

На правах рукописи

Заяц Ольга Александровна

**ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГРЕЧИХИ
В РИСОВЫХ ЧЕКАХ КАЛМЫКИИ**

06.01.01 – Общее земледелие, растениеводство

Автореферат диссертации
на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Саратов – 2016

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова» (Волгоградский филиал)

Научный руководитель - академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Дубенок Николай Николаевич

Официальные оппоненты: **Тютюма Наталья Владимировна -** доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН, ФГБНУ «Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия», заместитель директора по научной работе

Корсак Виктор Владиславович доктор сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, профессор кафедры природообустройства и водопользования

Ведущая организация: ФГБНУ «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации» г. Новочеркасск

Защита состоится «29» сентября 2016 г. в 13 часов на заседании диссертационного совета Д 220.061.05 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова» по адресу: 410012, г. Саратов, Театральная пл., д.1, E-mail: dissovet01@sgau.ru.

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

Автореферат разослан «___» _____ 2016 года

Ученый секретарь
диссертационного совета

Виктор Бисенгалиевич
Нарушев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

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 рисо-

вых 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 воз-

делывании гречихи в рисовых чеках, обеспечивающей эффективное использование минеральных удобрений и остаточных запасов почвенной влаги на формирование урожайности зерна на уровне 1,8 т/га 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 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 реали-

зации 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.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении представлена актуальность темы исследования, степень разработанности вопроса, сформулированы цели и задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы исследования, основные положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация результатов исследований.

В первой главе приводится обзор литературных источников (Н.Н. Дубенок, А.Н. Анохин, И.Н. Елагин, В.Б. Нарушев, В.Н. Наумкин, В.М. Новиков, А.Н. Фесенко, В.И. Филин и др.) по хозяйственному значению гречихи, особенностям производства в России, оценке основных агротехнических приемов при ее возделывании, в том числе в регионах с недостаточной естественной влагообеспеченностью.

Изучение указанных вопросов позволило выдвинуть гипотезу о возможности использования гречихи в качестве сопутствующей культуры рисовых севооборотов (Н.Н. Дубенок, В.В. Бородычев, Э.Б. Дедова, С.Б. Адьяев и др.).

Во второй главе «Методика и условия проведения исследований» разработана программа проведения экспериментальных исследований, определена методика проведения исследований, дана комплекс-

ная оценка условий проведения полевого опыта, описывается агротехника возделывания гречихи в рисовых чеках.

Экспериментальное обоснование эффективности возделывания гречихи в рисовых чеках в качестве сопутствующей культуры рисовых севооборотов проводилось в рамках двухфакторного полевого опыта:

- фактор А - уровень минерального питания (вариант А1 – без удобрений; вариант А2 – внесение удобрений дозой $N_{30}P_{15}$ на планируемую урожайность 1,0 т/га; вариант А3 – внесение удобрений дозой $N_{60}P_{30}$ на планируемую урожайность 1,5 т/га; вариант А4 – внесение удобрений дозой $N_{90}P_{45}$ на планируемую урожайность 2,0 т/га);

- фактор В – ширина междурядий (вариант В1 – 0,15 м; вариант В2 – 0,30 м; вариант В3 - 0,45 м).

Опыты проводили в системе рисового севооборота в чеках ФГУП «Харада» Октябрьского района Республики Калмыкия с районированным сортом гречихи Саулык. Почвы опытного участка бурые полупустынные зональные с низким содержанием доступных форм азота (37,3-38,6 мг/кг почвы), низким содержанием фосфора (25,5-29,1 мг/кг почвы) и высоким – калия (269-317 мг/кг почвы). Плотность пахотного слоя 1,23-1,28 г/см³, содержание гумуса – 1,14-1,28 %.

Годы проведения исследований значительно различались по гидротермическим условиям (обеспеченности теплом и влагой). Сумма среднесуточных температур за период вегетации 2007 г. составила 1927 °С, в 2008 г. – 1501 °С, в 2009 г. – 1862 °С, в 2010 г. – 2106 °С, в 2011 г. – 1953 °С, в 2012 г. – 2066 °С. По количеству выпавших за период вегетации осадков 2007 г. характеризовался как засушливый (81,2 мм), 2008 г. - средневлажный (94,0 мм), 2009 г. – засушливый (76,6 мм), 2010 г. - средневлажный (94,0 мм), 2011 г. – влажный (119,0 мм), 2012 г. – влажный (115,0 мм).

Агротехника возделывания гречихи в опытах разрабатывалась на основе зональных рекомендаций с дополнением вариантами изучаемых приемов. Предшественником во все годы являлся рис. Норма высева 2,5 млн. шт./га. Опыты проводились методом расщепленных делянок в четырехкратной повторности. Площадь учетной делянки 60 м², площадь всех вариантов опыта в одной повторности 0,11 га, площадь опытного участка 0,43 га. Содержание гумуса определяли методом И.В. Тюрина, фосфора и калия - методом Б.П. Мачигина, азота – методом И.В. Тюрина и Н.М. Кононовой. Для определения гранулометрического состава почвы применяли методику Н.А. Качинского. Наименьшую влагоемкость определяли методом заливки площадок, влажность почвы - термостатно-весовым методом.

В третьей главе «Водный режим почвы и водопотребление гречихи в рисовых чеках» отражены влагообеспеченность посевов, динамика и структура суммарного водопотребления под влиянием изучаемых факторов, определены условия эффективного использования влаги на формирование урожая гречихи в рисовых чеках.

Важным показателем условий влагообеспеченности гречихи являются весенние запасы влаги в период вегетации. В рисовых чеках после возделывания основной культуры остается значительный запас почвенной влаги. В 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. Анализ изменения водного режима почвы в зависимости от изучаемых факторов показал, что с увеличением дозы удобрений и междурядного расстояния, содержание доступной влаги в почве снижается.

За период вегетации посевами гречихи используется 843-1242 м³/га запасов почвенной влаги, что составляет 37,3-50,4 % от суммарного водопотребления (таблица 1).

Таблица 1 – Водопотребление гречихи в рисовых чеках

Доза удобрений, кг д.в./га	Способ посева	Год исследований	Суммарное водопотребление, м ³ /га	За счет почвенных влагозапасов		Среднесуточное водопотребление, м ³ /га	Температурные коэффициенты испарения, мм/°С
				м ³ /га	% от суммарного водопотребления		
1	2	3	4	5	6	7	8
N ₀ P ₀	рядовой (0,15 м)	2007	2300	982	42,7	29,5	0,137
		2008	2440	1012	41,5	31,3	0,169
		2009	2260	1028	45,5	28,6	0,137
		2010	2310	932	40,3	30,0	0,136
		2011	2260	843	37,3	29,7	0,139
		2012	2430	1115	45,9	30,4	0,136
		среднее	2333	985	42,2	29,9	0,142
	широкорядный (0,30 м)	2007	2330	1012	43,4	29,5	0,137
		2008	2480	1037	41,8	31,4	0,169
		2009	2300	1057	45,9	28,8	0,137
		2010	2440	1032	42,3	30,5	0,136
		2011	2370	921	38,9	30,0	0,139
		2012	2490	1164	46,7	30,7	0,138
		среднее	2402	1037	43,2	30,2	0,143
	широкорядный (0,45 м)	2007	2390	1050	43,9	30,3	0,141
		2008	2510	1070	42,6	31,8	0,171
		2009	2360	1107	46,9	29,1	0,138
		2010	2550	1114	43,7	31,1	0,138
		2011	2420	963	39,8	30,6	0,141
		2012	2520	1189	47,2	31,1	0,139
		среднее	2458	1082	44,0	30,7	0,145
N ₃₀ P ₁₅	рядовой (0,15 м)	2007	2390	1055	44,1	30,3	0,141
		2008	2520	1070	42,5	31,9	0,172
		2009	2350	1096	46,6	29,0	0,137
		2010	2380	982	41,3	30,5	0,138
		2011	2360	918	38,9	30,3	0,140
		2012	2480	1151	46,4	30,6	0,138
		среднее	2413	1045	43,3	30,4	0,144

продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
N ₃₀ P ₁₅	широкорядный (0,30 м)	2007	2420	1072	44,3	30,6	0,142
		2008	2560	1062	41,5	32,0	0,172
		2009	2370	1107	46,7	29,3	0,138
		2010	2560	1127	44,0	31,2	0,138
		2011	2450	978	39,9	30,6	0,142
		2012	2560	1218	47,6	31,2	0,140
		сред- нее	2487	1094	44,0	30,8	0,145
	широкорядный (0,45 м)	2007	2450	1105	45,1	31,0	0,144
		2008	2560	1111	43,4	32,4	0,175
		2009	2410	1142	47,4	29,4	0,138
		2010	2620	1169	44,6	31,6	0,139
		2011	2520	1037	41,2	31,1	0,142
		2012	2590	1242	48,0	31,6	0,142
		сред- нее	2525	1134	44,9	31,2	0,147
N ₆₀ P ₃₀	рядовой (0,15 м)	2007	2430	1108	45,2	30,6	0,142
		2008	2580	1116	43,2	32,7	0,176
		2009	2410	1138	47,2	29,4	0,138
		2010	2450	1038	42,4	31,0	0,140
		2011	2420	961	39,7	30,6	0,141
		2012	2540	1197	47,1	31,4	0,141
		сред- нее	2472	1093	44,1	31,0	0,146
	широкорядный (0,30 м)	2007	2460	1103	44,8	31,1	0,145
		2008	2590	1086	41,9	32,4	0,174
		2009	2410	1136	47,1	29,8	0,141
		2010	2600	1157	44,5	31,7	0,140
		2011	2480	1000	40,3	31,0	0,144
		2012	2600	1187	45,7	31,3	0,141
		сред- нее	2523	1112	44,0	31,2	0,147
	широкорядный (0,45 м)	2007	2500	1137	45,5	31,3	0,145
		2008	2630	1119	42,5	32,9	0,177
		2009	2450	1171	47,8	29,9	0,140
		2010	2680	1212	45,2	31,9	0,140
		2011	2560	1069	41,8	31,6	0,144
		2012	2640	1218	46,1	31,8	0,143
		сред- нее	2577	1142	45,2	31,6	0,148

продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
N ₉₀ P ₄₅	рядовой (0,15 м)	2007	2440	1139	47,3	30,8	0,143
		2008	2590	1126	43,5	32,8	0,177
		2009	2410	1139	47,3	29,4	0,138
		2010	2470	1053	42,6	31,3	0,141
		2011	2430	969	39,9	30,8	0,141
		2012	2560	1216	47,5	31,6	0,142
		сред- нее	2483	1107	44,7	31,1	0,147
	широкорядный (0,30 м)	2007	2480	1120	45,2	31,0	0,144
		2008	2610	1103	42,3	32,6	0,175
		2009	2410	1138	47,2	29,8	0,141
		2010	2640	1190	45,1	31,8	0,140
		2011	2500	1015	40,6	31,3	0,144
		2012	2610	1194	45,7	31,4	0,141
		сред- нее	2542	1127	44,4	31,3	0,148
	широкорядный (0,45 м)	2007	2570	1187	46,2	32,1	0,149
		2008	2640	1128	42,7	33,0	0,177
		2009	2460	1240	50,4	30,0	0,141
		2010	2700	1230	45,6	32,1	0,141
		2011	2580	1084	42,0	31,9	0,146
		2012	2650	1227	46,3	31,9	0,143
		сред- нее	2600	1183	45,5	31,8	0,150

За вегетационный период посеы гречихи на остаточной после риса влаги потребляют от 2260 до 2700 м³/га воды. В среднем за период вегетации расход воды на суммарное водопотребление гречихи в рисовых чеках составляет 28,6-33,0 м³/га в сутки или 0,136-0,177 мм/°С. Установлено, что применение и повышение дозы внесения удобрений до N₉₀P₄₅ увеличивает суммарное водопотребление гречихи на 2,7-6,4%, долю участия запасов почвенной влаги в структуре суммарного водопотребления – на 2,0-5,9 %. При посеве широкорядными способами суммарное водопотребление возрастает на 2,1-5,4 %. Наибольшим суммарным водопотреблением, до 2460-2700 м³/га, отличались участки,

где удобрения вносили дозой $N_{90}P_{45}$, а посев проводили с шириной междурядий 0,45 м.

Методами регрессионного анализа по опытными данным была построена модель, характеризующая совокупное влияние уровня минерального питания и способа посева на эффективность водопотребления гречихи (рисунок 1): $K_E = 3334 - 3823 \cdot s + 7100 \cdot s^2 - 45,4 \cdot N + 0,334 \cdot N^2$, 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.

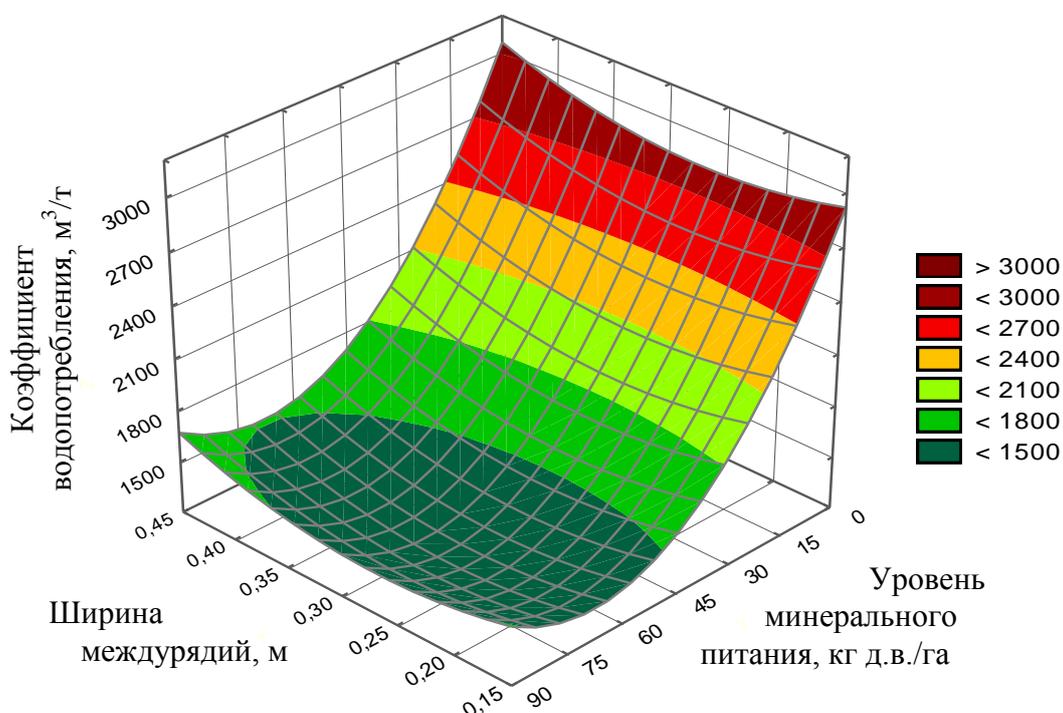


Рисунок 1 – Изменение коэффициента водопотребления гречихи под влиянием уровня минерального питания и способа посева

Исследование зависимости показало, что наиболее эффективно, в среднем 1400 м³/т, на формирование урожая доступная влага посевами гречихи используется на участках с шириной междурядий 0,3 м и внесением удобрений дозой $N_{60}P_{30}$. Повышение уровня минерального пи-

тания гречихи сопровождается увеличением эффективности расходования воды на 38,3-50,3 %.

В четвертой главе «Закономерности роста и развития гречихи в рисовых чеках» исследованы динамика развития и линейный рост гречихи в рисовых чеках, исследованы показатели фотосинтетической активности, структуры урожая, урожайность зерна гречихи в зависимости от уровня минерального питания и способа посева.

У гречихи сорта Саулык наблюдалось прохождение следующих фенологических фаз развития: всходы, начало цветения, начало плодообразования, начало побурения, уборочная спелость. Растения наибольшей высоты (до 83,6 см с колебаниями по годам от 74,9 см в 2010 г. до 90,4 см в 2008 г.) формировались при внесении удобрений дозой $N_{60}P_{30}$ в посевах с шириной междурядий 0,3 м. Применение минеральных удобрений обеспечило увеличение средней высоты растений на 3,5-5,4 см (при $НСР_{05}=1,56$), что составило 4,8-6,9 %.

Анализ динамики нарастания площади листьев показал, что на величину листовой поверхности большое влияние оказывают минеральные удобрения. Следует отметить, что активное нарастание площади листьев происходит в период от начала цветения до плодообразования. В фазу начала побурения площадь листового аппарата гречихи достигает максимума за вегетационный период – от 26,1 до 32,8 тыс. $m^2/га$ (таблица 2). Величина фотосинтетического потенциала находится в прямой зависимости от погодных условий. Фотосинтетический потенциал значительно изменялся по годам исследований: от 1093-1387 тыс. $m^2/га$ в 2010 г. до 1223-1606 тыс. $m^2/га$ в 2012 г. Чистая продуктивность фотосинтеза принимает наибольшие значения, в среднем 3,14-5,07 $г/м^2$ сут., в период от начала цветения до начала плодообразования, и снижается в период активного формирования хозяйственно-ценной части урожая.

Таблица 2 – Показатели фотосинтетической деятельности в посевах гречихи в рисовых чеках (в среднем за 2007-2012 гг.)

Доза внесения удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Максимальная площадь листьев, тыс. м ² /га	Фотосинтетический потенциал посева, тыс. м ² дн./га	Чистая продуктивность фотосинтеза посева, г/м ² сут.	Общая сухая биомасса посева, т/га	Интенсивность накопления сухого вещества, кг/га в сут.
без удобрений	0,15	28,3	1211	2,00	2,42	34,8
	0,30	28,5	1247	2,11	2,64	37,3
	0,45	26,1	1168	2,09	2,45	34,3
N ₃₀ P ₁₅	0,15	30,0	1341	2,99	4,01	56,5
	0,30	30,5	1387	3,18	4,41	61,7
	0,45	28,8	1284	3,14	4,03	56,0
N ₆₀ P ₃₀	0,15	32,1	1429	3,52	5,04	70,5
	0,30	32,8	1476	3,69	5,46	76,2
	0,45	30,0	1361	3,67	5,00	69,2
N ₉₀ P ₄₅	0,15	31,8	1418	3,49	4,95	69,7
	0,30	32,5	1475	3,65	5,39	75,3
	0,45	29,6	1346	3,59	4,84	66,8

Из приведенных в таблице 2 данных видно, что статистически значимое увеличение максимальной площади листьев (на 1,72-4,22 тыс. м²/га), фотосинтетического потенциала (на 116-229 тыс. м²дн./га), чистой продуктивности фотосинтеза (на 0,99-1,59 г/м² в сут.), общей сухой биомассы посева (на 1,58-2,82 т/га) и интенсивности накопления сухого вещества (на 21,7-38,8 т/га в сут.) обеспечивает повышение дозы удобрений до N₆₀P₃₀ (в сравнении с вариантами без удобрений). В совокупности применение минеральных удобрений дозой N₆₀P₃₀ и широко-рядного (0,3 м) способа посева обеспечивало формирование наибольшей в опыте сухой биомассы посева - от 4,60 т/га в 2010 г. до 6,18 т/га в 2012 г. (НСР₀₅ по фактору А 0,12 т/га, НСР₀₅ по фактору В 0,11 т/га).

Элементы структуры урожая под воздействием регулируемых в опыте факторов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Структура урожая гречихи при выращивании в рисовых чеках (в среднем за 2007-2012 гг.)

Доза внесения 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 _{0,05}	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

Исследования показали, что применение минеральных удобрений позволяет улучшить структуру урожая зерна гречихи за счет статистически значимого увеличения числа соцветий на растении (на 1,2-2,7 шт.), количества семян с одного растения (на 14,3-26,3 шт.), массы семян с одного растения (на 0,55-1,02 г), массы 1000 семян (на 2,2-4,0 г). В совокупности это позволило увеличить урожайность гречихи на 0,52-0,94 т/га (таблица 4).

На удобренных участках посев гречихи с шириной междурядий 0,3 м позволил увеличить количество соцветий на 1,0-1,4 шт./раст., что сопровождалось статистически достоверным увеличением количества и

массы семян с одного растения на 2,7-3,9 шт. и 0,14-0,17 г. соответственно. Прибавка урожайности зерна гречихи статистически достоверна и составила 0,12-0,15 т/га.

Таблица 4 – Урожайность гречихи в зависимости от уровня минерального питания при разных способах посева

Доза внесения удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	Урожайность, т/га						
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	средняя
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
	0,45	0,80	0,85	0,72	0,76	0,77	0,83	0,79
N ₃₀ P ₁₅	0,15	1,40	1,47	1,34	1,14	1,33	1,37	1,34
	0,30	1,45	1,52	1,42	1,41	1,46	1,53	1,47
	0,45	1,31	1,35	1,28	1,29	1,33	1,40	1,33
N ₆₀ P ₃₀	0,15	1,69	1,85	1,70	1,46	1,72	1,76	1,70
	0,30	1,74	1,95	1,72	1,52	1,98	2,02	1,82
	0,45	1,65	1,67	1,68	1,43	1,71	1,82	1,66
N ₉₀ P ₄₅	0,15	1,68	1,92	1,59	1,48	1,61	1,66	1,66
	0,30	1,68	2,17	1,65	1,51	1,91	1,95	1,81
	0,45	1,52	1,78	1,54	1,4	1,62	1,70	1,59
НСР _{0,05} , т/га	фактор А	0,05	0,06	0,08	0,05	0,06	0,08	0,04
	фактор В	0,05	0,05	0,07	0,05	0,05	0,07	0,04
	А×В	0,09	0,10	0,13	0,09	0,10	0,14	0,08

Методами регрессионного анализа была получена модель зависимости урожайности зерна гречихи от уровня минерального питания и ширины междурядий, которая подтверждает выявленные закономерности (рисунок 2): $Y = 0,406 + 3,469 \cdot s - 5,981 \cdot s^2 + 0,024 \cdot N - 1,6E - 04 \cdot N^2$, 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.

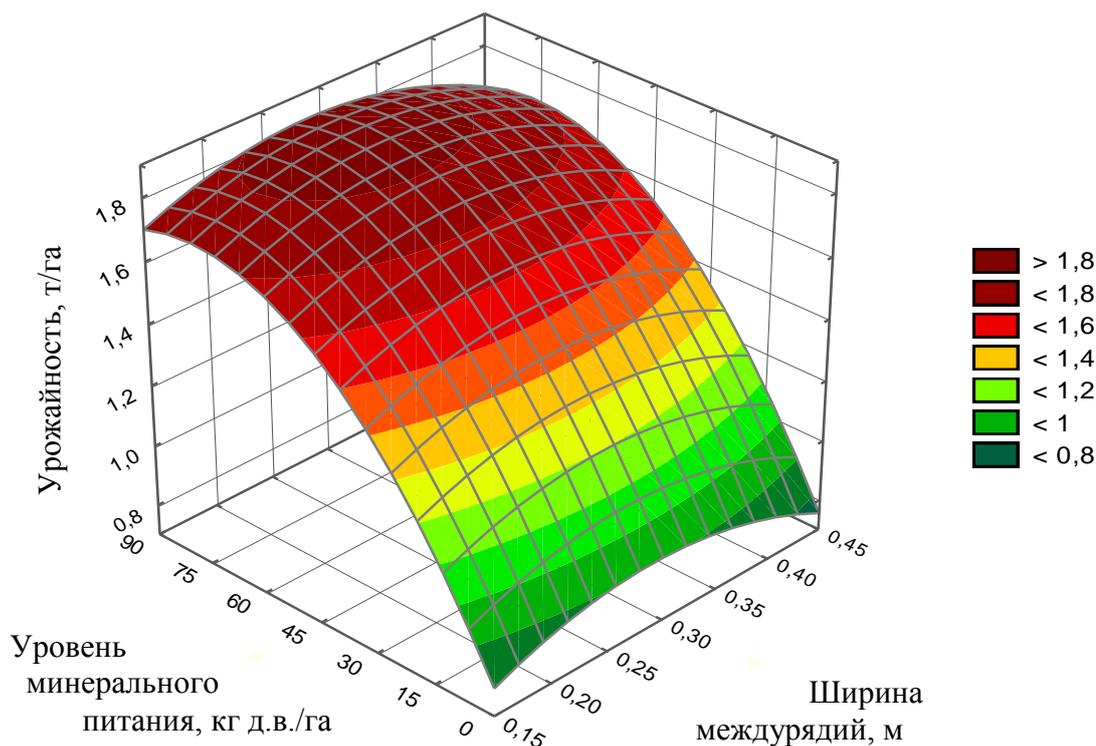


Рисунок 2 – График множественной взаимосвязи урожайности гречихи, уровня минерального питания и ширины междурядий

Анализ приведенной зависимости показал, что максимальный уровень продуктивности зерна гречихи, в среднем до 1,82 т/га, был достигнут на участках, где удобрения вносили дозой $N_{60}P_{30}$, а посев проводили широкорядным способом с междурядьями 0,3 м.

В пятой главе «Экономическая эффективность возделывания гречихи в рисовых чеках» представлены расчеты экономической эффективности технологических приемов возделывания гречихи в рисовых чеках. Исследованиями установлено, что гречиха является перспективной культурой рисового севооборота, обеспечивающей гарантированно рентабельное производство (таблица 5).

Расчет экономической эффективности показал, что для получения наибольшего чистого дохода при возделывании гречихи в качестве сопутствующей культуры рисовых севооборотов целесообразно посев культуры проводить широкорядным способом с шириной междурядий

0,3 м, а минеральные удобрения вносить дозой N₆₀P₃₀, рассчитанной на формирование планируемой урожайности 1,5 т/га.

Таблица 5 – Экономическая эффективность возделывания гречихи в рисовых чеках (в среднем за 2007-2012 гг.)

Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Ширина междурядий, м	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	17967	16286	13300	4667	35,1
	0,30	19360	15765	13873	5487	39,5
	0,45	17343	16220	12786	4557	35,6
N ₃₀ P ₁₅	0,15	29517	12784	17152	12364	72,1
	0,30	32230	11763	17233	14997	87,0
	0,45	29187	12921	17142	12044	70,3
N ₆₀ P ₃₀	0,15	37327	11533	19568	17759	90,8
	0,30	40077	10786	19649	20428	104,0
	0,45	36520	11773	19544	16976	86,9
N ₉₀ P ₄₅	0,15	36447	13066	21646	14801	68,4
	0,30	39857	12004	21747	18110	83,3
	0,45	35053	13560	21605	13448	62,2

Чистый доход при таком сочетании факторов в наших исследованиях составил 20,43 тыс. руб./га, а уровень рентабельности – 104 %. Прибавка чистого дохода при внесении минеральных удобрений дозой N₆₀P₃₀ составила 12,42-14,94 тыс. руб./га. В сочетании с применением минеральных удобрений широкорядный (0,3 м) способ посева позволил увеличить чистый доход на 2,63-3,31 тыс. руб./га.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Теоретическими и экспериментальными исследованиями доказано, что агробиологические 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 семян 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:

- 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 растений 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 РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ:

1. 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 (0,50 п.л., авт. - 0,17).

2. 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. №3 (35) / ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ. – Волгоград, 2014. – С. 259-263 (0,28 п.л., авт. - 0,14).

3. Дубенок, Н.Н. Водопотребление и фотосинтетическая деятельность гречихи в рисовых чеках/ Н.Н. Дубенок, **О.А. Заяц**, А.Ф. Дружкин // Научная жизнь. - 2016. – №2. - С. 39-47 (0,38 п.л., авт. - 0,12).

4. 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. – № 1(88). - С. 38-40 (0,53 п.л., авт. - 0,18).

Статьи в журналах, тематических сборниках и материалах конференций:

1. 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 (0,08 п.л.).

2. Заяц, О.А. Оценка влияния погодно-климатического 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 (0,25 п.л.).

3. 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 (0,42 п.л., авт. – 0,21).

4. 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 (0,46 п.л., авт. – 0,23).

5. 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 (0,68 п.л., авт. – 0,34).

В авторской редакции

Подписано в печать _____. Формат 60×84^{1/16}
Усл. печ. л. 1,0. Тираж 100. Заказ _____
ИПК ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ «Нива»
400002, Волгоград, пр. Университетский, 26