевами гречихи, мм/°С, 2010 г.

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период					
		Посев - всходы	Всходы – начало цветения	Начало цветения – начало плодообразования	Начало плодообразования – начало побурения	Начало побурения – уборочная спелость	За вегетационный период
без удобрений	0,15	0,118	0,145	0,160	0,138	0,121	0,136
	0,30	0,118	0,145	0,160	0,138	0,121	0,136
	0,45	0,118	0,146	0,163	0,140	0,121	0,138
N ₃₀ P ₁₅	0,15	0,118	0,145	0,166	0,141	0,121	0,138
	0,30	0,118	0,145	0,164	0,140	0,121	0,138
	0,45	0,118	0,146	0,166	0,143	0,122	0,139
N ₆₀ P ₃₀	0,15	0,118	0,145	0,169	0,144	0,122	0,140
	0,30	0,118	0,146	0,171	0,143	0,123	0,140
	0,45	0,118	0,146	0,169	0,145	0,122	0,140
N ₉₀ P ₄₅	0,15	0,118	0,146	0,173	0,146	0,121	0,141
	0,30	0,118	0,146	0,171	0,143	0,122	0,140
	0,45	0,118	0,148	0,173	0,144	0,122	0,141

Температурные коэффициенты испарения влаги посевами гречихи, мм/°С, 2011 г.

Доза внесе- ния мине- ральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период					
		Посев - всходы	Всходы – начало цветения	Начало цветения – начало плодо- образования	Начало плодооб- разования – нача- ло побурения	Начало побу- рения – убо- рочная спе- лость	За вегетацион- ный период
без удобре- ний	0,15	0,121	0,151	0,168	0,135	0,120	0,139
	0,30	0,121	0,153	0,165	0,135	0,121	0,139
	0,45	0,121	0,156	0,166	0,143	0,120	0,141
N ₃₀ P ₁₅	0,15	0,121	0,151	0,169	0,137	0,121	0,140
	0,30	0,121	0,153	0,169	0,143	0,123	0,142
	0,45	0,121	0,158	0,167	0,144	0,120	0,142
N ₆₀ P ₃₀	0,15	0,121	0,151	0,171	0,140	0,122	0,141
	0,30	0,121	0,154	0,172	0,148	0,123	0,144
	0,45	0,121	0,160	0,170	0,148	0,123	0,144
N ₉₀ P ₄₅	0,15	0,121	0,151	0,174	0,139	0,122	0,141
	0,30	0,121	0,154	0,175	0,146	0,124	0,144
	0,45	0,121	0,160	0,176	0,147	0,124	0,146

Температурные коэффициенты испарения влаги посевами гречихи, мм/°С, 2012 г.

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период					
		Посев - всходы	Всходы – начало цветения	Начало цветения – начало плодообразования	Начало плодообразования – начало побурения	Начало побурения – уборочная спелость	За вегетационный период
без удобрений	0,15	0,123	0,144	0,158	0,138	0,119	0,136
	0,30	0,123	0,147	0,159	0,138	0,121	0,138
	0,45	0,123	0,149	0,162	0,141	0,121	0,139
N ₃₀ P ₁₅	0,15	0,123	0,144	0,163	0,140	0,119	0,138
	0,30	0,123	0,149	0,165	0,141	0,121	0,140
	0,45	0,123	0,151	0,168	0,144	0,122	0,142
N ₆₀ P ₃₀	0,15	0,123	0,147	0,168	0,145	0,121	0,141
	0,30	0,123	0,149	0,168	0,144	0,121	0,141
	0,45	0,123	0,152	0,171	0,146	0,122	0,143
N ₉₀ P ₄₅	0,15	0,123	0,149	0,171	0,144	0,121	0,142
	0,30	0,123	0,149	0,168	0,143	0,122	0,141
	0,45	0,123	0,152	0,174	0,146	0,122	0,143

Температурные коэффициенты испарения влаги посевами гречихи, мм/°С
(среднее за 2007-2012 гг.)

Доза внесе- ния мине- ральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период					
		Посев - всходы	Всходы – начало цветения	Начало цветения – начало плодо- образования	Начало плодооб- разования – нача- ло побурения	Начало побу- рения – убо- рочная спе- лость	За вегетацион- ный период
без удобре- ний	0,15	0,121	0,153	0,169	0,144	0,124	0,142
	0,30	0,121	0,153	0,168	0,143	0,125	0,143
	0,45	0,121	0,156	0,172	0,147	0,125	0,145
N ₃₀ P ₁₅	0,15	0,121	0,153	0,174	0,147	0,125	0,144
	0,30	0,121	0,154	0,175	0,148	0,126	0,145
	0,45	0,121	0,157	0,178	0,149	0,125	0,147
N ₆₀ P ₃₀	0,15	0,121	0,153	0,179	0,150	0,126	0,146
	0,30	0,121	0,154	0,181	0,151	0,126	0,147
	0,45	0,121	0,158	0,182	0,152	0,126	0,148
N ₉₀ P ₄₅	0,15	0,121	0,154	0,182	0,149	0,126	0,147
	0,30	0,121	0,155	0,183	0,150	0,126	0,148
	0,45	0,121	0,158	0,188	0,150	0,128	0,150

Температурные коэффициенты испарения влаги посевами гречихи при возделывании в рисовых чеках

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./Га	Ширина междурядий, м	δ , мм/°С							$\Delta \delta$ в зависимости от уровня минерального питания	
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	средняя	мм/°С	%
без удобрений	0,15	0,137	0,169	0,137	0,136	0,139	0,136	0,142	-	-
	0,30	0,137	0,169	0,137	0,136	0,139	0,138	0,143	-	-
	0,45	0,141	0,171	0,138	0,138	0,141	0,139	0,145	-	-
N ₃₀ P ₁₅	0,15	0,141	0,172	0,137	0,138	0,140	0,138	0,144	0,002	1,3
	0,30	0,142	0,172	0,138	0,138	0,142	0,140	0,145	0,003	1,8
	0,45	0,144	0,175	0,138	0,139	0,142	0,142	0,147	0,002	1,3
N ₆₀ P ₃₀	0,15	0,142	0,176	0,138	0,140	0,141	0,141	0,146	0,004	2,6
	0,30	0,145	0,174	0,141	0,140	0,144	0,141	0,147	0,005	3,4
	0,45	0,145	0,177	0,14	0,140	0,144	0,143	0,148	0,004	2,4
N ₉₀ P ₄₅	0,15	0,143	0,177	0,138	0,141	0,141	0,142	0,147	0,004	3,2
	0,30	0,144	0,175	0,141	0,140	0,144	0,141	0,148	0,005	3,4
	0,45	0,149	0,177	0,141	0,141	0,146	0,143	0,150	0,005	3,3

Суммарное водопотребление гречихи в зависимости от уровня минерального питания
и способа посева в рисовых чеках, м³/га, 2007 г.

Доза внесе- ния мине- ральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период					
		Посев - всходы	Всходы – начало цветения	Начало цветения – начало плодо- образования	Начало плодооб- разования – нача- ло побурения	Начало побу- рения – убо- рочная спе- лость	За вегетацион- ный период
без удобре- ний	0,15	100	490	510	610	590	2300
	0,30	100	520	540	610	560	2330
	0,45	100	490	560	590	650	2390
N ₃₀ P ₁₅	0,15	100	530	530	640	590	2390
	0,30	100	480	590	660	590	2420
	0,45	100	530	610	620	590	2450
N ₆₀ P ₃₀	0,15	100	550	540	650	590	2430
	0,30	100	480	620	670	590	2460
	0,45	100	530	580	670	620	2500
N ₉₀ P ₄₅	0,15	100	550	540	660	590	2440
	0,30	100	520	570	700	590	2480
	0,45	100	530	590	680	670	2570

Суммарное водопотребление гречихи в зависимости от уровня минерального питания
и способа посева в рисовых чеках, м³/га, 2008 г.

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период					
		Посев - всходы	Всходы – начало цветения	Начало цветения – начало плодообразования	Начало плодообразования – начало побурения	Начало побурения – уборочная спелость	За вегетационный период
без удобрений	0,15	150	510	490	640	650	2440
	0,30	150	480	520	680	650	2480
	0,45	150	520	560	670	610	2510
N ₃₀ P ₁₅	0,15	150	510	510	660	690	2520
	0,30	150	550	540	700	620	2560
	0,45	150	520	620	660	610	2560
N ₆₀ P ₃₀	0,15	150	510	550	680	690	2580
	0,30	150	550	570	700	620	2590
	0,45	150	560	600	700	620	2630
N ₉₀ P ₄₅	0,15	150	520	560	670	690	2590
	0,30	150	550	600	690	620	2610
	0,45	150	560	620	680	630	2640

Суммарное водопотребление гречихи в зависимости от уровня минерального питания и способа посева в рисовых чеках, м³/га, 2009 г.

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период					
		Посев - всходы	Всходы – начало цветения	Начало цветения – начало плодообразования	Начало плодообразования – начало побурения	Начало побурения – уборочная спелость	За вегетационный период
без удобрений	0,15	190	560	430	540	540	2260
	0,30	190	570	420	500	620	2300
	0,45	190	590	460	540	580	2360
N ₃₀ P ₁₅	0,15	190	560	480	540	580	2350
	0,30	190	570	430	520	660	2370
	0,45	190	590	460	550	620	2410
N ₆₀ P ₃₀	0,15	190	560	480	550	630	2410
	0,30	190	570	440	540	670	2410
	0,45	190	590	470	570	630	2450
N ₉₀ P ₄₅	0,15	190	560	490	530	640	2410
	0,30	190	580	440	530	670	2410
	0,45	190	590	500	550	630	2460

Суммарное водопотребление гречихи в зависимости от уровня минерального питания
и способа посева в рисовых чеках, м³/га, 2010 г.

Доза внесе- ния мине- ральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период					
		Посев - всходы	Всходы – начало цветения	Начало цветения – начало плодо- образования	Начало плодооб- разования – нача- ло побурения	Начало побу- рения – убо- рочная спе- лость	За вегетацион- ный период
без удобре- ний	0,15	100	570	380	660	600	2310
	0,30	100	600	420	670	650	2440
	0,45	100	630	400	720	700	2550
N ₃₀ P ₁₅	0,15	100	570	390	680	640	2380
	0,30	100	630	450	680	700	2560
	0,45	100	630	450	730	710	2620
N ₆₀ P ₃₀	0,15	100	600	410	700	640	2450
	0,30	100	630	470	690	710	2600
	0,45	100	630	460	740	750	2680
N ₉₀ P ₄₅	0,15	100	600	420	710	640	2470
	0,30	100	630	510	690	710	2640
	0,45	100	640	470	740	750	2700

Суммарное водопотребление гречихи в зависимости от уровня минерального питания
и способа посева в рисовых чеках, м³/га, 2011 г.

Доза внесе- ния мине- ральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период					
		Посев - всходы	Всходы – начало цветения	Начало цветения – начало плодо- образования	Начало плодооб- разования – нача- ло побурения	Начало побу- рения – убо- рочная спе- лость	За вегетацион- ный период
без удобре- ний	0,15	170	580	440	490	580	2260
	0,30	170	590	430	520	660	2370
	0,45	170	600	470	550	630	2420
N ₃₀ P ₁₅	0,15	170	580	480	500	630	2360
	0,30	170	590	440	550	700	2450
	0,45	170	610	480	590	670	2520
N ₆₀ P ₃₀	0,15	170	580	490	510	670	2420
	0,30	170	590	450	570	700	2480
	0,45	170	620	490	600	680	2560
N ₉₀ P ₄₅	0,15	170	580	500	510	670	2430
	0,30	170	590	460	570	710	2500
	0,45	170	620	500	600	690	2580

Суммарное водопотребление гречихи в зависимости от уровня минерального питания
и способа посева в рисовых чеках, м³/га, 2012 г.

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период					
		Посев - всходы	Всходы – начало цветения	Начало цветения – начало плодообразования	Начало плодообразования – начало побурения	Начало побурения – уборочная спелость	За вегетационный период
без удобрений	0,15	160	580	490	540	660	2430
	0,30	160	590	530	540	670	2490
	0,45	160	600	540	550	670	2520
N ₃₀ P ₁₅	0,15	160	580	500	550	690	2480
	0,30	160	600	550	550	700	2560
	0,45	160	610	560	560	700	2590
N ₆₀ P ₃₀	0,15	160	590	520	570	700	2540
	0,30	160	600	560	560	720	2600
	0,45	160	610	570	570	730	2640
N ₉₀ P ₄₅	0,15	160	600	530	570	700	2560
	0,30	160	600	560	560	730	2610
	0,45	160	610	580	570	730	2650

Суммарное водопотребление гречихи в зависимости от уровня минерального питания
и способа посева в рисовых чеках, м³/га, 2007-2012 гг.

Доза внесе- ния мине- ральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период					
		Посев - всходы	Всходы – начало цветения	Начало цветения – начало плодо- образования	Начало плодооб- разования – нача- ло побурения	Начало побу- рения – убо- рочная спе- лость	За вегетацион- ный период
без удобре- ний	0,15	145	548	457	580	603	2333
	0,30	145	558	477	587	635	2402
	0,45	145	572	498	603	640	2458
N ₃₀ P ₁₅	0,15	145	555	482	595	637	2413
	0,30	145	570	500	610	662	2487
	0,45	145	582	530	618	650	2525
N ₆₀ P ₃₀	0,15	148	565	498	610	653	2472
	0,30	145	570	518	622	668	2523
	0,45	145	590	528	642	672	2577
N ₉₀ P ₄₅	0,15	148	568	507	608	655	2483
	0,30	145	578	523	623	672	2542
	0,45	145	592	543	637	683	2600

Продолжительность межфазных периодов роста и развития гречихи в 2007 году, дней

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период						
		Посев-всходы	Всходы – начало цветения	Начало цветения – начало плодообразования	Начало плодообразования – начало побурения	Начало побурения – уборочная спелость	Посев – уборочная спелость	Всходы – уборочная спелость
без удобрений	0,15	8	20	12	18	20	78	70
	0,30	8	21	13	18	19	79	71
	0,45	8	20	12	17	22	79	71
N ₃₀ P ₁₅	0,15	8	21	12	18	20	79	71
	0,30	8	20	13	18	20	79	71
	0,45	8	21	13	17	20	79	71
N ₆₀ P ₃₀	0,15	8	21	12	18	20	79	71
	0,30	8	20	13	18	20	79	71
	0,45	8	21	12	18	21	80	72
N ₉₀ P ₄₅	0,15	8	21	12	18	20	79	71
	0,30	8	20	13	18	20	79	71
	0,45	8	21	12	18	21	80	72

Продолжительность межфазных периодов роста и развития гречихи в 2008 году, дней

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период						
		Посев-всходы	Всходы – начало цветения	Начало цветения – начало плодообразования	Начало плодообразования – начало побурения	Начало побурения – уборочная спелость	Посев – уборочная спелость	Всходы – уборочная спелость
без удобрений	0,15	9	20	12	17	20	78	69
	0,30	9	19	13	18	20	79	70
	0,45	9	20	14	17	19	79	70
N ₃₀ P ₁₅	0,15	9	20	12	17	21	79	70
	0,30	9	21	13	18	19	80	71
	0,45	9	20	14	17	19	79	70
N ₆₀ P ₃₀	0,15	9	20	12	17	21	79	70
	0,30	9	21	13	18	19	80	71
	0,45	9	21	13	18	19	80	71
N ₉₀ P ₄₅	0,15	9	20	12	17	21	79	70
	0,30	9	21	13	18	19	80	71
	0,45	9	21	13	18	19	80	71

Продолжительность межфазных периодов роста и развития гречихи в 2009 году, дней

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период						
		Посев-всходы	Всходы – начало цветения	Начало цветения – начало плодообразования	Начало плодообразования – начало побурения	Начало побурения – уборочная спелость	Посев – уборочная спелость	Всходы – уборочная спелость
без удобрений	0,15	10	23	12	16	18	79	69
	0,30	10	23	12	15	20	80	70
	0,45	10	23	13	16	19	81	71
N ₃₀ P ₁₅	0,15	10	23	13	16	19	81	71
	0,30	10	23	12	15	21	81	71
	0,45	10	23	13	16	20	82	72
N ₆₀ P ₃₀	0,15	10	23	13	16	20	82	72
	0,30	10	23	12	15	21	81	71
	0,45	10	23	13	16	20	82	72
N ₉₀ P ₄₅	0,15	10	23	13	16	20	82	72
	0,30	10	23	12	15	21	81	71
	0,45	10	23	13	16	20	82	72

Продолжительность межфазных периодов роста и развития гречихи в 2010 году, дней

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период						
		Посев-всходы	Всходы – начало цветения	Начало цветения – начало плодообразования	Начало плодообразования – начало побурения	Начало побурения – уборочная спелость	Посев – уборочная спелость	Всходы – уборочная спелость
без удобрений	0,15	7	22	12	18	18	77	70
	0,30	7	23	13	18	19	80	73
	0,45	7	24	12	19	20	82	75
N ₃₀ P ₁₅	0,15	7	22	12	18	19	78	71
	0,30	7	24	13	18	20	82	75
	0,45	7	24	13	19	20	83	76
N ₆₀ P ₃₀	0,15	7	23	12	18	19	79	72
	0,30	7	24	13	18	20	82	75
	0,45	7	24	13	19	21	84	77
N ₉₀ P ₄₅	0,15	7	23	12	18	19	79	72
	0,30	7	24	14	18	20	83	76
	0,45	7	24	13	19	21	84	77

Продолжительность межфазных периодов роста и развития гречихи в 2011 году, дней

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период						
		Посев-всходы	Всходы – начало цветения	Начало цветения – начало плодообразования	Начало плодообразования – начало побурения	Начало побурения – уборочная спелость	Посев – уборочная спелость	Всходы – уборочная спелость
без удобрений	0,15	9	22	12	15	18	76	67
	0,30	9	22	12	16	20	79	70
	0,45	9	22	13	16	19	79	70
N ₃₀ P ₁₅	0,15	9	22	13	15	19	78	69
	0,30	9	22	12	16	21	80	71
	0,45	9	22	13	17	20	81	72
N ₆₀ P ₃₀	0,15	9	22	13	15	20	79	70
	0,30	9	22	12	16	21	80	71
	0,45	9	22	13	17	20	81	72
N ₉₀ P ₄₅	0,15	9	22	13	15	20	79	70
	0,30	9	22	12	16	21	80	71
	0,45	9	22	13	17	20	81	72

Продолжительность межфазных периодов роста и развития гречихи в 2012 году, дней

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период						
		Посев-всходы	Всходы – начало цветения	Начало цветения – начало плодообразования	Начало плодообразования – начало побурения	Начало побурения – уборочная спелость	Посев – уборочная спелость	Всходы – уборочная спелость
без удобрений	0,15	8	21	13	17	21	80	72
	0,30	8	21	14	17	21	81	73
	0,45	8	21	14	17	21	81	73
N ₃₀ P ₁₅	0,15	8	21	13	17	22	81	73
	0,30	8	21	14	17	22	82	74
	0,45	8	21	14	17	22	82	74
N ₆₀ P ₃₀	0,15	8	21	13	17	22	81	73
	0,30	8	21	14	17	23	83	75
	0,45	8	21	14	17	23	83	75
N ₉₀ P ₄₅	0,15	8	21	13	17	22	81	73
	0,30	8	21	14	17	23	83	75
	0,45	8	21	14	17	23	83	75

Рост и развитие листового аппарата гречихи в 2007 году, тыс. м²/га

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Фаза роста и развития				
		Всходы	Начало цветения	Начало плодообразования	Начало побурения	Уборочная спелость
без удобрений	0,15	3,1	10,4	23,6	28,8	16,2
	0,30	3,1	10,5	23,7	28,9	15,7
	0,45	3,1	10,0	23,3	28,1	15,6
N ₃₀ P ₁₅	0,15	3,1	11,0	27,6	30,0	17,0
	0,30	3,1	11,2	27,7	30,2	17,4
	0,45	3,1	10,4	24,4	29,0	16,2
N ₆₀ P ₃₀	0,15	3,1	11,2	28,7	31,9	18,5
	0,30	3,1	11,5	28,9	32,1	17,8
	0,45	3,1	10,9	25,9	30,2	17,2
N ₉₀ P ₄₅	0,15	3,1	11,5	28,6	31,7	18,4
	0,30	3,1	11,9	28,8	31,9	18,0
	0,45	3,1	11,0	25,7	29,4	17,1

Рост и развитие листового аппарата гречихи в 2008 году, тыс. м²/га

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Фаза роста и развития				
		Всходы	Начало цветения	Начало плодообразования	Начало побурения	Уборочная спелость
без удобрений	0,15	3,4	10,6	24,6	29,3	16,5
	0,30	3,4	10,8	24,9	29,5	16,2
	0,45	3,4	9,9	23,1	26,3	15,3
N ₃₀ P ₁₅	0,15	3,4	11,4	28,7	31,0	17,4
	0,30	3,4	11,7	29,0	31,2	17,7
	0,45	3,4	10,4	26,3	28,9	16,1
N ₆₀ P ₃₀	0,15	3,4	11,9	30,2	33,0	18,1
	0,30	3,4	12,1	30,5	33,4	18,8
	0,45	3,4	10,6	27,2	29,5	16,6
N ₉₀ P ₄₅	0,15	3,4	12,5	30,4	32,8	17,7
	0,30	3,4	12,8	30,8	33,1	19,0
	0,45	3,4	10,9	27,0	30,4	16,2

Рост и развитие листового аппарата гречихи в 2009 году, тыс. м²/га

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Фаза роста и развития				
		Всходы	Начало цветения	Начало плодообразования	Начало побурения	Уборочная спелость
без удобрений	0,15	3,2	10,2	23,1	28,3	15,5
	0,30	3,2	10,4	23,6	28,5	15,9
	0,45	3,2	9,5	21,8	24,7	15,0
N ₃₀ P ₁₅	0,15	3,2	10,9	26,6	29,9	16,7
	0,30	3,2	11,2	27,3	30,3	17,2
	0,45	3,2	10,2	23,7	28,1	15,9
N ₆₀ P ₃₀	0,15	3,2	11,2	28,8	31,9	18,5
	0,30	3,2	11,5	29,1	32,1	18,5
	0,45	3,2	11,0	26,8	30,3	17,4
N ₉₀ P ₄₅	0,15	3,2	11,5	27,4	31,4	17,5
	0,30	3,2	11,8	28,5	31,7	17,2
	0,45	3,2	11,2	26,0	29,5	15,8

Рост и развитие листового аппарата гречихи в 2010 году, тыс. м²/га

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Фаза роста и развития				
		Всходы	Начало цветения	Начало плодообразования	Начало побурения	Уборочная спелость
без удобрений	0,15	2,9	9,4	20,6	25,1	12,8
	0,30	2,9	9,4	20,8	25,4	12,9
	0,45	2,9	9,5	21,1	25,8	13,3
N ₃₀ P ₁₅	0,15	2,9	10,4	24,8	29,1	15,1
	0,30	2,9	10,7	25,9	29,6	15,0
	0,45	2,9	10,2	24,2	28,5	14,4
N ₆₀ P ₃₀	0,15	2,9	10,6	26,3	31,8	15,5
	0,30	2,9	11,1	26,4	32,2	15,4
	0,45	2,9	10,3	25,6	29,8	14,8
N ₉₀ P ₄₅	0,15	2,9	10,8	26,6	31,5	15,7
	0,30	2,9	10,9	26,7	32,0	15,6
	0,45	2,9	10,1	26,0	29,5	15,0

Рост и развитие листового аппарата гречихи в 2011 году, тыс. м²/га

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Фаза роста и развития				
		Всходы	Начало цветения	Начало плодообразования	Начало побурения	Уборочная спелость
без удобрений	0,15	3,3	10,5	24,5	29,2	16,3
	0,30	3,3	10,7	24,4	29,2	16,0
	0,45	3,3	9,6	22,6	25,3	15,3
N ₃₀ P ₁₅	0,15	3,3	11,0	27,3	30,0	16,7
	0,30	3,3	11,3	27,9	30,5	17,5
	0,45	3,3	10,3	25,2	28,9	16,2
N ₆₀ P ₃₀	0,15	3,3	11,5	28,9	32,2	18,4
	0,30	3,3	12,2	30,8	33,5	18,9
	0,45	3,3	10,7	26,9	30,1	16,9
N ₉₀ P ₄₅	0,15	3,3	11,7	28,3	31,5	17,3
	0,30	3,3	12,6	31,2	33,1	18,4
	0,45	3,3	11,0	26,6	29,5	15,4

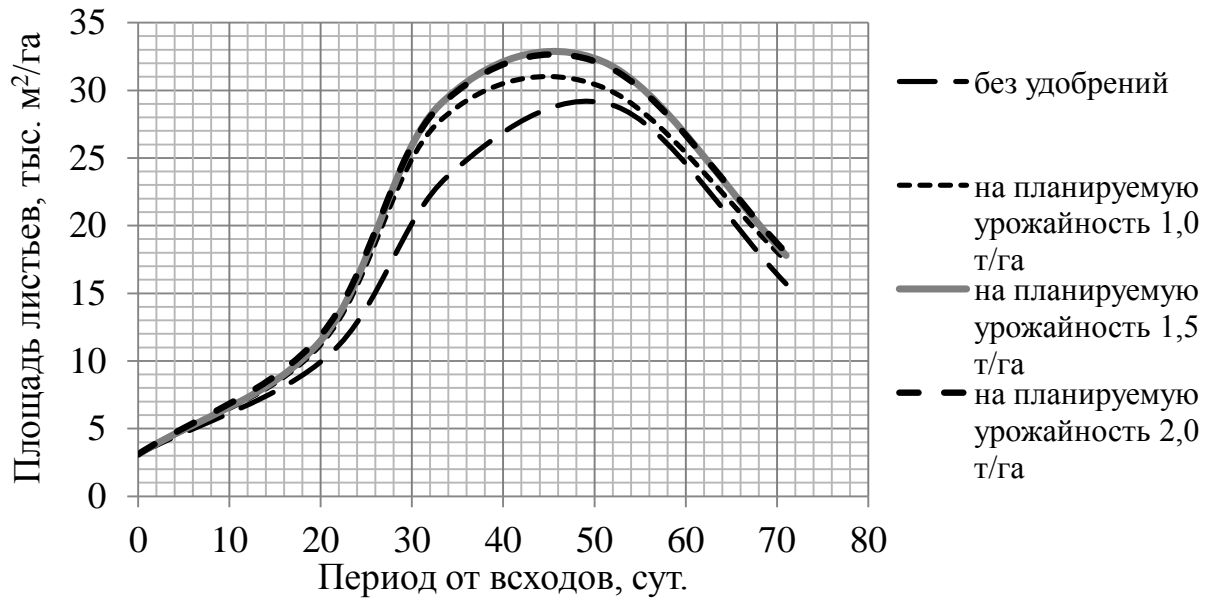
Рост и развитие листового аппарата гречихи в 2012 году, тыс. м²/га

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Фаза роста и развития				
		Всходы	Начало цветения	Начало плодообразования	Начало побурения	Уборочная спелость
без удобрений	0,15	3,4	10,6	24,4	29,2	16,5
	0,30	3,4	11,0	25,1	29,7	16,7
	0,45	3,4	9,8	22,9	26,4	15,1
N ₃₀ P ₁₅	0,15	3,4	11,2	27,5	30,2	16,9
	0,30	3,4	11,6	28,8	30,9	17,7
	0,45	3,4	10,4	26,4	29,3	16,2
N ₆₀ P ₃₀	0,15	3,4	11,7	28,7	32,0	18,0
	0,30	3,4	12,1	30,7	33,2	19,0
	0,45	3,4	10,6	27,1	29,9	17,0
N ₉₀ P ₄₅	0,15	3,4	12,1	28,6	31,6	17,0
	0,30	3,4	12,5	30,9	33,0	18,5
	0,45	3,4	10,9	27,0	29,4	15,8

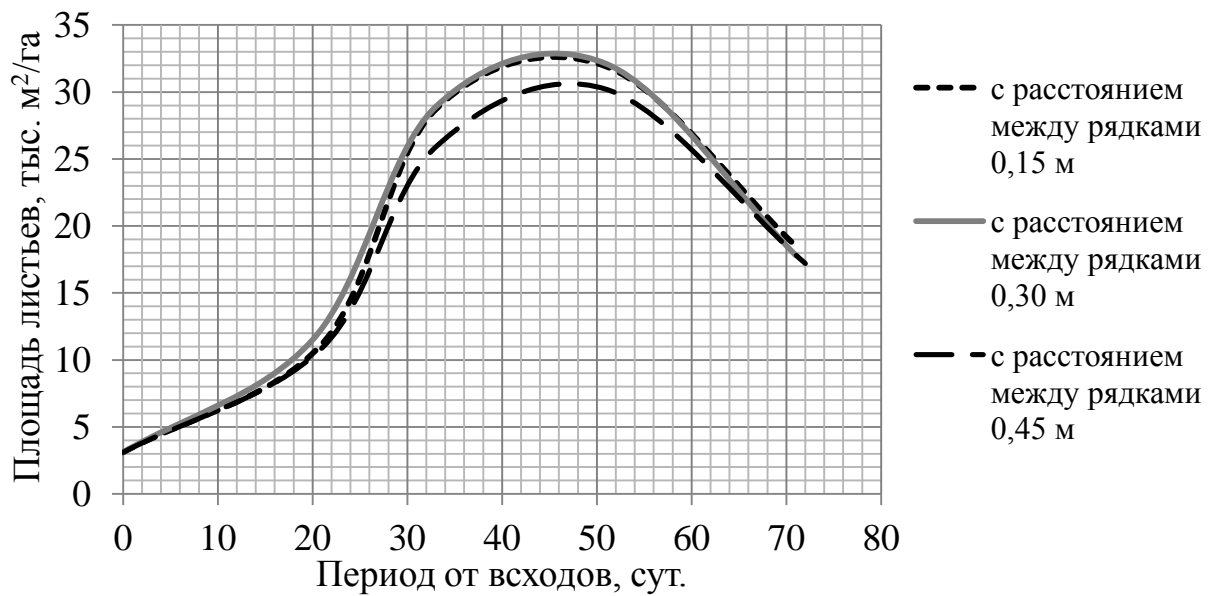
Площадь листьев гречихи по вариантам опыта, тыс. м²/га, в среднем 2007-2012 гг.

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Фаза роста и развития				
		Всходы	Начало цветения	Начало плодообразования	Начало побурения	Уборочная спелость
без удобрений	0,15	3,2	10,3	23,5	28,3	15,6
	0,30	3,2	10,5	23,8	28,5	15,6
	0,45	3,2	9,7	22,5	26,1	14,9
N ₃₀ P ₁₅	0,15	3,2	11,0	27,1	30,0	16,6
	0,30	3,2	11,3	27,8	30,5	17,1
	0,45	3,2	10,3	25,0	28,8	15,8
N ₆₀ P ₃₀	0,15	3,2	11,4	28,6	32,1	17,8
	0,30	3,2	11,8	29,4	32,8	18,1
	0,45	3,2	10,7	26,6	30,0	16,7
N ₉₀ P ₄₅	0,15	3,2	11,7	28,3	31,8	17,3
	0,30	3,2	12,1	29,5	32,5	17,8
	0,45	3,2	10,9	26,4	29,6	15,9

Динамика роста и развития листового аппарата гречихи в 2007 году:
 а) в зависимости от дозы удобрений (при ширине междурядий 0,30 м);
 б) в зависимости от ширины междурядий (на фоне $N_{60}P_{30}$)

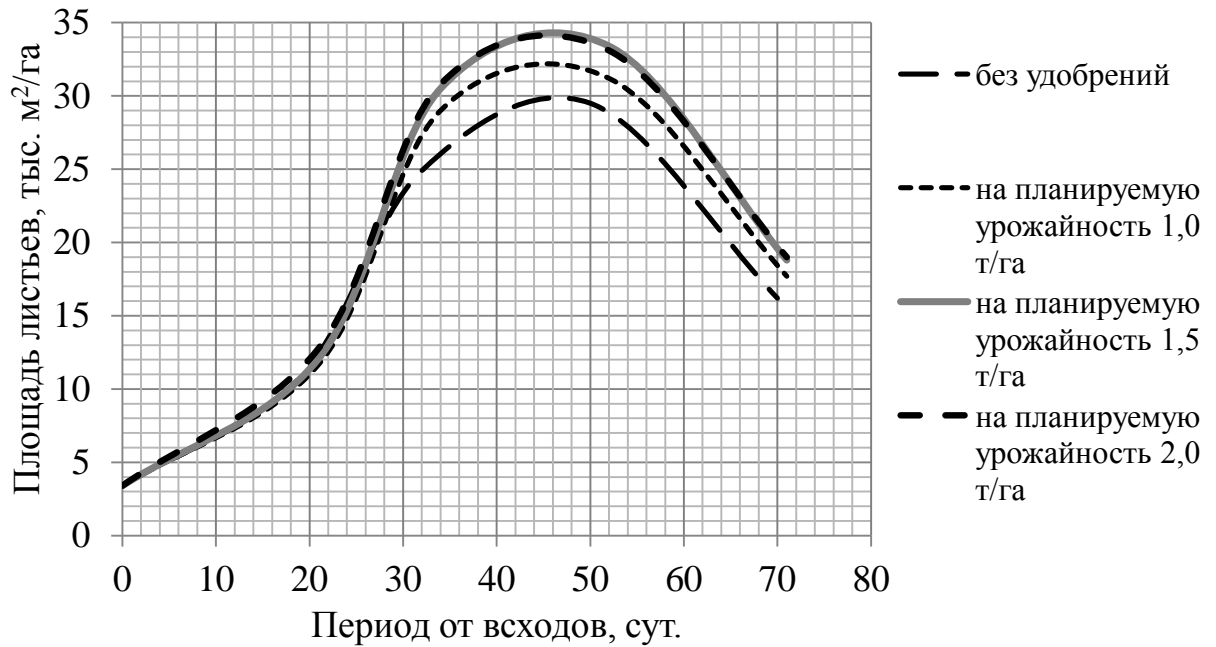


а)

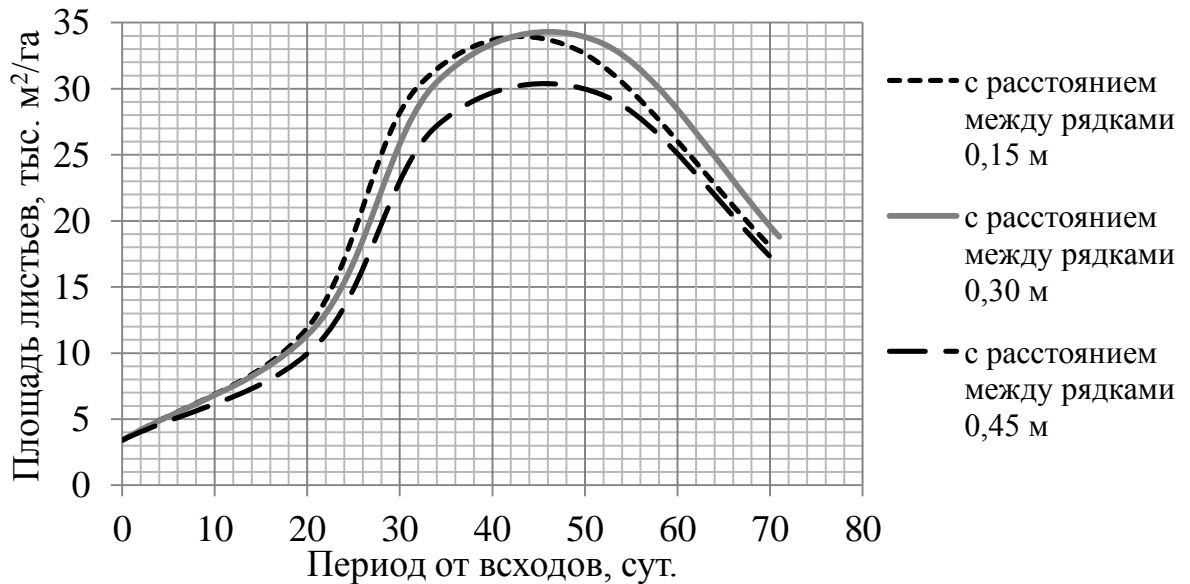


б)

Динамика роста и развития листового аппарата гречихи в 2008 году:
 а) в зависимости от дозы удобрений (при ширине междурядий 0,30 м);
 б) в зависимости от ширины междурядий (на фоне $N_{60}P_{30}$)

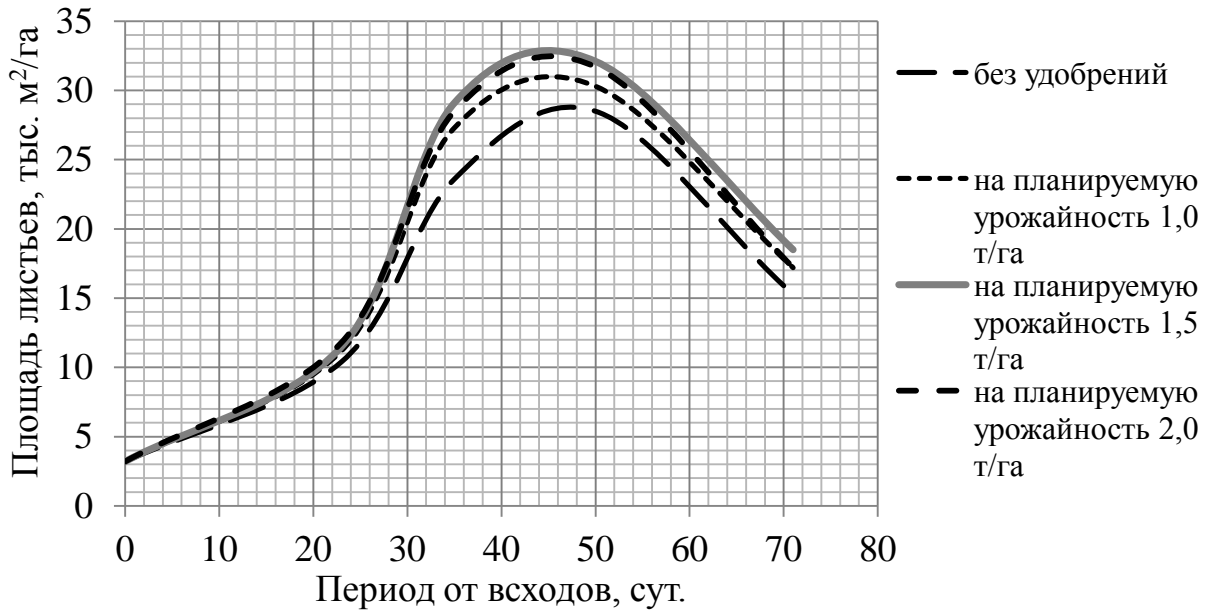


а)

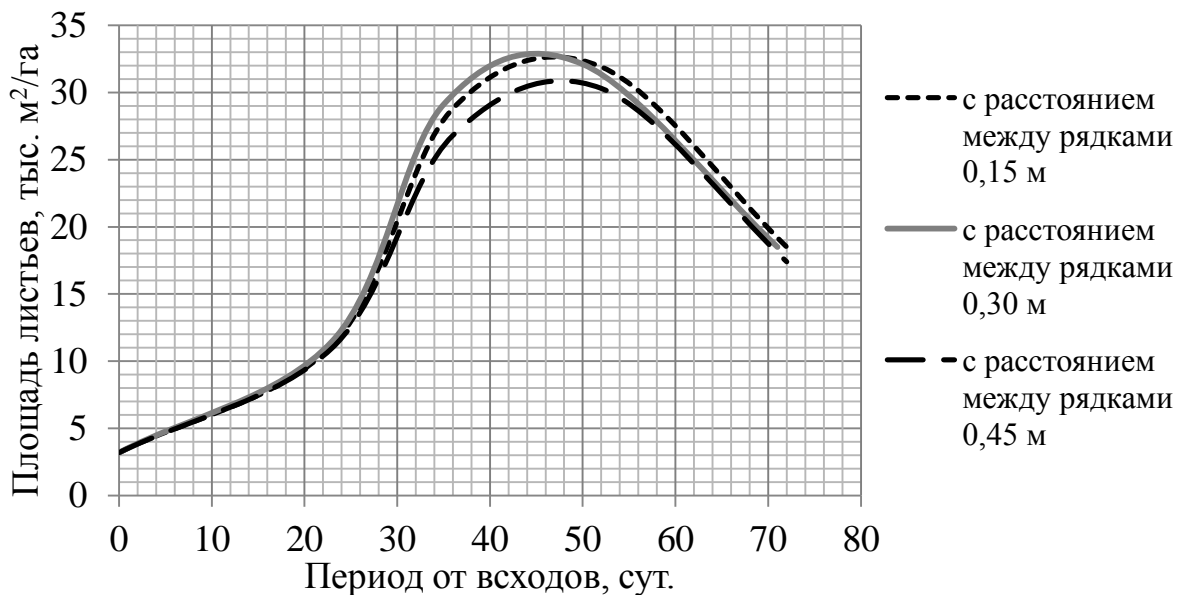


б)

Динамика роста и развития листового аппарата гречихи в 2009 году:
 а) в зависимости от дозы удобрений (при ширине междурядий 0,30 м);
 б) в зависимости от ширины междурядий (на фоне $N_{60}P_{30}$)

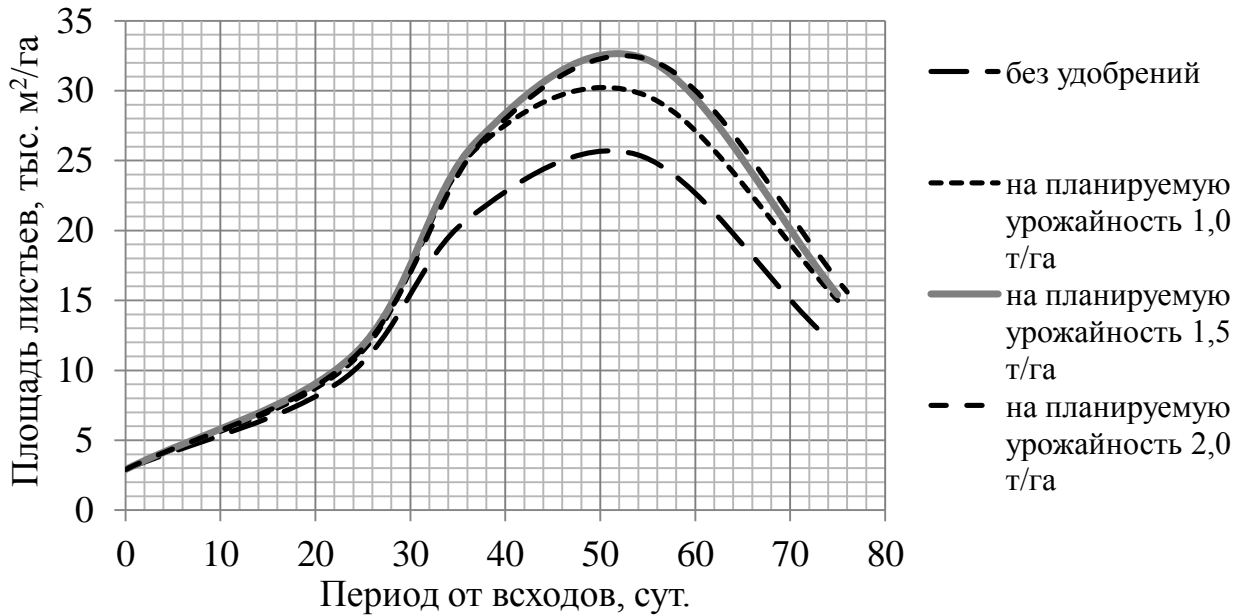


а)

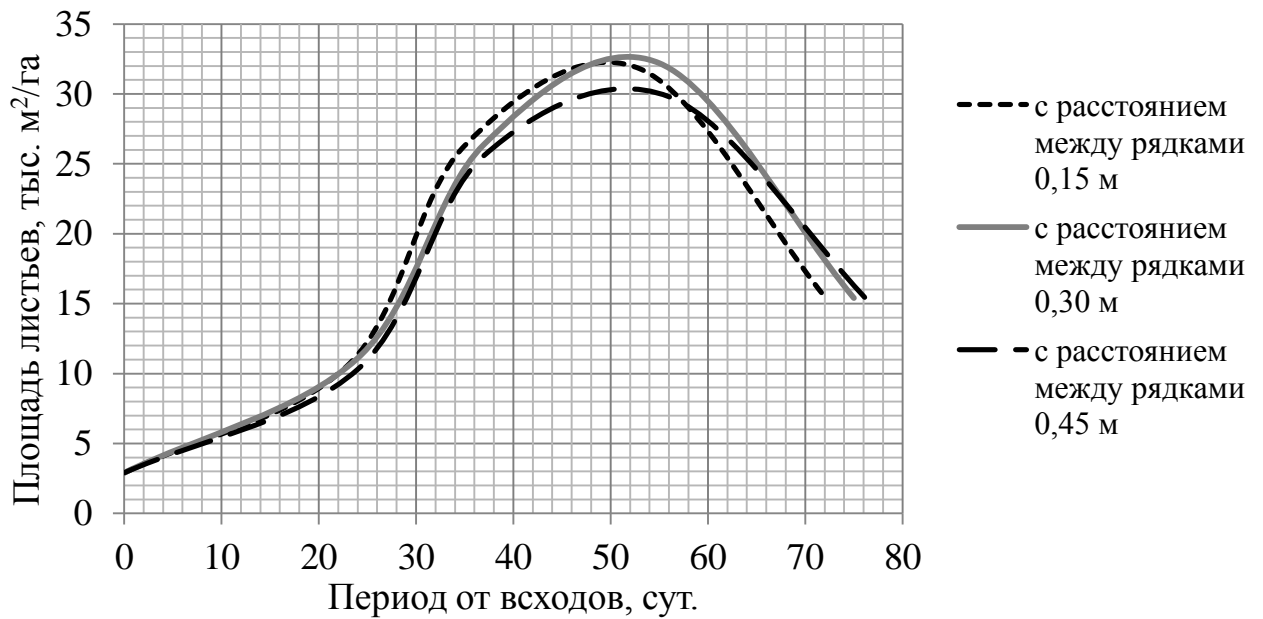


б)

Динамика роста и развития листового аппарата гречихи в 2010 году:
 а) в зависимости от дозы удобрений (при ширине междурядий 0,30 м);
 б) в зависимости от ширины междурядий (на фоне $N_{60}P_{30}$)

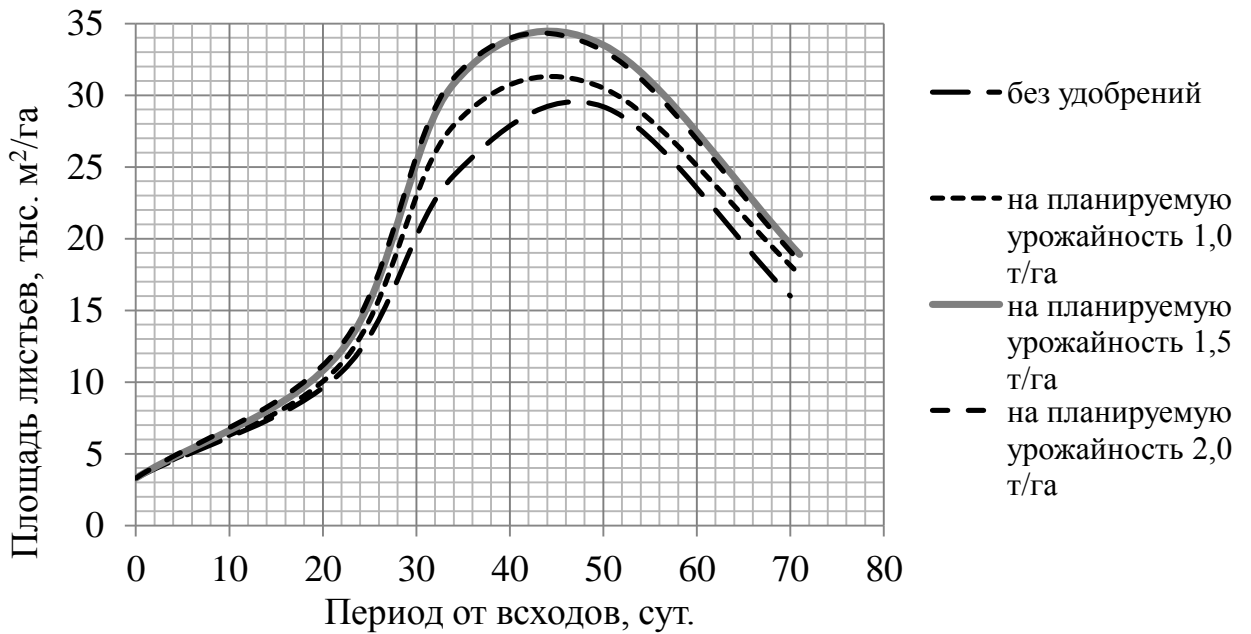


а)

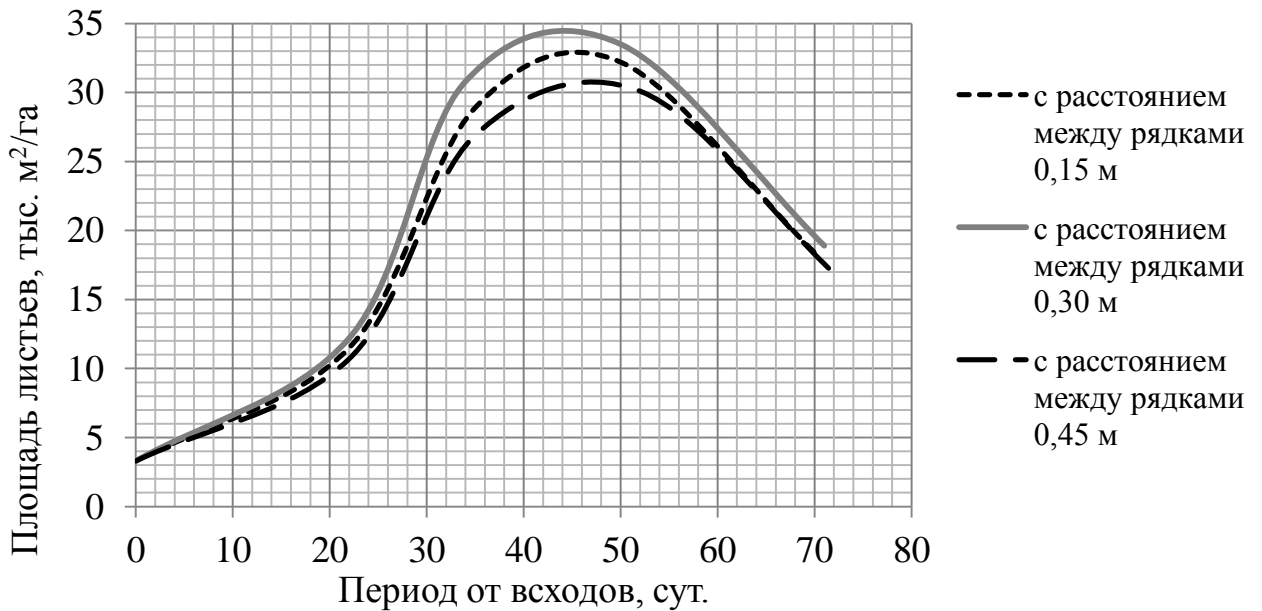


б)

Динамика роста и развития листового аппарата гречихи в 2011 году:
 а) в зависимости от дозы удобрений (при ширине междурядий 0,30 м);
 б) в зависимости от ширины междурядий (на фоне $N_{60}P_{30}$)

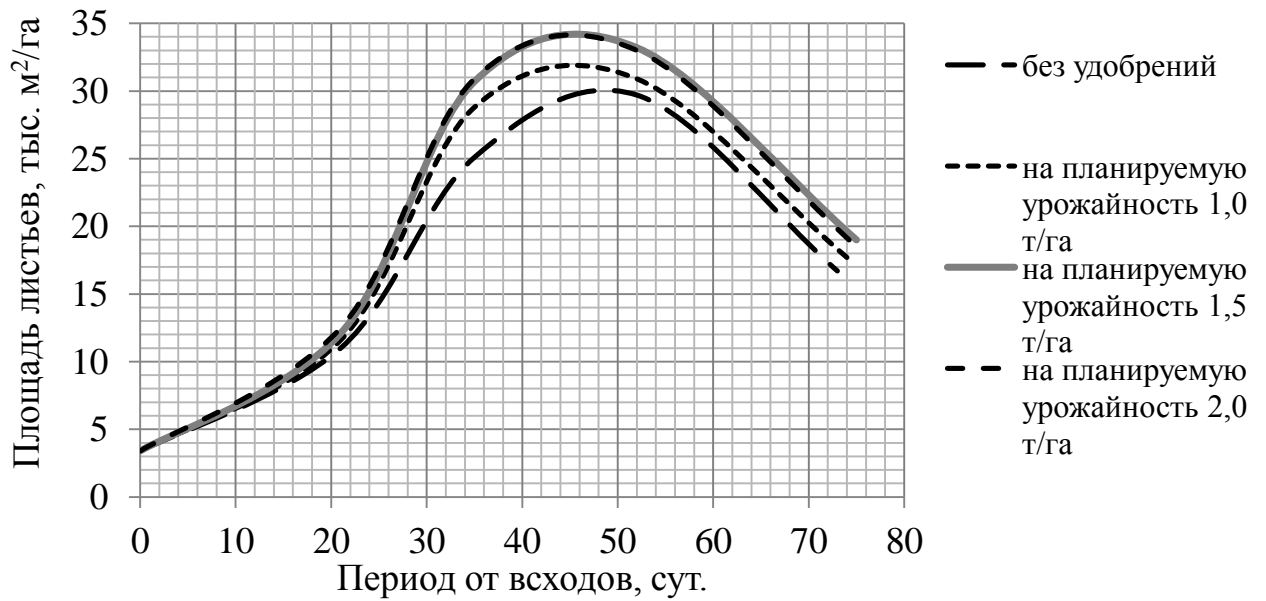


а)

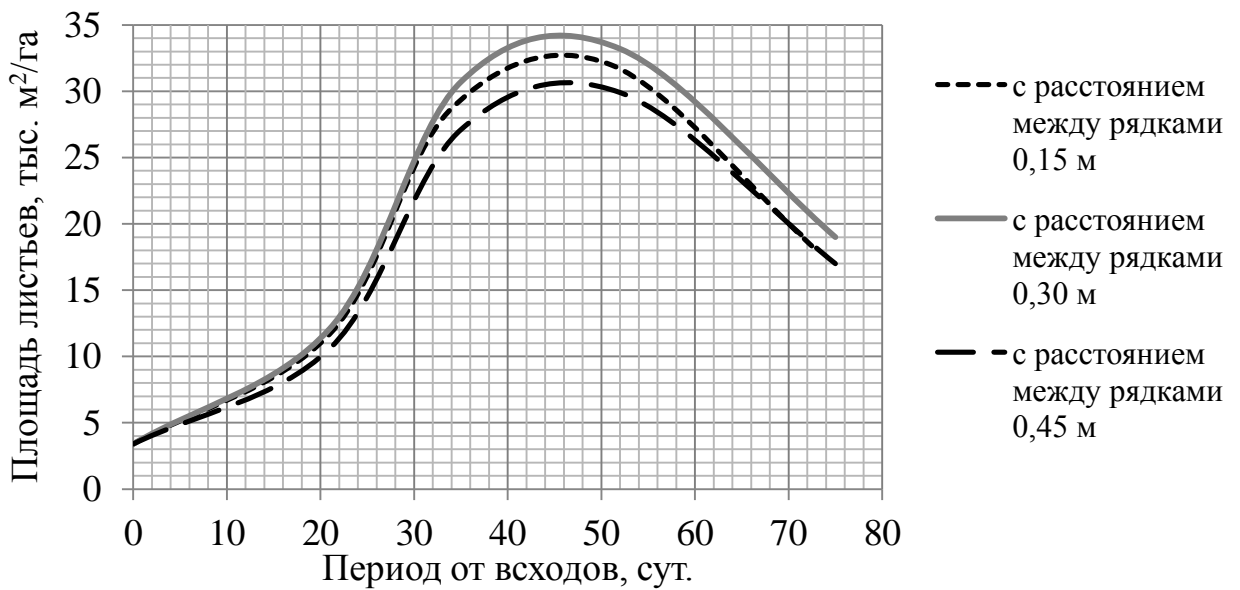


б)

Динамика роста и развития листового аппарата гречихи в 2012 году:
 а) в зависимости от дозы удобрений (при ширине междурядий 0,30 м);
 б) в зависимости от ширины междурядий (на фоне $N_{60}P_{30}$)

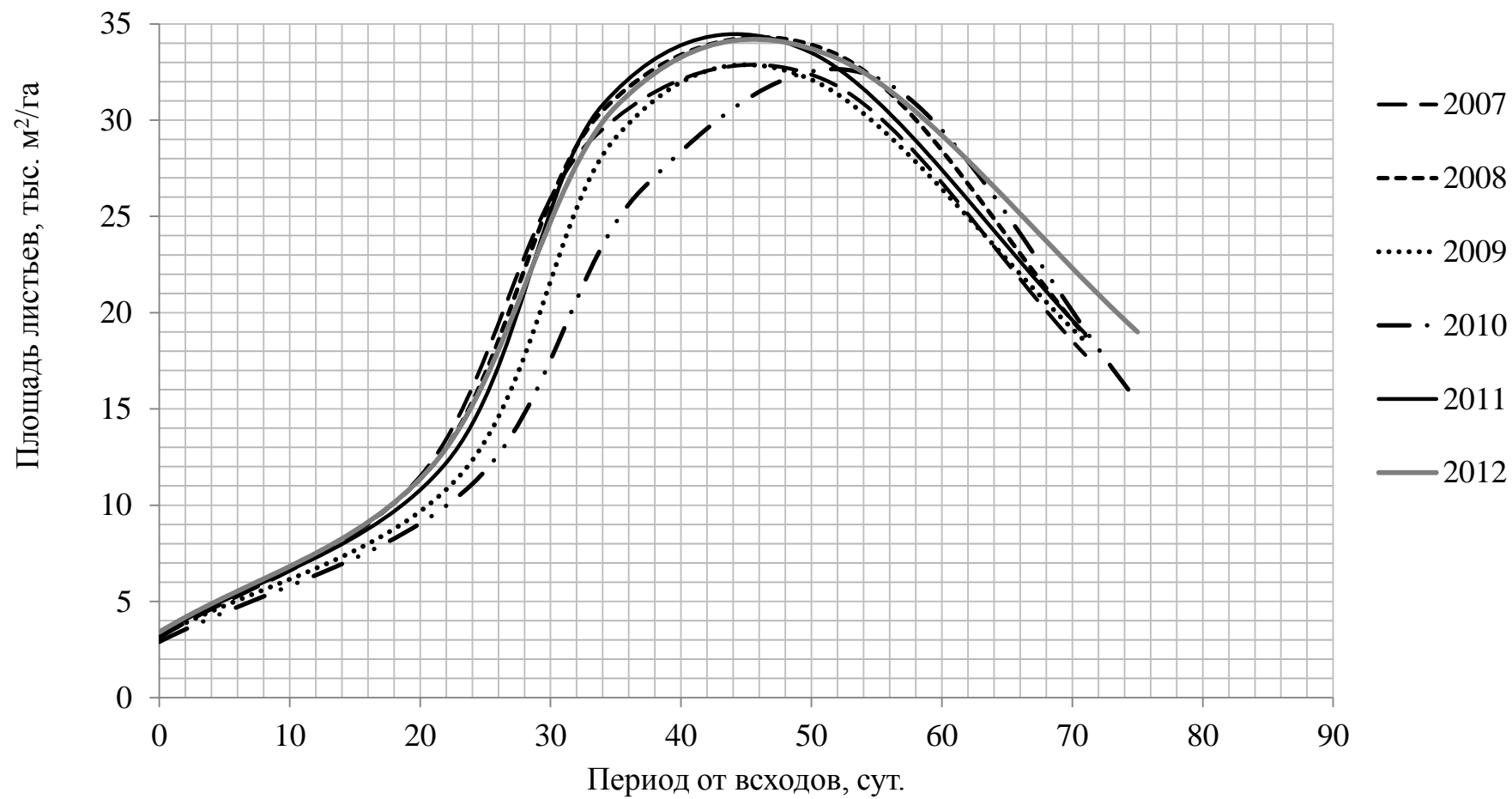


а)



б)

Динамика роста и развития листового аппарата гречихи за 2007-2012 гг.
(на фоне $N_{60}P_{30}$ при ширине междурядий 0,30 м)



Результаты дисперсионного анализа
максимальной площади листьев гречихи в 2007 году

Фактор	Сумма квадратов	Степень свободы	Дисперсия	Критерий Фишера	
				фактический	теоретический для уровня значимости 0,05
Общая вариация	96,0	47			
А	57,25	3	19,08	68,0	2,87
В	24,13	2	12,06	43,0	3,26
А×В	4,56	6	0,76	2,7	2,36
Ошибка	10,11	36	0,28		

Наименьшая существенная разность для парных оценок

Фактор		Стандартная ошибка, тыс. м ² /га	Наименьшая существенная разность, НСР ₀₅ , тыс. м ² /га
Код	Наименование		
А	Уровень минерального питания	0,22	0,37
В	Ширина междурядий	0,19	0,32
А×В	Взаимодействие факторов	0,37	0,63

Результаты дисперсионного анализа
максимальной площади листьев гречихи в 2008 году

Фактор	Сумма квадратов	Степень свободы	Дисперсия	Критерий Фишера	
				фактический	теоретический для уровня значимости 0,05
Общая вариация	223,3	47			
А	109,37	3	36,46	65,35	2,87
В	90,37	2	45,18	81,00	3,26
А×В	3,49	6	0,58	1,04	2,36
Ошибка	20,08	36	0,56		

Наименьшая существенная разность для парных оценок

Фактор		Стандартная ошибка, тыс. м ² /га	Наименьшая существенная разность, НСР ₀₅ , тыс. м ² /га
Код	Наименование		
А	Уровень минерального питания	0,30	0,52
В	Ширина междурядий	0,26	0,45
А×В	Взаимодействие факторов	0,53	0,89

Результаты дисперсионного анализа
максимальной площади листьев гречихи в 2009 году

Фактор	Сумма квадратов	Степень свободы	Дисперсия	Критерий Фишера	
				фактический	теоретический для уровня значимости 0,05
Общая вариация	236,9	47			
А	148,86	3	49,62	194,1	2,87
В	71,56	2	35,78	140,0	3,26
А×В	7,26	6	1,21	4,7	2,36
Ошибка	9,20	36	0,26		

Наименьшая существенная разность для парных оценок

Фактор		Стандартная ошибка, тыс. м ² /га	Наименьшая существенная разность, НСР ₀₅ , тыс. м ² /га
Код	Наименование		
А	Уровень минерального питания	0,21	0,35
В	Ширина междурядий	0,18	0,30
А×В	Взаимодействие факторов	0,36	0,60

Результаты дисперсионного анализа
максимальной площади листьев гречихи в 2010 году

Фактор	Сумма квадратов	Степень свободы	Дисперсия	Критерий Фишера	
				фактический	теоретический для уровня значимости 0,05
Общая вариация	298,3	47			
А	261,82	3	87,27	509,2	2,87
В	16,49	2	8,24	48,1	3,26
А×В	13,78	6	2,30	13,4	2,36
Ошибка	6,17	36	0,17		

Наименьшая существенная разность для парных оценок

Фактор		Стандартная ошибка, тыс. м ² /га	Наименьшая существенная разность, НСР ₀₅ , тыс. м ² /га
Код	Наименование		
А	Уровень минерального питания	0,17	0,29
В	Ширина междурядий	0,15	0,25
А×В	Взаимодействие факторов	0,29	0,49

Результаты дисперсионного анализа
максимальной площади листьев гречихи в 2011 году

Фактор	Сумма квадратов	Степень свободы	Дисперсия	Критерий Фишера	
				фактический	теоретический для уровня значимости 0,05
Общая вариация	233,9	47			
А	115,54	3	38,51	79,86	2,87
В	91,41	2	45,71	94,77	3,26
А×В	9,63	6	1,61	3,33	2,36
Ошибка	17,36	36	0,48		

Наименьшая существенная разность для парных оценок

Фактор		Стандартная ошибка, тыс. м ² /га	Наименьшая существенная разность, НСР ₀₅ , тыс. м ² /га
Код	Наименование		
А	Уровень минерального питания	0,28	0,48
В	Ширина междурядий	0,25	0,41
А×В	Взаимодействие факторов	0,49	0,83

Результаты дисперсионного анализа
максимальной площади листьев гречихи в 2012 году

Фактор	Сумма квадратов	Степень свободы	Дисперсия	Критерий Фишера	
				фактический	теоретический для уровня значимости 0,05
Общая вариация	180,7	47			
А	77,71	3	25,90	37,67	2,87
В	71,64	2	35,82	52,09	3,26
А×В	6,58	6	1,10	1,59	2,36
Ошибка	24,76	36	0,69		

Наименьшая существенная разность для парных оценок

Фактор		Стандартная ошибка, тыс. м ² /га	Наименьшая существенная разность, НСР ₀₅ , тыс. м ² /га
Код	Наименование		
А	Уровень минерального питания	0,34	0,57
В	Ширина междурядий	0,29	0,50
А×В	Взаимодействие факторов	0,59	0,99

Фотосинтетический потенциал в 2007 году, тыс. м²дн./га

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период			
		Всходы - начало цветения	Начало цветения - начало плодообразования	Начало плодообразования - начало побурения	Начало побурения - уборочная спелость
без удобрений	0,15	135	204	472	450
	0,30	143	222	473	424
	0,45	131	232	518	470
N ₃₀ P ₁₅	0,15	148	232	518	470
	0,30	143	253	521	476
	0,45	142	226	454	452
N ₆₀ P ₃₀	0,15	150	239	545	504
	0,30	146	263	549	499
	0,45	147	221	505	498
N ₉₀ P ₄₅	0,15	153	241	543	501
	0,30	150	265	546	499
	0,45	148	220	496	488

Фотосинтетический потенциал в 2008 году, тыс. м²дн./га

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период			
		Всходы - начало цветения	Начало цветения - начало плодообразования	Начало плодообразования - начало побурения	Начало побурения - уборочная спелость
без удобрений	0,15	140	211	458	458
	0,30	135	232	490	457
	0,45	133	241	507	508
N ₃₀ P ₁₅	0,15	148	241	507	508
	0,30	159	265	542	465
	0,45	138	257	469	428
N ₆₀ P ₃₀	0,15	153	253	537	537
	0,30	163	277	575	496
	0,45	147	246	510	438
N ₉₀ P ₄₅	0,15	159	257	537	530
	0,30	170	283	575	495
	0,45	150	246	517	443

Фотосинтетический потенциал в 2009 году, тыс. м²дн./га

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период			
		Всходы - начало цветения	Начало цветения - начало плодообразования	Начало плодообразования - начало побурения	Начало побурения - уборочная спелость
без удобрений	0,15	154	200	411	394
	0,30	156	204	391	444
	0,45	146	244	452	443
N ₃₀ P ₁₅	0,15	162	244	452	443
	0,30	166	231	432	499
	0,45	154	220	414	440
N ₆₀ P ₃₀	0,15	166	260	486	504
	0,30	169	244	459	531
	0,45	163	246	457	477
N ₉₀ P ₄₅	0,15	169	253	470	489
	0,30	173	242	452	513
	0,45	166	242	444	453

Фотосинтетический потенциал в 2010 году, тыс. м²дн./га

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период			
		Всходы - начало цветения	Начало цветения - начало плодообразования	Начало плодообразования - начало побурения	Начало побурения - уборочная спелость
без удобрений	0,15	123	180	411	379
	0,30	129	196	416	364
	0,45	124	211	485	442
N ₃₀ P ₁₅	0,15	140	211	485	442
	0,30	136	238	500	446
	0,45	138	224	448	429
N ₆₀ P ₃₀	0,15	142	221	523	473
	0,30	140	244	527	476
	0,45	139	215	499	468
N ₉₀ P ₄₅	0,15	144	224	523	472
	0,30	138	244	528	476
	0,45	137	217	500	467

Фотосинтетический потенциал в 2011 году, тыс. м²дн./га

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период			
		Всходы - начало цветения	Начало цветения - начало плодообразования	Начало плодообразования - начало побурения	Начало побурения - уборочная спелость
без удобрений	0,15	152	210	403	410
	0,30	154	211	429	452
	0,45	142	249	430	444
N ₃₀ P ₁₅	0,15	157	249	430	444
	0,30	161	235	467	504
	0,45	150	231	460	451
N ₆₀ P ₃₀	0,15	163	263	458	506
	0,30	171	258	514	550
	0,45	154	244	485	470
N ₉₀ P ₄₅	0,15	169	263	449	488
	0,30	175	263	514	541
	0,45	157	244	477	449

Фотосинтетический потенциал в 2012 году, тыс. м²дн./га

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период			
		Всходы - начало цветения	Начало цветения - начало плодообразования	Начало плодообразования - начало побурения	Начало побурения - уборочная спелость
без удобрений	0,15	147	228	456	480
	0,30	151	253	466	487
	0,45	139	252	490	518
N ₃₀ P ₁₅	0,15	153	252	490	518
	0,30	158	283	507	535
	0,45	145	258	473	501
N ₆₀ P ₃₀	0,15	159	263	516	550
	0,30	163	300	543	600
	0,45	147	264	485	539
N ₉₀ P ₄₅	0,15	163	265	512	535
	0,30	167	304	543	592
	0,45	150	265	479	520

Фотосинтетический потенциал, тыс. м²дн./га, в среднем 2007-2012 гг.

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период			
		Всходы - начало цветения	Начало цветения - начало плодообразования	Начало плодообразования - начало побурения	Начало побурения - уборочная спелость
без удобрений	0,15	142	206	435	429
	0,30	145	220	444	438
	0,45	136	238	480	471
N ₃₀ P ₁₅	0,15	151	238	480	471
	0,30	154	251	495	488
	0,45	145	236	453	450
N ₆₀ P ₃₀	0,15	156	250	511	512
	0,30	159	264	528	525
	0,45	150	239	490	482
N ₉₀ P ₄₅	0,15	160	251	506	503
	0,30	162	267	526	519
	0,45	151	239	486	470

Чистая продуктивность фотосинтеза в 2007 году, г/м² в сут.

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период				
		Всходы - начало цветения	Начало цветения - начало плодообразования	Начало плодообразования - начало побурения	Начало побурения - уборочная спелость	Всходы - начало цветения
без удобрений	0,15	2,21	3,06	2,10	0,98	2,21
	0,30	2,27	3,13	2,17	1,01	2,27
	0,45	2,30	3,19	2,20	0,99	2,30
N ₃₀ P ₁₅	0,15	2,86	3,98	3,54	1,81	2,86
	0,30	2,91	4,37	3,72	1,86	2,91
	0,45	2,87	4,38	3,81	1,88	2,87
N ₆₀ P ₃₀	0,15	2,91	4,71	3,97	2,23	2,91
	0,30	2,98	4,78	4,27	2,25	2,98
	0,45	3,06	4,84	4,35	2,27	3,06
N ₉₀ P ₄₅	0,15	2,97	4,63	3,94	2,22	2,97
	0,30	3,03	4,69	3,99	2,21	3,03
	0,45	3,08	4,72	3,99	2,18	3,08

Чистая продуктивность фотосинтеза в 2008 году, г/м² в сут.

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период				
		Всходы - начало цветения	Начало цветения - начало плодообразования	Начало плодообразования - начало побурения	Начало побурения - уборочная спелость	Всходы - начало цветения
без удобрений	0,15	2,51	3,32	2,30	1,09	2,51
	0,30	2,56	3,61	2,42	1,20	2,56
	0,45	2,53	3,58	2,35	1,12	2,53
N ₃₀ P ₁₅	0,15	2,88	4,29	3,81	1,72	2,88
	0,30	2,91	4,47	3,88	1,81	2,91
	0,45	2,90	4,38	3,85	1,77	2,90
N ₆₀ P ₃₀	0,15	3,26	5,24	4,40	2,23	3,26
	0,30	3,31	5,39	4,60	2,34	3,31
	0,45	3,30	5,30	4,48	2,23	3,30
N ₉₀ P ₄₅	0,15	3,32	5,31	4,47	2,48	3,32
	0,30	3,38	5,43	4,84	2,82	3,38
	0,45	3,36	5,34	4,56	2,54	3,36

Чистая продуктивность фотосинтеза в 2009 году, г/м² в сут.

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период				
		Всходы - начало цветения	Начало цветения - начало плодообразования	Начало плодообразования - начало побурения	Начало побурения - уборочная спелость	Всходы - начало цветения
без удобрений	0,15	2,22	3,12	2,18	1,02	2,22
	0,30	2,30	3,17	2,26	1,05	2,30
	0,45	2,32	3,20	2,23	1,02	2,32
N ₃₀ P ₁₅	0,15	2,74	4,04	3,57	1,81	2,74
	0,30	2,83	4,36	3,82	1,86	2,83
	0,45	2,85	4,38	3,85	1,87	2,85
N ₆₀ P ₃₀	0,15	2,89	4,87	4,14	2,28	2,89
	0,30	2,96	4,99	4,38	2,33	2,96
	0,45	3,08	5,03	4,44	2,31	3,08
N ₉₀ P ₄₅	0,15	2,93	4,65	4,10	2,21	2,93
	0,30	3,01	4,75	4,31	2,28	3,01
	0,45	3,10	4,79	4,32	2,24	3,10

Чистая продуктивность фотосинтеза в 2010 году, г/м² в сут.

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период				
		Всходы - начало цветения	Начало цветения - начало плодообразования	Начало плодообразования - начало побурения	Начало побурения - уборочная спелость	Всходы - начало цветения
без удобрений	0,15	1,73	2,74	1,69	0,90	1,73
	0,30	1,76	2,77	1,82	0,94	1,76
	0,45	1,85	3,10	2,02	1,14	1,85
N ₃₀ P ₁₅	0,15	2,37	3,71	3,25	1,68	2,37
	0,30	2,58	4,40	3,69	1,94	2,58
	0,45	2,47	4,11	3,44	1,82	2,47
N ₆₀ P ₃₀	0,15	2,56	4,36	3,68	2,16	2,56
	0,30	2,62	4,54	3,81	2,20	2,62
	0,45	2,68	4,57	3,82	2,22	2,68
N ₉₀ P ₄₅	0,15	2,59	4,41	3,73	2,13	2,59
	0,30	2,66	4,44	3,75	2,15	2,66
	0,45	2,67	4,43	3,72	2,17	2,67

Чистая продуктивность фотосинтеза в 2011 году, г/м² в сут.

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период				
		Всходы - начало цветения	Начало цветения - начало плодообразования	Начало плодообразования - начало побурения	Начало побурения - уборочная спелость	Всходы - начало цветения
без удобрений	0,15	2,37	3,28	2,24	1,04	2,37
	0,30	2,41	3,45	2,35	1,12	2,41
	0,45	2,34	3,30	2,27	1,06	2,34
N ₃₀ P ₁₅	0,15	2,82	4,15	3,61	1,74	2,82
	0,30	2,91	4,35	3,83	1,82	2,91
	0,45	2,88	4,32	3,77	1,76	2,88
N ₆₀ P ₃₀	0,15	3,05	5,10	4,28	2,29	3,05
	0,30	3,22	5,42	4,66	2,41	3,22
	0,45	3,17	5,32	4,50	2,32	3,17
N ₉₀ P ₄₅	0,15	3,08	4,79	4,03	2,22	3,08
	0,30	3,27	5,19	4,42	2,38	3,27
	0,45	3,20	5,05	4,26	2,25	3,20

Чистая продуктивность фотосинтеза в 2012 году, г/м² в сут.

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период				
		Всходы - начало цветения	Начало цветения - начало плодообразования	Начало плодообразования - начало побурения	Начало побурения - уборочная спелость	Всходы - начало цветения
без удобрений	0,15	2,48	3,31	2,27	1,06	2,48
	0,30	2,58	3,65	2,47	1,26	2,58
	0,45	2,51	3,38	2,30	1,09	2,51
N ₃₀ P ₁₅	0,15	2,84	4,16	3,63	1,66	2,84
	0,30	2,93	4,37	3,85	1,80	2,93
	0,45	2,95	4,29	3,80	1,79	2,95
N ₆₀ P ₃₀	0,15	3,08	5,13	4,30	2,26	3,08
	0,30	3,17	5,43	4,64	2,36	3,17
	0,45	3,21	5,35	4,51	2,30	3,21
N ₉₀ P ₄₅	0,15	3,13	4,84	4,05	2,23	3,13
	0,30	3,20	5,16	4,33	2,31	3,20
	0,45	3,23	5,21	4,24	2,28	3,23

Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м² в сут., в среднем 2007-2012 гг.

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период				
		Всходы - начало цветения	Начало цветения - начало плодообразования	Начало плодообразования - начало побурения	Начало побурения - уборочная спелость	Всходы - начало цветения
без удобрений	0,15	2,25	3,14	2,13	1,02	2,00
	0,30	2,31	3,30	2,25	1,10	2,11
	0,45	2,31	3,29	2,23	1,07	2,09
N ₃₀ P ₁₅	0,15	2,75	4,06	3,57	1,74	2,99
	0,30	2,85	4,39	3,80	1,85	3,18
	0,45	2,82	4,31	3,75	1,82	3,14
N ₆₀ P ₃₀	0,15	2,96	4,90	4,13	2,24	3,52
	0,30	3,04	5,09	4,39	2,32	3,69
	0,45	3,08	5,07	4,35	2,28	3,67
N ₉₀ P ₄₅	0,15	3,00	4,77	4,05	2,25	3,49
	0,30	3,09	4,94	4,27	2,36	3,65
	0,45	3,11	4,92	4,18	2,28	3,59

Накопление сухой биомассы посевами гречихи в 2007 году, т/га

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Фаза роста и развития				
		Всходы	Начало цветения	Начало плодообразования	Начало побурения	Уборочная спелость
без удобрений	0,15	0,08	0,38	1,00	1,99	2,43
	0,30	0,08	0,40	1,10	2,13	2,55
	0,45	0,08	0,38	1,02	1,98	2,46
N ₃₀ P ₁₅	0,15	0,08	0,50	1,43	3,26	4,11
	0,30	0,08	0,50	1,60	3,54	4,43
	0,45	0,08	0,49	1,48	3,21	4,06
N ₆₀ P ₃₀	0,15	0,08	0,52	1,64	3,81	4,93
	0,30	0,08	0,52	1,77	4,12	5,24
	0,45	0,08	0,53	1,60	3,80	4,93
N ₉₀ P ₄₅	0,15	0,08	0,53	1,65	3,79	4,90
	0,30	0,08	0,53	1,78	3,96	5,06
	0,45	0,08	0,54	1,57	3,55	4,62

Накопление сухой биомассы посевами гречихи в 2008 году, т/га

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Фаза роста и развития				
		Всходы	Начало цветения	Начало плодообразования	Начало побурения	Уборочная спелость
без удобрений	0,15	0,10	0,45	1,15	2,21	2,70
	0,30	0,10	0,45	1,28	2,47	3,02
	0,45	0,10	0,44	1,26	2,25	2,69
N ₃₀ P ₁₅	0,15	0,10	0,53	1,56	3,49	4,37
	0,30	0,10	0,56	1,75	3,85	4,69
	0,45	0,10	0,50	1,63	3,43	4,19
N ₆₀ P ₃₀	0,15	0,10	0,60	1,92	4,29	5,48
	0,30	0,10	0,64	2,13	4,78	5,94
	0,45	0,10	0,59	1,89	4,17	5,15
N ₉₀ P ₄₅	0,15	0,10	0,63	1,99	4,39	5,71
	0,30	0,10	0,67	2,21	4,99	6,39
	0,45	0,10	0,60	1,92	4,28	5,40

Накопление сухой биомассы посевами гречихи в 2009 году, т/га

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Фаза роста и развития				
		Всходы	Начало цветения	Начало плодообразования	Начало побурения	Уборочная спелость
без удобрений	0,15	0,09	0,43	1,06	1,95	2,35
	0,30	0,09	0,45	1,10	1,98	2,45
	0,45	0,09	0,43	1,08	1,91	2,29
N ₃₀ P ₁₅	0,15	0,09	0,53	1,52	3,13	3,94
	0,30	0,09	0,56	1,57	3,22	4,15
	0,45	0,09	0,53	1,49	3,09	3,91
N ₆₀ P ₃₀	0,15	0,09	0,57	1,84	3,85	5,00
	0,30	0,09	0,59	1,81	3,82	5,06
	0,45	0,09	0,59	1,83	3,86	4,96
N ₉₀ P ₄₅	0,15	0,09	0,59	1,76	3,69	4,77
	0,30	0,09	0,61	1,76	3,71	4,88
	0,45	0,09	0,60	1,76	3,68	4,70

Накопление сухой биомассы посевами гречихи в 2010 году, т/га

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Фаза роста и развития				
		Всходы	Начало цветения	Начало плодообразования	Начало побурения	Уборочная спелость
без удобрений	0,15	0,07	0,28	0,78	1,47	1,81
	0,30	0,07	0,30	0,84	1,60	1,94
	0,45	0,07	0,30	0,87	1,68	2,17
N ₃₀ P ₁₅	0,15	0,07	0,40	1,18	2,76	3,50
	0,30	0,07	0,42	1,47	3,31	4,18
	0,45	0,07	0,41	1,33	2,87	3,65
N ₆₀ P ₃₀	0,15	0,07	0,43	1,40	3,32	4,34
	0,30	0,07	0,44	1,54	3,55	4,60
	0,45	0,07	0,44	1,43	3,33	4,37
N ₉₀ P ₄₅	0,15	0,07	0,44	1,43	3,38	4,39
	0,30	0,07	0,44	1,52	3,50	4,52
	0,45	0,07	0,44	1,40	3,26	4,27

Накопление сухой биомассы посевами гречихи в 2011 году, т/га

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Фаза роста и развития				
		Всходы	Начало цветения	Начало плодообразования	Начало побурения	Уборочная спелость
без удобрений	0,15	0,10	0,46	1,15	2,05	2,48
	0,30	0,10	0,47	1,20	2,21	2,71
	0,45	0,10	0,43	1,12	1,99	2,40
N ₃₀ P ₁₅	0,15	0,10	0,54	1,58	3,13	3,90
	0,30	0,10	0,57	1,59	3,38	4,30
	0,45	0,10	0,53	1,53	3,26	4,06
N ₆₀ P ₃₀	0,15	0,10	0,60	1,94	3,90	5,06
	0,30	0,10	0,65	2,05	4,44	5,77
	0,45	0,10	0,59	1,89	4,07	5,16
N ₉₀ P ₄₅	0,15	0,10	0,62	1,88	3,69	4,77
	0,30	0,10	0,67	2,04	4,31	5,60
	0,45	0,10	0,60	1,83	3,87	4,88

Накопление сухой биомассы посевами гречихи в 2012 году, т/га

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Фаза роста и развития				
		Всходы	Начало цветения	Начало плодообразования	Начало побурения	Уборочная спелость
без удобрений	0,15	0,10	0,46	1,22	2,25	2,76
	0,30	0,10	0,49	1,41	2,56	3,18
	0,45	0,10	0,45	1,22	2,19	2,66
N ₃₀ P ₁₅	0,15	0,10	0,53	1,58	3,36	4,22
	0,30	0,10	0,56	1,80	3,75	4,71
	0,45	0,10	0,53	1,63	3,43	4,33
N ₆₀ P ₃₀	0,15	0,10	0,59	1,94	4,16	5,40
	0,30	0,10	0,62	2,25	4,77	6,18
	0,45	0,10	0,57	1,98	4,17	5,41
N ₉₀ P ₄₅	0,15	0,10	0,61	1,89	3,97	5,16
	0,30	0,10	0,63	2,20	4,55	5,92
	0,45	0,10	0,58	1,97	4,00	5,18

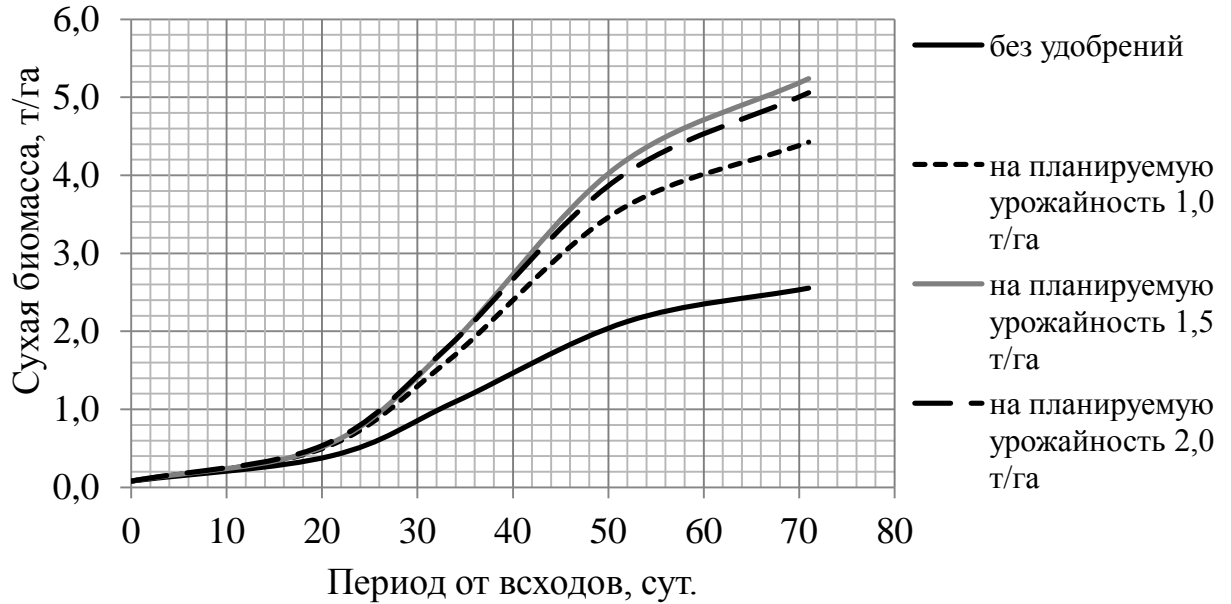
Сухая биомасса посева, т/га, в среднем 2007-2012 гг.

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Фаза роста и развития				
		Всходы	Начало цветения	Начало плодообразования	Начало побурения	Уборочная спелость
без удобрений	0,15	0,09	0,41	1,06	1,99	2,42
	0,30	0,09	0,43	1,16	2,16	2,64
	0,45	0,09	0,40	1,10	2,00	2,45
N ₃₀ P ₁₅	0,15	0,09	0,51	1,47	3,19	4,01
	0,30	0,09	0,53	1,63	3,51	4,41
	0,45	0,09	0,50	1,52	3,22	4,03
N ₆₀ P ₃₀	0,15	0,09	0,55	1,78	3,89	5,04
	0,30	0,09	0,57	1,93	4,25	5,46
	0,45	0,09	0,55	1,77	3,90	5,00
N ₉₀ P ₄₅	0,15	0,09	0,57	1,77	3,82	4,95
	0,30	0,09	0,59	1,92	4,17	5,39
	0,45	0,09	0,56	1,74	3,77	4,84

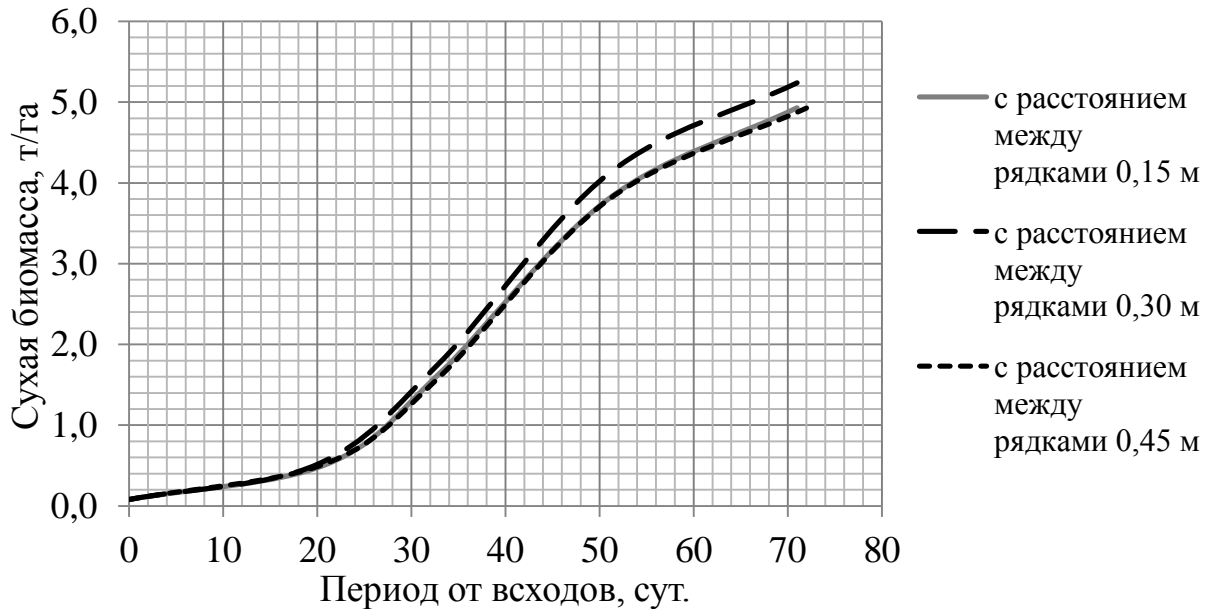
Динамика накопления сухой биомассы гречихи в 2007 году:

а) в зависимости от дозы удобрений (при ширине междурядий 0,30 м);

б) в зависимости от ширины междурядий (на фоне $N_{60}P_{30}$)

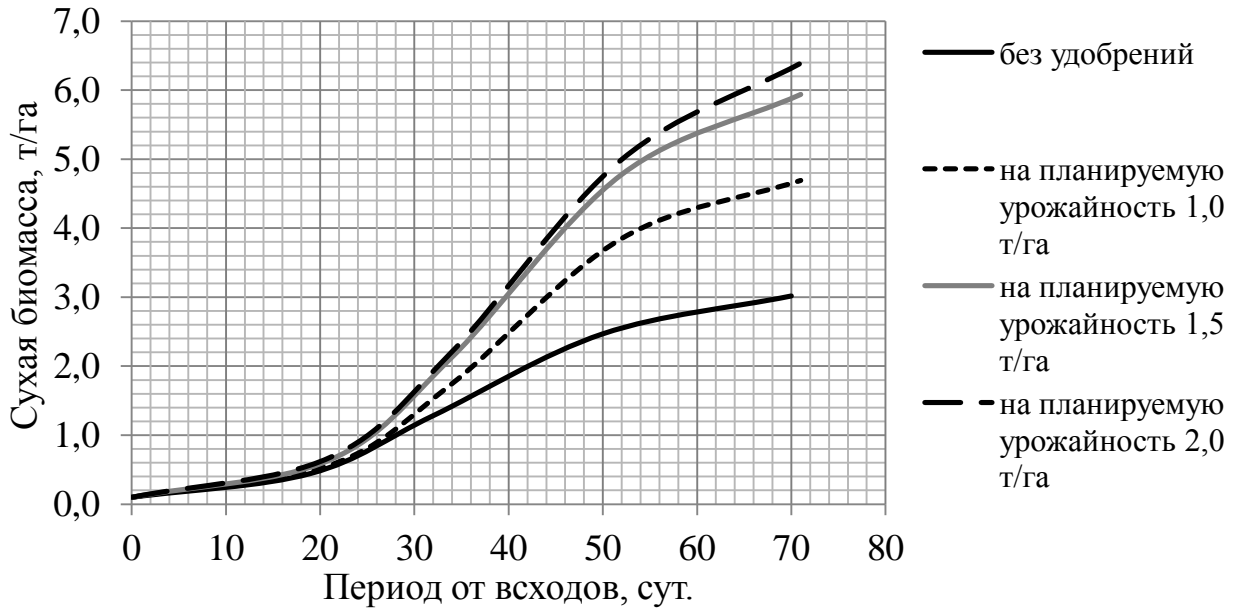


а)

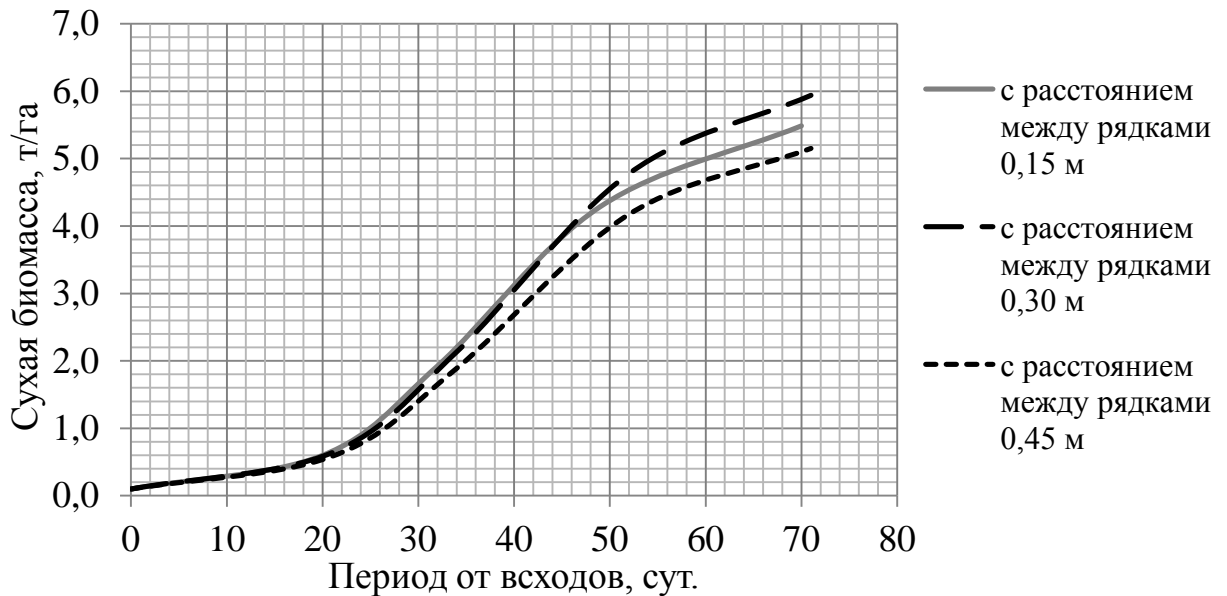


б)

Динамика накопления сухой биомассы гречихи в 2008 году:
 а) в зависимости от дозы удобрений (при ширине междурядий 0,30 м);
 б) в зависимости от ширины междурядий (на фоне $N_{60}P_{30}$)

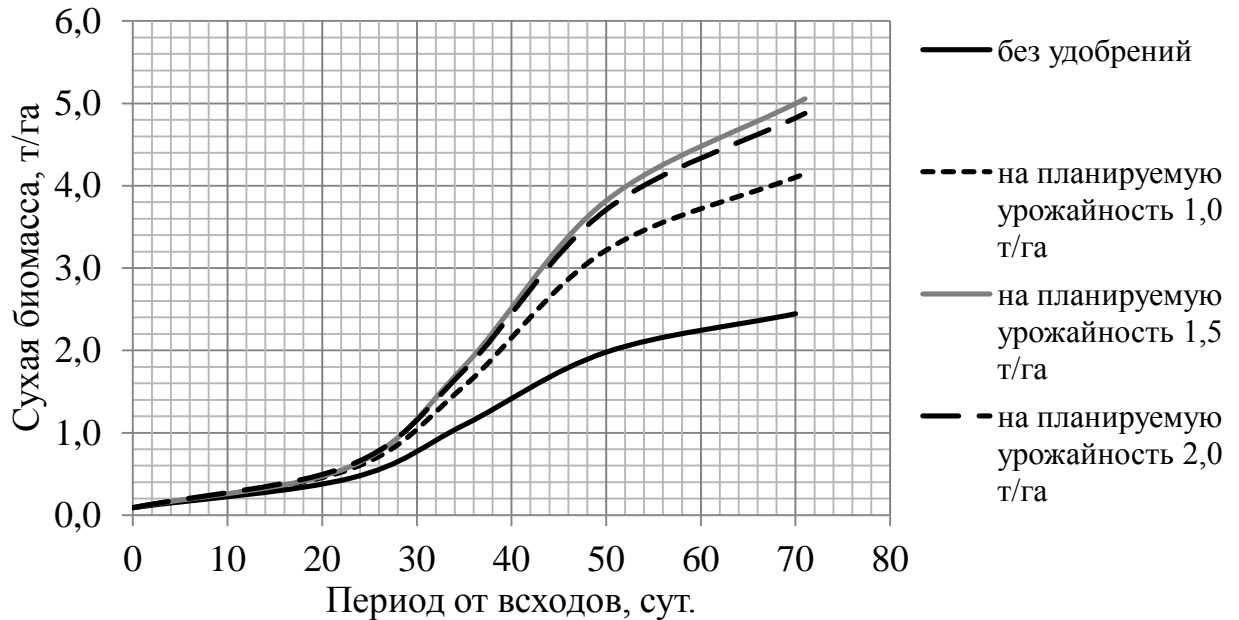


а)

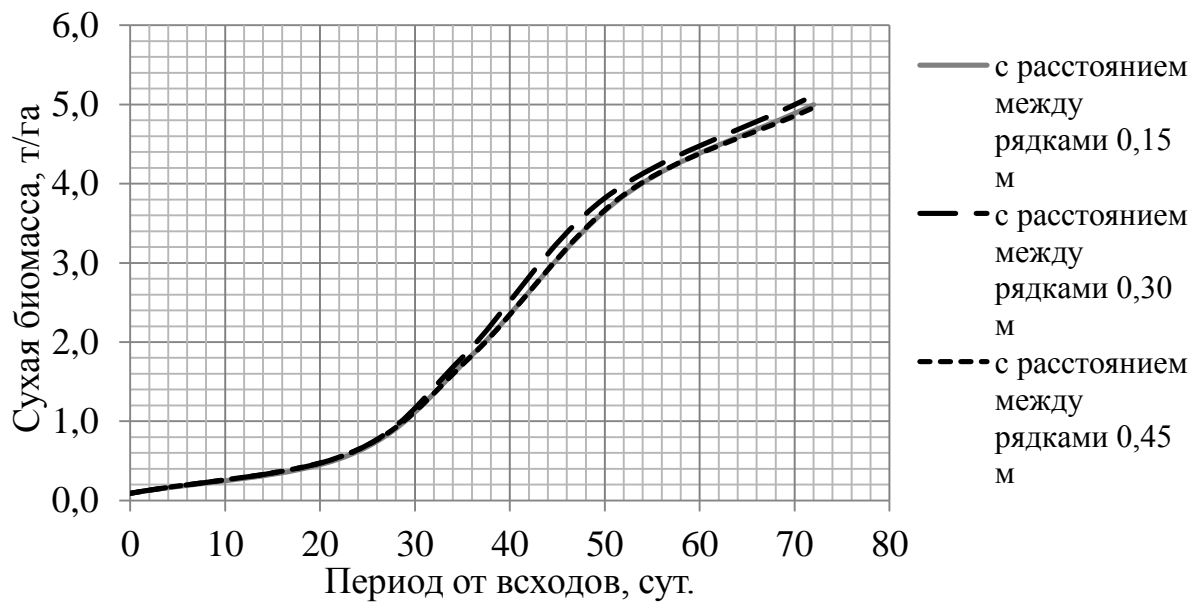


б)

- Динамика накопления сухой биомассы гречихи в 2009 году:
 а) в зависимости от дозы удобрений (при ширине междурядий 0,30 м);
 б) в зависимости от ширины междурядий (на фоне $N_{60}P_{30}$)



а)

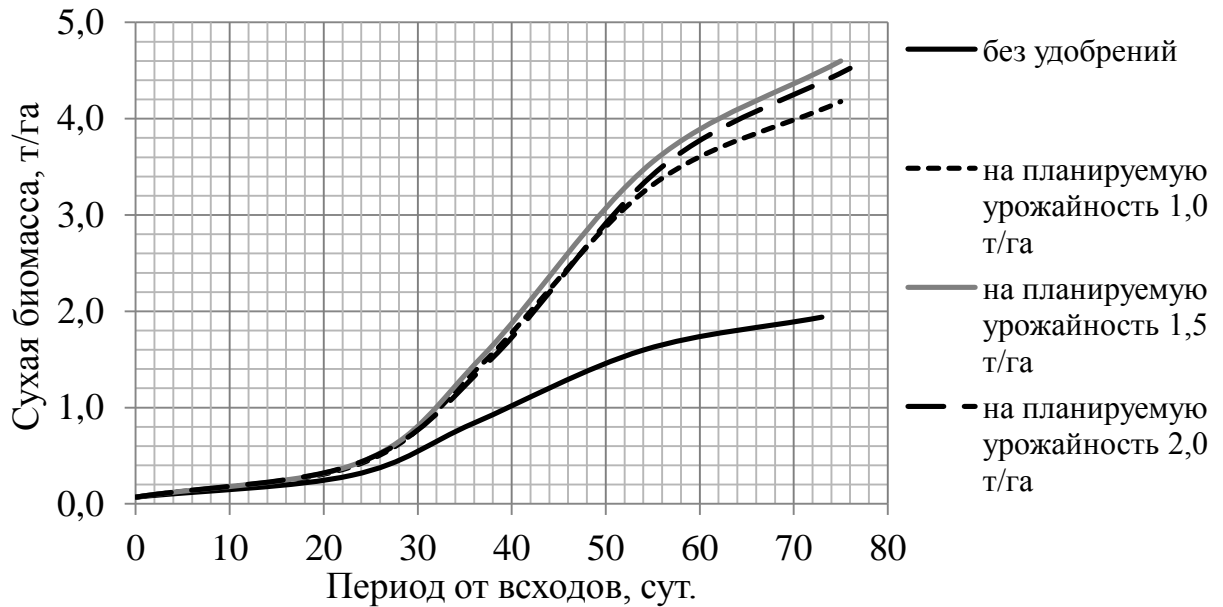


б)

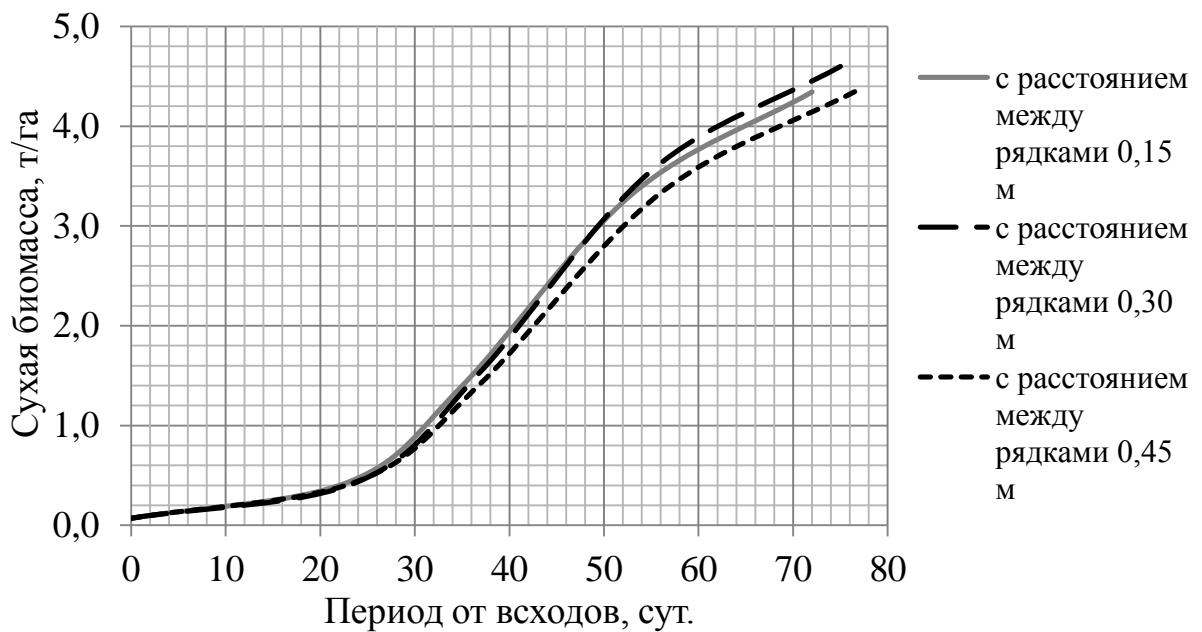
Динамика накопления сухой биомассы гречихи в 2010 году:

а) в зависимости от дозы удобрений (при ширине междурядий 0,30 м);

б) в зависимости от ширины междурядий (на фоне $N_{60}P_{30}$)

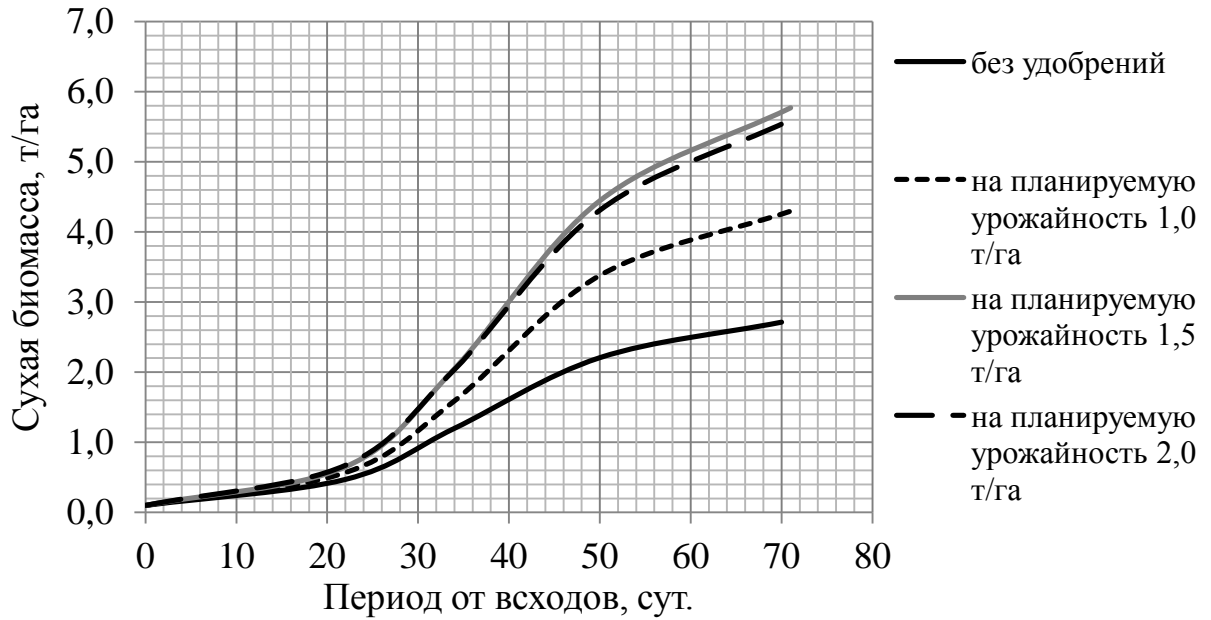


а)

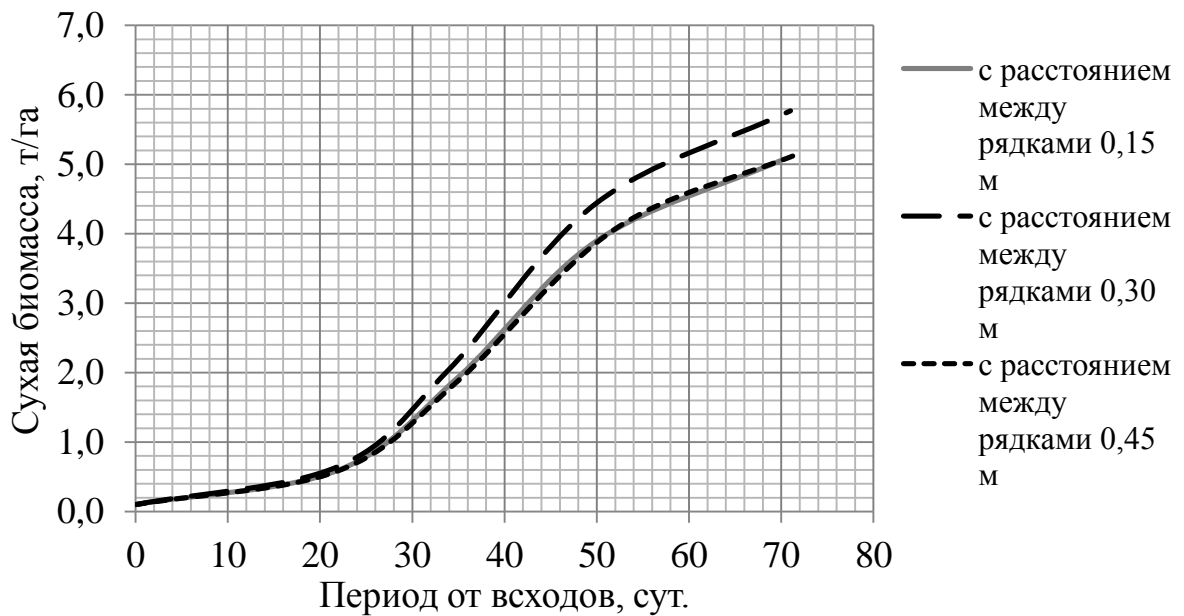


б)

- Динамика накопления сухой биомассы гречихи в 2011 году:
 а) в зависимости от дозы удобрений (при ширине междурядий 0,30 м);
 б) в зависимости от ширины междурядий (на фоне $N_{60}P_{30}$)

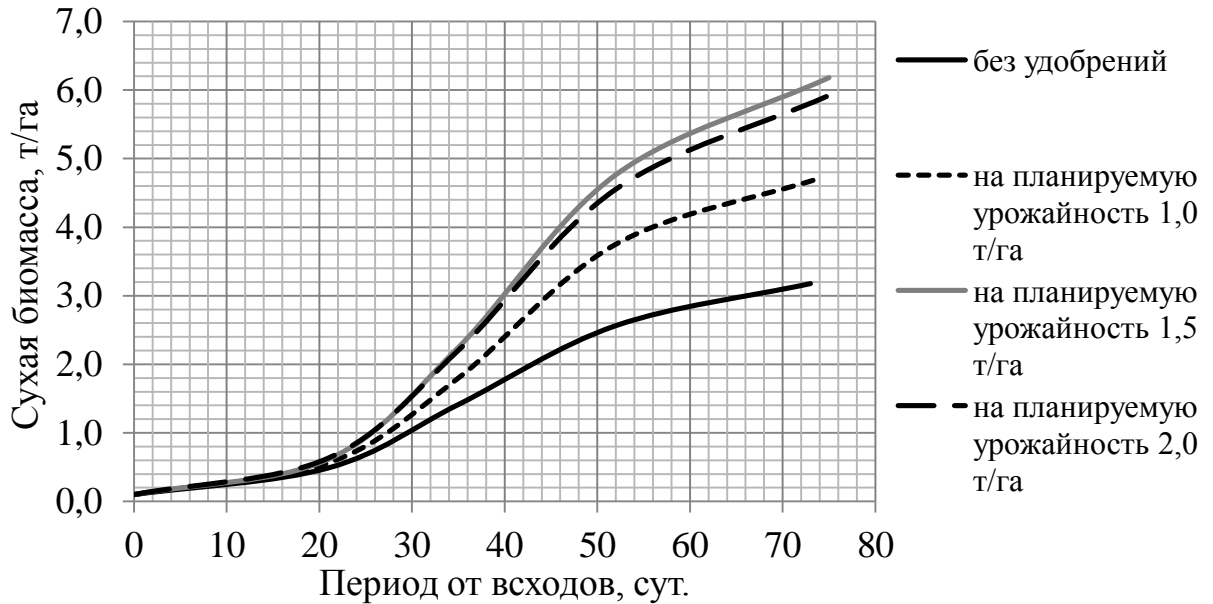


а)

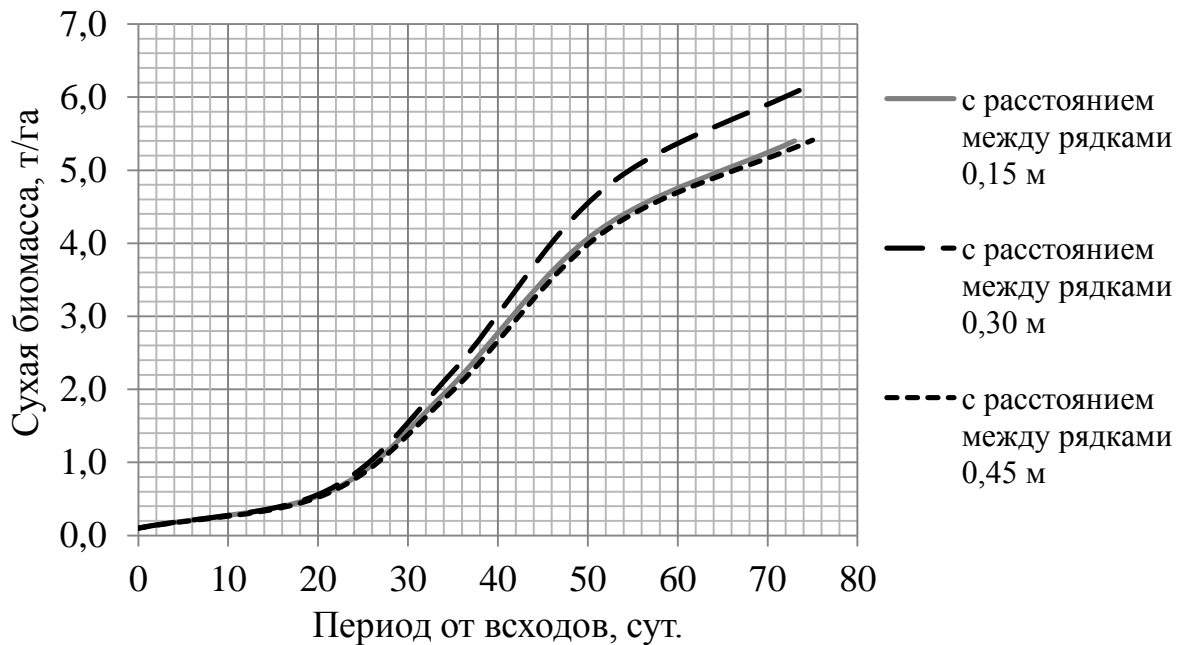


б)

Динамика накопления сухой биомассы гречихи в 2012 году:
 а) в зависимости от дозы удобрений (при ширине междурядий 0,30 м);
 б) в зависимости от ширины междурядий (на фоне $N_{60}P_{30}$)



а)



б)

Результаты дисперсионного анализа
суммарной накопленной сухой биомассы гречихи в 2007 году

Фактор	Сумма квадратов	Степень свободы	Дисперсия	Критерий Фишера	
				фактический	теоретический для уровня значимости 0,05
Общая вариация	51,5	47			
А	48,783	3	16,26	336,64	2,87
В	0,800	2	0,40	8,28	3,26
А×В	0,208	6	0,03	0,72	2,36
Ошибка	1,739	36	0,05		

Наименьшая существенная разность для парных оценок

Фактор		Стандартная ошибка, т/га	Наименьшая существенная разность, НСР ₀₅ , т/га
Код	Наименование		
А	Уровень минерального питания	0,09	0,15
В	Ширина междурядий	0,08	0,13
А×В	Взаимодействие факторов	0,16	0,26

Результаты дисперсионного анализа
суммарной накопленной сухой биомассы гречихи в 2008 году

Фактор	Сумма квадратов	Степень свободы	Дисперсия	Критерий Фишера	
				фактический	теоретический для уровня значимости 0,05
Общая вариация	74,6	47			
А	67,496	3	22,50	273,85	2,87
В	3,565	2	1,78	21,70	3,26
А×В	0,553	6	0,09	1,12	2,36
Ошибка	2,958	36	0,08		

Наименьшая существенная разность для парных оценок

Фактор		Стандартная ошибка, т/га	Наименьшая существенная разность, НСР ₀₅ , т/га
Код	Наименование		
А	Уровень минерального питания	0,12	0,20
В	Ширина междурядий	0,10	0,17
А×В	Взаимодействие факторов	0,20	0,34

Результаты дисперсионного анализа
суммарной накопленной сухой биомассы гречихи в 2009 году

Фактор	Сумма квадратов	Степень свободы	Дисперсия	Критерий Фишера	
				фактический	теоретический для уровня значимости 0,05
Общая вариация	53,3	47			
А	51,597	3	17,20	433,74	2,87
В	0,244	2	0,12	3,07	3,26
А×В	0,036	6	0,01	0,15	2,36
Ошибка	1,428	36	0,04		

Наименьшая существенная разность для парных оценок

Фактор		Стандартная ошибка, т/га	Наименьшая существенная разность, НСР ₀₅ , т/га
Код	Наименование		
А	Уровень минерального питания	0,08	0,14
В	Ширина междурядий	0,07	0,12
А×В	Взаимодействие факторов	0,14	0,24

Результаты дисперсионного анализа
суммарной накопленной сухой биомассы гречихи в 2010 году

Фактор	Сумма квадратов	Степень свободы	Дисперсия	Критерий Фишера	
				фактический	теоретический для уровня значимости 0,05
Общая вариация	51,0	47			
А	48,019	3	16,01	400,42	2,87
В	0,722	2	0,36	9,03	3,26
А×В	0,817	6	0,14	3,41	2,36
Ошибка	1,439	36	0,04		

Наименьшая существенная разность для парных оценок

Фактор		Стандартная ошибка, т/га	Наименьшая существенная разность, НСР ₀₅ , т/га
Код	Наименование		
А	Уровень минерального питания	0,08	0,14
В	Ширина междурядий	0,07	0,12
А×В	Взаимодействие факторов	0,14	0,24

Результаты дисперсионного анализа
суммарной накопленной сухой биомассы гречихи в 2011 году

Фактор	Сумма квадратов	Степень свободы	Дисперсия	Критерий Фишера	
				фактический	теоретический для уровня значимости 0,05
Общая вариация	63,4	47			
А	58,157	3	19,39	371,30	2,87
В	2,765	2	1,38	26,48	3,26
А×В	0,569	6	0,09	1,82	2,36
Ошибка	1,880	36	0,05		

Наименьшая существенная разность для парных оценок

Фактор		Стандартная ошибка, т/га	Наименьшая существенная разность, НСР ₀₅ , т/га
Код	Наименование		
А	Уровень минерального питания	0,09	0,16
В	Ширина междурядий	0,08	0,14
А×В	Взаимодействие факторов	0,16	0,27

Результаты дисперсионного анализа
суммарной накопленной сухой биомассы гречихи в 2012 году

Фактор	Сумма квадратов	Степень свободы	Дисперсия	Критерий Фишера	
				фактический	теоретический для уровня значимости 0,05
Общая вариация	64,8	47			
А	57,998	3	19,33	265,33	2,87
В	3,910	2	1,95	26,83	3,26
А×В	0,296	6	0,05	0,68	2,36
Ошибка	2,623	36	0,07		

Наименьшая существенная разность для парных оценок

Фактор		Стандартная ошибка, т/га	Наименьшая существенная разность, НСР ₀₅ , т/га
Код	Наименование		
А	Уровень минерального питания	0,11	0,19
В	Ширина междурядий	0,10	0,16
А×В	Взаимодействие факторов	0,19	0,32

Среднесуточный прирост сухого вещества в 2007 году, кг/га в сут.

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период			
		Всходы - начало цветения	Начало цветения - начало плодообразования	Начало плодообразования - начало побурения	Начало побурения - уборочная спелость
без удобрений	0,15	15	52	55	22
	0,30	15	53	57	23
	0,45	15	53	57	22
N ₃₀ P ₁₅	0,15	20	77	102	43
	0,30	21	85	108	44
	0,45	19	76	102	42
N ₆₀ P ₃₀	0,15	21	94	120	56
	0,30	22	97	130	56
	0,45	21	89	122	54
N ₉₀ P ₄₅	0,15	22	93	119	56
	0,30	23	96	121	55
	0,45	22	87	110	51

Среднесуточный прирост сухого вещества в 2008 году, кг/га в сут.

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период			
		Всходы - начало цветения	Начало цветения - начало плодообразования	Начало плодообразования - начало побурения	Начало побурения - уборочная спелость
без удобрений	0,15	18	58	62	25
	0,30	18	64	66	27
	0,45	17	59	58	23
N ₃₀ P ₁₅	0,15	21	86	114	42
	0,30	22	91	117	44
	0,45	20	80	106	40
N ₆₀ P ₃₀	0,15	25	110	139	57
	0,30	26	115	147	61
	0,45	23	100	127	51
N ₉₀ P ₄₅	0,15	26	114	141	63
	0,30	27	118	155	73
	0,45	24	101	131	59

Среднесуточный прирост сухого вещества в 2009 году, кг/га в сут.

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период			
		Всходы - начало цветения	Начало цветения - начало плодообразования	Начало плодообразования - начало побурения	Начало побурения - уборочная спелость
без удобрений	0,15	15	52	56	22
	0,30	16	54	59	23
	0,45	15	50	52	20
N ₃₀ P ₁₅	0,15	19	76	101	42
	0,30	20	84	110	44
	0,45	19	74	100	41
N ₆₀ P ₃₀	0,15	21	97	126	57
	0,30	22	101	134	59
	0,45	22	95	127	55
N ₉₀ P ₄₅	0,15	22	90	120	54
	0,30	23	96	130	56
	0,45	22	89	120	51

Среднесуточный прирост сухого вещества в 2010 году, кг/га в сут.

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период			
		Всходы - начало цветения	Начало цветения - начало плодообразования	Начало плодообразования - начало побурения	Начало побурения - уборочная спелость
без удобрений	0,15	11	41	39	17
	0,30	11	42	42	18
	0,45	11	48	47	22
N ₃₀ P ₁₅	0,15	16	65	88	37
	0,30	18	81	103	43
	0,45	16	71	91	39
N ₆₀ P ₃₀	0,15	17	80	107	51
	0,30	18	85	112	52
	0,45	18	82	106	49
N ₉₀ P ₄₅	0,15	18	82	108	50
	0,30	18	83	110	51
	0,45	17	80	103	48

Среднесуточные приросты сухого вещества гречихи в 2011 году, т/га в сут.

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период			
		Всходы - начало цветения	Начало цветения - начало плодообразования	Начало плодообразования - начало побурения	Начало побурения - уборочная спелость
без удобрений	0,15	16	57	60	24
	0,30	17	61	63	25
	0,45	15	53	54	22
N ₃₀ P ₁₅	0,15	20	79	103	41
	0,30	21	85	112	44
	0,45	20	77	102	40
N ₆₀ P ₃₀	0,15	23	103	131	58
	0,30	25	117	150	63
	0,45	22	100	128	55
N ₉₀ P ₄₅	0,15	24	97	121	54
	0,30	26	114	142	61
	0,45	23	95	120	51

Среднесуточный прирост сухого вещества в 2012 году, кг/га в сут.

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период			
		Всходы - начало цветения	Начало цветения - начало плодообразования	Начало плодообразования - начало побурения	Начало побурения - уборочная спелость
без удобрений	0,15	17	58	61	24
	0,30	19	66	68	29
	0,45	17	55	57	23
N ₃₀ P ₁₅	0,15	21	81	105	39
	0,30	22	88	115	44
	0,45	20	79	106	41
N ₆₀ P ₃₀	0,15	23	104	131	57
	0,30	25	116	148	62
	0,45	22	101	129	54
N ₉₀ P ₄₅	0,15	24	99	122	54
	0,30	25	112	138	59
	0,45	23	99	119	52

Среднесуточный прирост сухого вещества, кг/га в сут., в среднем 2007-2012 гг.

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Межфазный период			
		Всходы - начало цветения	Начало цветения - начало плодообразования	Начало плодообразования - начало побурения	Начало побурения - уборочная спелость
без удобрений	0,15	15	53	56	22
	0,30	16	57	59	24
	0,45	15	53	54	22
N ₃₀ P ₁₅	0,15	20	77	102	41
	0,30	21	86	111	44
	0,45	19	76	101	41
N ₆₀ P ₃₀	0,15	22	98	126	56
	0,30	23	105	137	59
	0,45	21	95	123	53
N ₉₀ P ₄₅	0,15	23	96	122	55
	0,30	24	103	133	59
	0,45	22	92	117	52

Результаты дисперсионного анализа числа сохранившихся к уборке растений гречихи по вариантам опыта (за 2007-2012 гг.)

Фактор	Сумма квадратов	Степень свободы	Дисперсия	Критерий Фишера	
				фактический	теоретический для уровня значимости 0,05
Общая вариация	1107,7	47			
А	199,2	3	66,39	3,45	2,87
В	205,3	2	102,65	5,33	3,26
А×В	9,7	6	1,62	0,08	2,36
Ошибка	693,5	36	19,26		

Наименьшая существенная разность для парных оценок

Фактор		Стандартная ошибка, шт./м ²	Наименьшая существенная разность, НСР ₀₅ , шт./м ²
Код	Наименование		
А	Уровень минерального питания	1,8	3,0
В	Ширина междурядий	1,6	2,6
А×В	Взаимодействие факторов	3,1	5,2

Результаты дисперсионного анализа числа семян на
растении гречихи по вариантам опыта (за 2007-2012 гг.)

Фактор	Сумма квадратов	Степень свободы	Дисперсия	Критерий Фишера	
				факти- ческий	теоретический для уровня значимости 0,05
Общая вариация	5241,4	47			
А	4748,10	3	1582,70	143,30	2,87
В	81,65	2	40,82	3,70	3,26
А×В	14,07	6	2,35	0,21	2,36
Ошибка	397,62	36	11,05		

Наименьшая существенная разность для парных оценок

Фактор		Стандартная ошибка, шт.	Наименьшая существенная разность, НСР ₀₅ , шт.
Код	Наименование		
А	Уровень минерального питания	1,36	2,29
В	Ширина междурядий	1,18	1,99
А×В	Взаимодействие факторов	2,35	3,97

Результаты дисперсионного анализа числа соцветий на
растении гречихи по вариантам опыта (за 2007-2012 гг.)

Фактор	Сумма квадратов	Степень свободы	Дисперсия	Критерий Фишера	
				факти- ческий	теоретический для уровня значимости 0,05
Общая вариация	85,699	47			
А	46,184	3	15,39	21,91	2,87
В	13,662	2	6,83	9,72	3,26
А×В	0,563	6	0,09	0,13	2,36
Ошибка	25,290	36	0,70		

Наименьшая существенная разность для парных оценок

Фактор		Стандартная ошибка, шт.	Наименьшая существенная разность, НСР ₀₅ , шт.
Код	Наименование		
А	Уровень минерального питания	0,34	0,58
В	Ширина междурядий	0,30	0,50
А×В	Взаимодействие факторов	0,59	1,00

Результаты дисперсионного анализа веса семян с одного растения гречихи
по вариантам опыта (за 2007-2012 гг.)

Фактор	Сумма квадратов	Степень свободы	Дисперсия	Критерий Фишера	
				факти- ческий	теоретический для уровня значимости 0,05
Общая вариация	7,8	47			
А	7,182	3	2,394	180,51	2,87
В	0,136	2	0,068	5,13	3,26
А×В	0,015	6	0,002	0,18	2,36
Ошибка	0,477	36	0,013		

Наименьшая существенная разность для парных оценок

Фактор		Стандартная ошибка, г	Наименьшая существенная разность, НСР ₀₅ , г
Код	Наименование		
А	Уровень минерального питания	0,047	0,079
В	Ширина междурядий	0,041	0,069
А×В	Взаимодействие факторов	0,081	0,138

Результаты дисперсионного анализа веса 1000 семян гречихи
по вариантам опыта (за 2007-2012 гг.)

Фактор	Сумма квадратов	Степень свободы	Дисперсия	Критерий Фишера	
				фактический	теоретический для уровня значимости 0,05
Общая вариация	239,239	47			
А	108,129	3	36,04	11,92	2,87
В	21,930	2	10,97	3,63	3,26
А×В	0,365	6	0,06	0,02	2,36
Ошибка	108,815	36	3,02		

Наименьшая существенная разность для парных оценок

Фактор		Стандартная ошибка, г	Наименьшая существенная разность, НСР ₀₅ , г
Код	Наименование		
А	Уровень минерального питания	0,71	1,20
В	Ширина междурядий	0,61	1,04
А×В	Взаимодействие факторов	1,23	2,08

Урожайность зерна гречихи в 2007 году, т/га

Доза внесения удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Повторность			
		I	II	III	IV
без удобрений	0,15	0,87	0,74	0,89	0,78
	0,30	0,88	0,76	0,92	0,80
	0,45	0,82	0,76	0,85	0,77
N ₃₀ P ₁₅	0,15	1,51	1,43	1,36	1,30
	0,30	1,49	1,55	1,40	1,36
	0,45	1,41	1,34	1,30	1,19
N ₆₀ P ₃₀	0,15	1,62	1,69	1,80	1,65
	0,30	1,65	1,76	1,83	1,72
	0,45	1,59	1,70	1,74	1,57
N ₉₀ P ₄₅	0,15	1,60	1,67	1,78	1,67
	0,30	1,58	1,71	1,77	1,66
	0,45	1,47	1,43	1,58	1,60

Результаты дисперсионного анализа
урожайности гречихи по вариантам опыта в 2007 году

Фактор	Сумма квадратов	Степень свободы	Дисперсия	Критерий Фишера	
				фактический	теоретический для уровня значимости 0,05
Общая вариация	6,0	47			
A	5,6719	3	1,89	306,86	2,87
B	0,0985	2	0,05	7,99	3,26
A×B	0,0295	6	0,00	0,80	2,36
Ошибка	0,2218	36	0,01		

Наименьшая существенная разность для парных оценок

Фактор		Стандартная ошибка, т/га	Наименьшая существенная разность, НСР ₀₅ , т/га
Код	Наименование		
A	Уровень минерального питания	0,032	0,054
B	Ширина междурядий	0,028	0,047
A×B	Взаимодействие факторов	0,056	0,094

Урожайность зерна гречихи в 2008 году, т/га

Доза внесения удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Повторность			
		I	II	III	IV
без удобрений	0,15	0,82	1,02	0,96	0,88
	0,30	0,85	1,09	1,03	0,95
	0,45	0,85	0,95	0,77	0,83
N ₃₀ P ₁₅	0,15	1,48	1,59	1,46	1,35
	0,30	1,63	1,54	1,47	1,44
	0,45	1,31	1,39	1,42	1,28
N ₆₀ P ₃₀	0,15	1,96	1,76	1,85	1,83
	0,30	2,06	1,88	1,90	1,96
	0,45	1,77	1,58	1,62	1,71
N ₉₀ P ₄₅	0,15	1,92	1,87	1,96	1,93
	0,30	2,26	2,05	2,15	2,22
	0,45	1,85	1,80	1,72	1,75

Результаты дисперсионного анализа
урожайности гречихи по вариантам опыта в 2008 году

Фактор	Сумма квадратов	Степень свободы	Дисперсия	Критерий Фишера	
				фактический	теоретический для уровня значимости 0,05
Общая вариация	8,6	47			
A	7,8129	3	2,60	394,59	2,87
B	0,4709	2	0,24	35,67	3,26
A×B	0,0974	6	0,02	2,46	2,36
Ошибка	0,2376	36	0,01		

Наименьшая существенная разность для парных оценок

Фактор		Стандартная ошибка, т/га	Наименьшая существенная разность, НСР ₀₅ , т/га
Код	Наименование		
A	Уровень минерального питания	0,033	0,056
B	Ширина междурядий	0,029	0,049
A×B	Взаимодействие факторов	0,057	0,097

Урожайность зерна гречихи в 2009 году, т/га

Доза внесения удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Повторность			
		I	II	III	IV
без удобрений	0,15	0,67	0,94	0,83	0,80
	0,30	0,71	0,94	0,88	0,83
	0,45	0,70	0,78	0,83	0,57
N ₃₀ P ₁₅	0,15	1,36	1,51	1,29	1,20
	0,30	1,53	1,44	1,41	1,30
	0,45	1,30	1,38	1,26	1,18
N ₆₀ P ₃₀	0,15	1,83	1,58	1,75	1,64
	0,30	1,93	1,64	1,71	1,60
	0,45	1,64	1,55	1,84	1,69
N ₉₀ P ₄₅	0,15	1,72	1,46	1,63	1,55
	0,30	1,78	1,50	1,67	1,65
	0,45	1,50	1,43	1,65	1,58

Результаты дисперсионного анализа
урожайности гречихи по вариантам опыта в 2009 году

Фактор	Сумма квадратов	Степень свободы	Дисперсия	Критерий Фишера	
				фактический	теоретический для уровня значимости 0,05
Общая вариация	6,5	47			
A	5,9412	3	1,98	156,97	2,87
B	0,0842	2	0,04	3,34	3,26
A×B	0,0139	6	0,00	0,18	2,36
Ошибка	0,4542	36	0,01		

Наименьшая существенная разность для парных оценок

Фактор		Стандартная ошибка, т/га	Наименьшая существенная разность, НСР ₀₅ , т/га
Код	Наименование		
A	Уровень минерального питания	0,046	0,077
B	Ширина междурядий	0,040	0,067
A×B	Взаимодействие факторов	0,079	0,134

Урожайность зерна гречихи в 2010 году, т/га

Доза внесения удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Повторность			
		I	II	III	IV
без удобрений	0,15	0,49	0,55	0,66	0,58
	0,30	0,52	0,63	0,69	0,64
	0,45	0,73	0,86	0,77	0,67
N ₃₀ P ₁₅	0,15	1,27	1,18	1,10	1,02
	0,30	1,42	1,48	1,43	1,31
	0,45	1,40	1,28	1,24	1,24
N ₆₀ P ₃₀	0,15	1,45	1,35	1,57	1,47
	0,30	1,54	1,49	1,62	1,43
	0,45	1,44	1,34	1,46	1,48
N ₉₀ P ₄₅	0,15	1,49	1,37	1,58	1,46
	0,30	1,53	1,42	1,60	1,49
	0,45	1,45	1,32	1,42	1,41

Результаты дисперсионного анализа
урожайности гречихи по вариантам опыта в 2010 году

Фактор	Сумма квадратов	Степень свободы	Дисперсия	Критерий Фишера	
				фактический	теоретический для уровня значимости 0,05
Общая вариация	5,9	47			
A	5,4044	3	1,80	293,65	2,87
B	0,0855	2	0,04	6,96	3,26
A×B	0,1756	6	0,03	4,77	2,36
Ошибка	0,2209	36	0,01		

Наименьшая существенная разность для парных оценок

Фактор		Стандартная ошибка, т/га	Наименьшая существенная разность, НСР ₀₅ , т/га
Код	Наименование		
A	Уровень минерального питания	0,032	0,054
B	Ширина междурядий	0,028	0,047
A×B	Взаимодействие факторов	0,055	0,094

Урожайность зерна гречихи в 2011 году, т/га

Доза внесения удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Повторность			
		I	II	III	IV
без удобрений	0,15	0,75	0,86	0,96	0,91
	0,30	0,80	0,88	0,94	0,98
	0,45	0,67	0,81	0,86	0,74
N ₃₀ P ₁₅	0,15	1,38	1,42	1,31	1,21
	0,30	1,55	1,50	1,36	1,43
	0,45	1,35	1,42	1,32	1,23
N ₆₀ P ₃₀	0,15	1,74	1,59	1,80	1,75
	0,30	2,00	2,02	2,05	1,85
	0,45	1,73	1,62	1,79	1,70
N ₉₀ P ₄₅	0,15	1,63	1,50	1,69	1,62
	0,30	2,02	1,90	1,91	1,81
	0,45	1,63	1,52	1,69	1,64

Результаты дисперсионного анализа
урожайности гречихи по вариантам опыта в 2011 году

Фактор	Сумма квадратов	Степень свободы	Дисперсия	Критерий Фишера	
				фактический	теоретический для уровня значимости 0,05
Общая вариация	7,5	47			
A	6,7569	3	2,25	327,21	2,87
B	0,4003	2	0,20	29,08	3,26
A×B	0,1016	6	0,02	2,46	2,36
Ошибка	0,2478	36	0,01		

Наименьшая существенная разность для парных оценок

Фактор		Стандартная ошибка, т/га	Наименьшая существенная разность, НСР ₀₅ , т/га
Код	Наименование		
A	Уровень минерального питания	0,034	0,057
B	Ширина междурядий	0,029	0,050
A×B	Взаимодействие факторов	0,059	0,099

Урожайность зерна гречихи в 2012 году, т/га

Доза внесения удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Повторность			
		I	II	III	IV
без удобрений	0,15	0,78	1,05	0,95	0,86
	0,30	0,93	1,22	1,18	1,07
	0,45	0,69	0,98	0,87	0,78
N ₃₀ P ₁₅	0,15	1,32	1,43	1,50	1,23
	0,30	1,40	1,56	1,67	1,49
	0,45	1,34	1,47	1,53	1,26
N ₆₀ P ₃₀	0,15	1,60	1,88	1,84	1,72
	0,30	1,89	2,12	2,09	1,98
	0,45	1,69	1,92	1,83	1,84
N ₉₀ P ₄₅	0,15	1,52	1,78	1,58	1,76
	0,30	1,80	2,08	1,94	1,98
	0,45	1,55	1,81	1,76	1,67

Результаты дисперсионного анализа
урожайности гречихи по вариантам опыта в 2012 году

Фактор	Сумма квадратов	Степень свободы	Дисперсия	Критерий Фишера	
				фактический	теоретический для уровня значимости 0,05
Общая вариация	7,3	47			
A	6,2095	3	2,07	148,23	2,87
B	0,5130	2	0,26	18,37	3,26
A×B	0,0460	6	0,01	0,55	2,36
Ошибка	0,5027	36	0,01		

Наименьшая существенная разность для парных оценок

Фактор		Стандартная ошибка, т/га	Наименьшая существенная разность, НСР ₀₅ , т/га
Код	Наименование		
A	Уровень минерального питания	0,048	0,082
B	Ширина междурядий	0,042	0,071
A×B	Взаимодействие факторов	0,084	0,141