

На правах рукописи

Разумнова Людмила Александровна

**ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И БАКТЕРИАЛЬНЫХ
ПРЕПАРАТОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ САФЛОРА
НА ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ НИЖНЕГО ДОНА**

06.01.04 – Агрохимия

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Саратов – 2021

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования "Донской государственный аграрный университет" на кафедре агрохимии и экологии имени профессора Е.В. Агафонова

Научный руководитель: **Каменев Роман Александрович**
доктор сельскохозяйственных наук, доцент

Официальные оппоненты: **Аканова Наталья Ивановна**
доктор биологических наук, профессор,
заведующая отделом координатного земледелия
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский
институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова»

Прахова Татьяна Яковлевна
доктор сельскохозяйственных наук, главный
научный сотрудник лаборатории селекционных
технологий ФГБНУ «Федеральный научный
центр лубяных культур»

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»

Защита диссертации состоится 26 января 2022 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 " ____ " _____ 2021 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Полетаев Илья Сергеевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. Во все годы основной масличной культурой в Ростовской области являлся подсолнечник, но в последнее время начали высевать и другие не менее важные масличные культуры, такие как горчица, соя, рыжик, лён, а также сафлор. Сафлор в Ростовской области является перспективной масличной культурой, так как условия его выращивания полностью подходят к засушливому климату этого региона.

Использование минеральных удобрений является одним из главных и необходимых приемов в сельхозпроизводстве. С их помощью можно существенно увеличить урожаи различных сельскохозяйственных культур. Усилить азотное питание злаковых и небобовых культур можно, используя ассоциативные азотфиксаторы. Эти микроорганизмы располагаются в корневой зоне растений, при наступлении подходящих условий могут обеспечивать до 45% потребности растений в азоте. Биологическая фиксация молекулярного азота из атмосферы – один из возможных и экологически чистых источников пополнения азотного фонда пахотных почв. В наше время отмечена отзывчивость небобовых культур на инокулирование ассоциативными диазотрофами, которая благоприятно влияет на рост и развитие растений. Обуславливается это хорошим питанием и физиологической активностью микроорганизмов, которые оказывают положительное действие на растения (Куренкова С.В., 2004).

Степень её разработанности. С 2005 по 2020 годы на кафедре агрохимии и экологии имени профессора Е.В. Агафонова ФГБОУ ВО Донского госагроуниверситета проводятся полевые и лабораторные опыты по изучению возможности использования в растениеводстве биологических препаратов со штаммами ассоциативных азотфиксирующих микроорганизмов для увеличения агрохимических показателей почвы, урожайности и качества полевых и овощных культур в Ростовской области: сорго зерновое – Е.В. Агафонов, С.В. Абраменко (2005), арбуз на орошении – Е.В. Агафонов, В.С. Барыкин (2010), баклажан – Е.В. Агафонов, Б.С. Фарский (2012), просо – Е.В. Агафонов, В.В. Клыков (2013), картофель – Е.В. Агафонов, Н.П. Каменский (2015), лён масличный – И.В. Нужнов и др. (2016), кукуруза на зерно – А.А. Севостьянова (2019), подсолнечник - А.В. Ващенко (2020).

При выращивании сафлора в условиях Ростовской области рекомендуется применять минеральные удобрения в дозе $N_{45}P_{60}$ осенью под вспашку, а на почвах с недостаточным количеством калия - $N_{45}P_{60}K_{45}$ (Алабушев В.А. 2001; Бондаренко С.Г., Горбаченко Ф.И., Горячев В.П., 2013). Но данные о весеннем применении удобрений под сафлор в литературе отсутствуют.

Анализ результатов полевых и лабораторных опытов доказывает эффективность применения ассоциативных биопрепаратов для увеличения производства продукции растениеводства. Но рекомендации об использовании ассоциативных азотфиксаторов в системе удобрения сафлора на темно-каштановых почвах Нижнего Дона нами в литературе не найдены. Это послужило обоснованием для установления эффективности ассоциативных азотфиксаторов на по-

севах сафлора.

Цели и задачи исследований. Целью наших исследований являлось изучение влияния минеральных удобрений и биопрепаратов с активными штаммами ассоциативных микроорганизмов-азотфиксаторов на урожайность и качество маслосемян сафлора на темно-каштановых почвах в условиях Нижнего Дона.

Для решения поставленной цели исследований был определён ряд задач:

- установить эффективность различных способов и сроков применения минеральных удобрений под сафлор;
- изучить влияние штаммов азотфиксаторов и минеральных удобрений на обеспеченность темно-каштановых почв нитратным азотом, подвижным фосфором и обменным калием в течение вегетации сафлора;
- определить влияние различных штаммов микроорганизмов и минеральных удобрений на биометрические показатели растений сафлора и поглощение элементов питания;
- установить влияние бактериальных препаратов и удобрений на урожайность и масличность семян сафлора;
- определить вынос и баланс элементов минерального питания при выращивании сафлора;
- рассчитать экономическую и биоэнергетическую эффективность применения бактериальных и минеральных удобрений под сафлор.

Научная новизна. На темно-каштановых почвах Нижнего Дона изучено влияние бактериальных препаратов со штаммами ассоциативных микроорганизмов азотфиксаторов на урожайность и качество маслосемян сафлора; установлена оптимальная доза минеральных удобрений под сафлор; выявлено преимущество разбросного способа применения минеральных удобрений до посева по сравнению с локальным припосевным внесением на урожайность сафлора при дефиците почвенной влаги; определены наиболее активные, вирулентные и толерантные к естественной микрофлоре штаммы микроорганизмов; рассчитана экономическая и биоэнергетическая эффективность использования минеральных удобрений и бактериальных препаратов при выращивании сафлора.

Теоретическая и практическая значимость работы. Установлены особенности питания растений сафлора при внесении минеральных удобрений в разные сроки применения вразброс и локально, а также инокуляции посевного материала бактериальными препаратами с активными штаммами ассоциативных микроорганизмов-азотфиксаторов в условиях недостаточного увлажнения тёмно-каштановых почв Нижнего Дона. Рекомендуемые дозы минеральных удобрений и штаммы биопрепаратов позволяют увеличить урожайность маслосемян сафлора на 0,14-0,19 т/га или на 13,6-18,4% и повысить сбор масла на 61-80 кг/га или на 18,1-23,7% с получением высоких показателей экономической и биоэнергетической эффективности.

Апробация рекомендуемых элементов системы удобрения сафлора в хозяйствах Обливского и Милютинского районов Ростовской области в 2020 году

повысила урожайность на 0,13-0,20 т/га, условно чистый доход на 1120-1158 руб./га и рентабельность производства - на 15-16%.

Объекты и предмет исследований. Объектами исследований являлись: сорт сафлора Заволжский 1. Создан в ГНУ Нижне–Волжский НИИСХ Россельхозакадемия (Волгоградская область)); биопрепараты (Мизорин, Флавобактерин, КЛ-10), разработанные во Всероссийском институте сельскохозяйственной микробиологии (ВНИИСХМ) г. Санкт-Петербург, которые содержат штаммы ассоциативных микроорганизмов-азотфиксаторов.

Предметом исследований являлась динамика изменений содержания основных элементов минерального питания растений сафлора на темно-каштановых почвах Нижнего Дона, которые обуславливают формирование продуктивности сафлора.

Методология и методы исследования. При выполнении работы использовались научные материалы по применению минеральных удобрений и биопрепаратов в растениеводстве и агротехнологиях выращивания сафлора. При сборе, обработке и анализе результатов исследований применялись лабораторные и полевые методы проведения экспериментов, дисперсионный анализ, экономическая и биоэнергетическая оценка.

Положения, выносимые на защиту:

1. Зависимости увеличения биометрических показателей растений сафлора под влиянием минеральных удобрений и биопрепаратов.

2. Преимущество разбросного применения минеральных удобрений до посева по сравнению с локальным припосевным внесением в условиях недостаточного увлажнения при выращивании сафлора;

3. Характер изменения урожайности маслосемян сафлора под влиянием минеральных удобрений и бактериальных препаратов.

4. Целесообразность применения на сафлоре бактериального препарата со штаммами ассоциативных микроорганизмов-азотфиксаторов Флавобактерин.

Достоверность результатов. Полученные экспериментальные данные подтверждаются и обосновываются проведением полевых опытов, лабораторно-аналитических работ, математическим анализом, практическим внедрением разработанных элементов системы удобрения сафлора в хозяйствах Ростовской области.

Апробация работы. Полученные результаты докладывались на конференциях: «Всерос. молодежн. науч. конф. «Инновационные энергоресурсосберегающие технологии и техника 21 века (Ростов-на-Дону, 2017)»; «Всерос. науч.-практ. конф. «Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур (пос. Персиановский, 2017)»; «Всерос. научн.-практ. конф. «Актуальные проблемы экологии в сельскохозяйственных ландшафтах и урбанизированных территориях (пос. Персиановский, 2017)»; «Международ. научн.-практ. конф. «Ресурсосбережение и адаптивность в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур и переработки продукции растениеводства(пос. Персиановский, 2018)»; «Всерос. (национальн.) научн.-практ. конф. «Инновационные пути решения актуальных проблем АПК России (пос. Перси-

ановский, 2018)»»; Междунар. науч.-практ.конф. «Ресурсосбережение и адаптивность в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур и переработки продукции растениеводства» (пос. Персиановский, 2019); «II Всерос. научн. конф. «Почвы и Ноосфера», (Владивосток, 2019)».

Публикации. Данные проведенных исследований опубликованы в 11 печатных работах, в том числе четыре из них входят в перечень журналов, рекомендованных ВАК Российской Федерации.

Объём и структура диссертации. Диссертационная работа напечатана на 150 страницах компьютерного текста, включает 28 таблиц и 11 рисунков; состоит из введения, 7 глав, заключения, предложений производству и 10 приложений. Использованная литература включает 154 источника, из которых 12 - иностранные авторы.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении приводятся сведения о роли сафлора в решении продовольственной безопасности РФ, указаны основные федеральные округа и зоны его выращивания в стране, дано обоснование применения биологических препаратов с активными штаммами ассоциативных азотфиксаторов для увеличения урожайности и качества продукции сельскохозяйственных культур. Показана эффективность применения биопрепаратов с микроорганизмами-дiazотрофами в условиях современного биологического земледелия.

В первой главе «Биологические особенности сафлора и технологические приемы оптимизации агрохимических факторов плодородия почвы и питательного режима в технологиях его выращивания (обзор литературы)» рассматриваются вопросы об использовании продукции сафлора в промышленности, а также имеющийся опыт применения минеральных удобрений под сафлор. Приводятся сведения об использовании бактериальных препаратов в земледелии, их влиянии на почву и на увеличение концентрации элементов минерального питания в растениях сельскохозяйственных культур. Но сведений о применении на сафлоре ассоциативных азотфиксаторов, используемых для инокуляции семян, в литературе не найдено.

Во второй главе «Условия и методика проведения исследований» дана характеристика почвы, погодно-климатических условий и методика проведения исследований. В 2016-2018 гг. проведены полевые опыты в условиях ООО «Заря» Обливского района Ростовской области. Объектом исследования являлся сорт Заволжский 1, который создан в ГНУ Нижне-Волжский НИИСХ Россельхозакадемия (Волгоградская область) и занесен в Госреестр по Российской Федерации с 2007 года. Площадь делянки 130 м² (7,2м×18м), учетная 108 м². Повторность опыта – 3-х-кратная. Размещение делянок - рендомезированное. Агротехника – общепринятая для зоны возделывания сафлора (Зональные рекомендации на 2013-2020 гг.). Предшественник – озимая пшеница. Почва, на которой проведены полевые опыты, темно-каштановая.

Схема полевого опыта включала следующие варианты применения минеральных удобрений и биопрепаратов: 1 вариант – контроль (без удобрений); 2-5 варианты – применение минеральных удобрений при посеве в дозах $N_{24}P_{26}$; $N_{24}P_{26}K_{24}$; $N_{24}P_{52}$; $N_{48}P_{52}$; 6-10 варианты применение минеральных удобрений вразброс под предпосевную культивацию в дозах $N_{24}P_{52}$; $N_{48}P_{52}$; $N_{48}P_{52}K_{48}$; $N_{72}P_{52}$; $N_{72}P_{52}K_{48}$; 11-13 варианты - штаммы азотфиксаторов Мизорин, КЛ-10, Флавобактерин; 14-16 варианты – сочетание штаммов азотфиксаторов с фоном минеральных удобрений, внесённых при посеве: Мизорин+ $N_{24}P_{52}$, КЛ-10+ $N_{24}P_{52}$, Флавобактерин + $N_{24}P_{52}$.

При закладке опыта минеральные удобрения представлены: аммофосом ($N_{12}P_{52}$), аммиачной селитрой ($N_{34,4}$), хлористым калием (K_2O_{65}). Технология их внесения – разбрасывание вручную под первую культивацию или сеялками СЗ-3,6 при посеве. Норма высева сафлора 350 тыс. шт./га. В качестве бактериальных препаратов были использованы изготовленные во Всероссийском институте сельскохозяйственной микробиологии (ВНИИСХМ) г. Санкт-Петербург, со штаммами ассоциативных азотфиксаторов на основе ризобактерий рода *Azospirillum* – КЛ-10, Мизорин и Флавобактерин. Они перемешивались непосредственно перед посевом с семенами из расчета 300 г на гектарную норму. Урожай сафлора убирали поделяночно прямым комбинированием. Химические анализы почвы и растений выполнены на кафедре агрохимии и экологии имени профессора Е.В. Агафонова.

Отбор образцов и их лабораторные анализы выполнялись по следующим методикам: отбор почвенных образцов осуществляли агрохимическим буром (ГОСТ - 28168-89); подготовку почвенных образцов проводили в лаборатории (ГОСТ – 29269–91). Влажность почвы определяли термостатно-весовым методом (ГОСТ 28268-89). Расчет продуктивной влаги осуществляли с учетом влажности устойчивого завядания сафлора по методике Агафонова Е.В. (1992). Определение нитратного азота в почвенных образцах проводили ионоселективным методом (ГОСТ 26951–86). Содержание подвижного фосфора и обменного калия в почвенных образцах определяли с использованием 1%-углеаммонийной вытяжки Мачигина (ГОСТ 26205–91). Определение гумуса осуществляли по методу Тюрина (ГОСТ 26213-91). Содержания карбонатов почвы определяли в водной вытяжке (ГОСТ 26424-85). рН почвы в солевой вытяжке по методу ЦИНАО (ГОСТ 26483-85). Определение содержания общего азота в растительных образцах – после мокрого озоления (ГОСТ 13496.4-93), общего фосфора (ГОСТ 26657-97), общего калия (ГОСТ 30504-97). Содержание жира в семенах (ГОСТ –10857-64). Экономическую оценку использования агрохимикатов проводили по методике Баранова Н.Н. (1966); биоэнергетическую оценку – «Основы биоэнергетической оценки производства продукции растениеводства» В.В. Удалов, А.П. Авдеенко и др.(2008); математическую обработку результатов проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1979).

На момент посева сафлора на контроле содержание нитратного азота в почвенном слое 0-60 см колебалось от 24,5 (2018 г.) до 39,5 (2017 г.) кг/га. Количество подвижного фосфора перед севом сафлора в 2016 и 2018 гг. в слое

почвы 0-40 см достигало 16,8 и 19,3 мг/кг (средняя обеспеченность по Мачигину), в 2017 году - лишь 8,4 мг/кг (очень низкая обеспеченность). Содержание в почве обменного калия перед посевом сафлора в слое почвы 0-40 см в 2016 и 2017 гг. составило 521 и 536 мг/кг почвы (высокая обеспеченность по Мачигину). Наименьшая обеспеченность почвы зафиксирована в 2018 гг. - лишь 221 мг/кг почвы (средняя обеспеченность).

Почвы – темно-каштановые, мощность гумусосодержащего горизонта А+В колеблется от 35 до 40 см, гумуса в горизонте А - 2,5-3,0%.

Землепользование Обливского района находится в засушливой зоне с ГТК в пределах 0,6-0,8. Погодные условия отличались существенным разнообразием. Благоприятным по увлажнению являлся 2016-2017 с.-х. год, самым засушливым оказался 2015-2016 с.-х. год. Среднегодовая температура воздуха была превышена на 2,5⁰С в 2017 с.-х. году и на 3,0⁰С в 2016 с.-х. году.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В третьей главе «Динамика продуктивной влаги и элементов питания в почве под сафлором» представлены результаты по изменению обеспеченности почвы продуктивной влагой и питательного режима под посевами сафлора. Перед севом сафлора наибольшее содержание продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см получено в 2017 году 130,6, в 2016 г. –83,2 мм (рисунок 1).

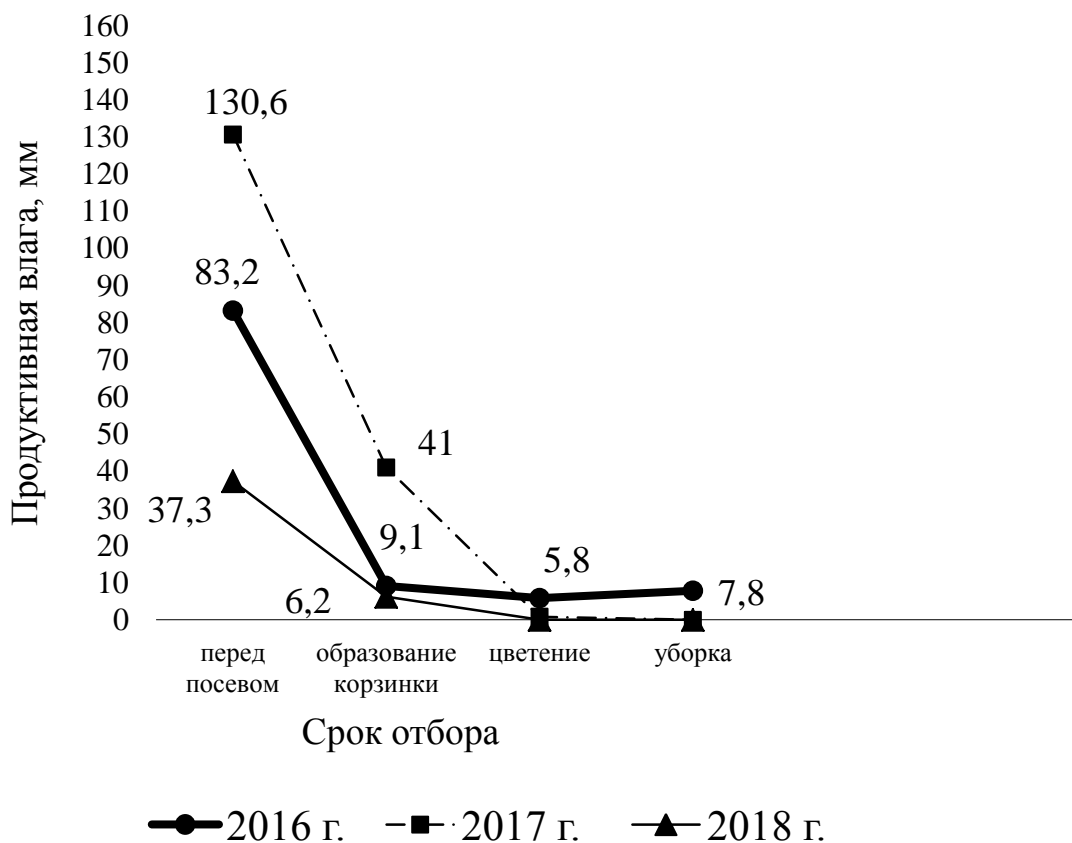
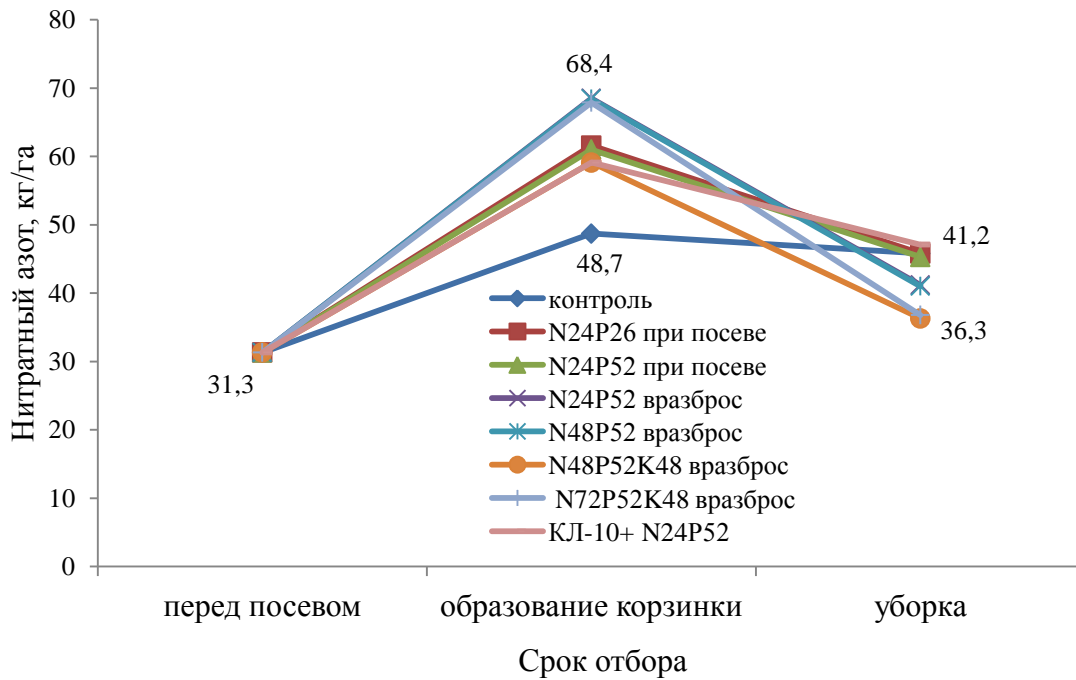


Рисунок 1 – Динамика продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см под сафлором, мм

Минимальное количество продуктивной влаги было в 2018 году 37,3 мм. В разные годы динамика доступной влаги под сафлором была сходной. От посева до фазы образования корзинки в слое почвы 0-100 см происходило резкое снижение её запасов. Vegetация сафлора от фазы цветения до момента проведения уборки проходила при практически полном иссушении почвы.

В среднем за 2016-2018 гг. перед севом сафлора содержание нитратного азота в слое почвы 0-60 см составило 31,3 кг/га (рисунок 2).



НСР₀₅

6,3 кг/га

4,5 кг/га

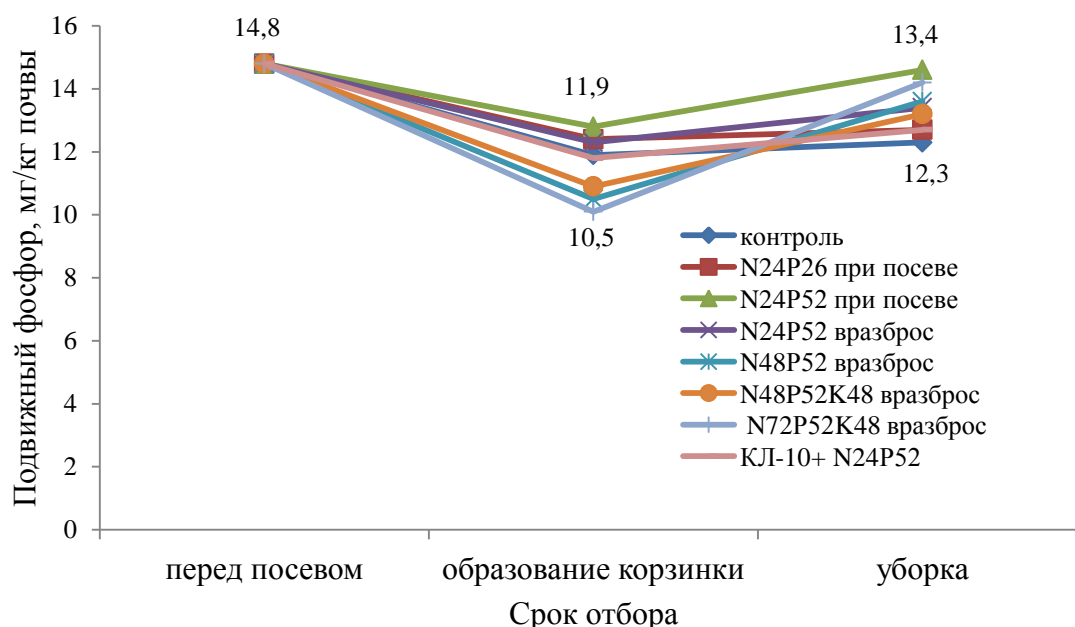
Рисунок 2 - Динамика нитратного азота в слое почвы 0-60 см под сафлором в среднем за 2016-2018 гг., кг/га

От посева сафлора до фазы образования корзинки на контроле количества N-NO₃ в слое почвы 0-60 см повысилось на 17,4 кг/га или на 55,6%. По-видимому, благоприятные условия увлажнения, сложившиеся на начальном этапе вегетации, положительно отразились на нитрификационных процессах. Возможно, пополнение запасов N-NO₃ произошло за счёт поднятия солей азотной кислоты из более глубоких слоёв почвы (более 0-60 см) при увеличении физического испарения влаги и, возможно, за счёт минерализации растительных остатков предшественника (озимой пшеницы). В течение вегетации количество N-NO₃ в почве уменьшилось, но всего лишь на 2,9 кг/га.

Применение азотных удобрений при посеве и в разброс до посева в дозах 24, 48 и 72 кг/га д.в. повышало содержание N-NO₃ в слое почвы 0-60 см в фазу образования корзинки по сравнению с контролем на 10,4-19,8 кг/га или на 21,4-40,7%. К уборке содержание N-NO₃ в слое почвы 0-60 см на вариантах с применением минеральных удобрений и биопрепарата было на уровне количества на контроле.

Наименьшее содержание N-NO₃ в почве в фазу полной спелости получено на вариантах опыта с минеральными удобрениями в дозах N₄₈P₅₂K₄₈ и N₇₂P₅₂K₄₈. По-видимому, сбалансированное питание растений макроэлементами способствовало более интенсивному потреблению почвенного азота. Уменьшение количества N-NO₃ на этих вариантах по сравнению с контролем составило 9,0-9,5 кг/га или 19,7-20,7%.

Количество подвижного фосфора в почве перед севом сафлора в 2016 и 2018 гг. в слое 0-40 см достигало 16,8 и 19,3 мг/кг, что оценивается по градации Мачигина как средняя обеспеченность. В 2017 году исходное содержание P₂O₅ составило лишь 8,4 мг/кг и соответствовало очень низкой обеспеченности. В среднем, перед посевом сафлора в 2016-2018 гг. содержание P₂O₅ в слое почвы 0-40 см составило 14,8 мг/кг почвы (рисунок 3). От посева сафлора до фазы образования корзинки на контроле отмечено уменьшение количества P₂O₅, которое составило 2,9 мг/кг почвы. К уборке сафлора обеспеченность почвы P₂O₅ увеличилась, но лишь на 0,4 мг/кг. В фазу образования корзинки, в среднем за 2016-2018 гг., на вариантах с применением минеральных удобрений статистически достоверных различий по сравнению с контролем в обеспеченности доступным фосфором не выявлено. Но к полной спелости в обеспеченности почвы подвижным фосфором отмечено преимущество локального применения при посеве азотно-фосфорных удобрений в дозе N₂₄P₅₂. Прибавка в увеличении P₂O₅ составила по сравнению с контролем 2,3 мг/кг почвы или 18,7%. Вероятно, это связано со снижением процессов химической сорбции при локальном применении удобрений по сравнению с разбросным.

НСР₀₅

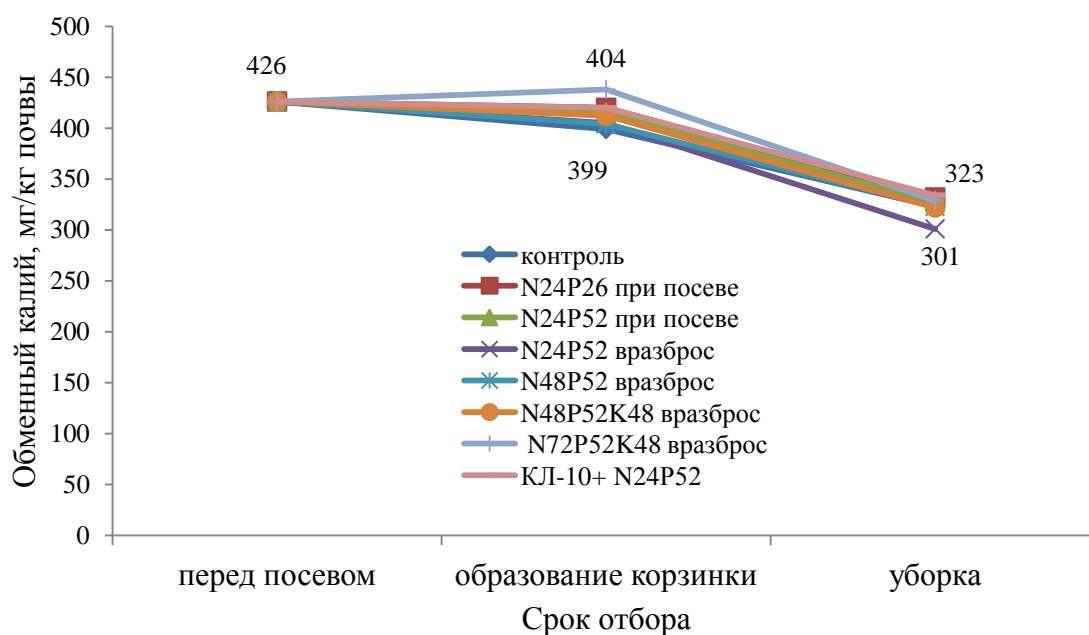
1,5 мг/кг

2,1 мг/кг

Рисунок 3 - Динамика подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см под сафлором в среднем за 2016-2018 гг., мг/кг почвы

Обеспеченность почвы обменным калием перед севом сафлора в слое почвы 0-40 см в 2016 и 2017 гг. составила 521 и 536 мг/кг почвы, что соответствует по градации Мачигина высокой степени обеспеченности. Наименьшая обеспеченность почвы K_2O в предпосевной период сафлора зафиксирована в 2018 гг. - лишь 221 мг/кг почвы, что классифицируется как средняя обеспеченность.

В среднем за 2016-2018 гг., содержание K_2O в слое почвы 0-40 см составило 426 мг/кг почвы (рисунок 4).



НСР₀₅

29 мг/кг

$F_{\phi} < F_{т}$.

Рисунок 4 - Динамика обменного калия в слое почвы 0-40 см под сафлором в среднем за 2016-2018 гг., мг/кг почвы

На контроле от сева до уборки количество K_2O уменьшилось на 103 мг/кг почвы. В фазу образования корзинки математически достоверное увеличение обеспеченности почвы обменным калием зафиксировано на варианте с применением минеральных удобрений в дозе $N_{72}P_{52}K_{48}$. Прибавка по сравнению с контролем составила 39 мг/кг почвы или 9,8%. К фазе полной спелости различия между вариантами опыта в обеспеченности почвы обменным калием нивелировались и являлись статистически недостоверными.

В четвертой главе «Влияние удобрений на биометрические показатели растений сафлора и содержание в них элементов питания» рассматриваются результаты нарастания надземной массы сафлора и накопления в ней НРК. Применение агрохимикатов способствовало увеличению биометрических показателей растений сафлора в фазу цветения. Наибольшие показатели, в среднем за 2016-2018 гг., получены на варианте с применением полного минерального удобрения в дозе $N_{72}P_{52}K_{48}$, внесённого вразброс до сева (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние удобрений на биометрические показатели растений сафлора, в среднем за 2016-2018 гг.

Варианты	Цветение		Полная спелость	
	высота растения, см	масса 1 сырого растения без семян, г	высота 1 растения, см	масса 1 сырого растения без семян, г
контроль	50	25	54	53
внесение минеральных удобрений при посеве				
N ₂₄ P ₂₆	54	28	58	57
N ₂₄ P ₅₂	54	28	57	58
N ₂₄ P ₂₆ K ₂₄	55	29	59	60
N ₄₈ P ₅₂	55	30	59	61
внесение минеральных удобрений вразброс под предпосевную культивацию				
N ₂₄ P ₅₂	54	29	57	57
N ₄₈ P ₅₂	57	31	61	61
N ₄₈ P ₅₂ K ₄₈	58	32	64	62
N ₇₂ P ₅₂	59	32	65	63
N ₇₂ P ₅₂ K ₄₈	60	33	65	64
внесение минеральных удобрений при посеве и обработка семян биопрепаратами перед посевом				
КЛ-10	54	28	59	58
N ₂₄ P ₅₂ +КЛ-10	55	29	61	59
Мизорин	55	30	60	57
N ₂₄ P ₅₂ +Мизорин	55	30	59	59
Флавобактерин	57	32	61	62
N ₂₄ P ₅₂ +Флавобактерин	57	32	60	60
НСР ₀₅	6	5	7	6

Прибавки в увеличении высоты 1 растения по сравнению с контролем составили 10 см или 20,0%, в повышении массы – 8 г или 32,0%. На вариантах с бактериальными препаратами максимальные биометрические показатели растений сафлора сформированы под действием Флавобактерина.

Наибольшие биометрические показатели растений сафлора в фазу полной спелости получены на варианте с применением азотно-фосфорного и полного минерального удобрения в дозах N₇₂P₅₂ и N₇₂P₅₂K₄₈. Высота растений увеличилась по сравнению с контролем на 11 см или на 20,4%, а масса 1 растения – на 11 г или на 20,8%. Под действием Флавобактерина высота растений была на 5 см меньше, чем на варианте с дозой минеральных удобрений N₇₂P₅₂K₄₈, а масса – на 2 грамма.

Повышение концентрации азота в растениях в фазу полной спелости обеспечивало применение удобрений в дозах N₄₈P₅₂ и N₇₂P₅₂, а также полного минерального удобрения, внесённого вразброс под предпосевную культивацию. Прибавка по сравнению с контролем составила 0,5% (таблица 2).

Под действием агрохимикатов отмечена лишь тенденция в повышении концентрации общего фосфора в растениях сафлора на 0,01-0,02%, так как данные прибавки меньше НСР опыта. В среднем за три года полевых опытов, со-

держание калия в вегетативной массе растений сафлора соответствовало практически одному уровню и варьировало в пределах от 1,6 до 1,7%.

Таблица 2 - Содержание НРКв растениях в фазу полной спелости маслосемян сафлора, % на сухое вещество. Среднее за 2016-2018 гг.

Варианты	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
контроль	1,2	0,18	1,6
внесение минеральных удобрений при посеве			
N ₂₄ P ₂₆	1,2	0,19	1,6
N ₂₄ P ₅₂	1,2	0,19	1,6
N ₂₄ P ₂₆ K ₂₄	1,2	0,19	1,7
N ₄₈ P ₅₂	1,3	0,19	1,6
внесение минеральных удобрений вразброс под предпосевную культивацию			
N ₂₄ P ₅₂	1,6	0,19	1,6
N ₄₈ P ₅₂	1,7	0,19	1,6
N ₄₈ P ₅₂ K ₄₈	1,7	0,18	1,7
N ₇₂ P ₅₂	1,7	0,18	1,7
N ₇₂ P ₅₂ K ₄₈	1,7	0,19	1,8
внесение минеральных удобрений при посеве и обработка семян биопрепаратами перед посевом			
КЛ-10	1,4	0,17	1,6
N ₂₄ P ₅₂ +КЛ-10	1,6	0,19	1,6
Мизорин	1,4	0,17	1,6
N ₂₄ P ₅₂ +Мизорин	1,6	0,19	1,7
Флавобактерин	1,8	0,18	1,6
N ₂₄ P ₅₂ +Флавобактерин	1,8	0,20	1,7
НСР ₀₅	0,5	0,04	0,2

На варианте с инокуляцией семян сафлора Флавобактерином отмечено максимальное повышение концентрации азота по сравнению с контролем на 0,6%. Это на 0,1% больше, чем на варианте с минеральными удобрениями N₇₂P₅₂K₄₈.

В пятой главе «Влияние минеральных удобрений и бактериальных препаратов на урожайность сафлора и качество продукции» рассмотрено действие изучаемых агрохимикатов на урожайность маслосемян и выход масла с 1 га. Урожайность маслосемян сафлора на контроле была низкой в 2016 и 2018 гг. 0,92-0,94 т/га, в 2017 г. – 1,11 т/га (таблица 3).

Применение минеральных удобрений до посева в 2016 году способствовало более существенному повышению урожайности сафлора по сравнению с припосевным применением. Наибольшее увеличение по сравнению с контролем получено на варианте с дозой N₄₈P₅₂, которое составило 0,26 т/га или 28,3%. На вариантах с бактериальными препаратами наибольшее увеличение урожайности достигнуто при инокуляции семян Флавобактерином. Прибавка к контролю составила 0,20 т/га или 21,7%. Это лишь на 0,06 т/га или на 6,6% меньше, чем на варианте с применением вразброс до посева удобрений в дозе N₄₈P₅₂.

Таблица 3 – Действие удобрений на урожайность маслосемян сафлора в 2016-2018 гг., т/га

Варианты	2016 г.	Прибавка к контролю		2017 г.	Прибавка к контролю		2018 г.	Прибавка к контролю	
		т/га	%		т/га	%		т/га	%
контроль	0,92	-	-	1,11	-	-	0,94	-	-
внесение минеральных удобрений при посеве									
N ₂₄ P ₂₆	1,01	0,09	9,8	1,23	0,12	10,8	1,05	0,11	11,7
N ₂₄ P ₂₆ K ₂₄	1,01	0,09	9,8	1,22	0,11	9,9	1,06	0,12	12,8
N ₂₄ P ₅₂	1,01	0,09	9,8	1,25	0,14	12,6	1,04	0,1	10,6
N ₄₈ P ₅₂	0,96	0,04	4,3	1,21	0,1	8,7	0,94	0	0
внесение минеральных удобрений вразброс под предпосевную культивацию									
N ₂₄ P ₅₂	1,09	0,07	7,6	1,29	0,18	16,5	1,09	0,15	15,9
N ₄₈ P ₅₂	1,18	0,26	28,3	1,31	0,2	18,3	1,18	0,24	25,5
N ₄₈ P ₅₂ K ₄₈	1,08	0,16	17,4	1,37	0,26	23,7	1,08	0,14	14,9
N ₇₂ P ₅₂	1,11	0,19	20,7	1,30	0,19	16,8	1,06	0,12	12,8
N ₇₂ P ₅₂ K ₄₈	1,06	0,14	15,2	1,29	0,18	16,2	1,03	0,09	9,6
внесение минеральных удобрений при посеве и обработка семян биопрепаратами перед посевом									
КЛ-10	0,94	0,02	2,2	1,25	0,14	12,3	0,98	0,04	4,3
N ₂₄ P ₅₂ +КЛ-10	1,07	0,15	16,3	1,27	0,16	14,1	1,07	0,13	13,8
Мизорин	0,95	0,03	3,3	1,20	0,09	7,8	1,01	0,07	7,4
N ₂₄ P ₅₂ +Мизорин	1,02	0,10	10,9	1,14	0,03	2,7	1,00	0,06	6,4
Флавобактерин	1,12	0,20	21,7	1,25	0,14	12,6	1,14	0,2	21,3
N ₂₄ P ₅₂ +Флавобактерин	1,08	0,16	17,4	1,16	0,05	4,5	1,08	0,14	14,9
НСР ₀₅		0,09			0,10			0,07	

В 2017 году наибольшая прибавка получена на варианте с применением минеральных удобрений в дозе N₄₈P₅₂K₄₈, которая составила 0,26 т/га или 23,7%. Возможно, при более высокой обеспеченности продуктивной влагой в допосевной период действие хлора из хлористого калия было менее угнетающим на растения, чем в предыдущий год проведения полевых опытов.

На вариантах с биопрепаратами в 2017 году применение Флавобактерина и КЛ-10 увеличивало урожайность маслосемян на 0,14 т/га или на 12,3%. При совместном использовании биопрепарата КЛ-10 и минеральных удобрений отмечена тенденция в повышении урожайности, а с препаратом Флавобактерин, наоборот, резкое снижение урожайности маслосемян.

В 2018 году получены одинаковые зависимости в действии агрохимикатов на урожайность маслосемян, как и в 2016 году. Максимальная прибавка достигнута при внесении минеральных удобрений до сева в дозе N₄₈P₅₂, которая к контролю составила 0,24 т/га или 25,5%. Прибавка от биопрепарата Флавобактерин лишь на 0,04 т/га или на 4,2% меньше.

Внесение минеральных удобрений при посеве было менее эффективно, чем вразброс до сева в эквивалентных дозах. Вероятно, удобрения, внесенные в рядки, угнетали развитие растений из-за увеличения концентрации почвенного раствора при дефиците влаги на начальном этапе вегетации.

В среднем за 3 года исследований, урожайность сафлора на контроле составила 1,03 т/га (таблица 4). Наиболее эффективно было применение азотно-фосфорных удобрений в дозе $N_{48}P_{52}$ до посева. Урожайность на этом варианте повысилась по сравнению с контролем на 0,19 т/га или на 18,4%.

Таблица 4 - Урожайность маслосемян сафлора в среднем за 2016-2018 гг., т/га

Варианты	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю, за 2016 – 2018 гг.	
		т/га	%
контроль	1,03	-	-
внесение минеральных удобрений при посеве			
$N_{24}P_{26}$	1,09	0,06	5,8
$N_{24}P_{26}K_{24}$	1,09	0,06	5,8
$N_{24}P_{52}$	1,10	0,07	6,8
$N_{48}P_{52}$	1,04	0,01	0,9
внесение минеральных удобрений вразброс под предпосевную культивацию			
$N_{24}P_{52}$	1,16	0,13	12,6
$N_{48}P_{52}$	1,22	0,19	18,4
$N_{48}P_{52}K_{48}$	1,18	0,15	14,6
$N_{72}P_{52}$	1,16	0,13	12,6
$N_{72}P_{52}K_{48}$	1,13	0,10	9,7
внесение минеральных удобрений при посеве и обработка семян биопрепаратами перед посевом			
КЛ-10	1,04	0,01	0,9
$N_{24}P_{52}$ +КЛ-10	1,14	0,11	10,7
Мизорин	1,05	0,02	1,9
$N_{24}P_{52}$ +Мизорин	1,07	0,04	3,9
Флавобактерин	1,17	0,14	13,6
$N_{24}P_{52}$ +Флавобактерин	1,11	0,08	7,8
НСР ₀₅		0,07	

Инокуляция семян перед посевом Флавобактерином увеличивала урожайность на 0,14 т/га или на 13,6%. Это лишь на 4,8%, чем на варианте с применением до посева минеральных удобрений в дозе $N_{48}P_{52}$. Применение Флавобактерина на фоне минеральных удобрений снижало эффект.

Содержание масла в семенах сафлора за три года исследований на всех вариантах опыта было практически одинаковым - 35,7–36,3%. В среднем за 2016-2018 гг., выход масла в урожае на контроле составил 337 кг/га. Максимальное влияние на этот показатель оказало применение азотно-фосфорных удобрений в дозе $N_{48}P_{52}$. Увеличение в выходе масла составило 80 кг/га или 23,7%. Среди биопрепаратов наиболее эффективно использование Флавобактерина. Прибавка составила 61 кг/га или 18,1%, но это меньше на 19 кг/га или на 5,6%, чем на варианте с удобрениями в дозе $N_{48}P_{52}$, внесёнными до сева.

В шестой главе «Вынос и баланс элементов питания при выращивании сафлора» рассматривается поглощение основной и побочной продукцией сафлора элементов минерального питания и баланс NPK при его выращивании. В среднем за 2016-2018 гг., общий вынос азота растениями сафлора (маслосе-

мена и вегетативная масса) составлял 86 кг/га. Наибольшее увеличение выноса азота получено при внесении вразброс под культивацию азотно-фосфорных удобрений в дозе $N_{48}P_{52}$. Прибавка по сравнению с контролем составила 49 кг/га или 57,0%. Но максимальный вынос азота достигнут на вариантах с применением Флавобактерина. Поглощение азота увеличивалось по сравнению с вариантом, на котором были внесены минеральные удобрения в дозе $N_{48}P_{52}$, на 15-17 кг/га или на 11,1-12,6%.

Общий вынос фосфора (маслосемена и вегетативная масса) на контроле, в среднем за 2016-2018 годы, составил 15 кг/га. Увеличение выноса общего фосфора достигнуто на всех вариантах опыта, за исключением применения препаратов КЛ-10 и Мизорин. Максимальный суммарный вынос зафиксирован на вариантах с применением Флавобактерина на фоне удобрений. Увеличение к контролю составило 4 кг/га или 26,7%. Суммарный вынос калия (маслосеменами и вегетативной массой) сафлором, в среднем за 3 года, составил 94 кг/га. Увеличение выноса общего калия получено под действием всех агрохимических приемов. Но максимальная прибавка получена от применения Флавобактерина на фоне азотно-фосфорных удобрений, которая составила 35 кг/га или 37,2%.

Вегетативная масса сафлора не отчуждается с поля, поэтому баланс элементов питания растений сафлора посчитан только с учетом выноса маслосеменами (таблица 5).

Таблица 5 - Баланс NPK при выращивании сафлора, кг/га. Среднее за 2016-2018 гг.

Варианты	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
контроль	-18	-5	-5
внесение минеральных удобрений при посеве			
$N_{24}P_{26}$	4	21	-6
$N_{24}P_{26}K_{24}$	4	20	18
$N_{24}P_{52}$	3	47	-6
$N_{48}P_{52}$	29	47	-6
внесение минеральных удобрений при посеве вразброс под предпосевную культивацию			
$N_{24}P_{52}$	3	46	-6
$N_{48}P_{52}$	25	46	-7
$N_{48}P_{52}K_{48}$	26	46	42
$N_{72}P_{52}$	50	46	-6
$N_{72}P_{52}K_{48}$	51	47	42
внесение минеральных удобрений при посеве и обработка семян биопрепаратами перед посевом			
КЛ-10	-20	-5	-6
$N_{24}P_{52}$ +КЛ-10	3	46	-6
Мизорин	-20	-5	-6
$N_{24}P_{52}$ +Мизорин	4	47	-6
Флавобактерин	-22	-6	-6
$N_{24}P_{52}$ +Флавобактерин	3	47	-6

На вариантах с использованием азотных удобрений близкий к нулевому баланс достигнут при их внесении в дозе 24 кг/га. При внесении 48 кг/га д.в. профицит достигал 26-29 кг/га, 72 кг/га д.в.– уже 50-51 кг/га. На вариантах с применением бактериальных препаратов получен отрицательный баланс азота, который достигал 20-22 кг/га. Можно предположить, что в большей степени он был компенсирован за счёт ассоциативной азотфиксации. Профицит баланса фосфора зафиксирован на всех вариантах опыта с применением фосфорных минеральных удобрений. При их внесении в дозе 26 кг/га положительный баланс составлял 20-21 кг/га, в дозе 52 кг/га – 46-47 кг/га. При внесении калийных удобрений в дозе 24 кг/га действующего вещества профицит калия составлял 18 кг/га, а при внесении 48 кг/га – уже 42 кг/га. На всех вариантах опыта баланс калия был отрицательным.

В седьмой главе «Экономическая и биоэнергетическая эффективность применения минеральных удобрений и бактериальных препаратов под сафлор» приводятся результаты экономической и биоэнергетической оценки применения изучаемых агрохимикатов. Наиболее оптимальные показатели экономической эффективности в опыте получены от применения штамма бакпрепарата Флавобактерин. Уровень рентабельности выше, чем на контроле на 30%, при снижении себестоимости на 1,27 руб./кг (таблица 6).

Таблица 6– Экономическая оценка применения минеральных удобрений и бактериальных препаратов под сафлор. Среднее за 2016-2018 гг.

Варианты	Урожайность, т/га	Затраты, руб./га	Стоимость продукции, руб./га	Себестоимость руб./кг	Условно чистый доход руб./га	Рентабельность, %
контроль	0,99	9798	29700	9,90	10002	102
внесение минеральных удобрений при посеве						
N ₂₄ P ₂₆	1,10	11682	33000	10,62	10318	88
N ₂₄ P ₂₆ K ₂₄	1,10	12234	33000	11,12	9766	80
N ₂₄ P ₅₂	1,10	12685	33000	11,53	9315	73
N ₄₈ P ₅₂	1,04	13579	31200	13,06	7221	53
внесение минеральных удобрений вразброс под предпосевную культивацию						
N ₂₄ P ₅₂	1,16	12701	34800	10,95	10499	83
N ₄₈ P ₅₂	1,22	13603	36600	11,15	10797	79
N ₄₈ P ₅₂ K ₄₈	1,18	14717	35400	12,47	8883	60
N ₇₂ P ₅₂	1,16	15417	34800	13,29	7783	50
N ₇₂ P ₅₂ K ₄₈	1,13	16532	33900	14,63	6068	37
внесение минеральных удобрений при посеве и обработка семян биопрепаратами перед посевом						
КЛ -10	1,06	10098	31800	9,53	11102	110
N ₂₄ P ₅₂ +КЛ-10	1,14	12985	34200	11,39	9815	76
Мизорин	1,05	10098	31500	9,62	10902	108
N ₂₄ P ₅₂ +Мизорин	1,05	12985	31500	12,37	8015	62
Флавобактерин	1,17	10098	35100	8,63	13302	132
N ₂₄ P ₅₂ +Флавобактерин	1,11	12985	33300	11,70	9215	71

Применение минеральных удобрений до посева и при посеве сафлора снижало уровень рентабельности производства маслосемян и увеличивало себестоимость по сравнению с контролем. Но на варианте с применением минеральных удобрений в дозе $N_{48}P_{52}$ уровень условно чистого дохода увеличивался по сравнению с контрольным вариантом на 795 руб./га.

Максимальные показатели коэффициента биоэнергетической эффективности в опыте -3,99, а также самые низкие затраты энергии на выращивание продукции -9,15 ГДж/тонну достигнуты при применении Флавобактерин.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

К посеву сафлора на контроле количество нитратного азота в слое почвы 0-60 см изменялось от 24,5 (2018 г.) до 39,5 (2017 г.) кг/га, в среднем за 2016-2018 гг. составило 31,3 кг/га. К фазе образования корзинки на контроле отмечено увеличение содержания $N-NO_3$ на 17,4 кг/га или на 55,6%, до уборки произошло уменьшение на 2,9 кг/га. Применение азотных минеральных удобрений в дозах 24, 48 и 72 кг/га д.в. увеличивало количество $N-NO_3$ в фазу образования корзинки по сравнению с контролем на 10,4-19,8 кг/га или на 21,4-40,7%. К уборке различия между вариантами опыта нивелировались.

Перед посевом сафлора в 2016-2018 гг. содержание подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см составило 14,8 мг/кг почвы, что соответствует по градации Мачигина пограничной между низкой и средней обеспеченностью. До фазы образования корзинки на контрольном варианте происходило снижение количества P_2O_5 , которое составило 2,9 мг/кг почвы. К уборке количество P_2O_5 увеличилось лишь на 0,4 мг/кг. В среднем за 2016-2018 гг., только в фазу полной спелости в обеспеченности почвы P_2O_5 отмечено преимущество припосевного применения удобрений в дозе $N_{24}P_{52}$ по сравнению с разбросным. Прибавка к контролю достигала 2,3 мг/кг почвы или 18,7%.

В среднем за 2016-2018 гг., перед посевом сафлора содержание K_2O в слое почвы 0-40 см составило 426 мг/кг почвы. От посева до уборки количество обменного калия в почве уменьшалось. В фазу образования корзинки существенное увеличение обеспеченности почвы обменным калием зафиксировано на варианте с применением полного минерального удобрения в дозе $N_{72}P_{52}K_{48}$. Прибавка к контрольному варианту составила 39 мг/кг почвы или 9,8%. К фазе полной спелости различия между вариантами опыта были недостоверными.

Наибольшие показатели формирования биометрических показателей растений сафлора получены в фазу цветения на варианте с применением полного минерального удобрения в дозе $N_{72}P_{52}K_{48}$ вразброс до посева. Прибавки в увеличении высоты 1 сырого растения по сравнению с контролем составили 10 см или 20,0%, а массы – 8 г или 32,0%. Под действием Флавобактерина высота растений сафлора на 3 см ниже, а масса лишь на 1 г меньше, чем на варианте с минеральным удобрением в дозе $N_{72}P_{52}K_{48}$.

В среднем за 2016-2018 гг. на контроле содержание азота в растениях сафлора в фазу полной спелости составило 1,2%. Достоверное увеличение кон-

центрации азота в растениях обеспечивало применение удобрений в дозах $N_{48}P_{52}$ и $N_{72}P_{52}$, а также полного минерального удобрения, внесённого вразброс под предпосевную культивацию. Прибавка по сравнению с контролем составила 0,5%. На варианте с Флавобактерином в среднем за 2016-2018 гг. отмечено максимальное увеличение концентрации азота на 0,6%. Это на 0,1% больше, чем на варианте с дозой удобрения $N_{72}P_{52}K_{48}$.

В среднем за 2016-2018 гг., на контроле содержание азота в маслосеменах сафлора составило 2,13%. Увеличение концентрации общего азота достигнуто на всех вариантах опыта, кроме вариантов с применением вразброс до посева азотно-фосфорных удобрений в дозе $N_{24}P_{52}$ и биопрепарата КЛ-10. Прибавки составили по сравнению с контрольным вариантом 0,03-0,07%.

Урожайность семян сафлора на контроле была практически одинаковой в 2016 и 2018 гг. 0,92-0,94 т/га, в 2017 г. – 1,11 т/га. В среднем за 3 года она составила 1,03 т/га. Наиболее эффективно было применение удобрений в дозе $N_{48}P_{52}$ под предпосевную культивацию. Урожайность на этом варианте повысилась по сравнению с контролем на 0,19 т/га или на 18,4%. Инокуляция семян сафлора перед посевом Флавобактерином обеспечивала увеличение урожайности на 0,14 т/га или на 13,6%. Это лишь на 0,05 т/га или на 4,8% меньше, чем на варианте с применением под предпосевную культивацию минеральных удобрений в дозе $N_{48}P_{52}$.

Содержание масла в семенах сафлора за три года полевых опытов на всех вариантах варьировало незначительно - 35,7–36,3%. В среднем за 2016-2018 гг. выход масла в урожае сафлора на контроле составил 337 кг/га. Наибольшее влияние на этот показатель оказало применение удобрений в дозе $N_{48}P_{52}$. Увеличение составило 80 кг/га или 23,7%. Среди изучаемых биопрепаратов наиболее эффективно применение Флавобактерина. Прибавка по сравнению с контрольным вариантом составила 61 кг/га или 18,1%.

В среднем за 2016-2018 гг., общий вынос азота на контроле достигал 86 кг/га. Максимальное увеличение выноса азота получено при внесении вразброс до сева удобрений в дозе $N_{48}P_{52}$, которое по сравнению с контролем составило 49 кг/га или 57,0%. Но наибольший вынос азота в опыте достигнут на вариантах с применением Флавобактерина. Поглощение азота увеличивалось по сравнению с вариантом, на котором были внесены минеральные удобрения в дозе $N_{48}P_{52}$, на 15-17 кг/га или на 11,1-12,6%. На вариантах с применением азотных удобрений получен либо нулевой, либо положительный баланс данного макроэлемента. Положительный баланс фосфора получен на всех вариантах опыта с применением фосфорных минеральных удобрений. При их внесении в дозе 26 кг/га он составлял 20-21 кг/га, в дозе 52 кг/га – 46-47 кг/га. При внесении калийных удобрений в дозе 24 кг/га действующего вещества профицит калия достигал 18 кг/га, а при внесении 48 кг/га – уже 42 кг/га.

Наиболее оптимальные показатели экономической эффективности в опыте получены от применения Флавобактерина. Уровень рентабельности выше, чем на контроле на 30%, при снижении себестоимости на 1,27 руб./кг. На варианте с применением удобрений в дозе $N_{48}P_{52}$ уровень условно чистого дохода

увеличивался по сравнению с контролем на 795 руб./га.

Максимальные показатели коэффициента биоэнергетической эффективности в опыте -3,99, а также самые низкие затраты энергии на выращивание продукции -9,15 ГДж/тонну достигнуты при применении штаммов азотфиксаторов Флавобактерин.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

При возделывании сафлора на темно-каштановых почвах Нижнего Дона на фоне низкой и средней обеспеченности почвы подвижным фосфором и средней и повышенной обменным калием для обработки семян перед посевом целесообразно применять биопрепарат Флавобактерин (300 г/га).

Для увеличения урожайности сафлора и условно чистого дохода с 1 га минеральные удобрения рекомендуется применять в дозе $N_{48}P_{52}$ разбросным способом под предпосевную культивацию.

Перспективы дальнейшей разработки темы. Учитывая низкую эффективность совместного применения биопрепаратов на фоне азотно-фосфорных удобрений, внесённых припосевным способом, при выращивании сафлора для замещения азота минеральных удобрений биологическим, целесообразно изучить действие биопрепарата Флавобактерин на азотный, фосфатный и калийный режимы почвы на фоне фосфорных и фосфорно-калийных удобрений, внесённых вразброс до посева, на темно-каштановых почвах Нижнего Дона.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. **Разумнова, Л.А.** Влияние минеральных удобрений и бактериальных препаратов на урожайность и масличность семян сафлора в условиях северо-восточной зоны Ростовской области / Л.А. Разумнова, Р.А. Каменев, В.В. Турчин // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. Том 11, выпуск 1(56). - С. 43-49.(0,46 п.л., авт. – 0,16).
2. **Разумнова, Л.А.** Эффективность применения минеральных удобрений и бактериальных препаратов при выращивании сафлора в зоне рискованного земледелия Ростовской области /Л.А. Разумнова, Р.А. Каменев, Е.Г. Баленко // Аграрный научный журнал. – 2019. - №4. 29. – С. 23-27. (0,41 п.л., авт. – 0,14).
3. **Разумнова, Л.А.** Влияние минеральных удобрений и бактериальных препаратов на урожайность и масличность сафлора в Ростовской области / Л.А. Разумнова, Р.А. Каменев, В.К. Мухортова // Аграрная наука. – 2019. - №1(20). – С. 58-60.(0,30 п.л., авт. – 0,10).
4. **Разумнова, Л.А.** Положительный результат от применения бактериальных препаратов и минеральных удобрений при выращивании сафлора в условиях северо-восточной зоны Ростовской области / Л.А. Разумнова, Р.А. Каменев

нев, В.К. Каменева // АгроЭкоИнфоAgroEcoInfo. – 2021. №5. – С. 23-27.(0,33 п.л., авт. – 0,11).

В прочих изданиях:

5. **Разумнова, Л.А.** Влияние минеральных удобрений и бактериальных препаратов на урожайность сафлора на темно-каштановой почве в северо-восточной зоне Ростовской области / Л.А. Разумнова // Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. - пос. Персиановский, 2016. – С.8-11. (0,16 п.л., авт. – 0,16).
6. **Разумнова, Л.А.** Применение минеральных удобрений и бактериальных препаратов на посевах сафлора в северо-восточной зоне Ростовской области / Л.А. Разумнова, Е.В. Агафонов // Инновационные энерго-ресурсосберегающие технологии и техника 21 века (в рамках Агропромышленного Форума Юга России). Материалы Всероссийской молодежной научной конференции. - г. Ростов- на-Дону, 2017. – С.35-37. (0,15 п.л., авт. – 0,07).
7. **Разумнова, Л.А.** Применение бактериальных препаратов и минеральных удобрений на сафлоре в условиях северо-восточной зоны Ростовской области / Л.А. Разумнова, Р.А. Каменев //Актуальные проблемы экологии в сельскохозяйственных ландшафтах и урбанизированных территориях. Материалы всероссийской научно-практической конференции. - пос. Персиановский, 2017. – С. 96-98 (0,13 п.л., авт. – 0,07).
8. **Разумнова, Л.А.** Эффективность минеральных удобрений и бактериальных препаратов на сафлоре / Л.А. Разумнова, Р.А. Каменев, В.В. Турчин // Ресурсосбережение и адаптивность в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур и переработки продукции растениеводства. Материалы международной научно-практической конференции. – пос. Персиановский, 2018. – С. 69-72. (0,19 п.л., авт. – 0,06).
9. **Разумнова, Л.А.** Эффективность применения минеральных удобрений и бактериальных препаратов на сафлоре / Л.А. Разумнова, Р.А. Каменев, Е.Г. Баленко // Инновационные пути решения актуальных проблем АПК России. - Материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции. - пос. Персиановский, 2018. – С. 149-153. (0,20 п.л., авт. – 0,06).
10. **Разумнова, Л.А.** Эффективность минеральных удобрений и бактериальных препаратов на сафлоре / Л.А. Разумнова, Р.А. Каменев, Е.Г. Баленко // Ресурсосбережение и адаптивность в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур и переработки продукции растениеводства. Материалы международной научно-практической конференции.- пос. Персиановский, 2019. – С. 43-46. (0,14 п.л., авт. – 0,05).
11. **Разумнова, Л.А.** Удобрение сафлора на темно-каштановой почве в северо-восточной зоне Ростовской области / Л.А. Разумнова, Р.А. Каменев // II Всероссийская научная конференция «Почвы и Ноосфера». Сборник тезисов. – Владивосток, 2019. – С. 159-163. (0,29 п.л., авт. – 0,14).