

На правах рукописи

ПОПОВ АНДРЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
САФЛОРА КРАСИЛЬНОГО В РИСОВЫХ СЕВООБОРОТАХ
САРПИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ**

06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Саратов - 2017

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия»

Научный руководитель: **Мелихов Виктор Васильевич**,
член-корреспондент РАН, доктор
сельскохозяйственных наук, профессор, директор
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский
институт орошаемого земледелия»

Официальные оппоненты: **Плескачев Юрий Николаевич**,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
заведующий кафедрой «Земледелие и агрохимия»
ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный
аграрный университет»

Тютюма Наталья Владимировна,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор
РАН, врио директора ФГБНУ ПНИИАЗ

Ведущая организация: ФГБНУ «Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. Н.М. Тулайкова»,
пос. Безенчук

Защита состоится «24» ноября 2017 года в 13 часов на заседании диссертационного совета Д 220.061.05 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет им. 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/

Автореферат разослан « ____ » _____ 2017 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Нарушев Виктор Бисенгалиевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Рисовые инженерные системы Республики Калмыкия расположены в Сарпинской низменности и являются самой северной зоной российского промышленного рисосеяния. За последнее десятилетие доля риса в севооборотах и производство риса-сырца существенно сократились, главным образом, по экономическим и экологическим причинам. В связи с этим особое значение имеет внедрение «суходольных» культур в рисовые мелиоративные агроландшафты, при котором должна учитываться их способность формировать высокие урожаи без полива с использованием остаточных после риса запасов влаги. Это позволяет более эффективно использовать мелиорируемые земли и оросительную воду, способствует окультуриванию почв рисовых полей, обеспечивает замещение зарубежной растениеводческой продукции.

В соответствии с данными Росстата посевные площади сафлора в России увеличились с 2012 по 2015 годы с 15,8 до 292,4 тыс. га (в 18 раз). В Республике Калмыкия сафлор в производственных масштабах не выращивался, только в 2015 году его площади составили 2,9 тыс. га.

Для более полной реализации возможностей сафлора красильного (*Curthamus tinctorius* L.) в условиях дефицита водных ресурсов Нижнего Поволжья необходимо разрабатывать агротехнические приемы его возделывания, способствующие оптимизации продукционного процесса и стабилизации урожайности культуры в рисовых севооборотах.

Степень разработанности темы. Результаты научных исследований и накопленный практический опыт свидетельствуют, что экологически безопасное функционирование рисовых мелиоративных агроландшафтов достигается при рациональном чередовании риса с сопутствующими культурами, позволяющими более эффективно использовать мелиорированные земли и оросительную воду. Проблемам диверсификации «суходольных» культур и разработки адаптивных технологий их возделывания в рисовых севооборотах посвящены работы Л.Т. Яковлевой, Н.Н. Дубенка, В.В. Бородычева, Э.Б. Дедовой, С.Б. Адьяева, Г.Н. Кониевой, М.Н. Лытова, И.А. Ниджляевой и др. Вопросы изучения факторов, влияющих на продуктивность сафлора красильного, освещены в научных исследованиях В.Г. Картамышева, С.С. Арыстангулова, М.С. Норова, С.Г. Чекалина, В.В. Зубкова, И.Ш. Шахмедова, П.В. Полушкина, Л.В. Богосорьянской, А.М. Белякова, В.Б. Нарушева и др.

Однако в условиях рисовых инженерных систем Сарпинской низменности технологические приемы возделывания сафлора красильного не изучались. В связи с этим наши исследования основывались на агроэкологическом испытании сортов сафлора красильного и разработке агротехнологических приемов их возделывания в рисовых севооборотах, направленных на рациональное использование остаточных после риса запасов влаги.

Цель исследований – разработка агротехнологических приемов возделывания сафлора красильного в рисовых мелиоративных агроландшафтах Сарпинской низменности, обеспечивающих рациональное использование остаточной после риса влаги и получение стабильной урожайности маслосемян на уровне 1,3-1,5 т/га.

Программа исследований предусматривала решение следующих задач:

- на основе анализа современного научного и производственного опыта возделывания сафлора красильного, выявить возможные пути совершенствования технологических процессов, обеспечивающие повышение продуктивности посевов при рациональном использовании природных и технологических ресурсов;

- провести агроэкологическое испытание сортов сафлора красильного в условиях рисовых агроландшафтов Сарпинской низменности;

- изучить особенности продукционного процесса и формирования урожайности маслосемян различных сортов сафлора красильного в почвенно-климатических условиях региона исследований в рисовом севообороте;

- выполнить оценку изменения продуктивности сафлора красильного в зависимости от структуры посева с учетом имеющихся запасов почвенной влаги и складывающихся погодных условий;

- изучить особенности формирования водного режима почвы и водопотребления по основным периодам развития сафлора красильного;

- определить качественные показатели маслосемян сафлора красильного в зависимости от агротехнических приемов возделывания;

- дать экономическую оценку усовершенствованной технологии возделывания сафлора красильного на маслосемена в рисовых севооборотах Сарпинской низменности.

Научная новизна. Проведено изучение возможности возделывания сафлора красильного в мелиоративных агроландшафтах Сарпинской низменности. Установлены особенности влияния ширины междурядий и норм высева на продукционный процесс и урожайность маслосемян различных сортов при возделывании в рисовых севооборотах с использованием остаточной после риса почвенной влаги. Дана комплексная оценка изменения качественных показателей маслосемян сафлора красильного в зависимости от агротехнологических приемов. Выявлено влияние остаточных после возделывания риса запасов влаги и грунтовых вод на водопотребление сафлора красильного.

Теоретическая и практическая значимость работы. На основе учета биологических особенностей культуры и агроклиматических ресурсов региона исследований научно обоснована оптимизация структуры агроценозов различных сортов сафлора красильного в условиях рисовых мелиоративных агроландшафтов Сарпинской низменности.

На основании проведенных экспериментальных исследований разработаны агротехнологические приемы возделывания сафлора красильного в рисовых чеках с использованием остаточных после риса запасов влаги, обеспечивающие 1,3-1,5 т/га маслосемян.

Объект и предмет исследований. Объект исследований – сафлор. Предмет исследований – особенности формирования продуктивности сафлора в мелиоративных агроландшафтах Сарпинской низменности.

Методология и методы исследований. Исследования базировались на анализе литературных и производственных материалов с использованием системного подхода и включали теоретические разработки, общепринятые методики закладки и проведения полевых и лабораторных опытов.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Особенности прохождения продукционного процесса различных сортов сафлора красильного в рисовых мелиоративных агроландшафтах Сарпинской низменности.

2. Характер влияния ширины междурядий и нормы высева на формирование структуры агроценозов и продуктивности различных сортов сафлора красильного при возделывании в рисовых чеках с использованием остаточной после риса влаги.

3. Комплексная оценка показателей качества маслосемян различных сортов сафлора красильного в зависимости от приемов возделывания и погодных условий.

4. Особенности формирования водного режима почвы и водопотребления сафлора красильного при возделывании в рисовых чеках.

5. Усовершенствованная технология возделывания сафлора красильного в рисовых севооборотах Сарпинской низменности, обеспечивающая рациональное использование остаточной после риса влаги и получение урожайности маслосемян на уровне 1,3-1,5 т/га.

Достоверность результатов исследований подтверждается корректностью использованных методик постановки и проведения полевых опытов, значительным объемом полученного экспериментального материала, применением общепринятых методов математического анализа и результатами производственной проверки.

Реализация результатов исследований. Производственная проверка усовершенствованных технологических приемов возделывания сафлора красильного на маслосемена выполнена в ФГУП «Харада» Октябрьского района Республики Калмыкия на площади 20 га, урожайность сафлора красильного составила 1,0-1,2 т/га, чистый доход – 10,1-11,9 тыс. руб./га.

Апробация работы. Результаты экспериментальных исследований и основные положения диссертационной работы докладывались на Международных научно-практических конференциях: «Современные энерго- и ресурсосберегаю-

щие экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства» (Рязань, 2015); «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования» (Соленое Займище, 2016); «Мелиорация и водное хозяйство: проблемы и пути решения» (Москва, 2016); «Проблемы развития сельскохозяйственного производства» (Элиста, 2016); «Международная научно-практическая конференция, посвященная 30-летию разработки и внедрения научно-обоснованных систем сухого земледелия Волгоградской области» (Волгоград, 2016).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 9 научных работ, в том числе 2 – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Объем и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, 5 глав, изложена на 209 страницах машинописного текста, в том числе 146 страниц основного текста, иллюстрирована 7 рисунками, содержит 50 таблиц и 38 приложений. Список использованной литературы включает 216 источников, в том числе 22 на иностранных языках.

Личный вклад автора заключается в научном анализе проблемы, постановке цели и задач исследований, проведении полевых и лабораторных экспериментальных работ, статистической обработке, анализе и обобщении опытных данных, написании научных статей, внедрении рекомендаций в производство.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении показаны актуальность проблемы, цель и задачи исследований, научная новизна полученных результатов, их достоверность и практическая значимость, сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе «Проблемы и перспективы возделывания сафлора красильного» рассмотрены теоретические вопросы, а также отечественный и зарубежный практический опыт возделывания сафлора красильного. Агротехнологические приемы возделывания сафлора красильного, включающие выбор предшественников, сроки, нормы и способы посева, режим орошения, уровень минерального питания изложены в работах В.Г. Картамышева, С.С. Арыстангулова, М.С. Норова, И.А. Минкевича, В.Е. Борковского, С.Г. Чекалина, В.В. Зубкова, И.Ш. Шахмедова, П.В. Полушкина, Л.В. Богосорьянской, А.М. Белякова, В.Б. Нарушева и др. Вопросы диверсификации культуры в рисовые севообороты, а также оптимизации структуры и экологически безопасного функционирования рисовых мелиоративных агроландшафтов изложены в работах В.В. Бородычева, Н.Н. Дубенка, В.Ф. Шащенко, Э.Б. Дедовой, С.Б. Адьяева, Г.Н. Кониевой, И.А. Ниджляевой, Т.Ф. Бочко и др. Анализ имеющихся научных публикаций и производственного опыта позволил обосновать возможность возделывания сафлора красильного в рисовых севооборотах Сарпинской низменности, разработать и реализовать программу экспериментальных исследований на рисовых оросительных системах Республики Калмыкия.

Во второй главе «Программа, методика и условия проведения исследований» изложены цель и задачи проводимых экспериментальных исследований, приведена характеристика почвенно-климатических условий опытного участка, дана схема постановки и проведения полевого опыта, рассмотрена методика исследований. Экспериментальные исследования по агроэкологическому испытанию различных сортов и разработке усовершенствованной технологии возделывания сафлора красильного в рисовых севооборотах с использованием остаточной после риса влаги проводились в 2013-2015 гг. на орошаемом участке ФГУП «Харада» Октябрьского района Республики Калмыкия, расположенном в зоне действия Сарпинской обводнительно-оросительной системы.

Почва опытного участка – бурая полупустынная тяжелосуглинистая, характеризуется щелочной реакцией среды ($pH = 8,0-8,3$), плотностью сложения, увеличивающейся в метровом слое от 1,28 до 1,57 т/м³, плотностью твердой фазы – от 2,45 до 2,74 т/м³. В слое почвы 0-0,2 м содержится– 1,10-1,24% гумуса; 38-49 мг/кг щелочногидролизуемого азота; 52-54 мг/кг подвижного фосфора; 424-460 мг/кг обменного калия. Емкость поглощения почвы невысокая, в пахотном слое на долю поглощенного натрия приходится 7,1 %, в подпахотном – 6,8-8,0 %. После возделывания риса почвы характеризуются как незасоленные. Содержание воднорастворимых солей в слое почвы 0-1,0 м варьирует от 0,101 до 0,243 %. Грунтовые воды хлоридно-сульфатно-натриево-кальциевые с минерализацией 4,2-6,4 г/л залегают на глубине 1,5-2,2 м.

Агрометеорологические условия вегетационных периодов развития сафлора красильного в годы проведения исследований были различными по температурному режиму и атмосферному увлажнению. Наибольший дефицит испаряемости наблюдался в 2014 году, в котором он был на 69 % больше среднемноголетней величины (рис. 1).

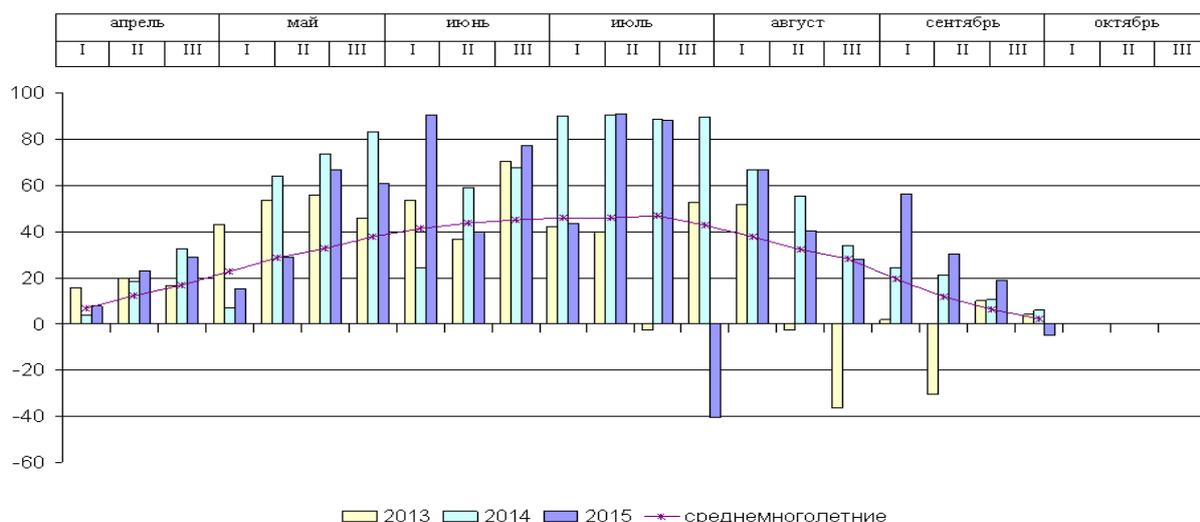


Рисунок 1 - Динамика декадных дефицитов испаряемости (ΔE_0) по метеостанции Малые Дербеты в годы проведения исследований, мм

Дефицит испаряемости в 2015 году превысил среднемноголетние данные на 28 %. Однако следует отметить, что в 2015 году в конце II декады июля выпало 47 мм осадков, что в этот период определило отрицательный дефицит испаряемости. Наиболее благоприятным был вегетационный период 2013 года, когда дефицит испаряемости был на уровне средней многолетней величины. По теплообеспеченности в начальный период развития растений сафлора красильного наиболее благоприятным был 2013 год, когда сумма активных температур воздуха во II-III декадах апреля за период «посев-всходы» составила 171 °С, что на 51 °С выше среднемноголетних значений. В 2014 и 2015 годах среднедекадная температура воздуха была на уровне многолетних показателей.

Для решения поставленных задач исследований в рисовом севообороте был заложен и проведен в 2013-2015 гг. трехфакторный полевой опыт. Агроэкологическая оценка различных сортов сафлора красильного и изучение влияния агротехнических приемов его возделывания на продукционный процесс и формирование урожайности маслосемян в рисовом севообороте основывалась на методе организованных повторений. Схема опыта по фактору А (сорт) предусматривала проведение исследований с тремя сортами сафлора красильного: А₁ – Астраханский 747 (st), А₂ – Камышинский 73, А₃ – Заволжский 1. По фактору В изучали два варианта площади питания: В₁ – ширина междурядий 0,15 м; вариант В₂ – ширина междурядий 0,30 м. Изучение норм высева семян сафлора красильного по фактору С проводилось по следующей схеме: С₁ – 300 тыс. шт./га; С₂ – 350 тыс. шт./га; С₃ – 400 тыс. шт./га; С₄ – 450 тыс. шт./га. Повторность опыта четырехкратная. Размер учетных делянок 60 м². Опытный участок был расположен в рисовом чеке, площадью 4 га. Во все годы исследований предшественником сафлора красильного являлся рис.

Полевые исследования были проведены с использованием Методики полевого опыта Б.А. Доспехова (1985), Методики полевого опыта в условиях орошения (ВНИИОЗ, 1983), Методических рекомендаций по оценке эффективности инвестиционных проектов мелиорации сельскохозяйственных земель (РД-АПК 3.00.01.003-03) и других общепринятых методик.

Фенологические наблюдения за фазами роста и развития сафлора красильного велись по методикам И.Н. Бейдеман (1974) и Г.Э. Шульца (1981). Учет густоты стояния растений вели по всходам и в период уборки на закрепленных площадках размером 1 м². Определение динамики линейного роста проводили замером растений на каждом варианте по основным фенологическим фазам развития (по 30 растениям каждой повторности опыта). Динамику формирования листовой поверхности, расчеты основных фотосинтетических показателей проводили по методике А.А. Ничипоровича (1979). Учет биологической урожайности вели скашиванием вручную площадок 1 м² в период созревания маслосемян в корзинке с последующим пересчетом урожая в т/га. Анализ структуры урожая проводился по методике Госсортосети (1995).

Анализ агрохимических и агрофизических показателей, отобранных почвенных образцов проводили в почвенно-аналитической лаборатории Калмыцкого филиала ФГБНУ ВНИИГиМ. Определение содержания гумуса проводили по методу И.В. Тюрина в модификации Симакова, общего азота – по Корнфильду, нитратного и аммиачного азота по методике ЦИНАО, подвижного фосфора – по Б.П. Мачигину, обменного калия - пламенно-фотометрическим методом. Определение влажности почвы выполняли термостатно-весовым методом (ГОСТ 20915-75), наименьшую влагоемкость определяли методом залива площадок, суммарное и среднесуточное водопотребление – методом водного баланса по А.Н. Костякову, плотность сложения – методом режущего кольца. Математическая обработка опытных данных проводилась методом статистической обработки данных с помощью программы STATISTICA 6.0 и процессора электронных таблиц Microsoft Excel XP.

В третьей главе *«Результаты экспериментальных исследований по разработке усовершенствованной технологии возделывания сафлора красильного в рисовых севооборотах Сарпинской низменности»* приводится агроэкологическая оценка возделывания различных сортов сафлора красильного. Показаны особенности роста и развития растений сафлора красильного, фотосинтетической деятельности посевов, формирование структуры и качества урожая. Для различных сортов сафлора красильного обоснованы сочетания ширины междурядий и нормы высева, обеспечивающие максимальную урожайность маслосемян с использованием остаточной после риса влаги.

Продолжительность вегетационного периода и длительность межфазных периодов различных сортов сафлора красильного тесно связана с температурным режимом. Так, в 2014 году продолжительность вегетации составила у сорта Астраханский 747 - 118 дней, у сорта Камышинский 73 – 128 дней, у сорта Заволжский 1 – 121 день, что на 2-4 дня меньше, чем в 2013 и 2015 годах. Это объясняется тем, что в межфазный период развития растений сафлора красильного «цветение-созревание» в 2014 году сумма активных температур воздуха достигала 1015 °С, что на 214 и 64 °С больше, чем в 2013 и 2015 годах.

Результаты исследований показали, что полевая всхожесть семян сафлора красильного зависела от изучаемых факторов, метеоусловий в период посева и варьировала от 73 до 82 % (табл. 1). Густота стояния растений к моменту уборки в среднем за три года исследований у сорта Астраханский 747 по вариантам опыта изменялась от 18,2 до 29,0 шт./м², у сорта Камышинский 73 – от 17,1 до 26,9 шт./м², у сорта Заволжский 1 – от 17,6 до 29,5 шт./м². При этом сохранность растений на момент уборки по всем вариантам опыта составила 77,9-83,9 %. Увеличение нормы высева с 300 до 400 тыс. шт./га повышало полевую всхожесть и сохранность растений к уборке у всех сортов сафлора красильного, а ширина междурядий слабо влияла на эти показатели.

Таблица 1 - Влияние ширины междурядий и норм высева на полевую всхожесть семян и сохранность растений сафлора (среднее за 2013-2015 гг.)

Сорт (фактор А)	Ширина междурядий, м (фактор В)	Норма высева, тыс. шт./га (фактор С)	Всхожесть семян		Сохранность растений	
			количество всходов, шт/м ²	полевая всхожесть, %	количество растений, шт/м ²	%
Астраханский 747	0,15	300	22,7	75,6	18,2	80,3
		350	28,7	82,0	24,1	83,9
		400	32,4	81,1	27,1	83,5
		450	35,8	79,6	29,2	81,7
	0,30	300	24,0	80,1	19,7	82,1
		350	27,4	78,3	22,1	80,7
		400	32,3	80,7	26,8	83,1
Камышинский 73	0,15	300	22,3	74,2	17,5	78,7
		350	26,5	75,6	21,1	79,7
		400	32,4	81,1	26,9	82,9
		450	33,7	74,9	26,7	79,3
	0,30	300	21,9	73,1	17,1	78,1
		350	28,3	80,8	23,4	82,9
		400	30,1	75,3	24,1	80,1
Заволжский 1	0,15	300	22,5	75,1	17,6	78,1
		350	27,7	79,3	22,6	81,5
		400	32,8	82,1	27,4	83,4
		450	36,1	80,3	29,5	81,7
	0,30	300	23,8	79,5	19,6	82,5
		350	28,4	81,1	23,6	83,1
		400	32,3	80,8	26,3	81,5
		450	36,1	80,2	29,4	81,4
НСР ₀₅ фактор А			0,06	0,18	0,17	0,36
НСР ₀₅ фактор В			0,05	0,14	0,14	0,30
НСР ₀₅ фактор С			0,07	0,20	0,19	0,42
НСР ₀₅ АВ			0,09	0,25	0,23	0,51
НСР ₀₅ АС			0,13	0,35	0,33	0,73
НСР ₀₅ ВС			0,10	0,29	0,27	0,59
НСР ₀₅ для частных средних			0,18	0,50	0,47	1,03

Наиболее высокие растения сафлора на момент уборки сформировались в 2013 году: 0,56-0,82 м, что было выше на 0,12-0,13 м, чем в 2014 году и на 0,03-0,07 м, чем в 2015 году. Установлено, что между высотой растений сафлора красильного и урожайностью существует прямая зависимость – коэффициент корреляции (r) варьировал от 0,64 до 0,92.

Результаты полевых исследований показали, что наибольшая площадь листовой поверхности у сортов сафлора красильного формировалась в фазу “цветения”, так в среднем за годы исследований по всем вариантам составила 19,8-28,6 тыс. м²/га. При этом следует отметить, что у сорта Астраханский 747 наибольший индекс листовой поверхности был в варианте с шириной междурядий

дий 0,15 м с нормой высева 350 тыс. шт./га – 2,47. У сортов сафлора красильного Камышинский 73 и Заволжский 1 в фазу “цветение” наибольшая площадь листовой поверхности в среднем отмечена в варианте с шириной междурядий 0,15 м с нормой высева 400 тыс. шт./га, соответственно 21,2 и 29,6 тыс. м²/га. Погодные условия вегетации также играли существенную роль при формировании листовой поверхности растений - в 2013 году отмечено превышение индекса листовой поверхности у сортов сафлора красильного по всем вариантам опыта на 4-6% по сравнению с 2014 и 2015 годами.

Фотосинтетический потенциал агроценозов сафлора красильного варьировал по вариантам опыта у сорта Астраханский 747 от 1,96 до 2,12 млн. м² сутки/га, у сорта Камышинский 73 от 1,79 до 1,95 млн. м² сутки/га, у сорта Заволжский 1 от 2,36 до 2,60 млн. м² сутки/га в среднем за 3 года (табл. 2).

Таблица 2 – Показатели фотосинтетической деятельности в агроценозах сафлора красильного (среднее за 2013-2015 гг.)

Сорт	Ширина междурядий, м	Норма высева, тыс. шт./га	ФП млн.м ² сутки/га	ЧПФ г/м ² в сутки
Астраханский 747	0,15	300	1,96	2,74
		350	2,12	2,93
		400	2,07	2,81
		450	2,05	2,66
	0,30	300	2,01	2,83
		350	2,05	2,83
		400	2,00	2,72
		450	1,97	2,59
Камышинский 73	0,15	300	1,83	2,21
		350	1,86	2,20
		400	1,95	2,28
		450	1,91	2,13
	0,30	300	1,82	2,20
		350	1,89	2,56
		400	1,89	2,21
		450	1,79	2,02
Заволжский 1	0,15	300	2,36	2,89
		350	2,40	2,91
		400	2,60	3,16
		450	2,50	2,85
	0,30	300	2,37	2,93
		350	2,53	3,07
		400	2,51	3,06
		450	2,45	2,82
НСР ₀₅ фактор А			0,04	0,05
НСР ₀₅ фактор В			0,03	0,04
НСР ₀₅ фактор С			0,05	0,06
НСР ₀₅ АВ			0,06	0,07
НСР ₀₅ АС			0,08	0,10
НСР ₀₅ ВС			0,07	0,08
НСР ₀₅ для частных средних			0,11	0,14

Наблюдения за чистой продуктивностью фотосинтеза показали, что у сорта Астраханский 747 наибольший показатель получен на варианте с шириной междурядий 0,15 м и нормой высева 350 тыс. шт./га – 2,93 г/м² в сутки. У сорта Камышинский 73 наибольшее значение этого показателя наблюдалось на варианте с шириной междурядий 0,30 м и нормой высева 350 тыс. шт./га – 2,56 г/м² в сутки, а у сорта Заволжский 1 – на варианте с шириной междурядий 0,15 м и нормой высева 400 тыс. шт./га – 3,16 г/м² в сутки.

Урожайность малосемян по изучаемым приемам в среднем за три года варьировала от 1,01 до 1,51 т/га. Наибольшая урожайность достигнута на посеве с шириной междурядий 0,15 м при норме высева 350 тыс. шт./га у сорта Астраханский 747 – 1,37 т/га, а у сортов Камышинский 73 и Заволжский 1 при норме высева 400 тыс. шт./га – 1,28 и 1,51 т/га соответственно (табл. 3).

Таблица 3 – Влияние ширины междурядий и норм высева на урожайность сафлора красильного, т/га

Сорт	Ширина междурядий, м	Норма высева, тыс. шт./га	Урожайность, т/га			
			годы исследования			среднее за 3 года
			2013	2014	2015	
Астраханский 747	0,15	300	1,36	0,84	0,92	1,04
		350	1,61	1,31	1,19	1,37
		400	1,53	1,24	1,28	1,35
		450	1,46	1,12	1,11	1,23
	0,30	300	1,59	1,07	1,03	1,23
		350	1,43	1,13	0,95	1,17
		400	1,54	0,96	1,43	1,31
		450	1,32	1,22	1,09	1,21
Камышинский 73	0,15	300	1,32	0,62	1,15	1,03
		350	1,38	1,12	0,95	1,15
		400	1,47	1,15	1,22	1,28
		450	1,45	0,93	1,04	1,14
	0,30	300	1,36	0,92	0,81	1,03
		350	1,43	1,11	1,18	1,24
		400	1,28	1,16	1,04	1,16
		450	1,25	0,97	0,87	1,03
Заволжский 1	0,15	300	1,32	0,86	0,85	1,01
		350	1,71	0,91	0,98	1,20
		400	1,78	1,32	1,43	1,51
		450	1,67	1,03	1,23	1,31
	0,30	300	1,59	1,13	0,94	1,22
		350	1,72	1,26	1,16	1,38
		400	1,67	1,19	1,07	1,31
		450	1,58	1,12	1,14	1,28
НСР ₀₅ фактора А			0,02	0,04	0,05	0,07
НСР ₀₅ фактора В			0,02	0,03	0,04	0,06
НСР ₀₅ фактора С			0,02	0,05	0,05	0,08
НСР ₀₅ АВ			0,03	0,06	0,06	0,10
НСР ₀₅ АС			0,04	0,08	0,09	0,14
НСР ₀₅ для частных средних			0,06	0,11	0,13	0,20

Результаты исследований показали, что формирование основных урожая-образующих компонентов сафлора красильного во многом зависит от агрометеорологических условий года и агротехнических приемов его возделывания. Наибольшие показатели продуктивности сафлора красильного были сформированы в 2013 году. По среднесезонным данным количество корзинок на одном растении изменялось по вариантам опыта от 9 до 13 шт. (табл. 4).

Таблица 4 - Влияние ширины междурядий и норм высева на элементы продуктивности растений сафлора красильного (среднее за 2013-2015 гг.)

Сорт	Ширина междурядий, м	Норма высева, тыс. шт./га	Количество, шт.			Масса семян, г	
			выполненных семян на 1 растении	корзинок на 1 растении	выполненных семян в 1 корзинке	с 1 корзинки	с 1 растения
Астраханский 747	0,15	300	97	12	8	0,39	4,71
		350	109	11	9	0,47	5,37
		400	96	11	9	0,42	4,63
		450	78	10	7	0,36	3,76
	0,30	300	115	12	9	0,45	5,64
		350	104	12	9	0,44	5,14
		400	83	10	8	0,39	4,04
450		78	10	8	0,40	3,74	
Камышинский 73	0,15	300	110	11	10	0,42	4,66
		350	106	11	10	0,43	4,52
		400	101	9	11	0,49	4,40
		450	80	9	9	0,39	3,50
	0,30	300	111	10	11	0,47	4,72
		350	113	9	13	0,54	4,90
		400	94	9	11	0,47	4,02
450		74	8	9	0,39	3,20	
Заволжский 1	0,15	300	104	12	8	0,36	4,41
		350	106	12	8	0,37	4,64
		400	112	11	10	0,47	5,12
		450	90	11	9	0,37	3,96
	0,30	300	127	13	10	0,43	5,58
		350	122	12	10	0,45	5,42
		400	100	11	9	0,41	4,53
450		90	10	9	0,38	3,96	
НСР ₀₅ А			6,69	0,39	0,70	0,03	0,31
НСР ₀₅ В			5,46	0,32	0,57	0,02	0,25
НСР ₀₅ С			7,73	0,45	0,81	0,03	0,36
НСР ₀₅ АВ			9,46	0,56	0,99	0,04	0,44
НСР ₀₅ АС			13,38	0,79	1,40	0,06	0,62
НСР ₀₅ ВС			10,93	0,64	1,14	0,05	0,51
НСР ₀₅ АВС			18,92	1,11	1,98	0,09	0,88

Масса маслосемян с одной корзинки по вариантам опыта в среднем за три года исследований варьировала с 0,36 до 0,54 г. Наибольшая масса маслосемян с одного растения у сорта Астраханский 747 была сформирована на варианте с

шириной междурядий 0,15 м при норме высева 350 тыс. шт./га - 5,37 г. У сорта Камышинский 73 наибольшая масса маслосемян с одного растения была получена на варианте с шириной междурядий 0,30 м при норме высева 350 тыс. шт./га – 4,90 г. У сорта Заволжский 1 этот показатель менялся по вариантам опыта с 3,96 до 5,58 г. Установлена зависимость массы маслосемян с одного растения от густоты стояния посевов, которая характеризуется сильной степенью корреляционной сходимости ($r = 0,72-0,73$).

Наибольшее содержание жира в маслосеменах сафлора красильного отмечено у сорта Астраханский 747. Максимальное его содержание – 58,7 % составило на варианте с нормой высева 350 тыс. шт./га и ширине междурядий 0,15 м. У сорта Камышинский 73 содержание жира по вариантам опыта изменялась от 30,7 до 31,7%, у сорта Заволжский 1 – от 27,1 до 29,4%.

Таблица 5 - Влияние ширины междурядий и норм высева на содержание жира в маслосеменах сафлора красильного

Сорт	Ширина междурядий, м	Норма высева, тыс. шт./га	Содержание жира, %			
			2013 г	2014 г	2015 г	среднее
Астраханский 747	0,15	300	55,0	51,2	53,8	53,3
		350	56,7	52,5	55,6	54,9
		400	56,2	52,1	55,0	54,4
		450	55,2	51,9	53,8	53,9
	0,30	300	54,6	50,9	52,4	52,6
		350	54,5	49,8	52,1	52,1
		400	54,3	49,6	51,8	51,9
		450	53,7	48,8	50,9	51,1
Камышинский 73	0,15	300	31,8	29,6	30,3	30,6
		350	31,9	29,8	30,9	30,9
		400	32,3	30,1	31,5	31,3
		450	32,0	30,4	31,3	31,2
	0,30	300	31,9	29,7	30,6	30,7
		350	32,0	30,2	31,5	31,2
		400	31,8	29,7	31,1	30,8
		450	31,6	29,5	31,0	30,7
Заволжский 1	0,15	300	28,8	26,9	27,3	27,6
		350	29,4	27,0	28,4	28,2
		400	30,4	27,8	29,0	29,1
		450	30,0	25,4	26,7	27,4
	0,30	300	30,0	24,7	25,6	26,8
		350	29,6	26,1	27,5	27,7
		400	30,1	26,7	28,5	28,4
		450	29,7	24,2	26,7	26,9
НСР ₀₅ А			0,42	0,74	0,72	0,82
НСР ₀₅ В			0,34	0,60	0,59	0,67
НСР ₀₅ С			0,48	0,85	0,83	0,95
НСР ₀₅ АВ			0,59	1,05	1,01	1,16
НСР ₀₅ АС			0,83	1,48	1,44	1,64
НСР ₀₅ ВС			0,68	1,21	1,17	1,34
НСР ₀₅ АВС			1,18	2,09	2,03	2,32

Масса 1000 маслосемян различных сортов сафлора красильного варьировала по годам исследований от 40,7 до 50,6 г. При этом в 2013 году была сформирована наибольшая масса 1000 маслосемян по всем вариантам опыта. У сорта Астраханский 747 наибольшая масса 1000 маслосемян получена в варианте с шириной междурядий 0,15 м при норме высева 350 тыс. шт./га и составляла в среднем за годы исследований 49,5 г.

В четвертой главе *«Водный режим почвы при возделывании сафлора красильного в звене рисового севооборота Сарпинской низменности»* изложены особенности водопотребления посевов сафлора красильного с использованием остаточной после риса влаги; выполнена оценка эффективности использования водных ресурсов на формирование урожайности маслосемян.

Результаты исследований показали, что формирование водного режима почвы существенно зависит от влагообеспеченности вегетационного периода и фенологических фаз развития сафлора красильного. Остаточные запасы продуктивной влаги в почве, после возделывания риса, составляли: в 2013 году 3096 м³/га (92%НВ), в 2014 году – 3178 м³/га (94%НВ), в 2015 году – 3129 м³/га (93% НВ). Суммарное водопотребление посевами сафлора за годы исследований по вариантам опыта колебалось в пределах 3100-3494 м³/га (табл. 6).

Параметры водного режима почвы в посевах сафлора красильного свидетельствуют, что основными составляющими приходной части водного баланса в начальный период развития являются осадки (107-203 м³/га) и запас влаги (285-311 м³/га) в активном слое почвы (0-0,1 м). Установлено, что растения сафлора красильного особенно чувствительны к недостатку влаги в период развития стеблевания-цветения. В этот период суммарное водопотребление по вариантам опыта варьировало от 1478 до 1670 м³/га. На долю атмосферных осадков приходилось от 42 до 54 % от суммарного водопотребления, остальная влага поглощалась из слоя почвы 0,6-1,0 м. В начальный период развития суммарное водопотребление растениями сафлора красильного по вариантам опыта менялось от 617 до 718 м³/га. В межфазный период развития «цветение-созревание» суммарное водопотребление составило 1005-1111 м³/га или 29,6-31,9 %.

В структуре суммарного водопотребления на долю грунтовых вод за весь период вегетации сафлора красильного по вариантам опыта приходилось от 468 до 681 м³/га или от 14,4 до 19,9 %. Наибольшее потребление из грунтовых вод растениями сафлора красильного наблюдалось в 2014 году у сорта Заволжский 1 на варианте с шириной междурядий 0,30 м и нормой высева 450 тыс. шт./га. У всех изучаемых сортов сафлора красильного на вариантах опыта с междурядьем 0,30 м расход влаги за счет подпитывания грунтовыми водами был на 41-109 м³/га больше, чем на вариантах с междурядьем 0,15 м. При этом с увеличением плотности посева увеличивается потребление грунтовых вод - в среднем за годы исследований на вариантах с нормой высева 300 тыс. шт./га оно было на 30-83 м³/га меньше по сравнению с вариантом 450 тыс. шт./га.

Таблица 6 – Основные статьи водного баланса при возделывании сафлора красильного в рисовом севообороте

Ширина междурядий, м	Норма высева, тыс. шт./га	2013 год				2014 год				2015 год			
		Суммарное водопотребление, м ³ /га	использовано, м ³ /га			Суммарное водопотребление, м ³ /га	использовано, м ³ /га			Суммарное водопотребление, м ³ /га	использовано, м ³ /га		
			почвенной влаги	грунтовых вод	атмосферных осадков		почвенной влаги	грунтовых вод	атмосферных осадков		почвенной влаги	грунтовых вод	атмосферных осадков
<i>Сорт Астраханский 747</i>													
0,15	300	3296	1506	492	1298	3111	2169	502	440	3247	1636	468	1143
	350	3408	1595	515	1298	3183	2224	519	440	3292	1674	475	1143
	400	3418	1599	521	1298	3228	2250	538	440	3332	1688	501	1143
	450	3451	1607	546	1298	3277	2288	549	440	3349	1689	517	1143
0,30	300	3391	1551	542	1298	3206	2205	561	440	3293	1638	512	1143
	350	3429	1583	548	1298	3304	2269	595	440	3372	1713	516	1143
	400	3464	1592	574	1298	3370	2303	627	440	3395	1732	520	1143
	450	3481	1596	587	1298	3449	2351	658	440	3442	1774	525	1143
<i>Сорт Камышинский 73</i>													
0,15	300	3324	1519	507	1298	3101	2126	535	440	3235	1620	472	1143
	350	3346	1530	518	1298	3214	2198	576	440	3278	1647	488	1143
	400	3393	1573	522	1298	3237	2205	592	440	3297	1657	497	1143
	450	3434	1599	537	1298	3305	2247	618	440	3355	1711	501	1143
0,30	300	3393	1548	547	1298	3250	2212	598	440	3353	1712	498	1143
	350	3403	1554	551	1298	3336	2272	624	440	3395	1746	506	1143
	400	3450	1576	576	1298	3394	2303	651	440	3429	1775	511	1143
	450	3494	1605	591	1298	3428	2316	672	440	3454	1782	529	1143
<i>Сорт Заволжский 1</i>													
0,15	300	3277	1481	498	1298	3100	2093	567	440	3267	1643	481	1143
	350	3321	1515	508	1298	3136	2114	582	440	3290	1657	490	1143
	400	3370	1543	529	1298	3201	2136	625	440	3336	1694	499	1143
	450	3412	1573	541	1298	3319	2242	637	440	3398	1751	504	1143
0,30	300	3303	1501	504	1298	3252	2184	628	440	3295	1657	495	1143
	350	3385	1553	534	1298	3353	2271	642	440	3338	1684	511	1143
	400	3463	1583	582	1298	3412	2298	674	440	3381	1710	528	1143
	450	3483	1599	586	1298	3424	2303	681	440	3460	1782	535	1143

Пополнение запасов влаги в почве за счет атмосферных осадков было неодинаковым по годам исследований и определялось в пределах от 440 до 1298 м³/га, или от 12,9 до 39,6 % от суммарного водопотребления. Наибольшее количество почвенной влаги в структуре суммарного водопотребления отмечено в 2014 году и составило 67,2-69,9 %.

При проведении полевого опыта установлено, что среднесуточное потребление влаги посевами сафлора красильного зависит от метеорологических условий года, сорта, нормы высева и ширины междурядий. Так наибольшее среднесуточное водопотребление агроценозом сафлора красильного отмечается в 2014 году, у всех изучаемых сортов в варианте с нормой высева 300 тыс. шт./га при ширине междурядий 0,15 м – 29,8-39,1 м³/га. Наименьшее среднесуточное водопотребление было в 2013 году, которое по вариантам опыта варьировало от 15,1 до 22,0 м³/га. В 2015 году среднесуточное водопотребление посевов сафлора колебалось от 19,6 до 32,1 м³/га. В среднем за три года исследований наименьшее среднесуточное водопотребление у сорта Астраханский 747 было на варианте 350 тыс. шт./га с шириной междурядий 0,15 м – 20,3 м³/га. Наименьшее среднесуточное потребление влаги у сортов Камышинский 73 и Заволжский 1 получено на варианте опыта с нормой высева 400 тыс. шт./га при ширине междурядий 15 см – соответственно 20,4 и 18,1 м³/га.

Исследования показали, что сафлор красильный является культурой, способной очень экономно расходовать влагу на формирование единицы урожая. Формирование агроценоза при оптимальной плотности посева позволяет наиболее рационально использовать остаточную после риса влагу, даже в экстремальных погодных условиях Сарпинской низменности.

В пятой главе *“Рекомендации по технологии возделывания сафлора красильного в рисовом севообороте с использованием остаточной после риса влаги”* приведен технологический регламент возделывания сафлора красильного на семена, который распространяется на территорию, обслуживаемую Сарпинской обводнительно-оросительной системой, в пределах полупустынной зоны (рисоводческие хозяйства Октябрьского района Республики Калмыкия). Дана экономическая оценка возделывания сафлора красильного.

Технология возделывания сафлора красильного в звене рисового севооборота «рис-рис-сафлор красильный» включает следующие агротехнические мероприятия: после 2-х лет возделывания риса остаточные запасы продуктивной влаги в почве достаточно велики (300-320 мм или 90-95 % НВ), поэтому до начала осенних дождей в сентябре-октябре чеки освобождают от рисовой соломки и проводят вспашку зяби на глубину 0,20-0,22 м плугами ПЛН-4-35. Зяблевая вспашка позволяет почве длительный период подвергаться воздействию кислорода воздуха, что усиливает разложение органического вещества и способствует переходу питательных веществ в доступную для растений форму. Кроме того, при зяблевой вспашке корневища специализированных сорняков

(рогоза, тростник) выворачиваются на поверхность и в течение зимнего периода подвергаются иссушению и промерзанию.

Ранней весной по мере подсыхания почвы обрабатывают вдоль и поперек проходами тяжелых дисковых борон БДТ-7 в агрегате с боронами «зиг-заг». Поверхность чека выравнивается планировщиком или грейдером. Если погодные условия осеннего периода (затяжные ливневые дожди) не позволили обработать поле вслед за уборкой риса, то весной проводится двукратное дискование на глубину 0,08-0,1 м или фрезерование. На сильно засоренных болотной растительностью чеках проводится вспашка на глубину 0,16-0,18 м с последующей культивацией.

Для формирования оптимальной структуры агроценоза, обеспечивающей получение урожайности маслосемян на уровне 1,3-1,5 т/га, посев сафлора красивого проводится с шириной междурядий 0,15 м и нормой высева 350 тыс. шт./га у сорта Астраханский 747, 400 тыс. шт./га – Заволжский 1. Одновременно с посевом семян вносятся азотные удобрения в дозах N_{30-40} кг/га д.в. Посев осуществляется во II-III декадах апреля.

Уход за посевами включает послепосевное прикатывание гладкими водоналивными катками 3 КВГ-1,4, агрегируемыми трактором МТЗ-80, что способствует снижению потерь почвенной влаги за счет конвекционно-диффузного тока (испарения), лучшего контакта семян с почвой и увеличения подпитывания влаги из нижележащих горизонтов; боронование почвы на глубину 0,01-0,02 м поперек рядков посевов в фазу 2-3 настоящих листьев бороной БИГ-3, агрегируемой трактором МТЗ-80. Поверхностная обработка почвы позволяет уничтожить всходы и нитевидные проростки однолетних сорняков, улучшает аэрацию верхнего слоя почвы.

Результаты экономической оценки технологии возделывания сафлора красивого в рисовых чеках с использованием остаточных после риса запасов влаги при формировании различной плотности агроценоза, позволили дать обоснование выбора более продуктивного сорта, рационального способа и нормы его высева в условиях Сарпинской низменности. Так, наибольшая величина накопленного денежного притока, 21,14 тыс. руб./га, получена в варианте с нормой высева 400 тыс.шт./га и междурядьем 0,15 м у сорта Заволжский 1, что на 2,24 и 3,22 тыс. руб./га больше по сравнению соответственно с сортом Астраханский 747 и Камышинский 73. Наибольшей величиной индекса доходности вложенных затрат 3,49 и 3,78 характеризовались варианты с нормой высева 350 тыс.шт./га и 400 тыс.шт./га с шириной междурядий 0,15 м соответственно у сортов Астраханский 747 и Заволжский 1. При этом прирост чистого дисконтированного дохода составил 13,68-15,55 тыс. руб./га.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ теоретических разработок и проведенные экспериментальные исследования показали, что агроклиматические и почвенные условия Сарпинской низменности позволяют эффективно возделывать в рисовых севооборотах сафлор красильный на маслосемена.

Для реализации потенциала продуктивности сортов сафлора красильного в рисовом севообороте с использованием остаточной после риса влаги определена оптимальная структура агроценозов. Наибольшая урожайность маслосемян у сортов Астраханский 747, Камышинский 73 и Заволжский 1 формируется при нормах высева 350 и 400 тыс.шт./га и ширине междурядий 0,15 м – соответственно 1,19-1,61 т/га, 1,15-1,47 т/га и 1,32-1,78 т/га. Оценка влияния плотности посева на рост, развитие и урожайность сортов сафлора красильного показала, что при такой норме высева активизируется фотосинтетическая деятельность растений и, как следствие, повышается урожайность на 36-47 % по сравнению с нормой высева 300 и 450 тыс. шт./га.

Установлено, что наибольшая площадь листовой поверхности у сортов сафлора красильного формировалась в фазу цветения – в среднем за годы исследований по всем вариантам она составила 19,8-28,6 тыс. м²/га. Наибольший индекс листовой поверхности у сорта Астраханский 747 был в варианте с шириной междурядий 0,15 м и нормой высева 350 тыс. шт./га – 2,47, что на 0,9 больше, чем при ширине междурядий 0,3 м при такой же норме высева семян. У сортов Камышинский 73 и Заволжский 1 наибольшие значения максимальной площади листьев отмечены в варианте с шириной междурядий 0,15 м с нормой высева 400 тыс. шт./га, соответственно 21,2 и 29,6 тыс. м²/га.

Уровень формируемой урожайности маслосемян сортов сафлора красильного наиболее тесно коррелирует с показателями роста растений и фотосинтетической деятельности посевов за вегетационный период. Корреляционные зависимости урожайности маслосемян сафлора красильного от высоты растений и площади листьев соответственно составляют 0,64-0,92; 0,69-0,87.

Максимальное накопление жира в семенах сафлора красильного отмечено у сорта Астраханский 747 в варианте при норме высева 350 тыс. шт./га с междурядьем 0,15 м – 52,5-56,7 %. У сортов Камышинский 73 и Заволжский 1 содержание жира в среднем за годы исследований по вариантам опыта составляло соответственно 30,6-31,3 % и 26,8-29,1 %.

Изучение динамики водопотребления и структуры водного баланса посевов сафлора красильного показало их зависимость от напряженности метеорологических условий, межфазных периодов развития растений, частоты и величины выпадающих осадков и подпитывания грунтовыми водами. Суммарное водопотребление посевами сафлора красильного при возделывании на семена составляет 3100-3494 м³/га. В структуре водного баланса на долю атмосферных

осадков в суммарном водопотреблении, в среднем по вариантам опыта приходилось: в 2013 году – 37,2-39,6%, в 2014 году – 12,7-14,2%, в 2015 году – 33,0-35,3%. Доля почвенной влаги составляла 45,2-66,7 %, подпитывание грунтовыми водами – 14,4-19,9 %. У всех сортов сафлора красильного в вариантах опыта с шириной междурядий 0,30 м расход влаги агроценозами за счет подпитывания грунтовыми водами был на 41-109 м³/га больше, чем в вариантах с шириной междурядий 0,15 м.

Выявлено, что сафлор красильный является культурой, способной экономно расходовать влагу на формирование единицы урожая. Наименьший расход воды на формирование единицы урожая маслосемян обеспечивается у сорта сафлора красильного Астраханский 747 при посеве с шириной междурядий 0,15 м и нормой 350 тыс. шт./га – 2117-2766 м³/т, при этом среднесуточное водопотребление составляло 20,3 м³/га.

В результате проведенных экспериментальных исследований разработана усовершенствованная технология возделывания сафлора красильного для условий рисовых мелиоративных агроландшафтов Сарпинской низменности, основанная на подборе высокопродуктивных сортов, формировании оптимальной структуры агроценоза в рисовых чеках, обеспечивающая рациональное использование остаточной после риса влаги (300-320 мм) и получение урожайности 1,3-1,5 т/га маслосемян.

Анализ экономической эффективности показал целесообразность выращивания сафлора красильного в рисовых севооборотах Сарпинской низменности на основе использования остаточных после возделывания риса запасов влаги. Наибольшими величинами индекса доходности вложенных затрат 3,49 и 3,78 характеризовались варианты с шириной междурядий 0,15 м и нормами высева 350 и 400 тыс. шт./га у сортов Астраханский 747 и Заволжский 1 соответственно. При этом прирост чистого дисконтированного дохода составил 13,68-15,55 тыс. руб./га.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

В целях повышения эффективности использования водных ресурсов в условиях рисовых мелиоративных агроландшафтов Сарпинской низменности следует предусматривать выращивание сафлора красильного на остаточных запасах влаги после уборки риса.

Для получения стабильной урожайности маслосемян на уровне 1,3-1,5 т/га в рисовых севооборотах рекомендуется возделывать сорта сафлора красильного Астраханский 747 и Заволжский 1. При этом оптимальная структура агроценозов формируется при посеве с шириной междурядий 0,15 м, нормой высева сорта Астраханский 747 – 350 тыс. шт./га, Заволжский 1 – 400 тыс. шт./га.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК

1. Мелихов, В.В. Возделывание сафлора красильного в рисовом севообороте Сарпинской низменности / В.В. Мелихов, **А.В. Попов**, Э.Б. Дедова, А.А. Дедов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – №3. – С.42-49 (0,5 печ. л.; авт. – 0,1).

2. Мелихов, В.В. Технология возделывания сафлора красильного в рисовых агроландшафтах Сарпинской низменности / В.В. Мелихов, **А.В. Попов** // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – №2. – С.21-25 (0,4 печ. л.; авт. – 0,2).

Статьи в других изданиях

1. Дедова, Э.Б. Методические рекомендации по возделыванию сопутствующих культур в рисовых севооборотах Сарпинской низменности / Э.Б. Дедова, Г.Н. Кониева, **А.В. Попов**. – Элиста, 2015. – 41 с. (2,4 печ. л.; авт. – 0,8).

2. Дедова, Э.Б. Агрэкологическое сортоиспытание сафлора красильного в условиях рисового севооборота Сарпинской низменности / Э.Б. Дедова, **А.В. Попов** // 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.37-39 (0,2 печ. л.; авт. – 0,1).

3. **Попов, А.В.** Опыт возделывания сафлора красильного в рисовом севообороте Сарпинской низменности / А.В. Попов, А.А. Дедов / Мелиорация и водное хозяйство: проблемы и пути решения. Материалы международной научно-практической конференции. Том I. – М.: Изд. ВНИИА, 2016. – С.385-387 (0,2 печ. л.; авт. – 0,1).

4. **Попов, А.В.** Урожайность сафлора красильного в рисовом севообороте Сарпинской низменности / А.В. Попов, А.А. Дедов / Материалы международной научно-практической Интернет-конференции «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования». ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия». – Солёное Займище, 2016. – С.2278-2282 (0,6 печ. л.; авт. – 0,3).

5. **Попов, А.В.** Формирование продукционного процесса и урожайность сафлора красильного в рисовом севообороте / А.В. Попов // Материалы международной научно-практической конференции «Проблемы развития сельскохозяйственного производства». – Элиста, 2016. – С.141-147 (0,4 печ. л.).

6. **Попов, А.В.** Особенности возделывания сафлора красильного в рисовом севообороте / А.В. Попов, В.В. Мелихов // «Перспективы развития аграрной науки в современных экономических условиях: материалы Международной

научно-практической конференции, посвященной 30-летию разработке и внедрению научно-обоснованных систем сухого земледелия Волгоградской области» – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2016. – С.87-92 (0,4 печ. л.; авт. – 0,2).

7. **Попов, А.В.** Научно-экономическое обоснование возделывания сафлора красильного в волгоградском регионе для повышения эффективности АПК / А.В. Попов, В.В. Мелихов // XXII Межвузовская научно-практическая конференция молодых ученых и студентов (г. Волжский, 2016 г.) [Электронный ресурс]. – Волжский: ВПИ (филиал) ВолгГТУ, 2016. – С.158-160 (0,3 печ. л.; авт. – 0,2).