

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

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

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук,
доцент Р.А. Каменев

пос. Персиановский - 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ САФЛОРА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ АГРОХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ И ПИТАТЕЛЬНОГО РЕЖИМА В ТЕХНОЛОГИЯХ ЕГО ВЫРАЩИВАНИЯ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	11
1.1 Биологические особенности сафлора	11
1.2 Применение минеральных удобрений под сафлор	22
1.3 Утилизация азота из воздуха почвенными микроорганизмами. Ассоциативная азотфиксация	27
1.4 Применение бактериальных препаратов с ассоциативными азотфиксаторами под сельскохозяйственные культуры	33
2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	44
2.1 Характеристика почвы опытного участка	44
2.2 Климат и погодные условия в годы проведения исследований	48
2.3 Методика исследований	51
3. ДИНАМИКА ПРОДУКТИВНОЙ ВЛАГИ И ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В ПОЧВЕ ПОД САФЛОРОМ	54
3.1 Динамика продуктивной влаги в почве под сафлором в годы исследований	54
3.2 Динамика и содержание элементов питания растений в почве под сафлором	56
3.2.1 Динамика нитратного азота в почве	56
3.2.2 Динамика подвижного фосфора в почве	62
3.2.3 Динамика обменного калия в почве	68
4. ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАСТЕНИЙ САФЛОРА И СОДЕРЖАНИЕ В НИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ	74
5. ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ САФЛОРА И КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ	91
5.1 Действие удобрений на урожайность сафлора	91
5.2 Масличность и сбор масла в урожае сафлора	96
6. ВЫНОС И БАЛАНС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ САФЛОРА	100
7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ ПОД САФЛОРОМ	112
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	115
РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ	118

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	119
Приложение 1 "Характеристика погодных условий в годы исследований в сравнении со среднемноголетней нормой"	134
Приложение 2 "Динамика продуктивной влаги в почве под сафлором, мм"	135
Приложение 3 "Содержание нитратного азота в слое почвы 0-60 см в среднем за 2016-2018 гг., кг/га "	136
Приложение 4 "Содержание подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см в среднем за 2016-2018 гг., мг/кг"	136
Приложение 5 "Содержание обменного калия в слое почвы 0-40 см в среднем за 2016-2018 гг., мг/кг"	137
Приложение 6 "Структура урожайности сафлора в 2016 году"	137
Приложение 7 "Структура урожайности сафлора в 2017 году"	138
Приложение 8 "Структура урожайности сафлора в 2018 году"	139
Приложение 9 "Акты внедрения"	140
Приложение 10 "Дисперсионный анализ данных"	144

ВВЕДЕНИЕ

Растительное масло является одним из основных продуктов, которые используются человечеством. Можно сказать с каждым днем увеличивается его употребление. Соответственно это требует увеличение площади посевов масличных культур, из которых вырабатывается растительное масло.

Происходили подсчеты (2000-2011 гг.) по употреблению масла растительного опираясь, на потребление его одним человеком за год повышалось на 35,4%. Масла, полученные из растений, преобладают над жирами животного происхождения. Чтобы получить 1 т растительного масла необходим всего лишь 1 га сельхозугодий, что же касается сливочного масла, то для получения 1 т необходимо приблизительно 7 га сельхозугодий, чтобы прокормить на этой площади 5,6 коров при надое 4500 кг с жирностью молока 3,5% (Минаков И., 2013).

По данным Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, ввоз из-за границы в нашу страну пищевого растительного масла на данный момент составляет примерно 35-38% (Сафина Н.В., Кильянова Т.В., 2019).

Практически на всех площадях сельхоз назначения, наивысший процент занимаемых площадей отводится под зерновые культуры доходит до 80-90%, Ростовская область не исключение. Тем самым нет таких севооборотов, это отрицательно сказывается на технологическом и экономическом уровне. По последним данным, которые предоставляют статисты, в Российской Федерации рентабельность зерновых ниже, в сравнении с масличными культурами, отсюда следует, в связи, с чем рассчитывают на возделывание монокультуры – пшеницы (Каргин В., 2012; Минаков И., 2013).

На данный момент в 6 федеральных округах России осуществляется возделывание масличных культур, масштабные посевы в Приволжском (33%), Южном (31%), Северо-Кавказском (27%), там фиксируется валовый сбор этих культур 91% (Прахова Т.Я и др., 2019).

В связи с глобальным потеплением на планете ведущими учеными Российской академии сельскохозяйственных наук сделан вывод, что в некоторых регионах России увеличилась периодичность засушливых лет и участились продолжительные засухи, а также направленность к повышению температур, более сухому и жаркому лету. Поэтому возникает необходимость выращивания нетрадиционных сельскохозяйственных культур, которые способны положительно отвечать на изменение климатических условий (Андриюк А.В., Иванюшин Е.А., 2014; Зеленская Г.М., 2015; Кильянова Т.В., 2021).

Актуальность темы исследований. Во все годы основной масличной культурой в Ростовской области являлся подсолнечник, но в последнее время начали высеваться 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.

Научное наименование «сафлор красильный» культура получила, потому что оно издавна использовалось для окрашивания разнообразных изделий. В литературе встречаются и другие его названия, такие как «американский шафран» или «дикий чертополох» (<http://www.eda-land.ru/travy/saflor/>).

Использование минеральных удобрений является одним из главных и необходимых приемов в сельхозпроизводстве. С их помощью можно существенно увеличить урожай 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 (<http://www.neznaniya.net>).

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 diaзотрофами, 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 государственного университета 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 найдено. Это послужило обоснованием для установления эффективности ассоциативных азотфиксаторов на посевах сафлора.

Цели и задачи исследований. Целью наших исследований являлось изучение влияния минеральных удобрений и биопрепаратов с активными штамма-

ми 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 урожайности 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, эко-

номическая 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 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. (националь.) научн.-практ. конф. «Инновационные пути решения актуальных проблем АПК России (пос. Персиановский, 2018)»; Междунар. науч.-практ. конф. «Ресурсосбережение и адаптивность в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур и перера-

ботки 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 156 источников, из которых 12 - иностранные авторы.

1 БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ САФЛОРА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ АГРОХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ И ПИТАТЕЛЬНОГО РЕЖИМА В ТЕХНОЛОГИЯХ ЕГО ВЫРАЩИВАНИЯ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1 Биологические особенности сафлора

Сельскохозяйственная культура сафлор известна с древности. Его возделывали с целью получения цветков, которые затем применяли в качестве красителя, а также в медицине. Главная цель возделывания этой культуры в настоящее время - это получение пищевого масла и, в меньшей степени, на корм птиц. Ценятся семена сафлора с масличностью не меньше 38% (Прозоров Е., 2012).

Родиной сафлора считают Эфиопию и Афганистан, поэтому по своим способностям адаптироваться к неблагоприятным условиям засушливого климата ему нет равных (Минкевич И.А., 1939; Шиков А.Н., 2004).

Его полезные качества знакомы с Древнего Египта (в XVI веке до н.э.). Сафлор применяли для окрашивания тканей, цветами наряжали жилье. В гробницах египетских фараонов (XVI в. до н.э.) находили высохшие сафлоровые цветки (Минкевич И.А., 1956). В Индии и Китае возделывали его за две тысячи лет до нашей эры. Есть гипотеза, что в 1551 году арабы привезли сафлор и технологию его выращивания в страны Западной Европы, откуда он быстро сосредоточился по всему континенту. Сейчас это масличное растение выращивают в США, Мексике, Канаде, Китае, Испании, Италии, Турции, Ираке, Иране, Египте, Эфиопии, а также в России, в основном в засушливых регионах этих стран (Шахмедов И.Ш., 2003; Лукомец В.М., 2006).

Родиной культурного сафлора можно назвать Ближний Восток. Этот вывод был сделан на базе генетического сходства между ближневосточным предком и известными сортами. Географические кластеры сафлора обособлены различиями на генном уровне (Chapman M.A., Hvala J., Strever J., Burke J.M., 2010).

Прослеживается огромное разнообразие сортов для разных географических регионов и стран (Ashri A, 1975; Jaradat A.A., Shahid M., 2006). Сафлору свойственно существенное разнообразие по жирнокислотному составу масла. Хотя не найдена конкретная взаимосвязь среди большого его разнообразия по жирнокислотному составу и географическим происхождением генотипа (Elsokkary J., 1981; Gecgel U., Demirci M., Esendal E., 2007).

В XIX веке на Полотнянской, а также Одесском и Марьинском опытных полях были проведены исследования с сафлором с целью внедрения его в виде сельскохозяйственной культуры. Параллельно шли исследования в Астраханской губернии. Везде итог был положительный. В то время когда на Поволжье наблюдалась масштабная гибель подсолнечника от вредителей (моли), сафлор заинтересовал, как замена подсолнечника в севообороте. Итоги исследований показали способность замены одной масличной культуры на другую, в первую очередь, в засушливых регионах России (Устименко-Бакумовский Г.В., 1980).

Не так давно сафлор был забытой сельскохозяйственной культурой и практически не используемой на территории Российской Федерации. В России увеличились посевные территории сафлора в 30-ые года XX столетия, но в скором времени более эффективное производство подсолнечника вытеснило малоурожайный с низким содержанием масла сафлор. Что касается нынешнего времени, то более засушливые районы нашей страны интенсивно начали засеивать свои сельхоз площади сафлором, с каждым годом они возрастают. Так как это масличное растение засухоустойчивое, жаростойкое, солевыносливое, а значит, более надежная в сравнении с подсолнечником. Положительным примером является малоувлажненные северные области Казахстана, где за 8 лет значительно увеличились посевные площади сафлора с 9 тыс. до 95 тыс. га (Weiss E.A., 2000;<http://www.agrocounsel.ru>).

Российские сельхозпроизводители в недалеком прошлом обратили внимание на сафлор и начали выращивать это растение. Динамика возрастающего рынка показала достойную оценку этой масличной культуры.

В настоящее время сафлор вошел в Росстат с 2011 года. На тот момент площади под сафлором составляли всего 7 тыс. га, с тех пор они выросли более чем в 20 раз. В 2013 г. площадь посевов этой масличной культуры составила 88,5 тыс. га, из них 79 % от всей площади выращивались в сухостепной климатической зоне Саратовской и Волгоградской областей (Лукомец В.М., Зеленцов С.В., 2015). Что касается 2020 года, то площади посева изучаемой культуры меньше 100 тыс. га, скорее всего сафлор станет страховой культурой возделываемой в засушливых районах России(<http://www.russiapost.ru/archives/219984>).

Аграрии Ростовской области с каждым годом преумножают посевы сафлора. В 2013 году в Обливском районе сафлор выращивали на 453 га, Волгодонском - 275 га. В 2015 году площади этой масличной культуры в большей степени возросли в Каменском районе - 1250 га, в Константиновском - 1225 га, в Миллеровском районах - 1250 га. В Боковском районе в 2015 году на площади 7200 га валовый сбор семян сафлора находился около 120 т, средняя урожайность сафлора в этот год составила 8,5 ц/га (Самсонова И.Д., 2017). Наибольшая площадь посева сафлора в Ростовской области сосредоточена на северо-западе и северо-востоке и в 2020 году он занимал 3827 га.

В основном семена и продукты переработки сафлора уходят на экспорт. Турция в последние годы - это главная страна – импортер, она закупает 90% выращенного в России сафлора. В 2015-2016 эта страна импортировала 127 тыс. тонн сафлора. Однако в сентябре 2016 года, в связи с увеличением пошлины на импорт сафлора, цены на него понизились на 15-20%. Несмотря на это у российских сельхозпроизводителей нет других рынков сбыта. Они вынуждены продавать сафлор в Турцию теми же темпами, но по заниженным ценам. В конце 2015 года Россия продала в Турцию 95 тыс. тонн сафлора по сравнению с началом этого года 91 тыс. тонн (<https://www.agroserver.ru/safflor>).

Потенциал возделывания и возможностей культуры сафлор в России огромный. Сафлор хорошо вписывается в структуру севооборота, он способствует увеличению общего роста валового сбора масличных в целом. Несмотря

на это стоимость семян сафлор пока уступает другим масличным. В 2015 году семена сафлора стоили 11–12 тыс. руб./тонна, то в 2016 году сафлор заметно подрос в цене до 13–16 тыс. руб./тонна, цена на сафлор заметно поднялась в 2021 году - до 23 рублей за тонну (<https://www.russiapost.su/archives/219984>). Сафлор мало затратная в выращивании культура. В связи с этим она даже при невысокой урожайности и низкой цене является рентабельной (<http://www.agroclub.ru/people/user/202/blog/3100/>).

По данным ВНИИМК средняя урожайность семян сафлора колеблется от 6 до 12 ц/га, что напрямую зависит от климатических условий, а также от предшественника, после которого был посеян сафлор. В годы с наименьшим количеством осадков и высокими температурами во время вегетации сафлора урожайность значительно уменьшается до 3–5 ц/га, а при благоприятных условиях, наоборот, стремительно возрастает до 17–19 ц/га.

Сафлор относится к семейству сложноцветных, обладает глубоко проникающим корнем, небольшими листьями с колючками (Андриук А.В., 2014).

Стебель – достаточно твердый, прямостоячий стебель, голый высотой 60–150 см, наблюдаются растения выше (Горбаченко В.А., 2003). Листья у него – сидячие, простые, голые кожистые, ланцетные или эллиптические по краям с незначительными зубчиками, с колючками или без (Knowles, P.F., 1976; Темирбекова А.А., Афанасьева Ю.В., 2015; Леус Т.В., 2020).

Соцветие у сафлора представлено в виде корзинки диаметром от 1,5 до 3,5 см, форма у нее коническая, куполообразная или плоская. Цветки в корзинке трубчатые с пяти раздельным венчиком. На 1 растении может образоваться 5–60 корзинок (в средней совокупности 18). В корзинке в зависимости от сорта формируется от 25 до 60 семян, иногда достигает до 150, обертка у них двойная (Кузнецов Н.И., 2003). Сафлор перекрестноопыляемый, но для него является также положительным самоопыление (Федоров А.А., Артющенко З.Т., 1979; Тахтаджян А.Л., 1980). Но при отсутствии насекомых - опылителей происходит заметное уменьшение урожая до 25%. Цветки расположены на одном стебле и

происходит от центральных к боковым корзинкам. На каждом растении цветение продолжается приблизительно месяц, если сравнивать продолжительность этой фазы с подсолнечником, то у сафлора она продолжительнее на 5-10 дней. Цветение зависит от срока посева, что приходится на вторую половину июня по июль. Цвет венчика чаще встречаются желтого или оранжевого цвета, но иногда можно увидеть и формы с белыми цветками.

После цветения у сафлора образуется завязь. Она одногнёздная с длинным столбиком (Кодиров К., Боймуродов Р., Сулаймонова И., 2013).

Плод сафлора представляет собой семянку с твердой, трудно раскрывающейся оболочкой. На оболочку приходится 4–50% массы семени, с массой 1000 семян от 20 до 50 г. При полной спелости семян растение может перестоять на корню, так как не происходит их осыпание. Масличность сафлора составляет от 32 до 38%, в очищенных семенах оно превышает 60%. От того где расположены семена в соцветии, а также соцветия на растении количество масла в семенах варьируется от 18 до 40%. В разных литературных источниках процент содержания масла в семенах изменяется от 17 до 60% (Андриюк А.В., Иванюшин Е.А., 2014).

В зависимости от сорта сафлора без колючек на листьях или с ними зависит содержание масла в семенах. Если на листьях нет колючек, то в семенах больше масла и наоборот (Osorio J., Fernandez-Martinez J., Mancha M., Garcés R., 1995). Масло сафлора остается с таким же качеством даже при -12°C , это связано с его структурой, она остается такой же даже когда понижается температура, в связи с чем отлично подходит для производства пищевых продуктов, которые необходимо охлаждать, а при нагревании масло из сафлора не дает ни дыма и ни запаха. Его масло идет для производства маргарина в сравнении с другими растительными маслами (Gyulai J., 1996).

Нарастает спрос среди людей, заботящихся о своем здоровье, в употреблении масла из сафлора. Они употребляют его из-за огромного содержания полиненасыщенных жирных кислот. Между маслом из сафлора и оливковым про-

водят параллель. Так же сафлор добавляют при изготовлении детского питания и косметики. В промышленности олеиновую кислоту используют как основу для выделки лаков, эмалей, красок. Еще эту кислоту применяют как пластичное вещество в парфюмерной промышленности, а её соли для производства моющих средств. Что касается линолевой кислоты, то кроме пищевой промышленности, она используется в косметологии (Жамбакин К.Ж., Шамекова М.Х., 2014; Харисова А.В., 2012).

Содержание линолевой кислоты в сафлоровом масле доходит до 0,7 мг/г и это наивысшее содержание конъюгированной линолевой кислоты среди всех растительных масел. При этом содержит витамин К, производные серотонина, витамин Е (<http://fb.ru/article/185172/saflorchto-etotakoe-opisanie-vyiraschivanie-rasteniya>).

В среднем химический состав семян сафлора составляет, приблизительно 16,2% белка, 8% БЭВ, 30% жира, 3,2% золы и 34% клетчатки (Алабушев В.А., 2001).

Технология получения масла из семян сафлора идентична подсолнечнику (Андреева О.Д., 1976). В наше время она применяется на маслозаводах Волгоградской, Саратовской, Самарской и Пензенской областях.

Масло сафлора приближается к подсолнечному, но больше содержится линолевой примерно 77% и олеиновой около 15,0% кислотами (Курило А.А. и др., 2010; Темирбекова С.К. и др., 2008). Масло из сафлора особо прозрачное, не имеет ярко выраженного вкуса, присутствует легкий цветочный аромат.

После отжима остается жмых, но так как лузга сафлора содержит дубильные вещества и алкалоиды, то он имеет горьковатый вкус, но в незначительных дозах можно давать в качестве добавки животным, птицам. К этому вкусу они быстро привыкают. Содержание в 100 кг жмыха составляет 55 кормовых единиц. Его часто используют и как удобрение, а также на топливо. Семена сафлора являются отличным кормом для домашней птицы (Вавилов П.П., 1986; Будогов А., 2006). В зависимости от сорта сафлора из 1 ц сафлора получается 65-

70 кг жмыха (Дейнека В.И., 2003; Asgarpanah J., 2013).

В Индии из лучших сортов получают 40 т/га зеленой массы и 2,3 т/га семян. При этом сбор сырого белка достигает 2,8 т/га, общее количество сахаров - 7,5%. Сено из сафлора очень питательное, не уступает соломе из люцерны (белка-13-14%, сахаров - 9%, клетчатки - 22%), (Норов М.С., 2009).

Так же его семена применяются в медицине. Что касается лепестков цветка сафлора, то ещё издавна и до наших лет они употребляются в кулинарии, является натуральным пищевым красителем от желтого к красному цвету (Рудометова Н.В., 2012).

В настоящее время медицина нашей страны допускает применение сафлора только в виде компонента в разработке биологически активных добавок (БАД). На нашем рынке находится более 10 названий БАД, в основе которых находится сафлор. В свою очередь сафлор расположился в списке лекарственных растений в Европейской, Французской и Британской Травяной фармакопее (Куркин В.А., 2009).

Сафлор применяется в народной восточной медицине еще с 1061 года, как средство, предназначенное для сокращающее матки женщин, после родов для остановки кровотечений. Описаны его контрацептивные, антисептические и анальгезирующие свойства (Попов А.М., 2009). Так же сафлор применялся при многих болезнях: сердечных, коронарных сосудов, в качестве средства стимулирующего, антисептического, слабительного (Драгомицкий Ю., 1997; Jabeen N., Ahmad R, 2013).

Как известно, компания из Канады SemBioSys Genetics начала применять сафлор для приготовления инсулина. С использованием определенной технологии вырабатывают близкое к нему проинсулин. В ходе определенной обработки получают инсулин - SBS-1000. Этот инсулин из растений сафлора по составу и свойствам аналогичен человеческому. Пока он изготавливается лишь для тестирования. Если тестирование «растительного» инсулина будет положительным, то затраты на производство препарата незаменимого для диабетиков зна-

чительно снизятся (https://mosclinic.ru/news/1874_rastenie_saflor_podarit_diabetikam_insulin).

У растения сафлора лепестки обладают полезными свойствами. С древности цветки сафлора добавляли при приготовлении пищи. Сафлор является заменителем специй из шафрана. Так во всем мире считается, что специи из шафрана очень дорогие, что не скажешь о сафлоре. При добавлении лепестков сафлора в пищу, она окрашивается. Так же с помощью этих безвредных и безопасных красящих пигментов, которые вырабатываются из лепестков цветков сафлора, с древних времен использовались для окрашивания тканей, на данный момент применяются в живописи, текстильном производстве, парфюмерно-косметическом, в кухне разных народов мира, при окрашивании ковров, тканей и других изделий (Камышева И.М., Крылова И.В., 2018).

В 2002 году в Китае был впервые открыт институт (Safflower Pigment Institute), исследующий технологию получения натуральных красителей из сафлора (Рудометова Н.В., Красникова Е.В., 2006).

Каждый год с наступлением сезонных полевых работ, сельхозпроизводителям требуется большое количество дизельного топлива, расходы на солярку приближаются к 50% в себестоимости сельскохозяйственной продукции, поэтому в настоящее время производители заинтересовались получением биотоплива на основе растительного масла. Еще одним плюсом является, что это биотопливо – экологически безвредное. Эти добавки для дизельного топлива, получают из масел растительного происхождения, этих масличных культур больше 50. Рапс является наиболее распространённой культурой, так как агротехника его достаточно трудная, затратная, урожайность непостоянная и небольшая и в засушливых регионах нашей страны тяжело его вырастить, то преимущество отдают другой масличной культуре - сафлору (Шпаар Д., 2006; Загородских Б.П., 2010). Биотопливо, которое изготовлено на масле сафлора обладает низкой вязкостью, что положительно влияет на работоспособность тракторных агрегатов, а именно на их топливный аппарат (Ружейникова Н.М., Кулева Н.Н.,

Зайцев А.Н., 2012; <http://agroinfo.kz/saflor-vygodnonetrudno-razumno>).

В Саратовской области еще в 2007 году успешно апробировано применение биотоплива на основе масла сафлора (Загородских Б.П., 2009).

В наше время, в России насчитывается 56 млн га пашни, которые содержат не высокое содержание гумуса (45%), с недостатком фосфора и калия соответственно: 28 млн га (23%) и 11,5 млн га (9%). Среднегодовой дефицит гумуса в пахотном слое в последние годы в среднем по стране составляет 0,52 т/га, а по отдельным регионам – от 0,25 до 0,72 т/га (Чекмарёв П.А., Лукин С.В., 2013).

Сафлор - это отличное сидеральное удобрение. По данным Темирбекова С.К. (2015), его заделка в фазу бутонизации, положительно повышает биологическую активность почвы и способствует снижению засоренности посевов последующей зерновой культуры на 62%. Также после запахивания в пахотный слой поступает 75,1 кг/га азота, 64,3 кг/га фосфора и 81,4 кг/га калия (Постников Д.А., Темирбекова С.К., 2014)

Сафлор хорошая медоносная культура, которую выгодно возделывать в хозяйствах, где занимаются пчеловодством и условиях засушливого климата. Преимущества сафлора: цвести начинает чуть раньше подсолнечника и продолжительный срок цветения (Беляков А.М., Леонтьев В.И., Рябова Е.Н., 2013; Картамышев В.Г., 2003). Он дает до 60 кг меда с 1 гектара (Нарушев В.Б., 2014). Недостаток: взяток проходит при ветре и смене погоды. Поэтому посевы сафлора производятся пчеловодами только при комбинировании с другими медоносными культурами.

Сафлор по своим биологическим особенностям экономически выгодное масличное растение, в сравнении с другими маслосодержащими культурами, которые выращивают в степных зонах нашей страны. В сравнении с подсолнечником и рапсом, сафлор нуждается в меньшем количестве влаги, отлично переносит засуху. Транспирационный коэффициент у сафлора менее 300, приближается к просу. Ксероморфное строение сафлора, а также высокая концентрация клеточного сока позволяет экономить запасы почвенной влаги. За веге-

тационный период сафлор прекрасно развивает мощную стержневую корневую систему, он отлично добывает при помощи неё питательные вещества из почвы, а также не происходит процесс иссушения почвы. Сафлор является хорошим предшественником, так как его уборка с полей проходит в середине августа, что не скажешь о подсолнечнике (Исмухамбетов Ж.Д., 2008; Ярцев Г.Ф., Байкасенов Р.К., 2014).

Семена при прорастании потребляют до 80% влаги на абсолютно сухую массу, набухание длится до 60 часов. Температура, при которой сафлор начинает прорастать + 4...+ 5⁰С, а оптимальная + 18...+ 20⁰С. Вегетационный период сафлора 100-120 дней (Васильева Д.С., 1986; Андриюк А.В., 2013).

Первым трогаются в рост зародышевый корешок, который появляется из семянки и проникает в почву. В ходе роста подсемядольного колена выходит на поверхность семядоли, которые выполняют, роль настоящих листьев (Алабушев В.А, 2001). Прорости выдерживают заморозки до – 3...- 5⁰С, а при – 6...- 7⁰С большое количество всходов погибает.

Потребность во влаге в ходе вегетации сафлора неравномерно. Ученые доказали, что посеvy сафлора усваивают больше почвенной влаги из метрового слоя почвы (75%) и всего лишь 25% из более глубоких горизонтов. Так как наибольшее содержание влаги ему нужно во время набухания - прорастания семян. Поэтому необходимо проводить в ранние сроки высева, что положительно отражается на произрастании. Урожайность этой сельскохозяйственной культуры в прямой зависти от содержания влаги в почве в критический период его произрастания (фазы ветвления–бутонизация). Считается, что засушливый год лучше, чем год с затяжной дождливой погодой, вследствие этого не происходит образование семян (Норов М.С., 2005; Беляков А.М., 2013; Рябцева Н.А., 2015).

Одно из достоинств сафлора является то, что он не требователен к агрохимическим показателям почвы. Сафлор может произрастать даже в почве с небольшим плодородием, а также на засоленных. Но наивысшую урожайность

сафлора показывает на черноземах и каштановых почвах. Хорошо подходят для посева почвы суглинистые и супесчаные. Почвы, на которых уровень грунтовых вод высокий, считается еще одним положительным фактором при возделывании сафлора. Если сафлор выращивать в засушливых районах и неблагоприятных условиях, то он показывает высокие урожаи, что не сравнится с другими масленичными культурами (Ружейникова Н.М., Кулева Н.Н., Зайцев А.Н., 2012; Ярцев Г.Ф., Байкаменов Р.К., 2014; <http://fb.ru>).

Из-за того, что сафлор убирается рано – в благоприятную погоду в середине августа, он считается отличным предшественником, так как после уборки есть время хорошо подготовить почву для других сельскохозяйственных культур. Учеными отмечено - сафлор оструктурирует и улучшает почву, наделяет ее положительными мелиоративными свойствами (Нарушев В.Б., 2015).

После того как сафлор убрали в слое почвы 0–100 см остается 16-39 кг азота, 5-9 кг фосфора и 18-24 кг/га калия, что значительно больше, чем после подсолнечника (Конопля Н., 2013).

Выращивание сафлора экологически безопасно, так как ученые, которые занимались изучением сафлора, делали выводы, что сафлор практически не угнетается от болезней и вредителей по сравнению с подсолнечником, который каждый болезнями и заразой (Темирбекова С.К., Алимов К.Г., Попова Э.В., 2008). Это ещё одно положительное качество сафлора, которое связано с тем, что масштабное выращивание этой культуры только начинается. Поэтому посевы сафлора не повреждаются болезнями и вредителями, так как ещё пока, что не накоплен опасный для культуры фон (Ружейникова Н.М., 2012).

К вредителям сафлора относятся: проволочники и совки, шалфейная совка и сафлоровая муха. Помимо вредителей на сафлоре можно обнаружить болезни: ржавчина (Афанасьева Ю.В., Головин С.Е., 2014).

1.2 Применение минеральных удобрений под сафлор

Одним из главных условий эффективного использования минеральных удобрений считается выбор оптимальных доз (Д.Н. Прянишников, 1945).

Использование удобрений на разных культурах, выращиваемых в производстве, увеличивает рост вегетативной массы и репродуктивных органов, так же увеличивает общую и продуктивную кустистость, высоту, массу растений и многое другое.

В научной литературе использование минеральных удобрений под сафлор мало раскрыто, а применение бактериальных препаратов на сафлоре вообще не изучено. Но ученые агрохимики занимаются изучением вопроса питания сафлора для повышения урожайности этой масличной культуры.

Л.В. Богосорьянская (2009) проводила исследования по использованию макро - и микроудобрений с поливной водой под сафлор в Астраханской области на почвах каштаново-светлых. Вносили микроэлементы дозами одновременно с поливной водой в основные фазы, ветвление, образование корзинки, цветение, налива семян. Использовались водные растворы химически чистых солей, а именно $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ и борную кислоту H_3BO_3 . В среднем за годы исследований применение макроэлементов $\text{N}_{60}\text{P}_{30}\text{K}_{15}$ при капельном орошении, способствовало повышению прибавки урожая сортов Ташкенский 51 и Астраханский 747 на 120% и 75% соответственно. Дробное использование макроэлементов с поливной водой на других опытных участках, повышало урожайность сафлора Ташкенский 51 на 189 и 58%, а сорта Астраханский 747 в сравнении с контрольным вариантом на 136 и 21%. Что касается микроэлементов Mo, B, Co, Cu, Zn, то частичное их использование в те же фазы вегетации на естественном фоне плодородия повышало прибавку урожая только на 6 и 7% соответственно у сорта Ташкенский 51 и Астраханский 747. Подводя итоги этого исследования, установлено, что урожайность изучаемой масличной культуры зависит главным образом от режимов питания макро - и

микроэлементами, сроков их внесения и от орошения.

Е.А. Иванюшин и А.В. Андриюк (2017) изучали качество масла семян сафлора в зависимости от доз вносимых удобрений. Опыт проводили в Зауралье в 2013-2015 гг. Дозы вносимых удобрений N_{40} , $N_{40}P_{40}$, $N_{40}P_{40}K_{40}$. При проведении опыта установлено, что с увеличением дозы удобрений лузжистость семян сафлора незначительно уменьшалась и составила 75,6%, а масличность, наоборот, с повышением дозы увеличилась до 15,1%.

О.В. Еськова и С.В. Еськов (2015) в 2012-2014 гг. заложили полевой опыт для определения влияния азотных удобрений на урожайность сафлора. Опыт проводили на опытном поле Академии биоресурсов и природопользования КФУ, почвы участков на которых проводили исследования – чернозем обыкновенный мицеллярно-карбонатный предгорный. Исследовали азотное питание в четырех ступенях: без удобрений - N_0 , 25 кг/га д.в. - N_{25} , 50 кг/га д.в. - N_{50} и 75 кг/га д.в. - N_{75} . Применялось азотное удобрение - аммиачная селитра, которое вносили под предпосевную культивацию. Нормой высева 250 тыс. шт./га. За годы проведения опыта установлено, что сафлор практически не отзывчив на применение минеральных удобрений, которые содержат азот. Таким образом, формирование стабильных урожаев масла семян сафлора (0,92 т/га) в условиях предгорного Крыма можно получить за счет естественного уровня азота почвы.

По данным исследований Ф. Адамась (2013) в 2010-2012 годах на опытных полях Асканийской ГСОСИОЗНААН Украины изучали вопрос влияния некорневых подкормок на формирования продуктивности сафлора в условиях сухой степи Украины. Почвы участка, на котором проводили исследования, солонцеватых темно-каштановые тяжелосуглинистые. Опрыскивание посевов сафлора проводили мочевиной и комбинированным удобрением Acseleator дозой 400 г/га и Acseleator –Zn дозой 40 г/га. Это опрыскивание способствовало увеличению урожайности на 1,0-1,7 ц/га. Положительный эффект от внесения Acseleator проявился в повышении содержания жира на 0,72 %. Происходило незначительный спад масличности при использовании Acseleator – комбини-

рованное и EDTA–Fe (0,08-0,09%). Наилучшее действие от применения микроэлементов наблюдалось на вариантах с EDTA – Mn и EDTA – Cu, содержание жира увеличилось на 1,24 и 0,95 % соответственно. Максимальный выход масла, а именно 3,08 ц/га, зависит от увеличения урожайности, этому способствовало некорневое внесение Acselevator – Zn в фазу начала образования стебля.

Возделывание сафлора при применении некорневой подкормки микроэлементами считается рентабельным. Наивысшая рентабельность получена от применения Acselevator – Zn и Acselevator – комплекс соответственно 64 и 61%. Использование EDTA – Mg при некорневой подкормке нецелесообразно с экономической точки, так как рентабельность уменьшается на 9,4% (Адамень Ф.Ф., Удник А.Л., 2013; Адамень Ф., Найденов В., 2015).

Проведены исследования в 2011-2013 году А.И. Поляковым (2017) для определения воздействия способов основной обработки почвы и доз минеральных удобрений на продуктивность сафлора. Исследования проведены на опытном поле института масличных культур Запорожской области, почва относится к чернозему обыкновенному тяжелосуглинистому. Исследования проводили на сорте сафлора Живчик. Сев - широкорядный (70 см), с нормой высева 230 тыс./га. Удобрения применяли перед севом. Во время исследования установлено, что наивысшая урожайность испытуемой культуры 1,62 т/га получена по вспашке с применением минеральных удобрений дозой $N_{60}P_{50}$. Выход масла при высева семян по вспашке находился в пределах 375 -413 кг/га, при высева по чизелеванию 371-407 кг/га, а при вспашке с внесением минеральных удобрений $N_{60}P_{50}$ получен наивысший выход - 413 кг/га.

Е.А. Нарушева и Е.В. Боженик (2015) в 2012-2014 гг. на полях Марковского района Саратовской области на темно-каштановых проведены полевые опыты. Испытуемым являлся сорт сафлор Заволжский 1. В ходе исследования было выяснено, что регуляторы роста существенно снижают использование сафлором минерального азота на сафлоре. Когда применяли регуляторы роста, то наблюдалось увеличение числа, площади листьев, что благоприятно влияет

на затенение почвы, из-за чего наблюдалось увеличение количества влаги. Мощное развитие корней, уходящих в глубокие горизонты, способствовало извлечению макро - и микроэлементов. Наибольшая урожайность сафлора получена при применении Эпина-Экстра (1,48 т/га). На вариантах, на которых использовали одновременно регуляторы роста Циркон и Эпин-Экстра с N_{34} соответственно 1,44 и 1,46 т/га. Когда увеличивали дозы минерального азота во время применения регуляторов роста, то наблюдалось снижение урожайности. При внесении минеральных удобрений (0,89-1,00 т/га) урожайность сафлора оставалась почти на том же уровне, что и контроле (0,95 т/га). Наивысший выход сырого жира получено на варианте использованием Циркона – 27,8%. При изучении этого вопроса установлено, что необходимо применять дозу азота N_{34} для того, чтобы дать старт и влиять на энергичный рост корней сафлора.

Л.В. Игольникова и С.А. Игольников (2018) на полях ООО «Камышинском ОПХ» в 2016 году исследовали регуляторы роста Авибиф и Рибавэкстра. Почва, на которых проводили исследования, каштановая, суглинистая с содержанием гумуса 1,5-2,0%. При посеве в рядки вносили удобрения аммофос в количестве 20 кг/га. Биопрепараты, а также микроэлементы и удобрение КАС применяли в течение вегетации сафлора. При использовании биопрепаратов наблюдалось увеличение урожайности семян сафлора, так же прослеживалось положительное действие на подавление болезней (корневой гнили, ржавчины, мучнистой росы). Использование гуминовых кислот, микроэлементов и удобрения КАС во время вегетации изучаемой культуры, также положительно влияло на развитие растений с максимально большим количеством выхода семян сафлора. При использовании регуляторов роста Авибиф урожайность была 3,89 ц/га, а с Рибав-экстра – 4,66 ц/га. Что касается прибавки урожайности, то она была незначительной и составила 0,77 ц/га.

Есть так же исследования, которые проводились на сафлоре в НИИСХ Юго-Востока Саратовской области по изучению стимуляторов роста, а также микроудобрений. В ходе данного исследования, была установлено, что для

поднятия урожая сафлора стоит обрабатывать семенной материал Цирконом – 30 мл/т, а так же в фазу бутонизации микроудобрением Силиплант – 1,0 л/га (Милованов И.В., 2021).

Учеными были испытаны органические удобрения на сафлоре в виде иловых осадков сточных вод. Были сделаны выводы, что для урожайности необходимо вносить это органическое удобрение – мелиорат в дозе 10 т/га, что так же положительно отражается и на рентабельности (Межевова А.С., 2020).

В Ростовской области на данный момент нет опытов по использованию бактериальных препаратов под сафлор.

В работах В.А. Алабушева (2001) совсем коротко упоминается о применении минеральных удобрений под сафлор. Так на черноземе южном рекомендуют применять их под зябь в дозе $N_{30-45}P_{40-60}K_{15-45}$, что касается темно-каштановых почв, то $N_{45-60}P_{30-45}$. Целесообразно вносить удобрения под зябь в дозе $N_{45}P_{60}$.

В литературе «Зональная система земледелия Ростовской области на 2013-2020 годы» отмечено, что при выращивании маслосемянсафлора под основную обработку почвы стоит вносить минеральные удобрения. Сафлор положительно реагирует на удобрения, если в почве находится нужное количество почвенной влаги, внесение под зябь удобрений дозой $N_{45}P_{60}$, на почвах с недостаточным количеством калия - $N_{45}P_{60}K_{45}$.

Общую дозу удобрений фосфорных и калийных необходимо использовать под основную обработку почвы. Одновременно с посевом сафлора сеялками СУПН-8, которые оснащены туковым аппаратом АТД -2, вносят удобрения на 10-12 см - азот 50% от общего объема, а остальные 50% азота вносятся при 1-й культивации в фазе розетки, но уже глубже 16-18 см при помощи междурядного культиватора КРН - 5,6 оснащенный туковым аппаратом АТ-2 Р (Бондаренко С.Г., Горбаченко Ф.И., Горячев В.П., 2013).

1.3 Утилизация азота из воздуха почвенными микроорганизмами.

Ассоциативная азотфиксация

Во все годы и во всех странах мира, применение азота в земледелии, как источника питания растений, служит главенствующим фактором увеличения урожайности, а также качества продукции сельскохозяйственных культур. На сегодняшний день в сельском хозяйстве наблюдается проблема в оптимизации минерального питания сельскохозяйственных культур путем агротехнических приемов и активного применения органических и минеральных удобрений, биологического азота, а также других его источников, считается на сегодняшний момент актуальными и злободневными (Завалин А.А., 2015).

В Российской Федерации на данный момент использование минеральных и органических удобрений не способствует возвращению отчуждаемого с урожаем количества элементов питания, что касается баланса по азоту, то он отрицательный и составляет примерно 1 млн т в год. В качестве дополнительного по источнику элементов питания для культур может служить азот биологический, который усваивается посевами бобовых и небобовых культур, при помощи симбиотических и ассоциативных diaзотрофов. Для этого ученые из России создали биопрепараты, использование которых способствует увеличению урожайности бобовых и небобовых сельскохозяйственных растений (Базилинская Н.В., 1989; Завалин А.А., 2015).

Несмотря на то, что растения содержат азот в количестве 1-3%, он уступает по числу углерода, водорода и кислорода, не высокая урожайность различных культур сельскохозяйственных зачастую зависит от недостатка азота (Лебедев С.И., 1988).

На планете Земля запасы количества азота достаточно большие. Основной азот в почве, это почти 90% от общего азота, находится в органической форме. В связи с чем количество азота определяется запасами гумуса. Но главным ключом азота, которым непосредственно питаются растения, считаются

соли азотной кислоты и аммония, они составляют только примерно 1% от его общего запаса.

Аммонийный азот, который образуется в ходе аммонификации, а также внесение с удобрениями, не является в почве стабильно устойчивыми соединениями. Под действием нитрифицирующих бактерий аммонийный азот окисляется до азотной кислоты. Доля аммиака, а именно 4-18%, в процессе нитрификации преобразуется в закись азота (N_2O).

Процесс нитрификации, больше всего происходит в парующей почве, здесь летом накапливаются нитраты. Под посевными площадями, на которых выращиваются сельскохозяйственные культуры, можно сказать совсем нет солей азотной кислоты, или их число минимально, это связано с тем, что они употребляются растениями, а также микроорганизмами. Наименьшее содержание нитратов на парующих полях в осеннее время года и ранней весной. Так как в холодную погоду соли азотной кислоты в большом количестве потребляют психрофильные микроорганизмы, а при низких температурах, ниже $8-10^{\circ}C$, жизнедеятельность нитрифицирующих бактерий проявляется в слабой степени. Таким образом, с повышением температур в весеннее время года в почве сосредоточено малое количество минерального азота, а значит необходимо применять подкормки азотом (<https://agroinf.com/mikrobiologiya/regulirovaniye-mikrobiologicheskikh-prevrashcheniy-v-pochve-elementov-pitaniya/transformaciya-azota-v-pochve.html>).

Объем урожая сельскохозяйственных культур, кроме природно-климатических ресурсов, также зависит от применения минеральных удобрений; производство и использование их будут значительно возрасти. Это может быть сопряжено с увеличением загрязнения подземных вод неиспользованным азотом, выделяющиеся в результате денитрификации окислы азота способны разрушать озоновый слой атмосферы.

Основная часть воздуха сосредоточена на газообразном азоте. Над каждым гектаром суши и водой поверхности Земли скапливается практически 80

тыс. азота, он лишь небольшому числу высших растений доступен лишь в малых количествах. Микробиологическая утилизация атмосферного азота, с точки зрения экологии является чистым способом снабжения растений азотом, при незначительных затратах на активацию микроорганизмов в почве (Ягодин Б.А., 1989).

Азотофиксация – биологический процесс, производить фиксацию азота при помощи организмов (прокариот). Эти микроорганизмы азотфиксаторы частично самостоятельно, а частично в симбиозе с высшими растениями преобразуют молекулярный азот в органические соединения, а также соединяются в белок, который, в конечном итоге, поступает в почву (Мишустин, Е.Н. Емцев В.Т., 1993).

Очень большое значение обитания на Земле азотфиксирующих бактерий. Бактерии соотнесли к разным таксономическим группам, но объединили конкретно по способности утилизировать атмосферный азот из воздуха и переводить его в аммонийную форму, которая доступна растениям (<http://www.scienceforum.ru>).

Микроорганизменная азотфиксация, является главной в балансе азота в природе, её можно сравнить только с фотосинтезом. Прокариоты, которые фиксируют азот - это самые важные поставщики связанного азота. Это связано с тем что:

1. Способностью утилизировать молекулярный азот награждены только они на планете Земля.

2. Прокариоты наделены высшей физической активностью, в сравнении с эукариотами, что превышает в 100-1000 раз, вследствие чего отмечается наивысшая взаимосвязь между поверхностью и объемом.

3. Они работают как при отрицательной температуре, так и высокой при положительной (- 13 до + 110С⁰), с кислотностью рН 1 - 13, различных градациях солености (бидистиллята до рапы).

4. Отличительным свойством изучаемых прокариот от других считается

наивысшая скорость размножения, за незначительное время они способны достичь пика своей численности (Умаров М.М., 2009).

Бактерии, которые фиксируют азот симбиотические и несимбиотические свободноживущие (Блинов Н.П., 1995).

Азотфиксаторы клубеньковых бактерий рода *Rhizobium* – это актиномицеты симбиоты бобовых. Микроорганизмы используют с целью разработки препаратов, которые в дальнейшем положительно влияют на азотное питание разных культур (Громов Б.В., Павленко Г.В., 1989).

В ризосфере и на корнях небобовых растений проживают азотфиксирующие бактерии. Эти бактерии относятся к родам: *Enterobacter*, *Erwinia*, *Klebsiella*, *Azotobacter*, *Bijerincka*, *Derxia*, *Aquaspirillum*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Clostridium*, *Mycobacterium*, *Corynebacterium* (Balandreau J, 1983).

В 1974-1976 гг. исследователь из Бразилии, И. Доберейнер впервые заметил спиралевидные грамотрицательные бактерии - аэробы, а именно азоспириллы. В дальнейшем учеными было установлено, что азоспириллы обитают в почве и ризоплане среди травянистых растений тропиков, они способны фиксировать азот, а так же входят в ассоциативные взаимодействия с растениями (Мишустин, Е.Н., Емцев В.Т., 1993; электронный ресурс, режим доступа: <http://www.biotheory.ru>).

Практически нет таких почв, на которых бы не проходила ассоциативная азотфиксация рядом с корнями или на корнях разнообразных небобовых культур. Работоспособность diaзотрофных бактерий происходит не одинаково, все зависит от того под какой растительностью они обитают.

Азотфиксаторами являются примерно 70% бактерий в ризосфере и свыше 50% - в филосфере (Базилинская М.В., 1988).

Ассоциативные азотфиксирующие бактерии при взаимодействии с растениями выполняют ряд функций, такие как фиксация атмосферного азота, синтез биологически активных соединений, которые стимулируют рост и развитие растений, повышение устойчивости растений к действию фитопатогенных ор-

ганизмов (Копылов Е.П., 2007).

Эти микроорганизмы в благоприятных условиях обитания могут удовлетворять до 45% потребности растений в азоте. Для повышения активности (до 2-4 раз) продуктивности ассоциативных азотфиксаторов оптимизируют свойства почвы и вносят органические удобрения (Трепачев Е.П., 1986).

Активность ассоциативной азотфиксации определяется количеством органических веществ - корневых выделений и корневого спада. Наивысшей активностью азотфиксации в ризосфере наделены тропические растения, это связано с их функцией использовать при фотосинтезе путь через кислоты дикарбоновы (С-4 путь). Они обладают высокой скоростью фотосинтеза, в сравнении с растениями цикла Кальвина (С-3 путь), обладают этим овёс, пшеница, ячмень и др. Так как растения типа С-4 потребляют меньше углевода во время фотодыхания, что положительно влияет на рост корневой системы и повышение корневой экссудации. Все это положительным образом отзывается на уровне ассоциативной азотфиксации.

Насыщенность азотфиксации, которая наблюдается в ризосфере без растений и происходит при помощи работы свободноживущих diaзотрофов, значительно меньше, в сравнении под растениями в почве (Мишустин Е.Н., Емцев В.Т., 1993; <http://www.biotheory.ru>).

Ученые доказали, что ассоциативные diaзотрофы обладают свойствами, усиливают азотное питание, улучшают всхожесть семян, способствуют лучшему минеральному питанию растений в первую очередь фосфором, а также способствуют увеличению урожайности. Что связано со способностью вырабатывать регуляторы роста, антибиотики и сидерофоры, снижать рост микроорганизмов, точнее фитопатогенов (Умаров М.М, 2009).

Целый ряд опытов проведен с высоким плодородием почв на рисовых полях. Установлено, что за счет несимбиотической фиксации атмосферного азота под рисом способно каждый год накапливаться 60-70 кг/га азота. Азотфиксация на почвах, на которых возделывается рис в Краснодарском крае, со-

ставляет 9-27 кг/га азота за 3 месяца, которые вегетирует данное растение. При заделке в почву соломы интенсивно начинается процесс размножения различных групп азотфиксирующих микроорганизмов, из-за этого азотфиксация возрастает до 20-40 кг/га азота в месяц (Ягодин Б.А., 1989; Кравченко Л.В., 2000).

Ученые также обнаружили, что в ассоциации «растение - диазотроф» главное значение устанавливается на тесную взаимосвязь активности азотфиксации, а также процесса фотосинтеза. Это открытие способствовало проведению разных вариантов в повышении азотфиксации благодаря повышению фотосинтетической работе растений, при применении небольшого количества азотно-фосфорных удобрений.

Большое значение заняли результаты исследований при насильственном заражении растения активными штаммами ассоциативных диазотрофов, итогом являлось повышение урожайности и способствовало лучшему росту разных сельскохозяйственных культур не бобового семейства.

Есть причины, которые ограничивают действие ассоциативных бактериальных препаратов на практике в современном сельском хозяйстве. Наиболее главной причиной считается нестабильная повторяемость итогов при инокуляции, что не дает сто процентов давать прогноз реакции растений на это действие. Это объясняется тем, что титр ассоциативных диазотрофов в ходе обработки бактериальными препаратами растений значительно меньше, в сравнении с инокуляцией симбиотическими диазотрофами. Несмотря на это, на данный момент известно больше чем 100 видов таких препаратов, из которых в Российской Федерации их насчитывается примерно около 20 (Умаров М.М., 2009).

В процессе поиска вопроса фиксации биологического азота небобовыми культурами они могут выиграть главное место в размерах производства, так как у них будет вариант начать частичное само обеспечение азотом, а, следовательно, ограничить число вносимых азотных удобрений (Базилинская М.В., 1989).

1.4 Применение бактериальных препаратов с ассоциативными азотфиксаторами под сельскохозяйственные культуры

На данный момент, с каждым годом уделяется огромное внимание экологизации в сельском хозяйстве. С помощью него в сельскохозяйственном производстве возможно добиться поднятия стабильности, понижение энерго- и ресурсозатрат и снижение масштабных разрушения работы круговорота главных биогенных частей в искусственно созданных в агроценозах. Вследствие неразумного природопользовании повышается загрязнение окружающей среды, а также наблюдается рост энергоёмкости производимой продукции, что связано с необоснованным использованием агрохимикатов, при всем этом отмечается изменение качества продукции в сторону понижения.

Подающее большие надежды в разбирательстве данной проблемы – разностороннее внесение в систему земледелия безопасных с экологической точки приемов. Оно опирается на правильных севооборотах с подающими надеждами сельхоз культурами и использование микробиологических средств совокупного действия. Из-за чего учеными было рекомендовано наиболее целостное применение азота атмосферы, который фиксируется микроорганизмами. С целью увеличения числа микроорганизмов в ризосфере, а именно азотфиксирующих микроорганизмов и увеличением продуктивности растений используют штаммы ассоциативных бактерий, они находятся в бактериальных удобрениях. Азотфиксирующие микроорганизмы положительно влияют на урожай всех сельскохозяйственных культур. Эти микроорганизмы развиваются в прикорневой части и, конечно же, на корнях, они потребляют огромное количество азота и этим увеличивают урожай сельскохозяйственных культур (Мишустин Е.Н., Емцев В.Т., 1993).

Биологические азотфиксирующие препараты используются на территории нашей Земли. Биопрепараты на основе этих микроорганизмов положительно взаимодействуют с культурными растениями, между ними происходит «ас-

социативный симбиоз» и они осуществляют ряд полезных для растений функций:

- 1) повышать урожайность сельскохозяйственных культур от 15 до 50%;
- 2) увеличивать фиксацию азота из атмосферы на корнях самих растений, в следствии чего уменьшает внесение минеральных азотных удобрений на 30-80 кг/га;
- 3) наблюдается ускорение на 10-15 дней в процессе созревания продукции, это связано со стимуляцией роста и развития растения, которое вызывается продуцированием физиологически активных веществ.
- 4) угнетать рост фитопатогенных микроорганизмов на растениях, способствует уменьшению повреждения болезнями в 1,5-5 раз, что положительно влияет на фитосанитарное состояние в почве;
- 5) увеличивать устойчивость растений к неблагоприятным условиям, таким как засуха, заморозки;
- 6) увеличивать коэффициенты потребления удобрений минерального происхождения и приход из почвы веществ, для питания растений;
- 7) регулировать в растениях скопление тяжёлых металлов, радионуклидов, нитратов.

Определенный биопрепарат обладает свойствами, которые принадлежат только ему: определенным механизмом, с помощью которого происходит взаимодействие его с растениями, он с определенным спектром действия и при разных условиях каждый бактериальный препарат проявляет эффект от применения. Ещё одно положительное свойство, которым обладают бактериальные препараты на растениях – это многогранное защитное действие. Бактериальные препараты обладают рядом основных направлений в работе: выработка антибиотиков для борьбы с фитопатогенами, служит стимулом для роста и развития взаимовыгодных микроорганизмов, выработка веществ иммунизаторов, которые предназначены для активации роста и развития растений, вследствие чего увеличивает их болезнеустойчивость (Газмаева Р.С., 2015).

Ученые в ГНУ ВНИИСХМ разработали препараты, а именно микробиологические, которые позволяют получить большие урожаи сельскохозяйственных культур. Географическая сеть России провела на практике более 3000 опытов, можно со всеми наиглавнейшими сельскохозяйственными культурами, выращиваемыми в разнообразных почвенно-климатических зонах. На данный момент на экспериментальном предприятии института в городе Колпино налажено производство биопрепаратов.

Бактериальный препарат Мизорин используется для инокуляции семян сорго, многолетних злаковых трав, а также технических культур. Одновременно биопрепарат увеличивает урожайность культур, способствует устойчивости растений к засухе, таким образом, имеет высокую значимость в использовании в южных регионах России, а также к заморозкам, что наиболее важно в областях с коротким летним периодом. Расход препарата на гектарную норму высева семян составляет 0,3 кг.

Механизм действия Мизорина: за счёт утилизации атмосферного азота, а так же за счет выделяемых ростостимулирующих веществ увеличивает скорость развития корневой системы и улучшает минеральное питание культуры. Бактерии заселяют корни, а также ткани этих растений, тем самым способствуют увеличению урожайности и придавать растениям устойчивость к различным заболеваниям и природно-климатическим стрессам (<https://ekosspb.ru/catalog/microbiologicheskie-preparaty/mizorin>).

Флавобактерин рекомендуется применять для инокуляции семян пропашных культур, овощных, в том числе озимой пшеницы, а также кормовых трав. Сикроорганизмы, которые входят в состав данного препарата, производят антибиотик «флавоцин», его действия отлично наблюдается на фитопатогенные бактерии. Расход данного препарата от 0,3 до 0,6 кг на гектар при норме высева семян (<https://agri-news.ru/zhurnal/2009/%E2%84%964/2009/zashhita-rastenij/mikrobiopreparaty-dlya-rastenievodstva.html>). Механизм действия Флавобактерина: главным образом основывается на способности микроорганизмов полу-

чать антибиотикифеназинового типа, они способствуют угнетению роста и развитие фитопатогенных грибов и бактерий.

Заселяются бактерии на поверхностях и в тканях растений, тем самым они стимулируют рост, вырабатывают фитогормоны, повышают минеральное питание и стимулируют активность других физиологических процессов растений.

Используется для инокуляции посевного материала и для обработки вегетирующих растений. Так же рекомендуют использование биофунгицида для того чтобы снять фактор стресса после обработок пестицидами (<https://ekosspb.ru/catalog/microbiologicheskie-preparaty/mizorin>).

Так таковых результатов по инокуляции сафлора бактериальными препаратами нет, но есть результаты по использованию их под другие небобовые сельскохозяйственные культуры.

В ходе исследований И.М. Гамаюн (2000) установил, что инокуляция корневыми diaзотрофами под зерновые культуры обеспечивает снижение дозы применения азот содержащих удобрений на 30 кг/га д.в. При этом не снижается урожайность испытываемой культуры.

Н.П. Кузнецов (2000) доказал, что использование на озимой пшенице биологических препаратов положительно отражается на урожайности. С наилучшей стороны себя проявил Флавобактерином. Со снижением эффекта от применения препаратов сосредоточились в порядке Риозагрин и Ризоэнтерин. Что касается Мизорина, то эффекта от него не было, урожайность на этом варианте оставалась на уровне с контролем.

Внесение биопрепаратов, основой которых служат корневые diaзотрофы, оказывают положительное действие на урожайность зерновых культур. Рост урожая пшеницы и ячменя при их применении находится в пределах 8-15%, что соответствует внесению 16-30 кг/га минерального азота. Бактериальные препараты оказывают слабое действие на содержание белка и клейковины в зерне яровой пшеницы и уменьшают белковость пивоваренного ячменя

По данным исследований А.А. Завалин (2000), применение бактериальных препаратов на ячмене способствовало получению дополнительной прибавки 3-6 ц/га зерна и увеличению количества содержания сырого протеина на 0,5-1,0%.

В Кабардино–Балкарии проводимые исследования на черноземе обыкновенном, показали эффект от биологических препаратов почвенных diaзотрофов, а точнее Флавобактерина на продуктивность зерна гибридов кукурузы. Они положительно реагировали на инокуляцию семян этим бактериальным препаратом, как в чистом виде, так и с удобрениями (Завалин А.А., 2002).

Е.В. Надежкина (2001) в лесостепной зоне Среднего Поволжья проводила опыты. Во время проведения опыта обнаружила, что лучшие результаты в повышении урожайности зерна проса получены от Ризоагрина, Экстрасола и Флавобактерина, без внесения минеральных удобрений отмечалось лишь в годы с благоприятными погодными условиями. Наилучший эффект был получен при применении Ризоагрина.

По данным В.Н. Лебедева (2006) использование бактериальных препаратов при возделывании горчицы белой оказало положительный эффект на прорастание семян, увеличение роста и минеральное питание растений. Из исследованных бактериальных препаратов наиболее эффективными оказались Мизорин и Флавобактерин.

Ж.М. Яхтанигова с соавторами (2011) в 2003-2005 годах на почвах обыкновенных карбонатных черноземах изучали действие удобрения Агровиткор и Флавобактерин. Испытуемыми были гибриды кукурузы, различающиеся по группе спелости (Нарт - 150 СВ, РИК - 345 МВ, Кабардинская 3812). И конечно же вносили различные дозы органики, как в чистом виде, так и с минеральными удобрениями совместно. Обработывали семенной материал в день высева (600 г/га). В качестве прилипателя выступало молоко с низкой жирностью. Подкормки проводили по фазам (3-4 листа и в фазу 6-7 листьев). Выявлено положительное действие на урожайность кукурузы от комбинированного

применения органоминерального удобрения Агровиткор и Флавабактерина.

Р.С. Газмаевой (2015) изучал влияние биопрепаратов на урожайность ярового ячменя и установил, что при их использовании повышается ширина флаг-листа, число проводящих пучков, количества белка в соломе и зерне и урожайность.

Н.И. Крончев с соавторами (2011), занимались изучением биопрепаратов на яровой пшенице. Исследования проводились в 2008-2010 на опытном поле Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. Семена пшеницы яровой осуществляли прямо перед посевом препаратом, из нормы 2 литра рабочего препарата на 1 ц семян. В результате выявлен положительный эффект от биопрепаратов, который положительно отразился на всхожести и сохранности яровой пшеницы. В итоге, после инокуляции семян возрастает биологическая фиксация азота из воздуха за счет работы почвенных бактерий. Стоит отметить Микофила и Мизорина, они проявили себя лучше всех. Они повышали массу 1000 зерен на 0,6 г в соотношении к контролю, количество семян в колоске (0,7-0,8 штук), урожай(0,12-0,15 т/га).

Использование биопрепаратов в большей степени положительно отразилось на качестве продукции. По истечению исследования, были сделаны выводы, высшее качество зерна получено при использовании Мизорина и Агрофила (23,89-23,92%), на варианте с Микофилом, превышал вариант контрольный на 0,97% (Крончев Н.И., Сергатенко С.Н., Валяйкина М.В., 2011).

С.Р. Сулейманов и Р.М. Низамов (2014) занимались изучением вопроса биопрепаратов на подсолнечнике. Исследования проводили на опытном поле агрономического факультета Казанского ГАУ, на серых лесных среднесуглинистых почвах. Были подвержены испытанию биопрепараты: Альбит, Флавобактерин, Экстрасол, РосПочва, Мизорин. Обработывали семенной материал перед посевом, обработкой опрыскивателем во время вегетации, а так же применяли комплексное сочетание этих двух способов. В ходе исследования обнаружены наиболее эффективные методы использования биопрепаратов в зависимости от

их вида. Урожайность после применения Альбита составляет 2,42 т/га. Действующее вещество Альбита, служит вещество из почвенных бактерий поли-бета-гидроксимасляная кислота. Оно отличается стойкостью к факторам окружающей среды, чем сами живые микроорганизмы. Вследствие чего, при использовании Альбита проявляется эффект от опрыскивания вегетирующих растений в отличие от биопрепаратов, которые содержат живые микроорганизмы. Опыт с биопрепаратами Экстрасол, РосПочва, Мизорин, Флавобактерин не показал положительной динамики при опрыскивании в период роста подсолнечника. Скорей всего это связано с тем, что бактериальные препараты в своей основе содержат живые микроорганизмы и, когда попадают они во внешнюю среду, то подвергаются воздействию разнообразных факторов внешней среды, особенно сильно подвергаются воздействию солнечного света. Способом, который дает максимальный эффект, является внесение этих бактериальных препаратов при обработке семян перед посевом или предпосевная обработка семян в сочетании с опрыскиванием.

А.П. Кожемяковым, А.А. Завалиным (2010) сделали обобщение всех результатов исследований, которые проводились в период 2006–2010 гг. в разных зонах России. Установлено, что урожайность сельскохозяйственных культур от использования бактериальных препаратов увеличивалась: озимой пшеницы от Флавобактерина – на 14%; кукурузы от мобилина – на 9,0%, а также от флавобактерина – на 15,4%; риса от мобилина – на 15,2% и от агрофила – на 13,6%.

В.Г. Бобышевым в конце 60-х годов 20 века ДСХИ начато, а затем продолжено в Донском ГАУ изучение вопроса азотфиксации. В.Г. Бобышевым углубился в вопрос по активности разнообразных групп микроорганизмов, которые проживают непосредственно в почве, не прошел мимо азотобактера. Во время исследования этого вопроса обнаружено, что азотобактер представлен единственным видом *Azotobacterchroococcum* и наблюдался его эффект только лишь в пахотном горизонте североприазовского чернозема. В других типах почв он не присутствовал.

На почвах Ростовской области выполнены масштабные испытания бактериальных препаратов. Найдены действенные штаммы ассоциативных азотфиксаторов, вследствие их использования наблюдается повышение урожайности и возрастает качество продовольственных культур. При одновременном внесении с минеральными удобрениями доля биопрепаратов в получении добавочного урожая разных культур достигает 20-40% (Агафонов Е.В., 2013).

В разных зонах Ростовской области проведены исследования по использованию бактериальных препаратов комплексного действия - ассоциативные азотфиксаторы, которые изучают на разных сельскохозяйственных культурах, такие как: сорго, баклажан, арбуз, просо, кукуруза, картофель, ячмень, лен, подсолнечник.

Е.В. Агафоновым и С.В. Абраменко (2005) проводили опыты по использованию бактериальных препаратов на сорго сорта Хазине-74. Исследования проводились на черноземе обыкновенном. На контрольном варианте урожайность сорго составила 2,84 т/га. На вариантах, на которых вносились бактериальные препараты в чистом виде, урожайность сорго существенно превышала контроль. Приблизительно одинаковая урожайность была получена при использовании бактериальных препаратов штаммов Азорин6, Ризоагрин 204, Мизорин 7, с урожайностью соответственно 4,34 т/га, 4,15 т/га, 4,32 т/га. Эффект от Штамма Б – 1 и Азорины 8 наблюдался в меньшей степени. С наилучшей стороны себя показал Азорин 6 одновременно с минеральными удобрениями (1,02 т/га).

В 2001-2003гг. положительный эффект был получен от использования бактериальных препаратов в разных сочетаниях с минеральными удобрениями на баклажане. На фонах $N_{30}P_{60}K_{60}$ и $N_{60}P_{120}K_{120}$ большой эффект дало использование штамма Б–8, на фоне $N_{60}P_{120}K_{60}$ – Б–6. При этом бактериальные удобрения со штаммом Б –8 в сочетании с дозами полного минерального удобрения $N_{60}P_{120}K_{120}$ и $N_{60}P_{120}K_{60}$ обеспечили увеличение семенной продукции баклажана до 218 кг/га (Фарский Б.С., 2004).

В Ростовской области на опытах Е.В. Агафонова, В.С. Барыкина, С.А. Гужвина (2010), которые были выполнены на черноземе обыкновенном, обнаружен положительный результат от локального применения бактериальных препаратов и НРК под арбуз, если сравнивать с применением каждого из них в отдельности.

Проводились опыты на просе на черноземе южном. В ходе исследования выявлено, что инокуляция семян проса бактериальным препаратом Азорин-6 в каждый год исследования способствовало достоверному повышению урожайности, что в среднем составило 12,7%, в сравнении с контролем. Действие других бактериальных препаратов, таких как Азорин-8 и штамм – 17-1 было ниже. Эффект от инокуляции семян биопрепаратами при совместном применении $N_{40}P_{40}$ уменьшался и стремился к нулю. С экономической позиции максимально высоко проявило себя обработка семян Азорином 6, рентабельность превышена на 20% над контролем (Клыков В.В., 2013).

В 2011-2013 гг. на кукурузе в полях Азовского района Ростовской области с почвами черноземом обыкновенным осуществлялись исследования с использованием удобрений минеральных и препаратов на основе бактерий. Выявлено, что ассоциативные азотфиксаторы без применения минеральных удобрений способствовали увеличению урожайности до 4,30 т/га – штамм 17-1 и 4,13 т/га – Азоризин-8. Что касается комплексного применения с минеральными удобрениями, то этот приём положительно отразился на продуктивности изучаемой культуры. Максимальный эффект наблюдался от штамма 17-1 (5,54 т/га), больше контроля на 42,4%. Это могло быть связано с тем, что бактерии штамма 17-1 наилучшим образом переносят неблагоприятные погодные-климатические условия летнего периода (Бельгин А.А., Гужвин С.А., 2012).

На полях принадлежащих Донскому ГАУ в 2015 году занимались изучением вопроса на культуре кукурузы использования на ней минеральных удобрений и биопрепаратов. При уборке кукурузы на силос урожайность составила 25,8 т/га. Мизорин и 2П-9 вызвали наибольшую прибавку 24,4 и 26,7%. Когда

вносили одновременно Мизорин+N₃₀P₄₀, существенно возросла урожайность 36,9 т/га, а 2П-9 + N₃₀P₄₀ 36,7 т/га. Максимальный урожай кукурузы получен от применения 2П-9 – 5,31 т/га, при совместном применении этого биопрепарата и N₃₀P₄ результат не изменялся. Внесение минеральных удобрений с одновременным применением всех биопрепаратов наблюдалось низкое влияние на урожайность. Не смотря на это наибольший эффект был выявлен на варианте Мизорин + N₃₀P₄₀ – 5,28 т/га и 2П-9 + N₃₀P₄₀ – 5,36 т/га (Севостьянова А.А., 2015).

На полях с яровым ячменем в Веселовском районе (чернозем обыкновенный) в 2015 году исследовали применение минеральных удобрений и бактериальных препаратов. Наивысший эффект среди всех испытываемых бактериальных препаратов оказался на Флавобактерине, как с одновременным внесением минеральных удобрений, так и без них. Высокий результат получен от N₄₀P₆₀K₃₀ + N₃₀ + Флавобактерин (2,36 т/га), с прибавкой к контролю- 0,59 т/га. Что касается Ризоагрина, то эффекта от него не было (Гужвин С.А., 2016).

В 2015 году в условиях Ростовской области Белокалитвенского района закладывали опыты на льне масличном, внесение минеральные удобрений и проводили инокуляцию семян препаратами. Выявлено, что на вариантах на которых применяли бактериальные препараты наилучший эффект получен от использования Агрофила, прибавка к контролю 0,25 т/га или 30,9%. Его эффект на урожайность эквивалентно действию минеральных удобрений, внесенных вразброс под предпосевную культивацию в дозе N₃₀P₃₀. Совместное использование бактериальных препаратов с припосевным внесением удобрений не повышало урожайность льна масличного в сравнении с урожайностью на варианте с N₃₀P₃₀ (Нужнов И.В., 2016).

Е.В. Агафонов, Г.Е.Мажуга и А.В. Ващенко (2015) в 2012- 2013 гг. на подсолнечнике проводили исследования по использованию минеральных и бактериальных удобрений. На почвах чернозем обыкновенный. В ходе исследования выяснено, что наибольшее количество урожая подсолнечника дало применение N₄₀P₅₀ - 24,6%, с масличностью на 3,2% если сравнивать с контролем.

Максимум результат выявлен от инокуляции семян подсолнечника штаммами микроорганизмов ПГ-7 и ПГ-5. Урожайность сдвинулась в плюс на 20,5%, сбор жира на 27,6 %.

Б.А. Копылов с соавторами (2021) исследовали вопрос отдачи урожайности подсолнечника от бактериальных препаратов (Мизорин, Мизириин 204, 2П-7). Почвы – чернозем обыкновенный. Во время выращивания подсолнечника Лимагрен ЛГ 5485 в Ростовской области внесение с семенами Мизорин, Мизорин, 204 и 2П-7 превосходит контроль на 9,4- 11,6%. Необходимо одновременно с инокурированными семенами использовать $N_{30}P_{40}$ Мизорин 204, продуктивность возрастает 21,8%, а агрономическая эффективность удобрений минеральных возрастает в 2 раза.

Анализ литературных источников указывает на глобальное использование разных биопрепаратов на культуры сельскохозяйственного назначения. Что касается сафлора, то данные отсутствуют по использованию бактериальных препаратов в условиях Нижнего Дона.

2 УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Характеристика почвы опытного участка

На землях сельхоз назначения Ростовской области преобладают черноземы (59,1%). Каштановыми почвами занято 20,8% территории.

Почвы Обливского района Ростовской области, на которых проводились полевые опыты – темно-каштановые. Данный тип почв подробно описан в работе Е.В. Агафонова, Е.В. Полуэктова, (1999). Почти все каштановые почвы солонцеватые. По механическому составу преобладают тяжело – и среднесуглинистые разновидности. Мощность гумусосодержащего горизонта А+В темно-каштановых почв колеблется от 35 до 40 см, гумуса в горизонте А 2,5-3,0%. Вскипание от 10%-й HCl наступает в нижней части горизонта В (35-40 см). Белоглазка расположилась на глубинах 45-50 см, гипсованием наделен слой 150-200 см. В горизонте А преобладает слабощелочную реакцию, но с углублением щелочность возрастает. Что касается катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} , то они расположились не так глубоко, в горизонте А 23,5-25,9, в горизонте В до 40,0% и 5-15% в горизонте В₁.

Структура темно-каштановых почв находится в разбросном диапазоне. Наиболее структурным является подпахотные горизонт, агрегаты диаметром > 0,25 мм занимают значительный процент 81-98. Что касается пахотного горизонта, то он подвержен эрозиям. Темно-каштановые почвы относят к классу средне водопроницаемому, с углублением водопроницаемость стремительно снижается. В распаханых почвах структура пахотного слоя сильно распылена или глыбистая (О.С. Безуглова, 2008).

Для нахождения запаса продуктивной влаги в почве, пользуются показателем – ВУЗР (влажность устойчивого завядания растений), в слое 0-20 см – приблизительно 12,2% на абсолютно сухое вещество почвы.

Темно-каштановая почва, на которых закладывался опыт, в слое почвы 0-20 см обеспеченность подвижным фосфором была низкая и средняя (12,6-22,0 мг/кг почвы), обменным калием средняя, повышенная и высокая (257-696 мг/кг). Что касается нитратного азота обеспеченность им в слое почвы 0-60 см к моменту высева сафлора находилась в пределах от 24,5 до 39,5 кг/га (таблица 1).

Таблица 1 - Агрохимические показатели темно-каштановых почв перед закладкой опыта

Слой почвы, см	рН, ед.	Карбонаты, %	Гумус, %	Содержание в почве		
				N-NO ₃ , кг/га	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг
2016 г.						
0-20	7,5	0,33	2,14	5,4	18,4	565
20-40	7,7	0,45	1,81	2,8	15,1	476
40-60	7,7	0,58	-	21,8	-	-
0-40	-	-	-	8,2	16,8	521
0-60	-	-	-	30,0	-	-
2017 г.						
0-20	6,7	0,41	2,58	9,0	12,6	696
20-40	7,0	0,62	2,07	9,3	4,1	533
40-60	7,7	1,03	-	21,2	-	-
0-40	-	-	-	18,3	8,4	536
0-60	-	-	-	39,5	-	-
2018 г.						
0-20	7,0	0,25	2,40	5,2	22,0	257
20-40	7,0	0,33	2,39	3,0	16,5	185
40-60	7,8	0,83	-	16,3	-	-
0-40	-	-	-	8,2	19,3	221
0-60	-	-	-	24,5	-	-

2.2 Климат и погодные условия в годы проведения исследований

Обливский район находится в зерновой сельскохозяйственной северо-восточной зоне Ростовской области. Климат зоны, в которой осуществлялся опыт - засушливый, умеренно-континентальный. Среднегодовая сумма осадков 377 мм (Ю.П. Хрусталева, В.Н. Василенко, 2002), (рисунок 1, приложение 1). На

территории Обливского района основными водными артериями являются небольшие реки Чир, Березовая и Машка. Лето жаркое. Среднегодовая температура составляет $7,4^{\circ}\text{C}$ (рисунок 2). Зима сравнительно холодная: средняя температура января $-7,8^{\circ}\text{C}$, средний из абсолютных минимумов температуры воздуха за зиму составляет $-30-32^{\circ}\text{C}$. Лето жаркое, максимальная температура достигает $+38...+40^{\circ}\text{C}$, продолжительность безморозного периода 180-190 дней. Относительная влажность воздуха составляет 73% (рисунок 3).

Сафлор является засухоустойчивой культурой. По данным Д.С. Васильева (1986) для прорастания семян сафлора начальная температура должна быть $+4...+5^{\circ}\text{C}$ и оптимальная $+18...+20^{\circ}\text{C}$. Исходя из этих требований, можно сделать вывод, что срок сева сафлора в этой зоне необходимо проводить в апреле месяца. Если в апреле будут заморозки, когда появятся проростки, то они выдерживают заморозки до $-3...-5^{\circ}\text{C}$, а при $-6...-7^{\circ}\text{C}$ большинство всходов погибает.

Главным виновником в торможении благополучного роста и развитие сафлора выступает влага. А.М. Беляков (2013) отмечал, что максимальные требования к количеству влаги выпадают на этапы набухания и прорастания семян, в связи, с чем необходимо сев проводить в ранние весенние сроки. Количество весенней влаги хватает для этой фазы, для зоны, где проводили опыт. Конечный результат, а именно урожайность сафлора находится в прямой зависимости от содержания почвенной влаги в период ветвления – бутонизации, эти фазы развития по влаге являются критическими.

Менее увлажненные годы для масличного сафлора считаются благоприятными, в сравнении годом, когда наблюдаются затяжная дождливая погода, при которой невозможно образование семян, то есть, это еще одно подтверждение тому, что зона для выращивания этой культуры полностью подходит, так как в летний период во время цветения осадкой практически не бывает.

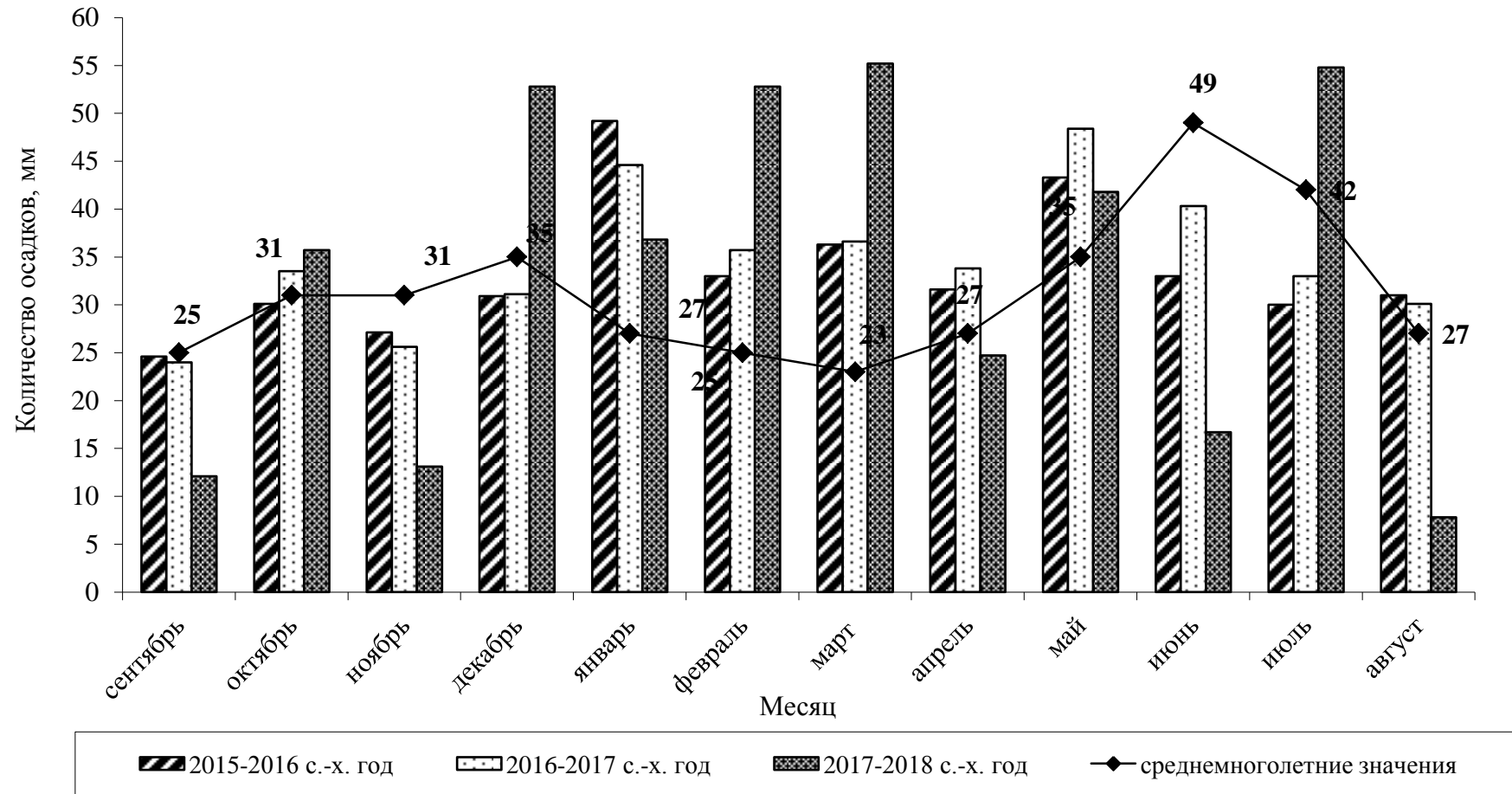


Рисунок 1 - Распределение осадков по данным метеостанции г. Морозовска

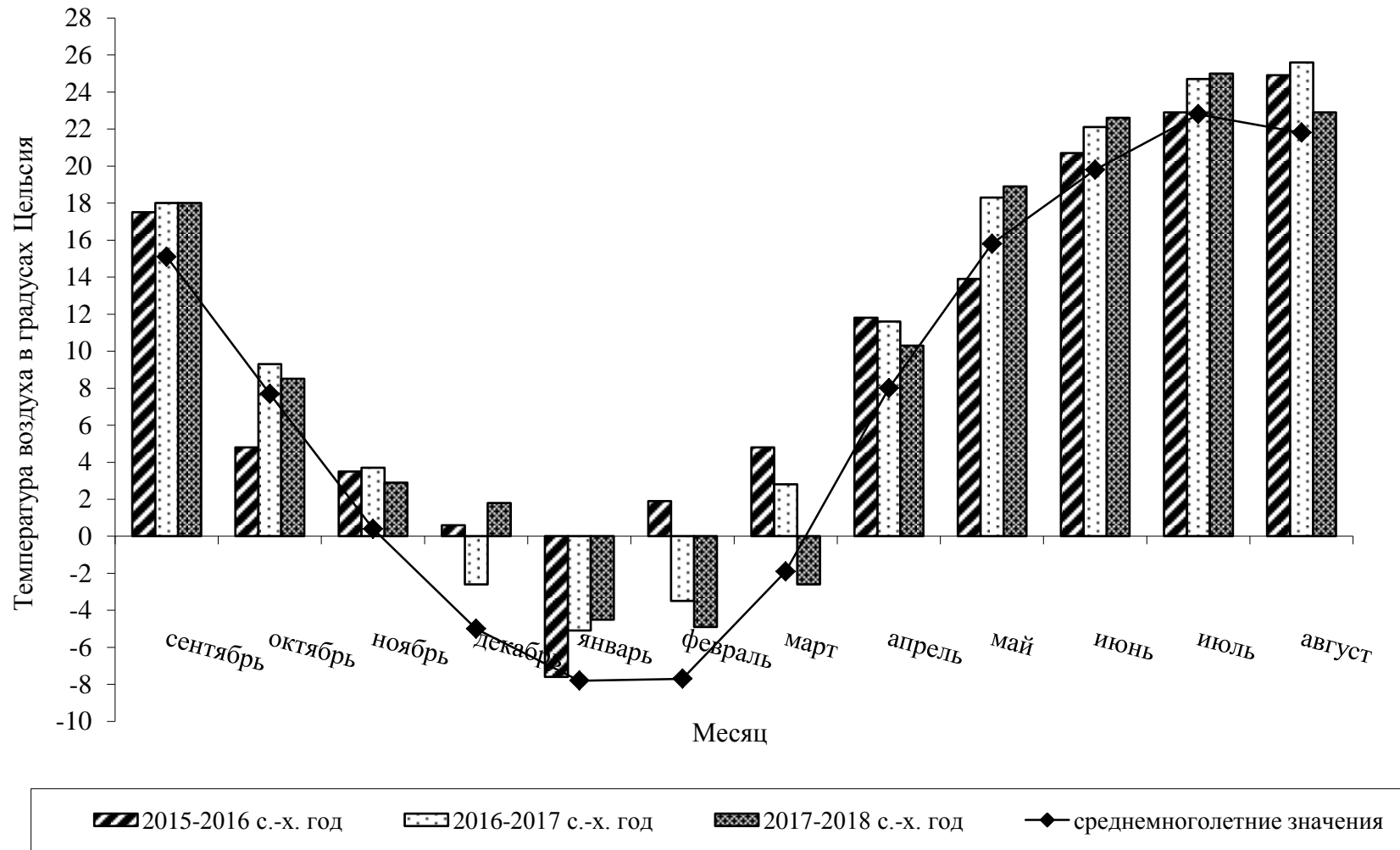


Рисунок 2 - Среднемесячная температура по данным метеостанции г. Морозовска

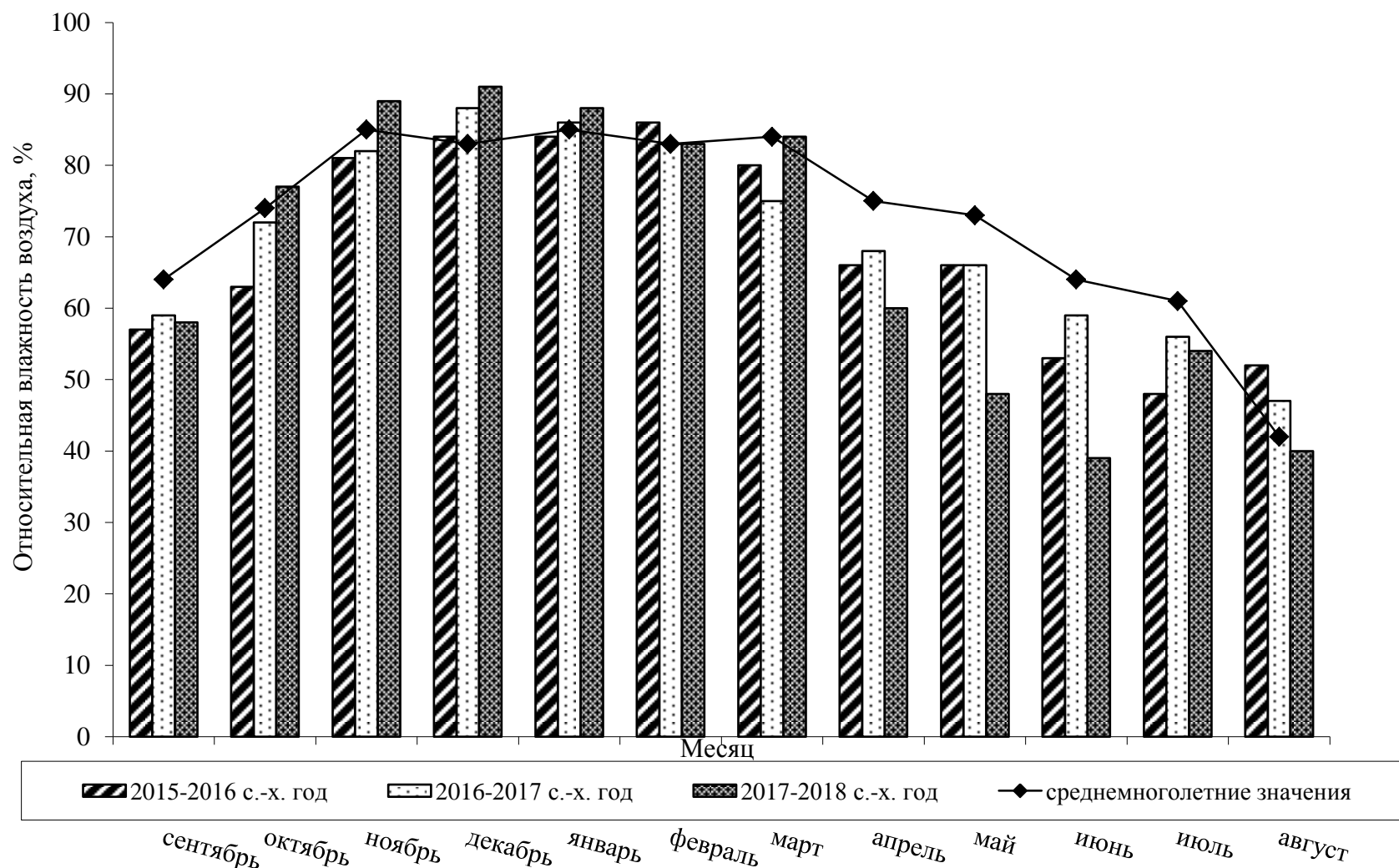


Рисунок 3 - Относительная влажность воздуха по данным метеостанции г. Морозовска

Рассматривая главную причину, которая действует на понижение продуктивности сафлора – влага, стоит указать на то, что каждый год исследования наблюдалось разное выпадение осадков. Но количество осадков было больше, чем среднемноголетние значения. Для наибольшей наглядности можно выстроить логический ряд от большего к меньшему по количеству выпавших осадков по годам: 2017 с.-х. год > 2018 с.-х. год > 2016 с.-х. год, что в цифровом значении выглядит следующим образом – 416,7 > 404,3 > 400,1 мм соответственно при среднемноголетних значениях 377 мм.

В разрезе каждого года можно выделить периоды практически отсутствия осадков (август 2017-2018 с.-х. гг.), так и превышения среднемноголетних норм (май 2015-2016 с.-х. гг. 2016-2017 с.-х. гг., июль 2018 с.-х. года).

Среди графиков за 3 года исследований максимальное количество осадков в осенний период (сентябрь-ноябрь) зафиксировано в 2016 с.-х. году – 83,1 мм (что не превышает среднемноголетней нормы, которые составляют 87 мм). В 2017 и 2018 с.-х. годы характер увлажнения уступал среднемноголетним значениям.

В зимний период (декабрь-февраль) более благоприятные условия увлажнения наблюдались во все годы исследования 2015 с.-х., 2016 с.-х. и 2017 с.-х. гг., где превышение среднемноголетних норм составило 26,1, 54,4 и 55,4 мм соответственно.

В годы исследования, в разные сезоны, отмечается разное количество выпавших осадков, с марта по май (весенний период) отмечаются существенные изменчивость месячных значений выпадения осадков с преимуществом со среднемноголетними нормами в несколько раз.

С июня по август является самым засушливым временем года для региона, на котором проводили исследования. Тоже самое можно сказать о 2016-2018 годах. В сравнении со среднемноголетней нормой осадков 118 мм в годы исследования этот показатель был от 79,3 в 2017 до 103,4 мм в 2016 с.-х. гг.

Подводя итоги, по анализу условий обеспечения осадками по годам ис-

следования пришли к выводу, что благоприятным годом являлся 2016-2017 с.-х. год, это не бесследно отразилось на урожайности, менее благоприятным 2017-2018 с.-х. год, самый засушливый 2015-2016 с.-х. год.

Среднегодовая температура воздуха $7,4^{\circ}\text{C}$, когда проводили опыт этот показатель находился в диапазоне от $2,5^{\circ}\text{C}$ в 2017 с.-х. году до $3,0^{\circ}\text{C}$ в 2016 с.-х. году.

Относительная влажность воздуха, считается одной из основных характеристик погодных условий и климата. От нее в довольно сильно зависит последовательность от образования облачности до выпадения атмосферных осадков. Усредненная годовая относительная влажность на полях Обливского района 73%. Стоит отметить, что этого агроклиматическая характеристика варьировалась от 67,9% в 2017 с.-х. году до 70,1% в 2016 с.-х. году (рисунок 4).

В среднем за 3 года исследований, наибольшее ее значение 83-91% выпадает на месяцы зимы: с января, видим снижение, доходит до минимума 46-50% летом июнь-август.

2.3 Методика исследований

С целью решения поставленных задач в 2016-2018 гг. были проведены полевые опыты в условиях ООО «Заря» в Обливского района Ростовской области.

Исследования проводились путем постановки полевых опытов и проведения лабораторных анализов согласно с требованиям предъявляемым в методикой опытного дела Б.А. Доспехова (1985) и Ф.А. Юдина (1980) агрохимических исследований.

Объектом исследования являлся сорт Заволжский 1. Сорт сафлора ГНУ Нижне-Волжский НИИСХ Россельхозакадемия (Волгоградская область). Год включения в реестр с 2007 года. Заволжский 1 занесен в Госреестр по Российской Федерации. Растение рослое, начинается прикрепление ветвей высо-

ко. Окрас листвы зеленый, длина и ширина средняя, черешка так такового нет совсем или незначительный, практически отсутствуют зубчики на нем. Шипы практически отсутствуют. Цвет лепестков - желтый, но возможны перемены в окраске. Цвет семян – белый, не маленьких размеров. Продуктивность сорта 1,47 т/га. Срок вегетации колеблется от 114 до 125 дней. В семенах накапливается: жира от 25,3 до 29,5 %, белка, а точнее протеина 17,5-18,3%. Сорт выделяется своей отличительной способностью - засухоустойчивостью (<https://reestr.gossort.com/reestr/sort/9464459>).

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 исследования – темно-каштановая.

Схема однофакторного опыта включала:

Применение минеральных удобрений и бактериальных препаратов при возделывании сафлора: 1 вариант – контроль (без удобрений); 2-5 варианты – применение минеральных удобрений при посеве в дозах N₂₄P₂₆; N₂₄P₂₆K₂₄; N₂₄P₅₂; N₄₈P₅₂; 6-10 варианты внесение минеральных удобрений вразброс под предпосевную культивацию в дозах N₂₄P₅₂; N₄₈P₅₂; N₄₈P₅₂K₄₈; N₇₂P₅₂; N₇₂P₅₂K₄₈; 11-13 варианты - штаммы азотфиксаторов Мизорин, КЛ-10, Флавобактерин; 14-16 варианты – сочетание штаммов азотфиксаторов с одновременным внесением минеральных удобрений при посеве: Мизорин+ N₂₄P₅₂, КЛ-10+ N₂₄P₅₂, Флавобактерин + N₂₄P₅₂.

При закладке опыта минеральные удобрения представлены: аммофосом (N₁₂P₅₂), аммиачной селитрой (N_{34,4}), хлористым калием (K₂O₆₅). 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 ри-

зобактерий 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). Содержание 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).

3 ДИНАМИКА ПРОДУКТИВНОЙ ВЛАГИ И ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В ПОЧВЕ ПОД САФЛОРОМ

3.1 Динамика продуктивной влаги в почве под сафлором в годы исследований

Для оценки обеспеченности почвы под сафлором влагой во время вегетации (от посева и до уборки) проводили отбор на глубину 0-100 см для определения количества продуктивной влаги.

При характеристике содержания в почве продуктивной влаги перед посевом сафлора использовались градации, разработанные Е.В. Агафоновым и Е.В. Полуэктовым (1999) для Ростовской области. Эти градации составляют следующие величины в слое почвы 0-100 см: низкая, средняя и высокая, 100-130 мм, 130-160, более 160 мм, соответственно.

Перед высевом сафлора, максимум по запасу продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см отмечается в 2017 году 130,6 и в 2016 году –83,2 мм (рисунок 4, приложение 2). Минимум по количеству продуктивной влаги в 2018 году 37,3 мм. Это можно объяснить неодинаковым количеством выпавших осадков за осенне-зимний и весенний период.

Таким образом, согласно градации обеспеченности Е.В. Агафонова и Е.В. Полуэктова (1999) в 2017 и 2018 гг., количество продуктивной влаги почвы в слое 0-100 см перед высевом сафлора – низкая. В 2016 году запас влаги характеризовался как неудовлетворительный.

В разные годы проведения полевых опытов динамика продуктивной влаги под сафлором была сравнительно идентичной. После проведения посева до фазы формирования корзинки происходило значительное снижение запасов продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см. Вегетация сафлора от фазы цветения до момента проведения уборки проходила при практически полном иссушении почвы.

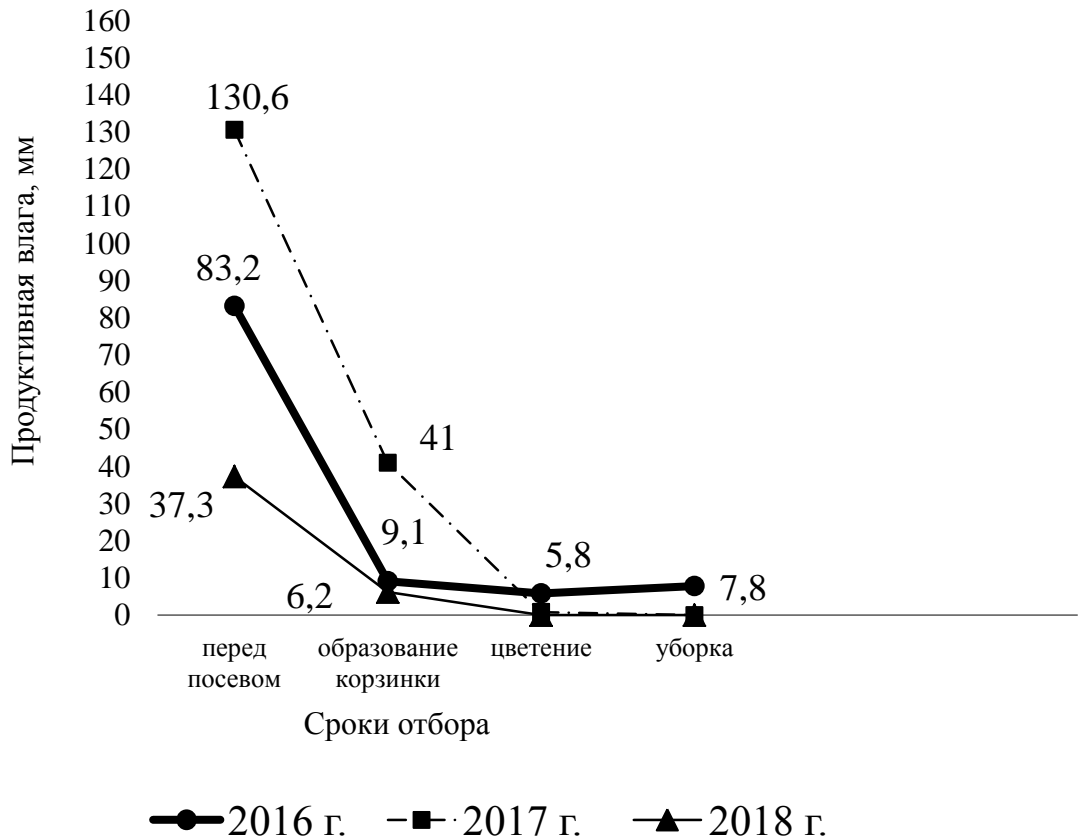


Рисунок 4 – Динамика продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см под сафлором, мм

В 2016 году от момента сева до фазы образования корзинки количество продуктивной влаги в слое почвы 0-100см снизилось на 74,1 мм. В фазу цветения и в уборку запас доступной влаги в почве был минимальным - 5,8-7,8 мм.

В 2017 году от посева до фазы образования корзинки запас продуктивной влаги снизился ещё более существенно, чем в предыдущем году, на 89,6 мм. Но не смотря на это, в слое почвы 0-100см количество продуктивной влаги ещё было 40,1 мм. Метровая толща почвы под сафлором в фазу цветения и полной спелости была практически полностью иссушена.

Наибольший спад содержания продуктивной влаги в слое почвы 0-100см отмечается в 2018 году, которое от посева до фазы образования корзинки составило 110,3 мм. Уже в эту фазу в верхнем почвенном слое 0-20 см отмечено максимальное иссушение, а в слое 0-100 см содержалось лишь 15,1 мм доступной влаги. Как и в 2017 году метровая толща почвы была полно-

стью иссушена.

Таким образом, обеспеченность почвы продуктивной влагой для растений сафлора в годы проведения полевых опытов была неудовлетворительной. Это дало возможность в полной мере проявиться биологическим особенностям этой засухоустойчивой культуры, характеризующейся как растительный «верблюд».

3.2 Динамика и содержание элементов питания растений в почве под сафлором

3.2.1 Динамика нитратного азота в почве

На момент высева сафлора на варианте без внесения минеральных удобрений и бактериальных препаратов содержание нитратного азота в почвенном слое 0-60 см было не одинаково и колебалось от 24,5 (2018 г.) до 39,5 (2017 г.) кг/га. В 2016 году он достигал 30,0 кг/га (таблица 2).

В годы проведения полевых опытов динамика нитратного азота в почве под сафлором имела разнонаправленный характер.

В 2016 году на контрольном варианте содержание нитратного азота в слое почвы 0-60 см значительно возросло от момента посева сафлора до фазы образования корзинки. Количество нитратного азота увеличилось на 69,9 кг/га. По-видимому, благоприятные условия увлажнения, сложившиеся в весенние месяцы в этом году полевых опытов, положительно отразилось на скорости нитрификационных процессов. Даже на фоне поглощения нитратного азота растениями сафлора обеспеченность почвы этим элементом питания увеличивалась. Возможно, пополнение запасов нитратного азота произошло за счёт поднятия солей азотной кислоты из более глубоких слоёв почвы (более 0-60 см) при увеличении физического испарения влаги из почвы.

Таблица 2 - Динамика нитратного азота в слое почвы 0-60 см под сафлором, кг/га

Варианты	Срок отбора		Среднее за вегетацию
	образования корзинки	уборка	
2016 г.			
контроль	99,9	69,8	84,9
внесение минеральных удобрений и биопрепарата при посеве			
N ₂₄ P ₂₆	128,3	65,0	96,7
N ₂₄ P ₂₆ K ₂₄	122,7	66,1	94,4
N ₂₄ P ₅₂	129,2	69,8	99,5
КЛ-10+ N ₂₄ P ₅₂	106,6	69,8	88,2
внесение минеральных удобрений под предпосевную культивацию			
N ₂₄ P ₅₂	126,0	58,4	92,2
N ₄₈ P ₅₂	125,3	54,4	89,9
N ₄₈ P ₅₂ K ₄₈	124,8	42,4	83,6
N ₇₂ P ₅₂ K ₄₈	140,0	45,6	92,7
НСП ₀₅	26,5	7,7	14,0
2017 г.			
контроль	31,5	35,1	33,3
внесение минеральных удобрений и биопрепарата при посеве			
N ₂₄ P ₂₆	30,5	37,9	34,2
N ₂₄ P ₂₆ K ₂₄	30,3	37,3	33,8
N ₂₄ P ₅₂	31,0	37,6	34,3
КЛ-10+ N ₂₄ P ₅₂	32,4	39,6	36,0
внесение минеральных удобрений под предпосевную культивацию			
N ₂₄ P ₅₂	33,2	35,9	34,6
N ₄₈ P ₅₂	30,8	39,3	35,1
N ₄₈ P ₅₂ K ₄₈	32,1	37,2	34,7
N ₇₂ P ₅₂ K ₄₈	32,5	33,0	32,8
НСП ₀₅	1,8	3,6	2,6
2018 г.			
контроль	14,8	32,6	23,7
внесение минеральных удобрений и биопрепарата при посеве			
N ₂₄ P ₂₆	26,0	28,7	27,4
N ₂₄ P ₂₆ K ₂₄	28,2	30,3	29,3
N ₂₄ P ₅₂	22,7	28,6	25,7
КЛ-10+ N ₂₄ P ₅₂	38,3	32,0	35,2
внесение минеральных удобрений под предпосевную культивацию			
N ₂₄ P ₅₂	46,3	29,3	37,8
N ₄₈ P ₅₂	49,0	29,4	39,2
N ₄₈ P ₅₂ K ₄₈	20,3	29,2	24,8
N ₇₂ P ₅₂ K ₄₈	31,1	31,7	31,4
НСП ₀₅	4,7	2,0	2,2

От фазы образования корзинки до уборки на варианте с естественным фоном, обеспеченность нитратным азота в слое почвы от 0 до 60 см под посевами изучаемой культуры снизилась на 30,1 кг/га (30,1%). Это несомненно связано с потреблением нитратного азота растениями и снижением скорости нитрификационных процессов вследствие уменьшения влажности почвы.

Внесение азотных удобрений в 2016 году при посеве сафлора и под предпосевную культивацию в дозах 24 и 48 кг/га действующего вещества увеличивало в фазу образования корзинки в слое почвы 0-60 см объём нитратного азота по сравнению с контрольным вариантом на 22,8-29,3 кг/га или на 22,8-29,3%.

Максимальное повышение азота нитратного в фазу образования корзинки сафлора в 2016 году выявлено на варианте с азотсодержащими удобрениями в дозе 72 кг/га в действующем веществе вносимую под предпосевную культивацию. Что касается прибавки, то она в сравнении с вариантом с естественным фоном составила 40,1 кг/га или 40,1%.

На варианте с одновременным применением азотных удобрений в дозе 24 кг/га при посеве и инокуляции семенного материала биопрепаратом КЛ-10 перед посевом к фазе формирования корзинки содержание в почве $N-NO_3$ в слое 0-60 см была на 19,4 кг/га или на 18,2% меньше, в сравнении с вариантом, на котором вносились только минеральных удобрений. Вероятно, это можно объяснить поглощением почвенного азота ассоциативными микроорганизмами вследствие процессов иммобилизации на начальном этапе вегетации сафлора и более интенсивным потреблением его растениями из-за продуцирования микрофлорой биологически активных веществ.

В течение вегетации сафлора на вариантах с внесением минеральных удобрений и бактериального препарата динамика нитратного азота была идентичной с переменами на контроле. До момента уборки зафиксировано одинаковое понижение нитратного азота в почве под сафлором. При проведении уборки наименьшее количество $N-NO_3$ отмечено на вариантах с применением полного минерального удобрения.

В 2017 году на контроле от посева сафлора до фазы образования корзинки количество нитратного азота в почве 0-60 см уменьшилось на 8 кг/га, а к моменту полной спелости, происходило наоборот, повышение на 4,0 кг/га.

В период образования корзинки в этот год исследования на вариантах с применением азотных удобрений и биопрепарата не зафиксировано математически достоверных различий в содержании нитратного азота в почве. Вероятно, на фоне самой высокой обеспеченности почвы продуктивной влагой в этот год происходило интенсивное поглощение почвенного азота растениями сафлора на вариантах с минеральными удобрениями от посева до фазы образования корзинки, что в целом нивелировало его содержание на вариантах с удобрениями по сравнению с контрольным вариантом.

От фазы образования корзинки до полной спелости содержание нитратного азота в почве увеличивалось или оставалось на том же уровне, что и на контроле. Это обусловлено снижением поглощения $N-NO_3$ растениями сафлора и продолжающимися процессами нитрификации в почве.

В 2018 году от посева сафлора до фазы образования корзинки количество нитратного азота в толще почвы 0-60 см на варианте с естественным фоном уменьшилось на 9,7 кг/га, а к моменту проведения уборки, наоборот, увеличилось на 17,8 кг/га. По-видимому, как и в предыдущем 2017 году, повышение содержания нитратного азота на завершающем этапе вегетации обусловлено уменьшением его поглощения растениями сафлора.

Применение азотных удобрений под сафлор в 2017 году к фазе образования корзинки способствовало математически достоверное увеличение нитратного азота по сравнению с контрольным вариантом. Наибольшее повышение количества $N-NO_3$ обеспечило применение 24 и 48 кг/га действующего вещества азотных удобрений на фоне P_{52} весной под сплошную культивацию. При сравнении его с контрольным вариантом, прибавка достигает 31,5-34,2 кг/га или 212,8-231,1%.

В фазу полной спелости и моменту проведения уборки в слое почвы 0-60 см количество нитратного азота было меньше на вариантах с внесением

минеральных удобрений и биопрепарата, в сравнении с контролем на 0,6-4,0 кг/га.

Учитывая разнонаправленный характер динамики в изменении содержания нитратного азота в почве под сафлором, более объективную оценку даёт усреднение полученных данных в среднем за три года полевых опытов.

В среднем за 2016-2018 гг. в слое почвы 0-60 см перед посевом сафлора содержание нитратного азота было 31,3 кг/га (рисунок 5, приложение 3).

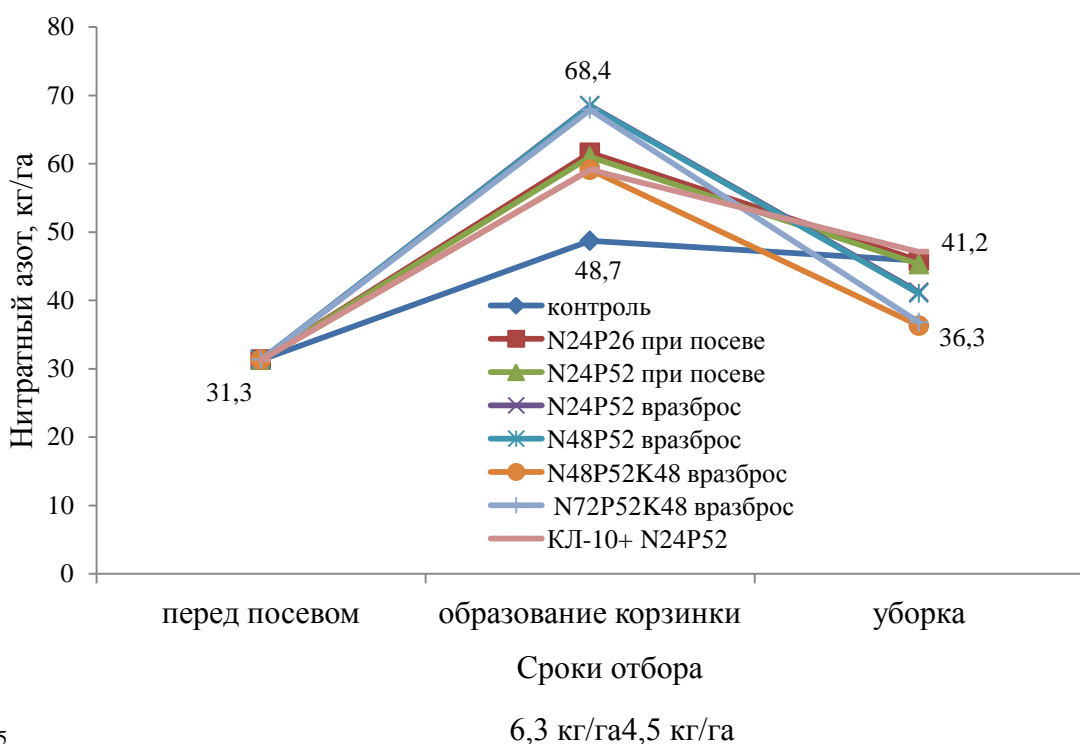


Рисунок 5 - Динамика нитратного азота в слое почвы 0-60 см под сафлором в среднем за 2016-2018 гг., кг/га

От посева сафлора до фазы образования корзинок в слое почвы 0-60 см на контрольном варианте отмечено повышение числа нитратного азота 17,4 кг/га (55,6%). Скорей всего, несмотря на интенсивное потребление нитратного азота изучаемой культурой, в первой половине вегетации процессы нитрификации обеспечивали положительный профицит этого элемента питания растений в почве. От фазы образования корзинок до момента проведения уборки количество N-NO₃ в почве уменьшилось, всего лишь на 2,9 кг/га.

Применение азотных минеральных удобрений при посеве и в разброс

под предпосевную культивацию в дозах 24, 48 и 72 кг/га действующего вещества содействовало повышению содержания нитратного азота в слое почвы 0-60 см в фазу образования корзинки по сравнению с контрольным вариантом на 10,4-19,8 кг/га или на 21,4-40,7%. Хотя наименьшее содержание нитратного азота было на варианте с применением вразброс полного минерального удобрения в дозе $N_{48}P_{52}K_{48}$ и на варианте с припосевным внесением $N_{24}P_{52}$ и обработкой семян биопрепаратом КЛ-10.

К моменту проведения уборки содержание нитратного азота в шестидесятисантиметровом слое почвы на вариантах с применением минеральных удобрений и биопрепаратов зафиксировано на уровне содержания этого элемента питания растений на контрольном варианте. Наименьшее содержание нитратного азота в почве в фазу полной спелости получено на вариантах опыта, где вносили полное минеральное удобрение в дозах $N_{48}P_{52}K_{48}$ и $N_{72}P_{52}K_{48}$. Это можно объяснить тем, что сбалансированное питание растений азотом, фосфором и калием в составе полного минерального удобрения благоприятствовало более интенсивному потреблению почвенного азота. Уменьшение количества нитратного азота на этих вариантах опыта по сравнению с контрольным вариантом составило 9,0-9,5 кг/га или 19,7-20,7%.

В среднем за 2016-2018 гг. обеспеченность почвы в шестидесятисантиметровом слое почвы нитратным азотом на контрольном варианте в среднем за вегетацию (образование корзинки - полная спелость) составила 47,3 кг/га (рисунок 6, приложение 3).

Такое же количество нитратного азота в среднем за вегетацию сафлора зафиксировано на варианте, с использованием полного минерального удобрения в дозе $N_{48}P_{52}K_{48}$. На остальных вариантах опыта с применением минеральных удобрений и биопрепарата отмечается математически достоверное увеличение нитратного азота по сравнению с контрольным вариантом на 5,0-7,6 кг/га или на 10,6-16,1%.

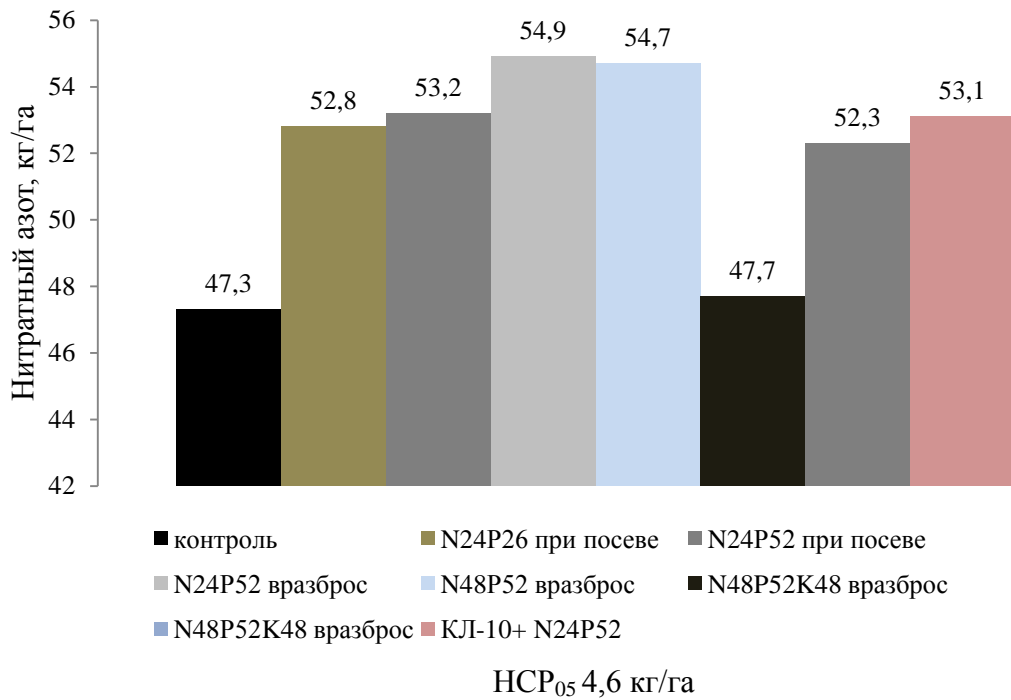


Рисунок 6 – Содержание нитратного азота в слое почвы 0-60 см в среднем за период вегетации сафлора (образование корзинок - полная спелость), кг/га. Среднее за 2016-2018 гг.

3.2.2 Динамика подвижного фосфора в почве

Обеспечение растений доступными фосфатами зависит от количества их запасов в почве, степени их подвижности и ряда условий, которые влияют на потребление фосфора из почвы, а также удобрений.

В 2016 и 2018 гг. перед закладкой опыта количество подвижного фосфора в почве слое 0-40 см составило 16,8 и 19,3 мг/кг, что оценивается по градации Мачигина как средняя обеспеченность (15-30 мг/кг почвы). В 2017 году начальное содержание подвижного фосфора в сорока сантиметровом слое почвы составило всего лишь 8,4 мг/кг, что соответствовало очень низкой обеспеченности (0-10 мг/кг почвы).

В 2016 году на контроле от сева до полной спелости сафлора и проведения уборки в почве отмечено равномерное уменьшение количества доступного фосфора. От посева сафлора до фазы образования корзинок содержание в почве подвижного фосфора в слое 0-40 см уменьшилось на 4,8 мг/кг, а к уборке ещё на 5 мг/кг (таблица 3).

Таблица 3 - Динамика подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см, мг/кг

Варианты	Срок отбора		Среднее за вегетацию
	образования кор- зинки	уборка	
2016 г.			
контроль	12,0	7,0	9,5
внесение минеральных удобрений и биопрепарата при посеве			
N ₂₄ P ₂₆	11,1	8,2	9,7
N ₂₄ P ₂₆ K ₂₄	11,8	7,8	9,8
КЛ-10+ N ₂₄ P ₅₂	11,8	9,3	10,6
N ₂₄ P ₅₂	15,2	10,6	12,9
внесение минеральных удобрений под предпосевную культивацию			
N ₂₄ P ₅₂	14,4	8,1	11,3
N ₄₈ P ₅₂	12,0	9,3	10,7
N ₄₈ P ₅₂ K ₄₈	12,4	10,6	11,5
N ₇₂ P ₅₂ K ₄₈	10,9	9,9	10,4
НСП ₀₅	3,1	1,9	2,2
2017 г.			
контроль	6,6	10,5	8,6
внесение минеральных удобрений и биопрепарата при посеве			
N ₂₄ P ₂₆	8,4	10,0	9,2
N ₂₄ P ₂₆ K ₂₄	6,9	10,1	8,5
N ₂₄ P ₅₂	8,0	10,1	9,1
КЛ-10+ N ₂₄ P ₅₂	6,1	8,1	7,1
внесение минеральных удобрений под предпосевную культивацию			
N ₂₄ P ₅₂	6,4	10,7	8,6
N ₄₈ P ₅₂	5,6	9,6	7,6
N ₄₈ P ₅₂ K ₄₈	6,1	9,1	7,6
N ₇₂ P ₅₂ K ₄₈	5,0	11,5	8,3
НСП ₀₅	2,0	3,0	F _{ф.} < F _{т.}
2018 г.			
контроль	17,2	19,3	18,3
внесение минеральных удобрений и биопрепарата при посеве			
N ₂₄ P ₂₆	17,7	19,8	18,8
N ₂₄ P ₂₆ K ₂₄	13,9	21,8	17,9
N ₂₄ P ₅₂	15,1	23,0	19,1
КЛ-10+ N ₂₄ P ₅₂	17,4	20,7	19,1
внесение минеральных удобрений под предпосевную культивацию			
N ₂₄ P ₅₂	16,2	21,5	18,9
N ₄₈ P ₅₂	14,0	21,8	17,9
N ₄₈ P ₅₂ K ₄₈	14,1	19,8	17,0
N ₇₂ P ₅₂ K ₄₈	14,4	21,3	17,9
НСП ₀₅	3,1	2,5	

Таким образом, в течение вегетации сафлора количество доступного фосфора в почве снизилось перед посевом сафлора со средней обеспеченности (15-30 мг/кг) по градации Мачигина, в фазу образования корзинки до низкой (10-15 мг/кг) и к моменту проведения уборки очень низкой (0-10 мг/кг). Вероятно, столь значительное снижение содержания подвижного фосфора в почве обусловлено не только биологическими особенностями культуры в потреблении данного элемента питания, но и процессами химической сорбции фосфатов вследствие их перевода в малодоступные для питания растений формы.

В фазу образования корзинки математически достоверное повышение доступного фосфора в слое почвы 0-40 см достигнуто лишь на варианте с припосевным внесением минеральных удобрений в дозе $N_{24}P_{52}$. Прибавка в увеличении содержания доступного фосфора достигала 3,2 мг/кг почвы или 26,7%. На остальных вариантах опыта в эту фазу развития сафлора количество подвижного фосфора практически соответствовало обеспеченности на варианте без применения агрохимикатов. Возможно, это обусловлено тем, что при внесении фосфорных удобрений локально при посеве процессы химического связывания фосфатов и перевод их в малодоступные формы для растений протекают существенно медленнее по сравнению с разбросным применением под предпосевную культивацию и увеличением площади контакта гранул удобрений с частицами почвы.

В фазу полной спелости максимальное повышение содержания доступного фосфора получено на варианте, на котором вносили припосевным способом минеральные удобрения в дозе $N_{24}P_{52}$ и полного минерального удобрения в дозе $N_{48}P_{52}K_{48}$, внесение которого было проведено под предпосевную культивацию разбросным способом. Увеличение по сравнению с контролем на этих вариантах составило 3,6 мг/кг почвы или 51,4% в слое 0-40 см.

В среднем за вегетацию сафлора (от фазы образования корзинки до полной спелости маслосемян) в 2016 году в сорокасантиметровом слое почвы на варианте с применением минеральных удобрений локально при посеве в

дозе $N_{24}P_{52}$ максимальное содержание доступного фосфора получено. Прибавка в сравнении с контролем составила 3,4 мг/кг почвы или 35,8%.

В 2017 году на контроле от сева сафлора до фазы образования корзинки Содержание P_2O_5 в сорокасантиметровом слое почвы снизилось на 1,8 мг/кг. Но к уборке содержание P_2O_5 увеличилось по сравнению с содержанием в фазу образования корзинки на 3,9 мг/кг почвы. Это повышение подвижного фосфора в почве обусловлено прекращением потребления растениями сафлора и, возможно, переходом малодоступных форм почвенных фосфатов в однозамещенные формы. Таким образом, в течение вегетации сафлора обеспеченность почвы подвижным фосфором соответствовала очень низкой по градации Мачигина и лишь к уборке культуры она находилась в пограничной градации между низкой и очень низкой.

На фоне резкого иссушения почвы и снижения запасов продуктивной влаги в 2017 году в фазу образования корзинки и в уборку маслосемян сафлора статистически достоверных различий между варианты опыта с применением минеральных удобрений и биопрепарата в изменении количества P_2O_5 по сравнению с контролем не отмечено. Это подтверждается также отсутствием существенных различий в содержании подвижного фосфора между вариантами опыта и в среднем за вегетацию сафлора.

В 2018 году динамика доступного фосфора на контрольном варианте была сходной с изменениями, отмеченными в почве в 2017 году. Но только в 2018 году это происходило на фоне средней обеспеченности почвы подвижным фосфором. От посева до фазы образования сафлора содержание подвижного фосфора уменьшилось на 2,1 мг/кг. Но к фазе полной спелости обеспеченность почвы P_2O_5 увеличивалась до уровня предпосевного периода и составила в слое 0-40 см 19,3 мг/кг почвы. Как и в 2018 году данное повышение обеспеченности почвы доступным фосфором, вероятно, обусловлено снижением поглощения растениями сафлора.

В фазу образования корзинки сафлора в 2018 году количество подвижного фосфора в сорокасантиметровом слое почвы на вариантах с внесением

минеральных удобрений и биопрепарата соответствовало обеспеченности на контрольном варианте, или отмечена тенденция в снижении содержания в почве этого элемента питания растений. Наименьшая обеспеченность почвы подвижным фосфором в эту фазу зафиксирована на варианте, где вносили полное минеральное удобрение при посеве в дозе $N_{24}P_{26}K_{24}$. Количество P_2O_5 по сравнению с контрольным вариантом снизилось на 3,3 мг/кг почвы или на 23,7%.

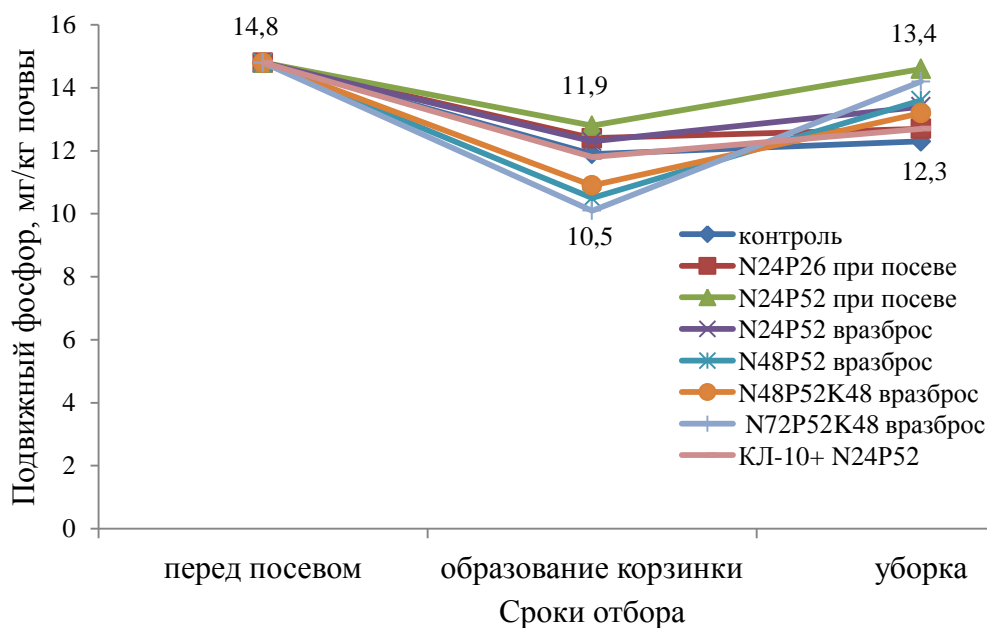
В фазу полной спелости сафлора в содержании подвижного фосфора преимущество локального способа применения удобрений над разбросным сохранилось. Внесение при посеве азотно-фосфорных удобрений в дозе $N_{24}P_{52}$ обеспечивало повышение содержания P_2O_5 в сорокасантиметровом слое почвы по сравнению с контрольным вариантом на 3,7 мг/кг (19,2%). Что касается других вариантов опыта, то количество подвижного фосфора практически соответствовало обеспеченности на контрольном варианте.

Учитывая разнонаправленный характер изменения обеспеченности почвы подвижным фосфором в годы проведения полевых опытов, более объективную оценку даёт усреднение данных за три года.

В среднем перед высевом семян сафлора в 2016-2018 гг. количество доступного фосфора в сорока сантиметровом слое почвы составило 14,8 мг/кг почвы (рисунок 7, приложение 4).

От посева сафлора до фазы образования корзинки на контрольном варианте отмечено уменьшение количества доступного фосфора в почве, которое составило 2,9 мг/кг почвы. К уборке маслосемян сафлора обеспеченность почвы подвижным фосфором увеличилась в слое 0-40 см, но лишь на 0,4 мг/кг.

В фазу образование корзинки сафлора в среднем за 2016-2018 гг. на вариантах с применением минеральных удобрений статистически достоверных различий по сравнению с контрольным вариантом в обеспеченности доступным фосфором не выявлено.

НСР₀₅

1,5 мг/кг

2,1 мг/кг

Рисунок 7- Динамика подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см под сафлором в среднем за 2016-2018 гг., мг/кг почвы

Но к уборке семян сафлора в обеспеченности почвы подвижным фосфором отмечено преимущество локального применения при посеве азотно-фосфорных удобрений в дозе $N_{24}P_{52}$. Прибавка в увеличении P_2O_5 в сороксантиметровом слое почвы составила по сравнению с контрольным вариантом 2,3 мг/кг почвы или 18,7%. Как уже было отмечено, вероятно, это связано со снижением процессов химической сорбции при локальном применении удобрений по сравнению с разбросным.

В среднем за 2016-2018 гг. за время вегетации сафлора (образование корзинки - полная спелость) в почве подвижного фосфора на контрольном варианте было 12,1 мг/кг почвы (рисунок 8).

Максимальное содержание в почве подвижного фосфора зафиксировано на варианте с локальным применением азотно-фосфорных удобрений в дозе $N_{24}P_{52}$. Увеличение по сравнению с контрольным вариантом составило 1,6 мг/кг почвы или 13,2%.

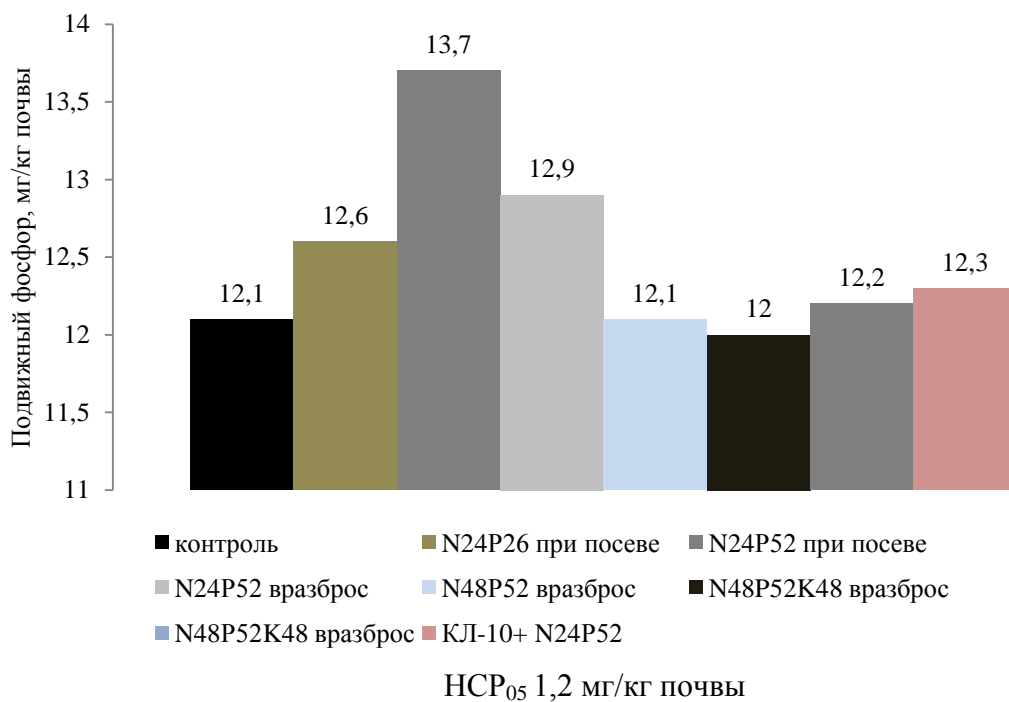


Рисунок 8 – Содержание подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см в среднем за период вегетации сафлора (образование корзинок - полная спелость), кг/га. Среднее за 2016-2018 гг.

3.2.3 Динамика обменного калия в почве

Как известно, калий в почве находится в нескольких формах, определенной степени доступности для растений (Турчин В.В., 2007).

В 2016 и 2017 гг. в сорокасантиметровом слое обеспеченность почвы обменным калием перед высевом семян сафлора составила 521 и 536 мг/кг почвы. Что относится по градации Мачигина к высокой степени обеспеченности (401-600 мг/кг). В 2018 гг. отмечается низкая обеспеченность почвы в этот период, всего лишь 221 мг/кг почвы, что классифицируется по градации Мачигина как средняя обеспеченность (201-300 мг/кг).

В 2016 году в слое почвы 0-40 см в течение вегетации масличного растения сафлор на контроле наблюдалось равномерное уменьшение количества обменного калия в почве, которое от высева до полной спелости составило 20 мг/кг(таблица 4).

Таблица 4 - Динамика обменного калия в слое почвы 0-40 см, мг/кг почвы

Варианты	Срок отбора		Среднее за вегетацию
	образования кор- зинки	уборка	
2016 г.			
контроль	513	501	507
внесение минеральных удобрений и биопрепарата при посеве			
N ₂₄ P ₂₆	536	538	537
N ₂₄ P ₂₆ K ₂₄	527	528	528
N ₂₄ P ₅₂	526	533	530
КЛ-10+ N ₂₄ P ₅₂	537	530	534
внесение минеральных удобрений под предпосевную культивацию			
N ₂₄ P ₅₂	540	485	513
N ₄₈ P ₅₂	530	507	519
N ₄₈ P ₅₂ K ₄₈	554	492	523
N ₇₂ P ₅₂ K ₄₈	579	524	552
НСП ₀₅	12	10	18
2017 г.			
контроль	473	289	381
внесение минеральных удобрений и биопрепарата при посеве			
N ₂₄ P ₂₆	488	278	383
N ₂₄ P ₂₆ K ₂₄	486	271	379
N ₂₄ P ₅₂	493	262	378
КЛ-10+ N ₂₄ P ₅₂	502	265	384
внесение минеральных удобрений под предпосевную культивацию			
N ₂₄ P ₅₂	498	289	370
N ₄₈ P ₅₂	498	267	383
N ₄₈ P ₅₂ K ₄₈	490	281	386
N ₇₂ P ₅₂ K ₄₈	507	281	394
НСП ₀₅	11	23	10
2018 г.			
контроль	210	180	195
внесение минеральных удобрений и биопрепарата при посеве			
N ₂₄ P ₂₆	235	180	208
N ₂₄ P ₂₆ K ₂₄	252	191	222
N ₂₄ P ₅₂	225	185	205
КЛ-10+ N ₂₄ P ₅₂	222	207	215
внесение минеральных удобрений под предпосевную культивацию			
N ₂₄ P ₅₂	177	178	178
N ₄₈ P ₅₂	185	194	190
N ₄₈ P ₅₂ K ₄₈	192	193	193
N ₇₂ P ₅₂ K ₄₈	227	181	204
НСП ₀₅	12	9	11

В фазу образования корзинки сафлора в 2016 году на вариантах с внесением минеральных удобрений припосевным способом обеспеченность почвы обменным калием превосходила контрольный вариант на 13-23 мг/кг почвы.

Преимущество полного минерального удобрения над азотно-фосфорными во влиянии на этот показатель не отмечено.

На вариантах с внесением минеральных удобрений взброс до посева под предпосевную культивацию, также получено математически достоверное увеличение количества K_2O в почве по сравнению с контрольным вариантом на 17-66 мг/кг почвы или на 3,3-12,9%. Наибольшая прибавка обменного калия в почве отмечена на вариантах с полным минеральным удобрением и внесением 48 кг/га д.в. калийных удобрений в составе туковой смеси.

Способ заделки минеральных удобрений в почву оказал существенное влияние на изменения содержания обменного калия в сорокасантиметровом слое почвы. При локальном внесении удобрений при посеве от фазы образования корзинки до уборки количество обменного калия оставалось на одном уровне обеспеченности или незначительно повышалась. При разбросном применении удобрений с заделкой культивацией в почву, наоборот, обеспеченность почвы в течение вегетации снижалась. Возможно, это можно объяснить тем, что при внесении удобрений взброс за счёт хемотропизма корневая система растений сафлора охватывала больший объём почвы и, как следствие, более интенсивно поглощала элементы питания из почвы.

В среднем за вегетацию сафлора (образование корзинки - полная спелость) в 2016 году максимальная обеспеченность почвы обменным калием в сорокасантиметровом слое почвы обеспечило применение минеральных удобрений в дозе $N_{72}P_{52}K_{48}$. Прибавка по сравнению с вариантом на естественном фоне плодородия составила 45 мг/кг почвы или 8,9%.

В 2017 году на контрольном варианте отмечено более резкое уменьшение содержания обменного калия в сорокасантиметровом слое почвы по сравнению с 2016 годом. От момента сева до уборки сафлора количество об-

менного калия снизилось на 247 мг/кг почвы или на 46,1%.

Данное существенное снижение невозможно объяснить только потреблением растениями сафлора. Вероятно, основная причина заключается в резком иссушении почвы под сафлором со 130,6 мм перед посевом сафлора в слое 0-100см почвы до 5,8 мм в фазу цветения культуры по обеспеченности продуктивной влагой. Высушивание почвы способствовало необменной фиксации катионов калия в межпакетных пространствах почвенных минералов.

В фазу образования корзинки в 2017 году не зафиксировано преимущество способа внесения удобрений на обеспеченность почвы обменным калием. Но, как и в предыдущий год исследований, на вариантах с внесением минеральных удобрений зафиксировано повышение количества обменного калия по сравнению с контрольным вариантом на 13-34 мг/кг почвы. Максимальная обеспеченность получена на варианте с полным минеральным удобрением в дозе $N_{72}P_{52}K_{48}$ при его использовании вразброс под предпосевную культивацию.

Как и на контроле, содержание обменного калия в 2017 году на вариантах с внесением минеральных удобрений существенно уменьшилось к фазе полной спелости. Максимальное уменьшение обменного калия способствовало разбросное внесение минеральных удобрений под предпосевную культивацию и локально при посеве в дозе $N_{24}P_{52}$, а также с сочетанием применения этой дозы с инокуляцией семян сафлора биопрепаратом. Уменьшение в сравнении с вариантом с естественным фоном плодородия составило 24-48 мг/кг почвы.

В среднем за вегетацию сафлора наибольшая обеспеченность почвы обменным калием в 2017 году, как и в предыдущем 2016 году, выявлена при разбросном применении полного минерального удобрения под предпосевную культивацию в дозе $N_{72}P_{52}K_{48}$. По сравнению с контрольным достигнуто увеличение 11 мг/кг почвы.

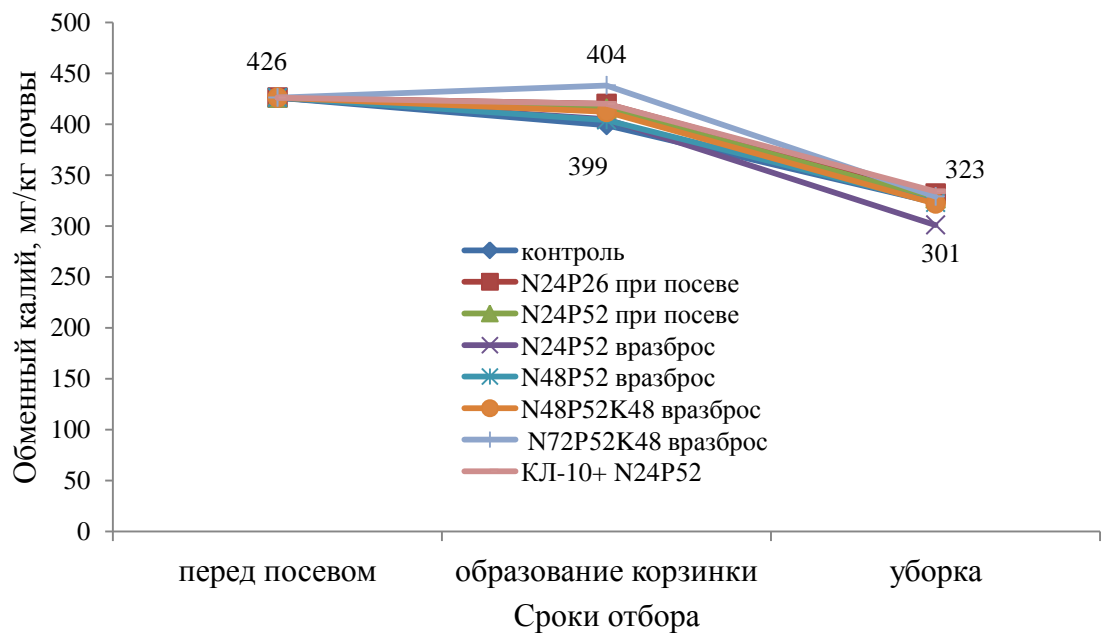
В 2018 году на контрольном варианте от сева до полной спелости масло семян происходило равномерное уменьшение количества обменного калия

в сорокасантиметровом слое почвы, которое составило 41 мг/кг почвы.

При средней обеспеченности почвы обменным калием в фазу образования корзинки наибольшее увеличение обменного калия в почве обеспечивало применение локально при посеве полного минерального удобрения в дозе $N_{24}P_{26}K_{24}$. Повышение количества обменного калия по сравнению с вариантом с естественным плодородием, в слое почвы сорок сантиметров составило 42 мг/кг почвы или 20,0%.

К моменту проведения уборки количество обменного калия в сорокасантиметровом слое почвы снижалось или оставалось на уровне обеспеченности в фазу образования корзинки.

В среднем за 2016-2018 гг. содержание обменного калия в слое почвы 0-40 см составило 426 мг/кг почвы (рисунок 9, приложение 5). На контрольном варианте от посева до фазы полной спелости и момента проведения уборки количество обменного калия уменьшилось на 103 мг/кг почвы.



НСР₀₅

29 мг/кг

$F_{\phi} < F_{т}$

Рисунок 9 - Динамика обменного калия в слое почвы 0-40 см под сафлором в среднем за 2016-2018 гг., мг/кг почвы

В фазу образования корзинки математически достоверное повышение обеспеченности почвы обменным калием отмечено на варианте с примени-

ем полного минерального удобрения в дозе $N_{72}P_{52}K_{48}$. Прибавка в сравнении с вариантом на естественном фоне плодородия 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 среднем за 2016-2018 гг. в среднем за вегетацию наибольшее содержание обменного калия в почве достигнуто на варианте с применением полного минерального удобрения в максимальной дозе $N_{72}P_{52}K_{48}$. Повышение в сравнении с вариантом с естественным фоном плодородия составило 23 мг/кг почвы или 6,4% (рисунок 10).

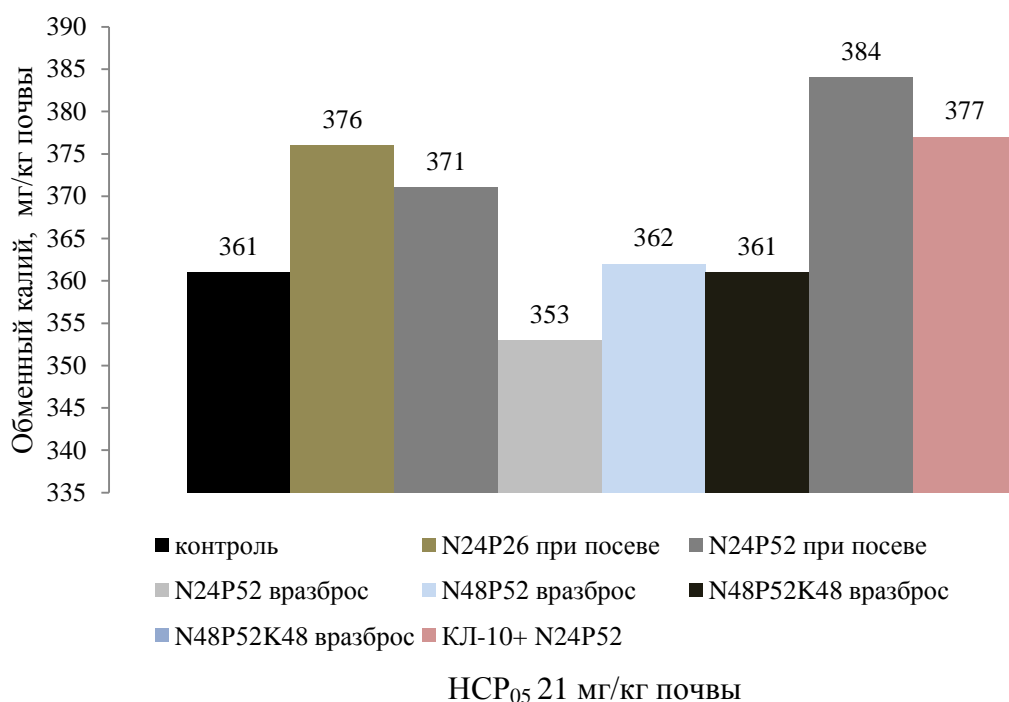


Рисунок 10– Содержание обменного калия в слое почвы 0-40 см в среднем за период вегетации сафлора (образование корзины - полная спелость), кг/га. Среднее за 2016-2018 гг.

4 ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАСТЕНИЙ САФЛОРА И СОДЕРЖАНИЕ В НИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ

В годы исследования, погодные условия, обеспеченность почвы продуктивной влагой, а так же основными элементами питания в течение вегетации оказали наибольшее влияние на формирование биометрических показателей растений сафлора.

Минимальные значения высоты и массы 1 сырого растения - 40 см и 24 г на контрольном варианте в фазу цветения сафлора были сформированы в 2018 году при содержании в метровом слое почвы перед посевом лишь 37,3 мм продуктивной влаги, 24,5 кг/га нитратного азота в шестидесятисантиметровом слое почвы и средней обеспеченности почвы обменным калием 221 мг/кг в сорокасантиметровом слое почвы. Наибольшие биометрические показатели сформированы в 2017 году при содержании в метровом слое почвы в предпосевной период 130,6 мм доступной для растений почвенной влаги – 58 см и 28 г. В 2016 году эти значение в фазу цветения растений сафлора составили 53 см и 27 г (таблица 5).

Использование под предпосевную культивацию в разброс и при посеве минеральных удобрений сафлора в 2016 году в фазу цветения растений обеспечивало статистически достоверное увеличение биометрических показателей. Наибольшими они были при использовании наибольших доз азотно-фосфорного и полного минерального удобрения. Повышение высоты растений по сравнению с контрольным вариантом составляло 5 см или 9,4%, а массы 1 сырого растения - 7 г или 25,9%.

Математически достоверное увеличение высоты и массы растений сафлора в фазу цветения зафиксировано на вариантах с инокуляцией семян биопрепаратами Мизорин и Флавобактерин для обработки семян перед посевом, а также при использовании всех изучаемых биопрепаратов на фоне с азотными и фосфорными удобрениями, внесённых при посеве.

Таблица 5 – Влияние удобрений на биометрические показатели растений сафлора в 2016 году

Варианты	Цветение		Полная спелость	
	высота растения, см	масса 1 сырого растения, г	высота 1 растения, см	масса 1 сырого растения без семян, г
контроль	53	27	60	39
внесение минеральных удобрений при посеве				
N ₂₄ P ₂₆	55	29	63	43
N ₂₄ P ₅₂	55	29	64	44
N ₂₄ P ₂₆ K ₂₄	56	30	66	46
N ₄₈ P ₅₂	57	31	66	47
внесение минеральных удобрений вразброс под предпосевную культивацию				
N ₂₄ P ₅₂	55	29	64	44
N ₄₈ P ₅₂	57	32	67	48
N ₄₈ P ₅₂ K ₄₈	57	32	69	50
N ₇₂ P ₅₂	58	35	70	52
N ₇₂ P ₅₂ K ₄₈	58	35	70	52
внесение минеральных удобрений при посеве и обработка семян биопрепаратами перед посевом				
КЛ-10	53	28	64	43
N ₂₄ P ₅₂ +КЛ-10	55	30	68	45
Мизорин	55	30	66	44
N ₂₄ P ₅₂ +Мизорин	54	32	64	43
Флавобактерин	56	33	67	47
N ₂₄ P ₅₂ +Флавобактерин	58	35	65	46
НСР ₀₅	2	2	3	2

Но максимальные биометрические показатели растений сафлора сформированы на варианте с применением биологического препарата Флавобактерин на фоне внесения при посеве N₂₄P₅₂. Прибавки в повышении высоты и массы растений на этом варианте эквивалентны действию минеральных удобрений, внесённых разбросным способом под предпосевную культивацию, дозой N₇₂P₅₂K₄₈.

К фазе полной спелости в 2016 году биометрические показатели растений на всех вариантах опыта существенно увеличились. Но закономерности, полученные в предыдущую фазу цветения, под влиянием минеральных удобрений и биопрепаратов сохранились и в этот срок проведения учетов.

В 2017 году при более высокой обеспеченности почвы перед посевом сафлора продуктивной влагой 130,6 мм в фазу цветения растений отмечено преимущество разбросного способа применения минеральных удобрений во влиянии на формирование биометрических показателей растений по сравнению с припосевным применением. Вероятно, при более высоком содержании продуктивной влаги распределение гранул минеральных удобрений в почве, заделанных под предпосевную культивацию, способствовали более интенсивному развитию корневой системы растений и нарастанию вегетативной надземной массы по сравнению с удобрениями, внесёнными локально при посеве.

Максимальные биометрические показатели растений получены на вариантах с применением азотно-фосфорного и полного минерального удобрения в дозах $N_{48}P_{52}$ и $N_{48}P_{52}K_{48}$ (таблица 6). На этих вариантах прибавки в увеличении высоты растений сафлора составили по сравнению с контрольным вариантом 7-8 см или 12,1-13,8%, а в повышении массы 1 сырого растения 9-10 г или на 32,1-35,7%.

Увеличение дозы азотных удобрений до 72 кг/га действующего вещества на фоне внесения удобрений фосфорно-калийных и фосфорных не повлияло на повышение в формировании вегетативной массы растений сафлора. Вероятно, это можно объяснить тем, что на фоне очень низкой обеспеченности подвижным фосфором в сорока сантиметровом слое почвы (лишь 8 мг/кг) в предпосевной период поглощение азота растениями сафлора было ограничено дефицитом доступного P_2O_5 .

Как и в предыдущем 2016 году, наибольшие биометрические показатели растений на вариантах с бактериальными препаратами получены на вариантах с применением Флавобактерина для инокуляции семян, как в чистом виде, так и на фоне с азотными и фосфорными удобрениями.

В фазу полной спелости сафлора на контрольном варианте высота растений увеличилась незначительно по сравнению с фазой цветения лишь на 1 см. Более существенным было увеличение вегетативной массы 1 сырого рас-

тения без маслосемян, которое составило 35 г или 125%.

Таблица 6 – Влияние удобрений на биометрические показатели растений сафлора в 2017 году

Варианты	Цветение		Полная спелость	
	высота растения, см	масса 1 сырого растения, г	высота 1 растения, см	масса 1 сырого растения без семян, г
контроль	58	28	59	63
внесение минеральных удобрений при посеве				
N ₂₄ P ₂₆	62	32	65	71
N ₂₄ P ₅₂	63	32	65	72
N ₂₄ P ₂₆ K ₂₄	63	33	66	74
N ₄₈ P ₅₂	63	34	66	75
внесение минеральных удобрений вразброс под предпосевную культивацию				
N ₂₄ P ₅₂	64	35	63	71
N ₄₈ P ₅₂	66	38	66	78
N ₄₈ P ₅₂ K ₄₈	66	38	66	78
N ₇₂ P ₅₂	64	36	66	78
N ₇₂ P ₅₂ K ₄₈	64	36	66	78
внесение минеральных удобрений при посеве и обработка семян биопрепаратами перед посевом				
КЛ-10	62	32	66	70
N ₂₄ P ₅₂ +КЛ-10	64	32	67	73
Мизорин	60	33	67	69
N ₂₄ P ₅₂ +Мизорин	64	33	64	73
Флавобактерин	66	36	66	74
N ₂₄ P ₅₂ +Флавобактерин	66	37	64	70
НСР ₀₅	2	3	2	3

В фазу полной спелости наибольшие биометрические показатели растений сафлора получены на вариантах с применением азотных удобрений вразброс в дозе 48 и 72 кг/га в туковой смеси с фосфорными удобрениями в дозе P₅₂ и фосфорно-калийными P₅₂K₄₈. Увеличение высоты растений в сравнении с вариантом естественным фоном составило 7 см или 11,9%, а массы 1 сырого растения без маслосемян - 15 г или 23,8%.

Как и в предыдущую фазу, наибольшее влияние на формирование вегетативной массы растений получено на варианте с обработкой семян сафлора

перед посевом биопрепаратом Флавобактерин.

В засушливом 2018 году максимальное нарастание вегетативной массы в фазу цветения обусловило применение вразброс под предпосевную культивацию полного минерального удобрения дозой $N_{72}P_{52}K_{48}$. Увеличение высоты надземной массы в сравнении с вариантом с естественным плодородием (контролем) составило 18 см и 7 г - массы 1 сырого растения (таблица 7).

Таблица 7 – Влияние удобрений на биометрические показатели растений сафлора в 2018 году

Варианты	Цветение		Полная спелость	
	высота растения, см	масса 1 сырого растения, г	высота 1 растения, см	масса 1 сырого растения без семян, г
контроль	40	20	42	56
внесение минеральных удобрений при посеве				
$N_{24}P_{26}$	44	23	45	57
$N_{24}P_{52}$	43	23	43	59
$N_{24}P_{26}K_{24}$	46	23	45	61
$N_{48}P_{52}$	45	24	46	62
внесение минеральных удобрений вразброс под предпосевную культивацию				
$N_{24}P_{52}$	44	23	44	56
$N_{48}P_{52}$	48	23	49	58
$N_{48}P_{52}K_{48}$	51	25	58	59
$N_{72}P_{52}$	55	26	58	60
$N_{72}P_{52}K_{48}$	58	27	60	63
внесение минеральных удобрений при посеве и обработка семян биопрепаратами перед посевом				
КЛ-10	46	23	46	61
$N_{24}P_{52}+КЛ-10$	47	24	47	59
Мизорин	49	26	48	59
$N_{24}P_{52}+Мизорин$	48	24	48	60
Флавобактерин	49	26	49	64
$N_{24}P_{52}+Флавобактерин$	46	25	50	65
НСР ₀₅	3	3	3	4

На вариантах с бактериальными препаратами максимальное влияние на биометрические показатели растений получено от обработки семян сафлора перед посевом Мизорином и Флавобактерином. Масса 1 сырого растения на

этих вариантах была практически одинаковой с вариантом, на котором применялось полное минеральное удобрение в дозе $N_{72}P_{52}K_{48}$. Но высота растений была меньше на 9 см или на 18,4%. К фазе полной спелости на контроле высота растений сафлора по сравнению с показателями, полученными в фазу цветения, увеличилась на 2 см, а масса 1 сырого растения - на 36 г или на 180%. В эту фазу на вариантах с минеральными удобрениями сохранилось преимущество полного минерального удобрения, внесённого вразброс под предпосевную культивацию, в наибольшей дозе $N_{72}P_{52}K_{48}$ в нарастании вегетативной массы сафлора. На вариантах с препаратами бактериальными отмечен эффект от Флавобактерина, но при внесении одновременно с азотно-фосфорными удобрениями при посеве.

В среднем за 2016-2018 гг. в фазу цветения на контроле масса 1 сырого растения составила 25 г, а высота растений сафлора - 50 см (таблица 8). На повышение биометрических показателей растений сафлора повлияло внесение минеральных удобрений и биопрепаратов. Наибольшие показатели в формировании массы и высоты растений сафлора получены при внесении полного минерального удобрения дозой $N_{72}P_{52}K_{48}$, внесённого вразброс под предпосевную культивацию. Прибавки в увеличении высоты 1 сырого растения в сравнении с вариантом контрольным - 10 см или 20,0%, в повышении массы - 8 г или 32,0%.

В фазу цветения в среднем за 2016-2018 гг. на вариантах с бактериальными препаратами максимальные биометрические показатели растений сафлора образованы под действием Флавобактерина, применяемого, как на фоне с азотными и фосфорными удобрениями, так и без них. Но высота растений сафлора на 3 см меньше, а масса лишь на 1 г, чем на варианте с дозой $N_{72}P_{52}K_{48}$.

В фазу полной спелости на контроле высота надземной части сафлора увеличивалась в сравнении с показателями, которые были получены в фазу цветения на 4 см или на 8%, а масса 1 сырого растения без учета маслосемян - на 28 г или на 112%.

Таблица 8 – 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	12	7	6

Наибольшие биометрические показатели растений сафлора получены на варианте с внесением азотно-фосфорного минерального удобрения - дозой N₇₂P₅₂ и комплексного – дозой N₇₂P₅₂K₄₈. Существенно увеличилась высота растений по сравнению с контрольным вариантом на 11 см или на 20,4%, а масса 1 сырого растения – на 11 г или на 20,8%.

При применении биопрепаратов более существенным было действие Флавобактерина. Высота растений была лишь на 5 см меньше, чем на варианте с полным минеральным удобрением, внесённым вразброс до посева, в дозе N₇₂P₅₂K₄₈, а масса 1 сырого растения – на 2 грамма.

Анализ содержания NPK в растениях сафлора в фазу полной спелости

маслосемян показал, зависит их концентрация, во-первых, от условий увлажнения в течение вегетации, во вторых ещё в большей степени от применяемых минеральных удобрений и биологических препаратов.

Концентрация азота на контрольном варианте в вегетативной массе растений сафлора в разные годы исследований изменялось в пределах от 0,8 (2017 г.) до 1,9% (2016 г.), (таблица 9).

Таблица 9 - Содержание азота в растениях в фазу полной спелости маслосемян сафлора, % на сухое вещество

Варианты	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее за 2016 – 2018 гг.	Прибавка к контролю
контроль	1,9	0,8	0,9	1,2	-
внесение минеральных удобрений при посеве					
N ₂₄ P ₂₆	2,0	0,8	0,9	1,2	0
N ₂₄ P ₅₂	2,0	0,8	0,8	1,2	0
N ₂₄ P ₂₆ K ₂₄	2,0	0,8	0,8	1,2	0
N ₄₈ P ₅₂	2,1	1,1	0,8	1,3	0,1
внесение минеральных удобрений вразброс под предпосевную культивацию					
N ₂₄ P ₅₂	2,0	1,9	0,8	1,6	0,4
N ₄₈ P ₅₂	2,2	2,0	0,9	1,7	0,5
N ₄₈ P ₅₂ K ₄₈	2,2	2,0	0,9	1,7	0,5
N ₇₂ P ₅₂	2,1	2,0	1,0	1,7	0,5
N ₇₂ P ₅₂ K ₄₈	2,0	2,0	1,1	1,7	0,5
внесение минеральных удобрений при посеве и обработка семян биопрепаратами перед посевом					
КЛ-10	1,9	1,3	0,9	1,4	0,2
N ₂₄ P ₅₂ +КЛ-10	2,0	1,8	1,1	1,6	0,4
Мизорин	1,9	1,4	1,0	1,4	0,2
N ₂₄ P ₅₂ +Мизорин	2,0	1,7	1,2	1,6	0,4
Флавобактерин	2,2	2,1	1,0	1,8	0,6
N ₂₄ P ₅₂ +Флавобактерин	2,2	2,2	1,1	1,8	0,6
НСР ₀₅	0,1	0,4	0,3	0,5	-

В 2016 году внесение минеральных удобрений локально при посеве и вразброс под предпосевную культивацию во всех дозах статистически достоверно повышало содержание азота в вегетативной массе сафлора на 0,1-0,3% по сравнению с контролем. Наибольшая концентрация азота получена на ва-

риантах с внесением вразброс азотно-фосфорного и полного минерального удобрения в дозах $N_{48}P_{52}$ и $N_{48}P_{52}K_{48}$. При повышении дозы азота до 72 кг/га действующего вещества способствовало уменьшению в содержании азота в самих растениях сафлора. Это, безусловно, связано с «эффектом» ростового разбавления, так как на вариантах с дозами удобрений $N_{72}P_{52}$ и $N_{72}P_{52}K_{48}$ сформирована наибольшая вегетативная масса растений сафлора.

В 2016 году, на вариантах с бактериальными препаратами накопление максимальной концентрации азота в растениях сафлора повлияло внесение Флавобактерина с одновременным применением азотно-фосфорных удобрений, а так же использование Флавобактерина в чистом виде. Повышение в сравнении с контролем на этих вариантах опыта составляло 0,3%.

В 2017 году на фоне более высокой обеспеченности почвы продуктивной влагой в предпосевной период (130,6 мм) и очень низкого содержания фосфора 8,0 мг/кг в слое почвы 0-40 см наибольшую концентрацию азота в растениях сафлора обеспечивало внесение минеральных удобрений разбросным способом под предпосевную культивацию. Содержание азота увеличивалось по сравнению с контролем на 1,1-1,2%. На вариантах с биопрепаратами также максимальная концентрация азота, как и в предыдущем 2016 году, достигнута на вариантах с применением Флавобактерина.

В засушливом 2018 году в фазу полной спелости маслосемян сафлора статистически достоверное увеличение содержания азота в растениях сафлора получено только на варианте с применением биопрепарата Мизорин с одновременным внесением азотно-фосфорных удобрений.

За 2016-2018 гг. в среднем на варианте с естественным фоном содержание азота в растениях сафлора в фазу полной спелости составило 1,2%. Статистически достоверное повышение концентрации азота в растениях сафлора обеспечивало применение азотно-фосфорных удобрений в дозах $N_{48}P_{52}$ и $N_{72}P_{52}$, а также комплексного минерального удобрения, которое вносили вразброс под предпосевную культивацию. По сравнению с контролем прибавка составила 0,5%.

На варианте с инокуляцией семян сафлора Флавобактерином в среднем за годы исследования, отмечено максимальное повышение концентрации азота по сравнению с контрольным вариантом на 0,6%. Это на 0,1% больше, чем на варианте с максимальной дозой полного минерального удобрения $N_{72}P_{52}K_{48}$. Наибольшее влияние на содержание общего фосфора в вегетативной массе растений сафлора оказала исходная обеспеченность почвы подвижным фосфором и условия влагообеспеченности почвы в течение вегетации культуры.

В 2016 году в растениях сафлора на контрольном варианте достигнута максимальная концентрация общего фосфора, которая составила 0,35% (таблица 10).

Таблица 10 - Содержание фосфора в растениях сафлора в фазу полной спелости семян сафлора, % на сухое вещество

Варианты	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее за 2016 – 2018 гг.	Прибавка к контролю
контроль	0,35	0,08	0,12	0,18	-
внесение минеральных удобрений при посеве					
$N_{24}P_{26}$	0,35	0,09	0,14	0,19	0,01
$N_{24}P_{52}$	0,35	0,09	0,14	0,19	0,01
$N_{24}P_{26}K_{24}$	0,35	0,09	0,14	0,19	0,01
$N_{48}P_{52}$	0,35	0,10	0,14	0,19	0,01
внесение минеральных удобрений вразброс под предпосевную культивацию					
$N_{24}P_{52}$	0,34	0,09	0,15	0,19	0,01
$N_{48}P_{52}$	0,30	0,09	0,17	0,19	0,01
$N_{48}P_{52}K_{48}$	0,29	0,10	0,14	0,18	0
$N_{72}P_{52}$	0,31	0,09	0,14	0,18	0
$N_{72}P_{52}K_{48}$	0,32	0,10	0,14	0,19	0,01
внесение минеральных удобрений при посеве и обработка семян биопрепаратами перед посевом					
КЛ-10	0,31	0,08	0,12	0,17	0
$N_{24}P_{52}$ +КЛ-10	0,33	0,10	0,13	0,19	0,01
Мизорин	0,30	0,09	0,12	0,17	0
$N_{24}P_{52}$ +Мизорин	0,33	0,10	0,15	0,19	0,01
Флавобактерин	0,30	0,09	0,14	0,18	0
$N_{24}P_{52}$ +Флавобактерин	0,33	0,11	0,15	0,20	0,02
НСР ₀₅	0,12	0,04	0,03	0,04	-

Это обусловлено содержанием перед посевом в сорокасантиметровом слое почвы 16,8 мг/кг подвижного фосфора, что характеризуется как средняя обеспеченность по градации Мачигина. В 2017 году при очень низкой обеспеченности почвы лишь 8 мг/кг до посева сафлора содержание общего фосфора в растениях сафлора на контроле составляло 0,08%. В 2018 году, несмотря на самое высокое содержание в почве подвижного фосфора перед посевом в сорокасантиметровом слое 19,3 мг/кг, из-за низкой обеспеченности почвы продуктивной влагой в течение вегетации содержание общего фосфора в растениях сафлора составляло лишь 0,12%.

В 2016 году на вариантах снесением минеральных удобрений разбросным способом под предпосевную культивацию и биопрепаратов, как на фоне минеральных удобрений, так и без них, концентрация фосфора в растениях сафлора математически достоверно снижалась. Это, безусловно, связано с формированием на этих вариантах наибольшей вегетативной массы растений в течение вегетации. При внесении минеральных удобрений локально при посеве концентрация общего фосфора в растениях сафлора соответствовала содержанию этого элемента на контрольном варианте.

В 2017 году, несмотря на низкую исходную обеспеченность почвы подвижным фосфором, существенного увеличения содержания общего фосфора в растениях сафлора не отмечено под действием фосфорных удобрений. Получены лишь тенденции в увеличении концентрации фосфора в растениях сафлора.

В 2018 году наибольшее влияние на увеличение концентрации общего фосфора в растениях сафлора достигнуто при допосевном использовании минеральных удобрений разбросным способом в дозах $N_{24}P_{52}$ и $N_{48}P_{52}$, а также на вариантах с бактериальными препаратами Мизорин и Флавобактерин на фоне минеральных удобрений. По сравнению с контролем прибавка составила 0,03-0,05%.

За 2016-2018 гг. в среднем на контрольном варианте концентрация общего фосфора в растениях сафлора в фазу полной спелости составило 0,18%.

Под действием минеральных удобрений и биопрепаратов отмечена только тенденция в повышении концентрации общего фосфора в растениях на 0,01-0,02%. Но данные увеличение меньше НСР опыта.

Анализ результатов содержания общего калия в растениях сафлора в фазу полной спелости показал, что его концентрация практически не изменялась под влиянием минеральных удобрений, обеспеченности почвы обменным калием и продуктивной влагой в течение вегетации (таблица 11).

Таблица 11 - Содержание калия в растениях сафлора в фазу полной спелости маслосемян сафлора, % на сухое вещество

Варианты	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее за 2016 – 2018 гг.	Прибавка
контроль	1,6	1,5	1,6	1,6	-
внесение минеральных удобрений при посеве					
N ₂₄ P ₂₆	1,7	1,5	1,6	1,6	0
N ₂₄ P ₅₂	1,7	1,5	1,6	1,6	0
N ₂₄ P ₂₆ K ₂₄	1,9	1,6	1,7	1,7	0,1
N ₄₈ P ₅₂	1,8	1,6	1,5	1,6	0
внесение минеральных удобрений вразброс под предпосевную культивацию					
N ₂₄ P ₅₂	1,8	1,5	1,5	1,6	0
N ₄₈ P ₅₂	1,9	1,5	1,5	1,6	0
N ₄₈ P ₅₂ K ₄₈	1,9	1,8	1,5	1,7	0,1
N ₇₂ P ₅₂	1,7	1,7	1,7	1,7	0,1
N ₇₂ P ₅₂ K ₄₈	1,8	1,7	1,8	1,8	
внесение минеральных удобрений при посеве и обработка семян биопрепаратами перед посевом					
КЛ-10	1,6	1,5	1,6	1,6	0
N ₂₄ P ₅₂ +КЛ-10	1,7	1,6	1,5	1,6	0
Мизорин	1,5	1,6	1,6	1,6	0
N ₂₄ P ₅₂ +Мизорин	1,7	1,6	1,7	1,7	0,1
Флавобактерин	1,5	1,5	1,7	1,6	0
N ₂₄ P ₅₂ +Флавобактерин	1,7	1,7	1,8	1,7	0,1
НСР ₀₅	0,4	0,4	0,3	0,2	0

В среднем за три года полевых опытов содержание калия в вегетативной массе растений сафлора соответствовало практически одному уровню и варьировало в пределах от 1,6 до 1,7%.

Содержание общего азота в маслосеменах сафлора на контрольном варианте в фазу полной спелости было достаточно сходным и незначительно варьировало в пределах от 2,10 (2016 г.) до 2,15% (2017 г.), (таблица 12).

Таблица 12 - Содержание азота в маслосеменах сафлора, % на сухое вещество

Варианты	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее за 2016 – 2018 гг.	Прибавка к контролю
контроль	2,10	2,15	2,13	2,13	-
внесение минеральных удобрений при посеве					
N ₂₄ P ₂₆	2,17	2,16	2,15	2,16	0,03
N ₂₄ P ₅₂	2,20	2,16	2,15	2,17	0,04
N ₂₄ P ₂₆ K ₂₄	2,20	2,17	2,16	2,16	0,03
N ₄₈ P ₅₂	2,19	2,18	2,15	2,17	0,04
внесение минеральных удобрений вразброс под предпосевную культивацию					
N ₂₄ P ₅₂	2,17	2,15	2,13	2,15	0,02
N ₄₈ P ₅₂	2,17	2,19	2,16	2,17	0,04
N ₄₈ P ₅₂ K ₄₈	2,16	2,18	2,15	2,16	0,03
N ₇₂ P ₅₂	2,20	2,18	2,21	2,20	0,07
N ₇₂ P ₅₂ K ₄₈	2,21	2,19	2,20	2,20	0,07
внесение минеральных удобрений при посеве и обработка семян биопрепаратами перед посевом					
КЛ-10	2,11	2,18	2,15	2,15	0,02
N ₂₄ P ₅₂ +КЛ-10	2,15	2,20	2,15	2,17	0,04
Мизорин	2,12	2,21	2,16	2,16	0,03
N ₂₄ P ₅₂ +Мизорин	2,17	2,18	2,14	2,16	0,03
Флавобактерин	2,20	2,18	2,16	2,18	0,02
N ₂₄ P ₅₂ +Флавобактерин	2,19	2,20	2,16	2,18	0,05
НСР ₀₅	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03

В 2016 году в маслосеменах сафлора под действием минеральных удобрений зафиксировано значительное увеличение концентрации азота по сравнению с контролем на всех вариантах опыта. Прибавки составляли 0,06-0,10%. Максимум концентрации азота достигнут на вариантах с применением до посева минеральных удобрений в дозах N₇₂P₅₂ и N₇₂P₅₂K₄₈.

На вариантах с биопрепаратами без применения азотно-фосфорных удобрений существенное увеличение концентрации азота в маслосеменах

получено только при использовании для обработки семян Флавобактерина.

При использовании бактериальных препаратов на фоне минеральных азотных и фосфорных удобрений математически достоверное увеличение в содержании общего азота получено со всеми биопрепаратами. Но максимум достигнут на варианте с Флавобактерином.

В 2017 году существенное увеличение концентрации азота в маслосеменах сафлора достигнуто на вариантах с минеральными удобрениями, в составе которых азот вносили в дозах 48 и 72 кг/га действующего вещества, а также на всех вариантах с использованием биопрепаратов и их совместным применением с азотно-фосфорными удобрениями. Наибольшее увеличение в содержании азота в этот год полевых опытов достигнуто при использовании биопрепарата Мизорин. Прибавка к контрольному варианту составила 0,06%.

В 2018 году существенное увеличение в содержании общего азота в маслосеменах сафлора получено лишь на вариантах с максимальными дозами минеральных удобрений $N_{72}P_{52}$ и $N_{72}P_{52}K_{48}$.

За 2016-2018 гг. в среднем на контроле концентрация азота в маслосеменах сафлора достигала 2,13%. Статистически достоверное повышение концентрации общего азота зафиксировано на всех вариантах опыта, за исключением вариантов с применением вразброс до посева минеральных азотных и фосфорных удобрений в дозе $N_{24}P_{52}$ и бактериального препарата КЛ-10. Прибавки достигали по сравнению с контрольным вариантом 0,03-0,07%. На вариантах с минеральными удобрениями в дозах $N_{72}P_{52}$ и $N_{72}P_{52}K_{48}$, которые вносили разбросным способом под предпосевную культивацию получено максимальное увеличение.

Содержание общего фосфора в маслосеменах сафлора на контрольном варианте в годы проведения полевых опытов было достаточно сходным (0,54-0,57% (таблица 13). Концентрация фосфора в маслосеменах сафлора в фазу полной спелости мало зависела от изучаемых агрохимических приемов и погодных условий.

Таблица 13 - Содержание фосфора в маслосеменах сафлора, % на сухое вещество

Варианты	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее за 2016 – 2018 гг.	Прибавка
контроль	0,56	0,57	0,54	0,56	-
внесение минеральных удобрений при посеве					
N ₂₄ P ₂₆	0,57	0,60	0,55	0,57	0,01
N ₂₄ P ₅₂	0,60	0,61	0,60	0,60	0,04
N ₂₄ P ₂₆ K ₂₄	0,56	0,54	0,56	0,55	0
N ₄₈ P ₅₂	0,57	0,58	0,58	0,58	0,02
внесение минеральных удобрений вразброс под предпосевную культивацию					
N ₂₄ P ₅₂	0,59	0,61	0,60	0,60	0,04
N ₄₈ P ₅₂	0,58	0,60	0,57	0,58	0,02
N ₄₈ P ₅₂ K ₄₈	0,55	0,58	0,56	0,56	0
N ₇₂ P ₅₂	0,57	0,55	0,56	0,56	0
N ₇₂ P ₅₂ K ₄₈	0,56	0,56	0,55	0,57	0
внесение минеральных удобрений при посеве и обработка семян биопрепаратами перед посевом					
КЛ-10	0,55	0,58	0,55	0,56	0
N ₂₄ P ₅₂ +КЛ-10	0,57	0,59	0,55	0,57	0,01
Мизорин	0,54	0,60	0,58	0,57	0,01
N ₂₄ P ₅₂ +Мизорин	0,56	0,62	0,56	0,58	0,01
Флавобактерин	0,58	0,60	0,61	0,60	0,04
N ₂₄ P ₅₂ +Флавобактерин	0,57	0,59	0,55	0,57	0,01
НСР ₀₅	0,04	0,05	0,03	0,03	-

В 2016 году математически достоверное увеличение содержания общего фосфора в маслосеменах сафлора получено лишь на варианте с дозой минеральных удобрений N₂₄P₅₂, внесённых локально при посеве сафлора. В 2017 году прибавка в увеличении этого показателя обеспечивало обработка семян сафлора биопрепаратом Мизорин и при посеве их на варианте с фоном азотно-фосфорных удобрений в дозе N₂₄P₅₂. В засушливом 2018 году концентрация фосфора увеличивалась на вариантах с минеральными удобрениями в дозах N₂₄P₅₂ и N₄₈P₅₂, внесёнными вразброс до посева или при посеве локально сеялками. В 2018 году применение биопрепаратов Флавобактерин и Мизорин при посеве сафлора без минеральных удобрений способствовало увеличению концентрации фосфора в маслосеменах сафлора.

За 2016-2018 гг. в среднем содержание фосфора на контрольном варианте в маслосеменах сафлора составило 0,56%. Математически достоверное увеличение концентрации фосфора в маслосеменах получено при применении минеральных удобрений разбросным способом локально при посеве в дозе $N_{24}P_{52}$ и обработкой семян перед посевом препаратом Флавобактерин, которое в сравнении с вариантом с естественным фоном плодородия составило 0,04%.

В маслосеменах сафлора содержание калия было практически одинаковым во все годы, в которые осуществлялись полевые опыты, что составило 0,62-0,63% (таблица 14).

Таблица 14 - Содержание калия в маслосеменах сафлора, % на сухое вещество

Варианты	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее за 2016 – 2018 гг.	Прибавка к контролю
контроль	0,62	0,63	0,62	0,62	-
внесение минеральных удобрений при посеве					
$N_{24}P_{26}$	0,62	0,63	0,61	0,62	0
$N_{24}P_{52}$	0,62	0,61	0,61	0,61	0
$N_{24}P_{26}K_{24}$	0,63	0,64	0,63	0,63	0,01
$N_{48}P_{52}$	0,63	0,63	0,64	0,63	0,01
внесение минеральных удобрений вразброс под предпосевную культивацию					
$N_{24}P_{52}$	0,63	0,62	0,61	0,62	0
$N_{48}P_{52}$	0,64	0,62	0,63	0,63	0,01
$N_{48}P_{52}K_{48}$	0,62	0,65	0,63	0,63	0,01
$N_{72}P_{52}$	0,63	0,62	0,63	0,63	0,01
$N_{72}P_{52}K_{48}$	0,60	0,63	0,62	0,62	0
внесение минеральных удобрений при посеве и обработка семян биопрепаратами перед посевом					
КЛ-10	0,62	0,63	0,62	0,62	0
$N_{24}P_{52}$ +КЛ-10	0,63	0,62	0,63	0,63	0
Мизорин	0,61	0,63	0,63	0,62	0
$N_{24}P_{52}$ +Мизорин	0,62	0,63	0,63	0,63	0
Флавобактерин	0,63	0,62	0,64	0,63	0,01
$N_{24}P_{52}$ +Флавобактерин	0,62	0,61	0,62	0,62	0
НСР ₀₅	0,04	0,05	0,04	0,03	0

Этот показатель не зависел от изучаемых агрохимических приемов, погодных условий и обеспеченности почвы обменным калием.

5 ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ САФЛОРА И КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ

5.1 Действие удобрений на урожайность сафлора

Урожайность сельскохозяйственных культур, является результатом эффективности разнообразных технологических приемов в сельскохозяйственном производстве, а так же и использование удобрений.

Урожайность маслосемян сафлора на контроле была низкой и практически одинаковой в 2016 и 2018 гг. 0,92-0,94 т/га, в 2017 г. – 1,11 т/га, это можно объяснить тем, что во второй половине вегетации сафлора в годы, когда проводились исследования, была низкая влагообеспеченность почвы (таблица 15).

Применение под предпосевную культивацию минеральных удобрений в 2016 году способствовало более существенному повышению урожайности маслосемян сафлора по сравнению с локальным припосевным применением. Наибольшее увеличение по сравнению с контролем отмечено на варианте с дозой минеральных удобрений $N_{48}P_{52}$, которое дало 0,26 т/га или 28,3%. Повышение дозы азотных удобрений, как и добавление калия к азотно-фосфорным удобрениям снижало урожайность сафлора.

На вариантах с применением бактериальных препаратов наибольшее увеличение урожайности достигнуто при инокуляции семян перед посевом Флавобактерином. Прибавка по отношению к контролю - 0,20 т/га или 21,7%. Что всего лишь на 0,06 т/га или на 6,6% меньше, в сравнении с вариантом на котором вносили минеральные удобрения в дозе $N_{48}P_{52}$ разбросным способом до посева.

В 2017 году математически достоверное увеличение урожайности маслосемян сафлора обеспечило применение минеральных удобрений вразброс и при посеве культуры. Но наибольшая прибавка отмечается на варианте с

внесением полного минерального удобрения в дозе $N_{48}P_{52}K_{48}$ - 0,26 т/га или 23,7%. Возможно, при более высокой обеспеченности продуктивной влагой в допосевной период действие хлора из хлористого калия в составе туковой смеси было менее угнетающим на растения, чем в предыдущий год проведения полевых опытов.

Таблица 15 – 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
$N_{24}P_{52}$ +Флавобакте рин	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		

На вариантах с биопрепаратами в 2017 году применение Флавобактерина и КЛ-10 способствовало увеличению урожайности маслосемян на 0,14 т/га или на 12,3%. При совместном использовании биопрепарата КЛ-10 с одновременным внесением минеральных удобрений отмечена лишь тенденция

в повышении урожайности, а с препаратом Флавобактерин, наоборот, резкое снижение урожайности маслосемян.

В 2018 году отмечены практически одинаковые зависимости в действии минеральных удобрений и биопрепаратов на урожайность маслосемян, как и в 2016 году. Наибольшая прибавка проявилась на варианте с минеральным удобрением дозой $N_{48}P_{52}$, внесенной под предпосевную, которая по сравнению с контролем - 0,24 т/га или 25,5%. От биопрепарата Флавобактерин прибавка меньше лишь на 0,04 т/га (4,2%).

Во все годы проведения полевых опытов локальное применение минеральных удобрений при посеве было менее эффективно, чем разбросное внесение в эквивалентных дозах. Возможно, удобрения, которые вносились непосредственно в рядки при посеве, угнетали развитие растений сафлора, так как концентрация почвенного раствора увеличивалась при дефиците почвенной влаги, особенно на начальном этапе вегетации.

В среднем за 3 года исследований урожайность сафлора на контроле составила 1,03 т/га (таблица 16). Наибольший эффект был зафиксирован от применения минеральных удобрений в дозе $N_{48}P_{52}$ которую вносили под предпосевную культивацию. На этом варианте Урожайность возросла по сравнению с контролем на 0,19 т/га или на 18,4%.

Обработка семян сафлора Флавобактерином непосредственно перед посевом обеспечивало повышение урожайности на 0,14 т/га (13,6%). Что меньше лишь на 0,05 т/га или на 4,8% в сравнении с вариантом минеральных удобрений в дозе $N_{48}P_{52}$, которая вносилась под предпосевную культивацию. Внесение биопрепарата Флавобактерин с одновременным применением удобрений в дозе $N_{24}P_{52}$ снижало эффект. Возможно, при дефиците влаги в предпосевной период на фоне минеральных удобрений развитие ассоциативных бактерий угнеталось из-за увеличения концентрации почвенного раствора и, как следствие, это приводило к уменьшению урожайности сафлора.

Таблица 16- 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	

Анализ структуры урожайности сафлора в годы проведения полевых опытов показал, что повышение урожайности маслосемян сафлора под действием минеральных удобрений и биопрепаратов обусловлено, прежде всего, увеличением количества корзинок на одном растении (приложение 6, приложение 7, приложение 8).

В благоприятный по увлажнению 2017 год, урожайность вегетативной массы сафлора на контрольном варианте была наивысшей 7,1 т/га, в 2016 г. – 6,6 и 6,2 т/га в 2018 г., а в среднем за годы исследования – 18,8 т/га (таблица 17).

В среднем за годы исследования математически достоверное увеличение урожайности вегетативной массы сафлора на всех вариантах опыта, кро-

ме внесения комплексного минерального удобрения во всех дозах и всеми способами внесения и азотно-фосфорных удобрений в дозе $N_{48}P_{52}$, внесённые при посеве локально. Как было отмечено, это связано, по-видимому, с наличием хлора в составе смешанного удобрения и увеличением концентрации почвенного раствора при дефиците доступной для растений влаги.

Таблица 17- Урожайность вегетативной массы растений сафлора, т/га

Варианты	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее за 2016-2018 гг.	Прибавка к контролю	
					т/га	%
контроль	6,6	7,1	6,2	6,6	-	-
внесение минеральных удобрений при посеве						
$N_{24}P_{26}$	7,2	8,1	7,5	7,6	1,0	14,6
$N_{24}P_{26}K_{24}$	6,5	7,8	7,2	7,2	0,5	8,0
$N_{24}P_{52}$	6,9	8,1	7,8	7,2	1,0	14,6
$N_{48}P_{52}$	7,2	7,8	6,5	7,2	0,5	8,0
внесение минеральных удобрений вразброс под предпосевную культивацию						
$N_{24}P_{52}$	7,4	8,1	6,9	7,5	0,8	12,6
$N_{48}P_{52}$	7,5	8,1	7,2	7,6	1,0	14,6
$N_{48}P_{52}K_{48}$	7,2	8,4	6,2	7,3	0,6	9,5
$N_{72}P_{52}$	7,4	8,1	7,5	7,7	1,0	15,6
$N_{72}P_{52}K_{48}$	6,8	8,1	6,8	7,2	0,6	9,0
внесение минеральных удобрений при посеве и обработка семян биопрепаратами перед посевом						
КЛ-10	7,5	8,1	7,2	7,6	1,0	14,6
$N_{24}P_{52}$ +КЛ-10	7,5	7,6	6,5	7,2	0,6	8,5
Мизорин 7	7,1	8,5	6,8	7,5	0,8	14,6
$N_{24}P_{52}$ +Мизорин 7	7,1	8,8	7,2	7,7	1,1	16,1
Флавобактерин	7,8	9,4	7,8	8,3	1,7	25,6
$N_{24}P_{52}$ +Флавобактерин	7,8	8,8	8,2	8,3	1,6	24,6
НСР ₀₅	0,5	0,4	0,3	0,7		

На вариантах с бактериальным препаратом Флавобактерин, как на фоне с минеральными удобрениями, так и без их внесения получено наибольшее влияние на урожайность вегетативной массы. Прибавка в сравнении с вариантом с естественным фоном плодородия составила 1,6-1,7 т/га или 24,6-25,6%.

5.2 Масличность и сбор масла в урожае сафлора

Чтобы оценить эффективность применения минеральных удобрений и бактериальных препаратов важно учесть их действие и на качество семян сафлора. За три года исследований на всех вариантах опыта, содержание масла в семенах сафлора изменялось незначительно - 35,7–36,3% (таблица 18).

Таблица 18 - Влияние минеральных удобрений и бактериальных препаратов на масличность сафлора, %

Варианты	Масличность, %	Прибавка к контролю, %	Масличность, %	Прибавка к контролю, %	Масличность, %	Прибавка к контролю, %	Средняя за 3 года	Прибавка к контролю, %
	2016 г.		2017 г.		2018 г.			
Контроль	36,0	-	36,0	-	36,0	-	36,0	-
внесение минеральных удобрений при посеве								
N ₂₄ P ₂₆	36,0	0	36,5	0,5	36,3	0,3	36,3	0,3
N ₂₄ P ₂₆ K ₂₄	36,3	0,3	35,4	0	36,0	0	35,9	0
N ₂₄ P ₅₂	36,0	0	36,1	0,1	36,1	0,1	36,1	0,1
N ₄₈ P ₅₂	35,5	0	35,9	0	35,7	0	35,7	0
внесение минеральных удобрений вразброс под предпосевную культивацию								
N ₂₄ P ₅₂	36,0	0	36,4	0,4	36,2	0,2	36,2	0,2
N ₄₈ P ₅₂	35,9	0	36,1	0,1	36,0	0	36,0	0
N ₄₈ P ₅₂ K ₄₈	34,9	0	35,2	0	35,2	0	35,1	0
N ₇₂ P ₅₂	35,7	0	36,0	0	36,0	0	35,9	0
N ₇₂ P ₅₂ K ₄₈	35,5	0	35,8	0	35,8	0	35,7	0
внесение минеральных удобрений при посеве и обработка семян биопрепаратами перед посевом								
КЛ-10	36,1	0,1	36,5	0,5	36,4	0,4	36,3	0,3
N ₂₄ P ₅₂ +КЛ-10	36,6	0,6	35,7	0	36,3	0,3	36,2	0,2
Мизорин	35,8	0	36,1	0,1	36,2	0,2	36,0	0
N ₂₄ P ₅₂ +Мизорин	36,3	0,3	36,3	0,3	36,3	0,3	36,3	0,3
Флавобактерин	36,0	0	35,7	0	36,0	0	35,9	0
N ₂₄ P ₅₂ +Флавобактерин	36,2	0,2	36,4	0,4	36,1	0,1	36,2	0,2
НСР ₀₅	0,95		0,89		0,96		0,96	

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что как минеральные удобрения, так и бактериальные препараты незначительно влияли на содержание масла в семенах сафлора. Выход масла в урожай является важным комплексным показателем для оценки эффективности исследуемых приемов.

На варианте с естественным фоном плодородия выход масла с 1 га в урожай семян сафлора в 2016 году был наименьшим - 305 кг/га, в 2017 году максимальным - 368 кг/га (таблица 19). Что касается 2018 года, то этот показатель достигал 339 кг/га.

Таблица 19 - Влияние минеральных удобрений и бактериальных препаратов на выход масла в урожай сафлора, кг/га

Варианты	2016 г.	Прибавка к контролю		2017 г.	Прибавка к контролю		2018 г.	Прибавка к контролю	
		кг/га	%		кг/га	%		кг/га	%
контроль	305	-	-	368	-	-	339	-	-
внесение минеральных удобрений при посеве									
N ₂₄ P ₂₆	335	30	9,8	413	45	12,2	381	42	12,4
N ₂₄ P ₂₆ K ₂₄	337	32	10,5	397	29	7,9	380	41	12,1
N ₂₄ P ₅₂	335	30	9,8	415	47	12,8	375	36	10,6
N ₄₈ P ₅₂	314	9	3,0	399	31	8,4	345	6	1,8
внесение минеральных удобрений вразброс под предпосевную культивацию									
N ₂₄ P ₅₂	361	56	18,4	432	64	17,4	395	56	16,5
N ₄₈ P ₅₂	389	84	27,5	435	67	18,2	427	88	26,0
N ₄₈ P ₅₂ K ₄₈	347	42	13,8	444	76	20,7	380	41	12,1
N ₇₂ P ₅₂	365	60	19,7	431	63	17,1	382	43	12,7
N ₇₂ P ₅₂ K ₄₈	346	41	13,4	425	57	15,5	367	28	8,3
внесение минеральных удобрений при посеве и обработка семян биопрепаратами перед посевом									
КЛ-10	312	7	2,3	420	52	14,1	356	17	5,0
N ₂₄ P ₅₂ +КЛ-10	360	55	18,0	417	49	13,3	390	51	15,0
Мизорин	313	8	2,6	399	31	8,4	364	45	13,3
N ₂₄ P ₅₂ +Мизорин	341	36	11,8	381	13	3,5	387	48	14,2
Флавобактерин	371	66	21,6	411	43	11,7	412	73	21,5
N ₂₄ P ₅₂ +Флавобак-терин	360	55	18,0	388	20	5,4	390	51	15,0
НСР ₀₅		33			31			26	

Так как минеральные удобрения и бактериальные препараты оказывали незначительное действие на изменения содержания масла в семенах сафлора, то повышение выхода масла в урожае в большей степени зависела от прибавок урожайности маслосемян. Максимальная прибавка в выходе масла в урожае семян сафлора достигнута в 2016 году на варианте с дозой $N_{48}P_{52}$, которую вносили до посева, которая составила 84 кг/га или 27,5%, в 2017 году $N_{48}P_{52}K_{48}$ – 76 кг/га или 20,7%, 88 кг/га или 26,0% в 2018 г. Среди изучаемых биопрепаратов наибольший эффект было отмечен от Флавобактерина. Но прибавки в увеличении выхода масла в урожае маслосемян сафлора под его действием были меньше, в отличие от минеральных удобрений.

В среднем за годы исследования 2016-2018 гг. в урожае сафлора на контроле выход масла составил - 337 кг/га (таблица 20).

Таблица 20 - Выход масла в урожае сафлора в среднем за 2016-2018 гг., кг/га

Варианты	Сбор масла, кг/га	Прибавка к контролю	
		кг/га	%
контроль	337	-	-
внесение минеральных удобрений при посеве			
$N_{24}P_{26}$	376	39	11,6
$N_{24}P_{26}K_{24}$	371	34	10,1
$N_{24}P_{52}$	375	38	11,3
$N_{48}P_{52}$	353	16	4,7
внесение минеральных удобрений вразброс под предпосевную культивацию			
$N_{24}P_{52}$	396	59	17,5
$N_{48}P_{52}$	417	80	23,7
$N_{48}P_{52}K_{48}$	390	53	15,7
$N_{72}P_{52}$	393	56	16,6
$N_{72}P_{52}K_{48}$	379	42	12,5
внесение минеральных удобрений при посеве и обработка семян биопрепаратами перед посевом			
КЛ-10	363	26	7,7
$N_{24}P_{52}$ +КЛ-10	389	52	15,4
Мизорин	359	22	6,5
$N_{24}P_{52}$ +Мизорин	370	33	9,8
Флавобактерин	398	61	18,1
$N_{24}P_{52}$ +Флавобактерин	379	42	12,5
НСР ₀₅		23	

Максимальное влияние на этот показатель оказало применение азотно-фосфорных удобрений в дозе $N_{48}P_{52}$. Увеличение в сборе масла составило 80 кг/га или 23,7%.

Среди изучаемых биопрепаратов наиболее эффективна обработка семян сафлора перед посевом Флавобактерином. Прибавка в сравнении с контролем - 61 кг/га или 18,1%. Этот показатель меньше на 19 кг/га (5,6%), чем на оптимальном варианте с минеральными удобрениями в дозе $N_{48}P_{52}$, внесёнными вразброс под предпосевную культивацию.

6 ВЫНОС И БАЛАНС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ САФЛОРА

Наибольший вынос азота маслосеменами сафлора на контрольном варианте получен в 2017 году 21 кг/га (таблица 21). Практически одинаковым он был в 2016 и 2018 гг. – 17 кг/га. В среднем за годы исследования 2016-2018 гг. он достигал 18 кг/га.

Внесение минеральных удобрений вразброс до посева и локально при посеве обеспечивало статистически достоверное увеличение выноса азота маслосеменами сафлора в годы исследования. Кроме варианта с применением минеральных азот и фосфора содержащих удобрений при посеве в максимальной дозе $N_{48}P_{52}$.

Максимальный вынос азота в 2016 и 2018 гг. маслосеменами сафлора достигнут на вариантах с использованием азотно-фосфорных удобрений в дозе $N_{48}P_{52}$, внесёнными вразброс под предпосевную культивацию, а в 2017 году – от минерального удобрения в дозе $N_{48}P_{52}K_{48}$. В среднем за годы проведённых опытов прибавки в увеличении выноса азота составили 4-5 кг/га или 22,2-27,8%.

Вынос азота вегетативной массой растений сафлора был существенно больше, чем маслосеменами. В 2016 году на контроле он составил 108 кг/га, в 2017 и 2018 гг. 49 и 48 кг/га соответственно, а в среднем за 3 года – 68 кг/га.

Наибольшее потребление азота растениями сафлора (без маслосемян) к фазе полной спелости отмечено на вариантах с разбросным внесением минеральных удобрений до посева. Но зависимости от дозы удобрений не выявлено, так как в 2016 году максимум достигнут на варианте с применением $N_{48}P_{52}$, в 2017 г. - $N_{48}P_{52}K_{48}$, в 2018 году - $N_{72}P_{52}$. В среднем за три года исследований наибольший вынос по азоту зафиксирован на вариантах с применением азотно-фосфорных удобрений в дозах $N_{48}P_{52}$ и $N_{72}P_{52}$ разбросным способом под предпосевную культивацию. Повышение по сравнению с контрольным вариантом составило 44 кг/га или 64,7%.

Таблица 21 - Вынос азота урожаем маслосемян и вегетативной массой сафлора, кг/га

Варианты	Вынос с урожаем маслосемян				Вынос с урожаем вегетативной массы				Суммарный вынос			
	2016г.	2017 г.	2018 г.	в среднем за 3 года	2016 г.	2017 г.	2018 г.	в среднем за 3 года	2016 г.	2017 г.	2018 г.	в среднем за 3 года
контроль	17	21	17	18	108	49	48	68	125	70	65	86
внесение минеральных удобрений при посеве												
N ₂₄ P ₂₆	19	23	19	20	124	56	58	79	143	79	77	99
N ₂₄ P ₂₆ K ₂₄	19	23	20	20	112	54	50	72	131	77	70	92
N ₂₄ P ₅₂	19	23	19	21	119	56	54	76	138	79	73	97
N ₄₈ P ₅₂	18	23	17	19	130	74	45	83	148	97	62	102
внесение минеральных удобрений при посеве вразброс под предпосевную культивацию												
N ₂₄ P ₅₂	20	24	20	21	127	132	47	102	147	156	67	123
N ₄₈ P ₅₂	22	25	22	23	142	139	56	112	164	164	78	135
N ₄₈ P ₅₂ K ₄₈	20	26	20	22	136	144	48	110	156	170	68	132
N ₇₂ P ₅₂	21	24	20	22	134	139	65	112	155	163	85	134
N ₇₂ P ₅₂ K ₄₈	20	24	19	21	117	139	64	107	137	163	83	128
внесение минеральных удобрений при посеве и обработка семян биопрепаратами перед посевом												
КЛ-10	17	23	18	20	123	91	56	90	140	114	74	110
N ₂₄ P ₅₂ +КЛ-10	20	24	20	21	129	118	61	103	149	142	81	124
Мизорин	17	23	19	20	116	102	58	92	133	125	77	112
N ₂₄ P ₅₂ +Мизорин	19	21	18	20	122	129	74	108	141	150	92	128
Флавобактерин	21	23	21	22	148	170	67	128	169	193	88	150
N ₂₄ P ₅₂ +Флавобактерин	20	22	20	21	148	166	78	131	168	188	98	152
НСР ₀₅	1	2	1	2	5	4	4	6	8	5	3	9

Применение Флавобактерина обеспечивало существенное увеличение выноса азота вегетативной массой растений сафлора в годы 2016-2018 проведения полевых опытов не только на вариантах с биопрепаратами, но и в сравнении с вариантами с использованием минеральных удобрений. В среднем за три года исследований 2016-2018 гг. прибавка составила 60 кг/га при использовании Флавобактерина без припосевного внесения удобрений и 63 кг/га на фоне с минеральными удобрениями. Увеличение по сравнению с вариантами, на которых были внесены минеральные удобрения в дозах $N_{48}P_{52}$ и $N_{72}P_{52}$, составило 16-19 кг/га или 14,3-17,0%.

Общий вынос азота основной и побочной продукцией культуры сафлорна контрольном варианте в 2016 году составил 125 кг/га, в 2017 г. – 70, а в 2018 г. – 65 кг/га. За 2016-2018 гг. в среднем суммарный вынос азота – 86 кг/га.

Максимальное повышение суммарного выноса азота получено в блоке вариантов с минеральными удобрениями при разбросном внесении азотно-фосфорных удобрений в дозе $N_{48}P_{52}$ под культивацию, прибавка в сравнении с контрольным вариантом – 49 кг/га или 57,0%.

Но наибольший суммарный 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%.

Под действием минеральных удобрений поглощение растениями сафлора азота возрастало по сравнению с контролем на 37-49 кг/га (43,0-57,0%), максимальное было на вариантах с дозами $N_{48}P_{52}$ (рисунок 11).

Под влиянием бактериальных препаратов с активными штаммами азотфиксаторов, а именно КЛ-10 и Мизорин выявлено значительное повышение выноса азота при их использовании в чистом виде. Прибавка к контрольному варианту составила 24-26 кг/га или 27,9-30,2%. Но наибольшие показатели получены при использовании Флавобактерина. Относительное увеличение выноса общего азота составило по сравнению с контрольным вариантом

64 кг/га или 74,4%. На фоне минеральных удобрений этот показатель увеличивался незначительно – лишь на 2,3%.

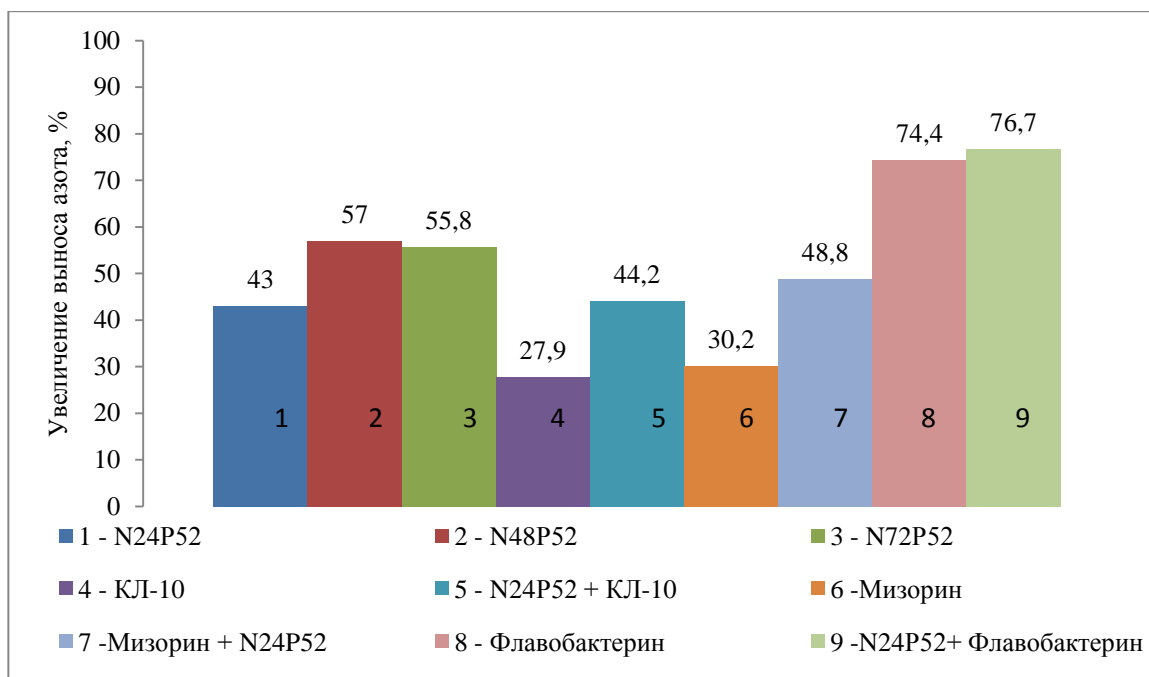


Рисунок 11– Относительное увеличение выноса азота основной и побочной продукцией сафлора по сравнению с контрольным вариантом, %. В среднем за 2016-2018 гг.

Вынос общего фосфора маслосеменами сафлора на контрольном варианте в годы проведения полевых опытов изменялся незначительно и составил 4-5 кг/га (таблица 22). В среднем за годы исследований 2016-2018 гг. он составил 5 кг/га.

Нестабильным было влияние бактериальных препаратов и минеральных удобрений на этот показатель. Увеличение выноса фосфора, равное 1 кг/га маслосеменами по сравнению с контролем, достигнуто на варианте с припосевным внесением минерального удобрения в дозе $N_{24}P_{26}K_{24}$ и на вариантах с разбросным применением минеральных удобрений до посева, за исключением максимальной дозы полного минерального удобрения.

Таблица 22 - Вынос фосфора урожаем маслосемян и вегетативной массой афлора, кг/га

Варианты	Вынос с урожаем маслосемян				Вынос с урожаем вегетативной массы				Суммарный вынос			
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	в среднем за 3 года	2016 г.	2017 г.	2018 г.	в среднем за 3 года	2016 г.	2017 г.	2018 г.	в среднем за 3 года
контроль	4	5	4	5	20	5	6	10	24	10	10	15
внесение минеральных удобрений при посеве												
N ₂₄ P ₂₆	5	6	5	5	22	6	9	12	27	12	14	17
N ₂₄ P ₂₆ K ₂₄	5	6	5	6	20	6	9	11	25	12	14	17
N ₂₄ P ₅₂	5	6	5	5	21	6	9	12	26	12	14	17
N ₄₈ P ₅₂	5	6	5	5	22	7	8	12	27	13	13	17
внесение минеральных удобрений при посеве вразброс под предпосевную культивацию												
N ₂₄ P ₅₂	6	7	6	6	22	6	9	12	28	13	15	18
N ₄₈ P ₅₂	6	7	6	6	19	6	11	12	25	13	17	18
N ₄₈ P ₅₂ K ₄₈	5	7	5	6	18	7	7	11	23	14	12	17
N ₇₂ P ₅₂	5	6	5	6	20	6	9	12	25	12	14	18
N ₇₂ P ₅₂ K ₄₈	5	6	5	5	19	7	8	11	24	13	13	17
внесение минеральных удобрений при посеве и обработка семян биопрепаратами перед посевом												
КЛ-10	4	6	5	5	20	6	7	11	24	12	12	16
N ₂₄ P ₅₂ +КЛ-10	5	6	5	6	21	7	7	12	26	13	12	18
Мизорин	4	6	5	5	18	7	7	11	22	13	12	16
N ₂₄ P ₅₂ +Мизорин	5	6	5	5	20	8	9	12	25	14	14	17
Флавобактерин	6	6	6	6	20	7	9	12	26	13	15	18
N ₂₄ P ₅₂ +Флавобактерин	5	6	5	5	22	8	11	14	27	14	16	19
НСР ₀₅	1	2	2	1	2	2	4	3	2	1	2	2

Максимальное влияние на этот показатель среди вариантов с бактериальными препаратами получено под действием Флавобактерина и совместного применения КЛ-10 и минеральных удобрений.

В вегетативной массе сафлора максимальный вынос зафиксирован на варианте с естественным фоном плодородия в 2018 году – 20 кг/га, практически одинаковым он был в 2016 и 2017 гг. – 5-6 кг/га. В среднем за три года исследований, максимальный вынос фосфора с вегетативной массой зафиксирован на варианте с применением одновременно Флавобактерина и минеральных удобрений. Прибавка по сравнению с контролем- 4 кг/га или 40,0%.

Общий вынос P_2O_5 семенами и вегетативной массой на варианте без внесения минеральных удобрений и бактериальных препаратов в среднем за годы исследования 2016-2018 составил 15 кг/га. Статистически достоверное увеличение выноса общего фосфора обнаружено на всех вариантах опыта, исключением был вариант с применением биопрепаратов КЛ-10 и Мизорин.

Наибольший суммарный вынос зафиксирован на вариантах с применением Флавобактерина на фоне минеральных удобрений. Увеличение к контрольному варианту составило 4 кг/га или 26,7%.

Вынос калия маслосеменами сафлора в годы проведения полевых опытов изменялся незначительно – от 5 до 6 кг/га (таблица 23). Также достаточно нестабильным было влияние изучаемых агрохимикатов на этот показатель. В среднем за 2016-2018 годы существенное увеличение выноса общего фосфора получено лишь на варианте с применением вразброс до посева азотно-фосфорных удобрений в дозе $N_{48}P_{52}$.

Наибольшая часть общего калия в растениях сафлора сосредоточена в вегетативной массе. В 2016 и 2017 гг. получен практически одинаковый вынос калия на контроле - 91-92 кг/га, чуть меньше в 2018 г. – 85 кг/га. В среднем за годы исследования вынос общего калия составил 89 кг/га.

Таблица 23 - Вынос калия урожаем маслосемян и вегетативной массой сафлора, кг/га

Варианты	Вынос с урожаем маслосемян				Вынос с урожаем вегетативной массы				Суммарный вынос			
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	в среднем за 3 года	2016 г.	2017 г.	2018 г.	в среднем за 3 года	2016 г.	2017 г.	2018 г.	в среднем за 3 года
контроль	5	6	5	5	91	92	85	89	96	98	90	94
внесение минеральных удобрений при посеве												
N ₂₄ P ₂₆	5	7	6	6	105	104	103	104	110	111	109	110
N ₂₄ P ₂₆ K ₂₄	5	6	6	6	95	101	99	98	100	107	105	104
N ₂₄ P ₅₂	5	7	6	6	113	111	114	113	118	118	120	119
N ₄₈ P ₅₂	5	7	5	6	111	107	84	101	116	114	89	107
внесение минеральных удобрений вразброс под предпосевную культивацию												
N ₂₄ P ₅₂	6	7	6	6	115	104	89	103	121	111	95	109
N ₄₈ P ₅₂	6	7	6	7	123	104	93	107	129	111	99	114
N ₄₈ P ₅₂ K ₄₈	6	8	6	6	118	130	80	109	124	138	86	115
N ₇₂ P ₅₂	6	7	6	6	108	118	110	112	114	125	116	118
N ₇₂ P ₅₂ K ₄₈	5	7	5	6	105	118	105	110	110	125	110	116
внесение минеральных удобрений при посеве и обработка семян биопрепаратами перед посевом												
КЛ-10	5	7	5	6	103	104	99	102	108	111	104	108
N ₂₄ P ₅₂ +КЛ-10	6	7	6	6	110	105	84	99	116	112	90	105
Мизорин	5	7	5	6	92	117	94	101	97	124	99	107
N ₂₄ P ₅₂ +Мизорин	5	6	5	6	104	121	105	110	109	127	110	116
Флавобактерин	6	7	6	6	101	121	114	112	107	128	120	118
N ₂₄ P ₅₂ +Флавобактерин	6	6	6	6	114	129	127	123	120	135	133	129
НСР ₀₅	1	1	1	2	6	8	5	10				9

Под влиянием минеральных удобрений и бактериальных препаратов потребление общего калия увеличивалось. В среднем за 3 года полевых опытов поглощение калия растениями сафлора было максимальным на варианте с применением вразброс под допосевную культивацию азотно-фосфорных удобрений в дозе $N_{72}P_{52}$, а также Флавобактерина, используемого для обработки семян. Прибавка контрольному варианту составила 23 кг/га или 25,8%. Но при применении Флавобактерина на фоне минеральных удобрений вынос калия увеличивался ещё на 11 кг/га или на 12,4%.

Суммарный вынос калия (маслосеменами и вегетативной массой) сафлора в среднем за 3 года составил 94 кг/га. Существенное увеличение выноса общего калия получено под действием всех изучаемых агрохимических приемов. Но максимальная прибавка получена на варианте с применением Флавобактерина на фоне минеральных удобрений, которая составила 35 кг/га или 37,2%.

Учитывая, что вегетативная масса сафлора не отчуждается с поля, баланс элементов питания растений сафлора посчитан только с учетом выноса маслосеменами.

На контрольном варианте получен отрицательный баланс азота, который изменялся от 17 кг/га в 2016 и 2018 гг. до 21 кг/га в 2017 году (таблица 24). В среднем за годы исследования он составил 18 кг/га.

На вариантах с использованием минеральных азотных удобрений получен либо нулевой, либо положительный баланс данного макроэлемента. Соответственно близкий к нулевому баланс азота достигнут на вариантах с применением азотных удобрений в дозе 24 кг/га. При внесении 48 кг/га действующего вещества азотных удобрений профицит азота достигал 26-29 кг/га, а при 72 кг/га – уже 50-51 кг/га.

На вариантах, которых происходила инокуляция семян сафлора, бактериальными препаратами получен отрицательный баланс азота, который достигал 20-22 кг/га. Можно предположить, что в большей степени он был компенсирован за счёт ассоциативной азотфиксации и дополнительного «биологического азота».

Таблица 24 - Баланс азота при выращивании сафлора, кг/га

Варианты	Выносазота с мслосеменами, кг/га				Приход азота с удобрениями	Баланс			
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	в среднем за 3 года		2016 г.	2017 г.	2018 г.	в среднем за 3 года
контроль	17	21	17	18	0	-17	-21	-17	-18
внесение минеральных удобрений при посеве									
N ₂₄ P ₂₆	19	23	19	20	24	5	1	5	4
N ₂₄ P ₂₆ K ₂₄	19	23	20	20	24	5	1	4	4
N ₂₄ P ₅₂	19	23	19	21	24	5	1	5	3
N ₄₈ P ₅₂	18	23	17	19	48	30	25	31	29
внесение минеральных удобрений при посеве вразброс под предпосевную культивацию									
N ₂₄ P ₅₂	20	24	20	21	24	4	0	4	3
N ₄₈ P ₅₂	22	25	22	23	48	26	23	26	25
N ₄₈ P ₅₂ K ₄₈	20	26	20	22	48	28	22	28	26
N ₇₂ P ₅₂	21	24	20	22	72	51	48	52	50
N ₇₂ P ₅₂ K ₄₈	20	24	19	21	72	52	48	53	51
внесение минеральных удобрений при посеве и обработка семян биопрепаратами перед посевом									
КЛ-10	17	23	18	20	0	-17	-23	-18	-20
N ₂₄ P ₅₂ +КЛ-10	20	24	20	21	24	4	0	4	3
Мизорин	17	23	19	20	0	-17	-23	-19	-20
N ₂₄ P ₅₂ +Мизорин	19	21	18	20	24	5	3	6	4
Флавобактерин	21	23	21	22	0	-21	-23	-21	-22
N ₂₄ P ₅₂ +Флавобактерин	20	22	20	21	24	4	2	4	3

При внесении биопрепаратов с одновременным внесением удобрений баланс азота был близок к нулевому. Профицит за 2016-2018 гг. в среднем составил лишь 3-4 кг/га.

При анализе результатов баланса фосфора выявлено, что его дефицит на варианте без внесения минеральных удобрений и бактериальных препаратов менялся от 4 до 5 и в среднем за три года исследования был 5 кг/га (таблица 25).

Избыток баланса по фосфору отмечен на всех вариантах опыта с внесением фосфорных минеральных удобрений. При их внесении дозой 26 кг/га положительный баланс - 20-21 кг/га, дозой 52 кг/га составлял - 46-47 кг/га.

Отрицательный баланс фосфора получен на вариантах с применением биопрепаратов без азотно-фосфорных удобрений, который был сопоставим с результатами, полученными на контрольном варианте, 5-6 кг/га.

Отрицательный баланс по калию на контроле в годы 2016-2018 полевых опытов - 4-5 кг/га, что в среднем за эти годы исследования составил 5 кг/га (таблица 26). На всех вариантах опыта, на которых не применялись калийные удобрения, был отрицательный баланс калия.

При применении удобрений калийных в дозе 24 кг/га д.в. избыток калия составлял 18 кг/га, а при применении 48 кг/га – уже 42 кг/га.

Таблица 25- Баланс фосфора при выращивании сафлора, кг/га

Варианты	Вынос фосфора с маслосеменами, кг/га				Приход фосфора с удобрениями	Баланс			
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	в среднем за 3 года		2016 г.	2017 г.	2018 г.	в среднем за 3 года
КОНТРОЛЬ	4	5	4	5	0	-4	-5	-4	-5
внесение минеральных удобрений									
N ₂₄ P ₂₆	5	6	5	5	26	21	20	21	21
N ₂₄ P ₂₆ K ₂₄	5	6	5	6	26	21	20	21	20
N ₂₄ P ₅₂	5	6	5	5	52	47	46	47	47
N ₄₈ P ₅₂	5	6	5	5	52	47	46	47	47
внесение минеральных удобрений вразброс под предпосевную культивацию									
N ₂₄ P ₅₂	6	7	6	6	52	46	45	46	46
N ₄₈ P ₅₂	6	7	6	6	52	46	45	46	46
N ₄₈ P ₅₂ K ₄₈	5	7	5	6	52	47	45	47	46
N ₇₂ P ₅₂	5	6	5	6	52	47	46	47	46
N ₇₂ P ₅₂ K ₄₈	5	6	5	5	52	47	46	47	47
внесение минеральных удобрений при посеве и обработка семян биопрепаратами перед посевом									
КЛ-10	4	6	5	5	0	-4	-6	-5	-5
N ₂₄ P ₅₂ +КЛ-10	5	6	5	6	52	47	46	47	46
Мизорин	4	6	5	5	0	-4	-6	-5	-5
N ₂₄ P ₅₂ +Мизорин	5	6	5	5	52	47	46	47	47
Флавобактерин	6	6	6	6	0	-6	-6	-6	-6
N ₂₄ P ₅₂ +Флавобактерин	5	6	5	5	52	47	46	47	47

Таблица 26- Баланс калия при выращивании сафлора, кг/га

Варианты	Вынос калия с маслосеменами, кг/га				Приход калия с удобрениями	Баланс			
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	в среднем за 3 года		2016 г.	2017 г.	2018 г.	в среднем за 3 года
контроль	5	6	5	5	0	-5	-6	-5	-5
внесение минеральных удобрений при посеве									
N ₂₄ P ₂₆	5	7	6	6	0	-5	-7	-6	-6
N ₂₄ P ₂₆ K ₂₄	5	6	6	6	24	19	18	18	18
N ₂₄ P ₅₂	5	7	6	6	0	-5	-7	-6	-6
N ₄₈ P ₅₂	5	7	5	6	0	-5	-7	-5	-6
внесение минеральных удобрений вразброс под предпосевную культивацию									
N ₂₄ P ₅₂	6	7	6	6	0	-6	-7	-6	-6
N ₄₈ P ₅₂	6	7	6	7	0	-6	-7	-6	-7
N ₄₈ P ₅₂ K ₄₈	6	8	6	6	48	42	40	42	42
N ₇₂ P ₅₂	6	7	6	6	0	-6	-7	-6	-6
N ₇₂ P ₅₂ K ₄₈	5	7	5	6	48	43	41	43	42
внесение минеральных удобрений при посеве и обработка семян биопрепаратами перед посевом									
КЛ-10	5	7	5	6	0	-5	-7	-5	-6
N ₂₄ P ₅₂ +КЛ-10	6	7	6	6	0	-6	-7	-6	-6
Мизорин	5	7	5	6	0	-5	-7	-5	-6
N ₂₄ P ₅₂ +Мизорин	5	6	5	6	0	-5	-6	-5	-6
Флавобактерин	6	7	6	6	0	-6	-7	-6	-6
N ₂₄ P ₅₂ +Флавобактерин	6	6	6	6	0	-6	-6	-6	-6

7 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ ПОД САФЛОР

Полеводство является трудоемкой отраслью в сельском хозяйстве. Рентабельность производства готовой продукции, в нашем случае семян сафлора, зависит от затрат по уходу за растениями, выхода товарной продукции, а также от рыночных цен на нее.

Экономическая оценка системы удобрений разрешает сделать заключение о смысле её использования в производстве. Экономическая эффективность внесения удобрений под масличную культуру сафлор определялась по показателям: стоимость продукции на 1 га, условный чистый доход с 1 га, затраты на выращивание сельскохозяйственной продукции на 1 га, себестоимость 1 т произведенной продукции, а так же рентабельность использования удобрений.

Стоимость аммофоса – 24 400 руб./тонну, аммиачной селитры – 12 775 руб./тонну, хлористый калий – 13 800 руб./тонну. Стоимость гектарной нормы бактериальных препаратов 300 руб. Цена реализации сафлора 20 руб./кг.

При этом были использованы следующие нормативы: за внесение 100 кг минеральных удобрений - 9 руб. Затраты на погрузку и транспортировку минеральных удобрений составляют - 30% от затрат на внесение минеральных удобрений.

Расчет экономической эффективности показал, что при выращивании сафлора масличного в условиях ООО «Заря» Обливского района без внесения минеральных удобрений и бактериальных препаратов в среднем за 3 года полевых опытов себестоимость одного килограмма семян составила 9,90 рублей, а уровень рентабельности - 102% (таблица 27).

Внесение минеральных удобрений под предпосевную культивацию разбросным способом и при высеве сафлора масличного влияло на уровень рентабельности производства маслосемян, а точнее снижало её и повышало себестоимость в сравнении с контролем. Но уровень условно чистого дохода повышался

на варианте с внесением минеральных удобрений дозой $N_{48}P_{52}$ по сравнению с контрольным вариантом на 795 руб./га.

Таблица 27 – 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

Внесение биопрепаратов только на естественном фоне плодородия увеличивало показатели экономической эффективности выращивания семян сафлора.

От внесения штамма ассоциативного биопрепарата Флавобактерин без внесения минеральных удобрений в опыте получены наиболее оптимальные показатели экономической эффективности. Где уровень рентабельности больше, чем на контроле на 30%, при снижении себестоимости 1,27 руб./кг.

В среднем за 3 года полевых опытов анализ биоэнергетической эффектив-

ности внесения удобрений при выращивании масличной культуры сафлор показал, что их внесение увеличивает затраты техногенной энергии на 2,7-10,2 ГДж/га и при внесении дозы $N_{72}P_{52}K_{48}$ достигают максимальных значений (таблица 28).

Таблица 28 - Биоэнергетическая оценка применения минеральных удобрений и биопрепаратов при выращивании сафлора в среднем за 2016-2018 гг.

Варианты	Урожайность, т/га	Затраты совокупной энергии, ГДж/га	Энергия, накопленная в урожае, ГДж/га	Энергетическая эффективность	Энергоемкость продукции, ГДж/т	Прирост энергии в урожае сухого вещества, ГДж/га
контроль	0,99	10,7	36,1	3,37	10,80	25,4
внесение минеральных удобрений при посеве						
$N_{24}P_{26}$	1,10	13,4	40,15	2,99	12,18	26,75
$N_{24}P_{26}K_{24}$	1,10	13,9	40,15	2,88	12,64	26,25
$N_{24}P_{52}$	1,10	14,1	40,15	2,84	12,82	26,05
$N_{48}P_{52}$	1,04	16,1	37,96	2,35	15,48	21,86
внесение минеральных удобрений вразброс под предпосевную культивацию						
$N_{24}P_{52}$	1,16	14,2	42,34	2,98	12,24	28,14
$N_{48}P_{52}$	1,22	16,3	44,53	2,73	13,36	28,23
$N_{48}P_{52}K_{48}$	1,18	16,7	43,07	2,58	14,15	26,37
$N_{72}P_{52}$	1,16	20,4	42,34	2,08	17,59	21,94
$N_{72}P_{52}K_{48}$	1,13	20,9	41,25	1,97	18,50	20,35
внесение минеральных удобрений при посеве и обработка семян биопрепаратами перед посевом						
КЛ -10	1,06	10,7	38,69	3,62	10,09	27,99
$N_{24}P_{52}$ +КЛ-10	1,14	14,1	41,61	2,95	12,37	27,51
Мизорин	1,05	10,7	38,33	3,58	10,19	27,63
$N_{24}P_{52}$ +Мизорин	1,05	14,1	38,33	2,72	13,43	24,23
Флавобактерин	1,17	10,7	42,71	3,99	9,15	32,01
$N_{24}P_{52}$ +Флавобактерин	1,11	14,1	40,52	2,87	12,70	26,42

При использовании штаммов азотфиксаторов Флавобактерин достигнуты наивысшие показатели биоэнергетической эффективности в опыте 3,99, а также самые минимальные затраты энергии на возделывание сельскохозяйственной продукции 9,15 ГДж/тонну.

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-NO₃ 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-NO₃ 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 P₂O₅, которое составило 2,9 мг/кг почвы. К уборке количество P₂O₅ увеличилось лишь на 0,4 мг/кг. В среднем за 2016-2018 гг. только в фазу полной спелости в обеспеченности почвы P₂O₅ отмечено преимущество припосевного применения удобрений в дозе N₂₄P₅₂ 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 K₂O 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 N₇₂P₅₂K₄₈. 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 N₇₂P₅₂K₄₈ 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 концентрации 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 обеспечивало 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 вари-

антом 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 увеличился 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.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агафонов, Е.В. Азотфиксация и её практическое использование / Е.В. Агафонов, С.А. Гужвин, В.В. Турчин, А.А. Громаков – г. Новочеркасск, 2017. – 87 с.
2. Агафонов, Е.В. Влияние совместного применения бактериальных и минеральных удобрений на урожайность зернового сорго / Е.В. Агафонов, С.В. Абраменко // Актуальные проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса: Материалы Международной науч.-практич. конф. 1-4 февраля 2005 г. – п. Персиановский, 2005, Т. 2. – С. 24-25.
3. Агафонов, Е.В. Достижение агрохимии на Дону / Е.В. Агафонов // Проблемы агрохимии и экологии. – 2013. – №4. – С. 41-46.
4. Агафонов, Е.В. Питание и удобрение сои на черноземе обыкновенном / Е.В. Агафонов, Л.Н. Агафонова, С.А. Гужвин. – пос. Персиановский, ДонГАУ, 2004. – 133 с.
5. Агафонов, Е.В. Почвы и удобрения Ростовской области / Е.В. Агафонов, Е.В. Полуэктов. – п. Персиановский, 1999. – 87 с.
6. Агафонов, Е.В. Применение минеральных удобрений и биопрепаратов под подсолнечник на черноземе обыкновенном / Е.В. Агафонов, Г.Е. Мажуга, А.В. Ващенко // Зерновое хозяйство – 2015. - №5. – С. 56-59.
7. Агафонов, Е.В. Удобрение арбуза при орошении с максимальным использованием биологического азота / Е.В. Агафонов, В.С. Барыкин, С.А. Гужвин, А.Я. Чернов. – пос. Персиановский, ДонГАУ, 2010. – 140 с.
8. Агафонов, Е.В. Удобрение баклажана / Е.В. Агафонов, Б.С. Фарский, А.Я. Чернов, А.Н. Богачев. – Донской гос. аграрный ун-т. - Новочеркасск: УПЦ «Набла» ЮРГТУ (НПИ), 2006. – 144 с.
9. Агафонов, Е.В. Удобрение нута / Е.В. Агафонов, Е.И. Пугач, К.И. Пимонов. – Персиановский, 2009. – 145 с.
10. Агробиологические основы выращивания сельскохозяйственных культур: Учебное пособие / Н.И. Кузнецов, М.Н. Худенко, Л.П. Шевцова, В.Б. Нарушев. - Саратов: СГАУ Н.И. Вавилова, 2003. - 260 с.

11. Адамень, Ф. Влияние внекорневых подкормок на формирование продуктивности сафлора красильного в условиях степи Украины / Ф. Адамень, В. Найденов, И. Прошина // Главный агроном. – 2015. – №11. – С. 27-33.
12. Адамень, Ф.Ф. Эффективность применения микроудобрений на сафлоре красильном в неорошаемых условиях юга Украины / Ф.Ф. Адамень, А.Л. Рудник, И.А. Прошина // Вестник Прикаспия. – 2013. – №13. – С. 16-21.
13. Алабушев, В.А. Растениеводство // В.А. Алабушев, А.В. Алабушев, Г.М. Зеленская, - Ростов изд. центр «Март», 2001. - 383 с.
14. Анализ растительных масел с использованием ВЭЖХ / В.И. Дейнека, Н.Г. Габрук, Г.М. Фофанов, Л.А. Манохина и др. // Журнал аналитической химии. - 2003. - Т. 58. - № 12. - С. 1294-1300.
15. Андреева, О.Д. Производство масла семян и растительных масел в США и странах «Общего рынка» в 1950–1975 гг. / О.Д. Андреева // Бюлл. Иностранной коммерческой информации, приложение. - 1976. - №5. - С. 53-72.
16. Андриюк, А.В. Влияние погодных условий на качество маслосемян сафлора / А.В. Андриюк, Е.А. Иванюшин // Вестник Курганской ГСХА. – 2014. - № 1. – С. 13 – 17.
17. Андриюк, А.В. Сафлор – новая масличная культура в Курганской области / А.В. Андриюк, Е.А. Иванюшин // Международная научно - практическая конференция. Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство. – 2013. – С. 251-255.
18. Андриюк, А.В. Сафлор в Курганской области / А.В. Андриюк // Аграрная наука, образование, производство: актуальные вопросы. Сборник трудов всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – 2014. – С. 135-138.
19. Андриюк, А.В. Сафлор красильный – перспективная культура в Курганской области / А.В. Андриюк, Е.А. Иванюшин // Перспективы развития АПК в работах молодых ученых. – 2014. – С. 4-8.
20. Афанасьева, Ю.В. Болезни сафлора красильного в условиях Московской области / Ю.В. Афанасьева, С.Е. Головин // Плодоводство и ягодоводство России. – 2014.

– т. 39. – С. 25-28.

21. Афанасьева, Ю.В. Возделывание сафлора красильного в Центральном Нечерноземье / Ю.В. Афанасьева, С.К. Темирбекова // Сборник научных трудов всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. – 2013. – Т. 3 №6. – С. 32-34.
22. Базилинская, М.В. Ассоциативная азотфиксация злаковыми культурами: общая информация // М.В. Базилинская, - М.: Агропромиздат, 1988. – С. 44.
23. Базилинская, Н.В. Биудобрения // Н. В. Базилинская, - М.: Агропромиздат, 1989. - 128 с.
24. Безуглова, О.С. Почвы Ростовской области / О.С. Безуглова, М.М. Хырхырова: учеб. пособие. - Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ. - 2008. - 352 с.
25. Бельгин, А.А. Эффективность совместного применения минеральных и бактериальных удобрений под кукурузу / А.А. Бельгин, С.А. Гужвин // Проблемы и тенденции инновационного развития агропромышленного комплекса и аграрного образования России: Материалы Международной научно-практической конференции. – п. Персиановский: ДонГАУ, 2012.
26. Беляков, А.М. Масличный «верблюд» / А.М. Беляков // Поле деятельности. – 2013. - №10. – С .68 – 71.
27. Беляков, А.М. Технология возделывания сафлора красильного в сухостепной зоне темно-каштановых почв в ООО «Им. Куйбышева» 128 Серафимовичского района Волгоградской области / А.М. Беляков, В.И. Леонтьев, Е.Н. Рябова // “ПОЛЕ деятельности”. - 2013. - №10. - С.68-71.
28. Биотопливо для дизелей на основе сафлорового масла / Б.П. Загородских, М.К. Тохиян, А.А. Кожевиков, В.А. Чугунов // Нива Поволжья. – Пенза. - 2009. – №4(13). – С. 71-74.
29. Блинов, Н.П. Основы биотехнологии: для студентов институтов, аспирантов и практ. Работников / Н.П. Блинов. – СПб.: Наука, 1995. – 600 с.
30. Бобышев, В.Г. Исследование взаимосвязи некоторых микробиологических процессов в почве и её плодородия в условиях Ростовской области: Автореф. дис. канд. биол. наук – п. Персиановский, 1970. – 17 с.

31. Богосорьянская, Л.В. Влияние макро – и микроудобрений на урожай и качество семян сафлора красильного / Л.В. Богосорьянская // Плодородие. – 2009. - №2. – С. 14–15.
32. Будогов, А. Сафлоровый шрот в рационах КРС / А. Будогова, А. Безверхов // Комбикорма – 2006. - №7. – С.63.
33. Вавилов, П.П. Растениеводство / П.П. Вавилов, В.В. Гриценко, В.С. Кузнецов, Н.Н. Третьяков, - М.: Агропромиздат, 1986. – 512 с.
34. Васильева, Д.С. Масличные культуры / Д.С. Васильева, Н.Г. Потеха // Технические культуры. - М.: Агропромиздат, 1986. – С. 70-154.
35. Влияние стимуляторов роста и микроудобрения на продуктивность сафлора красильного в степной зоне Саратовского Правобережья / И.В. Милованов, Е.В. Кандалов, В.Б. Нарушев, Р.Ж. Кожагалиева // Аграрный научный журнал. – 2021. - №4. – С. 24-29.
36. Газмаева, Р.С. Влияние биопрепаратов флавобактерин и мизорин физиолого–биохимические показатели различных сортов ячменя / Р.С. Газмаева // Известия Санкт -Петербургского Государственного Аграрного Университета. – 2015. - №40. – С.38 - 41.
37. Гамаюн, И.М. Бактериальные удобрения / И.М. Гамаюн, А.Д. Пилипенко // Сб. науч. Трудов: Наука – производству. – Тирасполь, 2000. – С. 219 - 224.
38. Горбаченко, В.А. Селекция масличных культур на Дону / В.А. Горбаченко [и др.] // Генетика и селекция растений на Дону.–Ростов на Дону: «Акра», 2003, Вып. 3. –С.223-233.
39. Громов, Б.В. Экология бактерий: Учеб. пособие / Б.В. Громов, Г.В. Павленко. – Л.: Издательство ЛГУ, 1989. – 248 с.
40. Гужвин, С.А. Применение минеральных удобрений и биопрепаратов под яровой ячмень / С.А. Гужвин, Н.В. Свириденко, М.В. Токарева // Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур: материалы международной научно-практической конференции. – пос. Персианоский: Донской ГАУ, 2016. – С. 31-34.
41. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта // Б.А. Доспехов, - М.: Агропромиздат,

1985. - 351 с.

42. Драгомирецкий, Ю. Целебные свойства жиров и масел: Учебник / Ю. Драгомирецкий. - Донецк: Сталкер, 1997. – 347 с.
43. Еськова, О.В. Влияние доз азотных удобрений на урожайность сафлора красильного в предгорном Крыму / О.В. Еськова, С.В. Еськов // Известия сельскохозяйственной науки в Крыму. – 2015. - №3(166) . – С. 29-35.
44. Еськова, О.В. Влияние нормы высева и азотных удобрений на урожайность семян сафлора красильного в условиях предгорного Крыма / О.В. Еськова // Научные труды Южного Филиала Национального Университета Биоресурсов и Природопользования Украины «Крымский Агротехнологический Университет» серия: сельскохозяйственные науки. – 2013. №157. – С. 33-37.
45. Жамбакин, К.Ж. Перспективы выращивания сафлора в Казахстане / К.Ж. Жамбакин, М.Х. Шамбекова // EURASIAN JOURNAL OF APPLIED BIOTECHNOLOGY. – 2014. - №1. – С. 4-11.
46. Завалин, А.А. Влияние минеральных удобрений и Флавобактерина на урожайность кукурузы на черноземе обыкновенном / А.А. Завалин, Л.Х. Азубеков, Т.Б. Шаталов // Агрохимия. – 2002. - №4. – С. 32–37.
47. Завалин, А.А. Новые технологии производства и применения биопрепаратов комплексного действия // А.А. Завалин, А.П. Кожемяков. - Химиздат (Санкт-Петербург), 2010. - С. 64.
48. Завалин, А.А. Оптимизация минерального питания и продуктивности растений при использовании биопрепаратов и удобрений / А.А. Завалин // Достижения науки и техники АПК. – 2015. - №5. – С. 26-28.
49. Загородских, Б.П. Сафлоровое масло вместо рапсового / Б.П. Загородских, А.А. Кожевников, С.А. Фадеев // Сельский механизатор. – М., 2010. – №6. – С. 34-35.
50. Зеленская, Г.М. Сроки сева и нормы высева сафлора / Г.М. Зеленская, М.П. Горшенин // Материалы международной научно- практической конференции: Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур. – 2015. – С. 251-255.
51. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013-2020 годы: моногра-

- фия. Ч. II. / Бондаренко С.Г., Горбаченко Ф.И., Горячев В.П., Гринько А.В., Егорова О.В., Каптулев С.И., Костылев П.И., Кравченко А.Н., Лабынцев А.В., Пасько С.В., Пахомов В.И., Рыков В.Б., Фетюхин И.В., Целуйко О.А., Шурупов В.Г. – Ростов н/Д.: ООО "Донской издательский дом", 2013. – 250 с.
52. Иванюшин, Е.А. Качество маслосемян сафлора в зависимости от сроков, норм, способов посева и доз вносимых удобрений в Зауралье / Е.А. Иванюшин, А.В. Андринок // Инновационные пути в разработке ресурсосберегающих технологий хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, 2017. - С. 73 – 77.
53. Игольникова, Л.В. Применение регуляторов роста на посевах сафлора в ООО «Камышинское ОПХ» / Л.В. Игольникова, С.А. Игольников // Фермер. Поволжье. – 2018. - №2 (67). – С. 48-51.
54. Исмухамбетов, Ж.Д. Вредители сафлора / Ж.Д. Исмухамбетов // Защита и карантин растений. – 2008. - №2. – С. 57-58.
55. Использование сафлора красильного в Центральном регионе нечерноземной зоны РФ / С.Н. Темирбекова, А.А. Курило, Ю.В. Афанасьева, С.Н. Коновалов и др. // Кормопроизводство. – 2015. - №6. – С. 22-26.
56. Использование сафлора красильного в Центральном регионе нечерноземной зоны РФ / С.Н. Темирбекова, А.А. Курило, Ю.В. Афанасьева, С.Н. Коновалов и др. // Кормопроизводство. – 2015. - №6. – С. 22-26.
57. Камышева, И.М. Сафлор красильный – перспективная культура многоцелевого использования / И.М. Камышева, И.В. Крылова // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. – 2018. - № 13. – С. 613-618.
58. Каргин, В. Есть ли перспективы у Зауральского рапса? / В. Каргин // Нивы Зауралья. – 2012. – № 7. – С. 8-9.
59. Картамышев, В.Г. Масличные культуры в аридных районах России / В.Г. Картамышев, В.Г. Шурупов - Рациональное природопользование и сельскохозяйственное производство. - М.: Современные тетради, 2003. - С. 78-81.
60. Кильянова, Т.В. Влияние агрохимикатов на элементы продуктивности сафлора красильного / Т.В. Кильянова // Вестник Ульяновской Государственной Сельскохозяйственной Академии. - 2021. – № 2(54). – С. 3-39.

61. Клыков, В.В. Влияние минеральных удобрений и бактериальных препаратов на урожайность и качество проса на черноземе южном: Автореф. дис. кан. с. - х. наук. – Ставрополь, 2-13. – 22 с.
62. Кодиров, К. Морфологические, биологические и хозяйственные особенности сафлора в условиях жесткого климата Таджикистана / К. Кодиров, Р. Боймуродов, И. Сулаймонова // Кишоварз. – 2013. - Том. 4. – С. 9-10.
63. Конопля, Н. Особенности выращивания сафлора и защита посевов от сорняков / Н. Конопля, О. Курдюкова, Е. Жердева // Главный Агроном. – 2013. - №12. – С. 32-33.
64. Копылов, Б.А. Эффективность бактериальных препаратов в организации минерального питания подсолнечника на черноземе обыкновенном / Б.А. Копылов, В.В. Турчин, А.А. Громаков // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2021. - №1-1(39). – С. 68-74.
65. Копылов, Е.П. Селекция эффективных штаммов diaзотрофов для инокуляции яровой пшеницы / Е.П. Копылов // Микробиология и биотехнология. Издательство: Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова (Одесса). – 2007. - №2. – С. 67-74.
66. Кравченко, Л.В. Роль корневых экзо- метаболитов в интеграции микроорганизмов с растениями: автореферат дис. ... д.б.н. - М.: МГУ, 2000. - 45 с
67. Крончев, Н.И. Влияние минеральных удобрений и биопрепаратов на урожайность и качество зерна яровой пшеницы / Н.И. Крончев, С.Н. Сергаченко, М.В. Валяйкина // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. - №2. – С. 23 - 27.
68. Кузнецов, Н.П. Ассоциативные азотфиксирующие бактерии и продуктивность озимой пшеницы / Н.П. Кузнецов, М.А. Габиров, Е.Я. Жевнина // Агрехимический вестник. – 2000. - №2. – С. 31-32.
69. Куренкова, С.В. Влияние ризоагрина на рост и продуктивность ячменя / С.В. Куренкова, Г.Н. Табаленкова // Агрехимия. – 2004. - №3. – С. 25-32.
70. Курило, А.А. Оценка возможности возделывания культуры сафлор на дерново-подзолистых почвах / А.А. Курило, С.К. Темирбекова, Д.А. Постникова // Плодо-

- водство и яговводство России. – 2010. - Том. 23.- №1. – С. 312-319.
71. Куркин, В.А. Основы фитотерапии: Учебное пособие для студентов фармацевтических вузов. - Самара: ООО «Офорт»; ГОУ ВПО « СамГМУ», 2009. - 963 с.
72. Лебедев, В.Н. Влияние бактериальных препаратов на минеральное питание и продуктивность горчицы белой / В.Н. Лебедева, Г.А. Воробейников // Агрохимия. – 2006. - №12. – С. 42-46.
73. Лебедев, С.И. Физиология растений / С.И. Лебедев. – М.: Агропомиздат, 1988. – 544 с.
74. Леус, Т.В. Проявление материнского эффекта при наследовании окраски листьев у сафлора красильного / Т.В. Леус // Научно-Технический бюллетень института масличных культур НААН. – 2020. - №29. – С. 16-22.
75. Лукомец, В.М. Научное обеспечение производства масличных культур // В.М. Лукомец, - Краснодар, 2006. - 100 с.
76. Лукомец, В.М. Перспективы и резервы расширения производства масличных культур в Российской Федерации / В.М. Лукомец, С.В. Зеленцов, К.М. Кривошлыков // Масличные культуры. Научно технический бюллетень всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2015. - №4(164). – С. 81–102.
77. Масличные культуры – биоразнообразие, значение и продуктивность / Т.Я. Прахова, В.А. Прахов, В. Н. Бражников, О. Ф Бражникова // Нива Поволжья. – 2019. - №3 (53). - С. 30-37.
78. Межевова, А.С. Использование илового осадка сточных вод при возделывании сафлора красильного на светло-каштановых почвах Волгоградской области / А.С. Межевова // Юг России: экология, развитие. –2020. - №3(56). – С. 43-52.
79. Минаков, И. Развитие рынка масличных культур и растительного масла / И. Минаков // АПК: экономика, управление. – 2013. - №11. – С. 54-59.
80. Минкевич, И.А. Масличные культуры / И.А. Минкевич, В.Е Барковский. – М., Сельхозгиз. 1956. – 579 с.
81. Минкевич, И.А. Сафлор / И.А. Минкевич. - Краснодар: Краев. изд- во, 1939. – 64 с.

82. Мишустин, Е.Н. Микробиология // Е.Н. Мишустин, В.Т. Емцев, - М.: Колос. – 1993. – 383 с.
83. Надежкина, Е.В. Влияние ризосферных бактерий на формирование урожая зерна пшеницы / Е.В. Надежкина, Е.Г. Сильнова // Агробиология. – 2001.- №6. – С. 40-43.
- 84.Нарушев, В.Б. Разработка технологии возделывания сафлора на Саратовском левобережье / В.Б. Нарушев, Н.И. Мажаев, Т.А. Желмуханов // Главный агроном. – 2015. - №1-2. – С. 32-33.
85. Нарушева, Е.А. Влияние удобрений и регуляторов роста на биологическую активность почвы и продуктивность сафлора / Е.А. Нарушева, Е.В. Боженик // Теоретические и практические аспекты современной науки. – 2015. - №7. – С. 59–61.
86. Нарушева, Е.А. Эффективность расчетных доз азотных удобрений и регуляторов роста при выращивании сафлора / Е.А. Нарушева, Е.В. Боженик // Евразийский Союз Ученых. – 2015. №1-1(18). – С. 73–74.
87. Новые технологии производства и применения биопрепаратов комплексного действия / А.П. Кожемяков, А.А. Завалин, О.А. Андреев, Ю.В. Лактионов. - Москва, 2010. – 63 с.
88. Норов, М.С. Перспективные образцы сафлора для использования в кормовых и масличных целях / М.С. Норов // Кишоварз. – 2009. - №1. – С. 14–15.
89. Норов, М.С. Фотосинтетическая деятельность растений сафлора в зависимости от сроков посева и густоты стояния растений // Сборник науч. тр. НПО «Зироаткор», Том3, Душанбе, 2005. - С. 80-84.
90. Нужнов, И.В. Применение минеральных удобрений и бактериальных препаратов под лен масличный на черноземе южном / И.В. Нужнов // Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур: материалы международной научно-практической конференции. – пос. Персианоский: Донской ГАУ, 2016. – С. 54-57.
91. Перспективы использования сафлора как источника натуральных пищевых красителей / Н.В. Рудометова, Е.В. Красникова, А.Г. Дубовская, Т.Е. Вахрушева // Хранение и переработка сельхозсырья. - 2006. - №10. - С. 73-75.
92. Поляков, А.И. Особенности формирования продуктивности сафлора под влиянием

ем минерального удобрения при разных способах основной обработки почвы / А.И. Поляков // Научно-технический бюллетень института олійних культур наан. - 2017. – Том 24. - № 24. - С. 173-180.

93. Попов, А.М. Анальгизирующие свойства препарата —CFII, выделенного из семян сафлора красильного *Carthamus tinctorius* L., и перспективы его использования в медицине / А.М. Попов, И.А. Ли, Д.-И. Канг (Kang D.-I.). // Химико-фармацевтический журнал. - 2009. - Т. 43, - № 1. - С. 59-63.
94. Приемы ресурсосберегающей технологии возделывания сафлора в степном Поволжье / В.Б. Нарушев, А.Т. Куанышкалиев, Н.И. Мажаев, Т.А. Желмуханов // Известия Оренбургского ГАУ. – 2014. - №5. – С. 63-65.
95. Прозоров, Е. Сафлор (*Carthamus tinctorius*) – самая засухоустойчивая масличная культура / Е. Прозоров // Главный агроном. – 2012. - №12. – С. 30-32.
96. Прянишников, Д.Н. Азот в жизни растений и земледелии СССР. – М.: Издательство АН СССР, 1945. -197 с.
97. Рудометова, Н.В. Использование отходов масличного растения *Carthamus tinctorius* L. как источника пищевых натуральных красителей / Н.В. Рудометова, Н.В. Лебедева, С.В. Кубышкина // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. - 2012. - №2. - С. 59.
98. Ружейникова, Н.М. Адаптивная технология возделывания сафлора в условиях Саратовской области: рекомендации производству / Н.М. Ружейникова, Н.Н. Кулева, А.Н. Зайцев. – Саратов. - 2012. – 30 с.
99. Рябцева, Н.А. Совершенствование элементов технологии возделывания сафлора в Ростовской области / Н.А. Рябцева // Сельское, лесное и водное хозяйство. - 2015. - №3. – С. 28-29.
100. Самсонова, И.Д. Сафлор как альтернатива подсолнечнику / И.Д. Самсонова // Пчеловод. – 2017. - №1. – С. 18-20.
101. Сафина, Н.В. Технология возделывания сафлора красильного в условиях среднего Поволжья / Н.В. Сафина, Т.В. Кильянова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2019. - №6(92). – С. 95-100.
102. Севостьянова, А.А. Влияние минеральных удобрений и бактериальных препара-

- ратов на урожайность кукурузы на зерно на черноземе обыкновенном / А.А. Севостьянова // Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур: материалы международной научно-практической конференции. – пос. Персиановский: Донской ГАУ, 2015. – С. 68-72.
103. Современное состояние проблемы азота в мировом земледелии / А.А. Завалин, Г.Г. Благовещенская, Н.Я. Шмырева и др. // Агрехимия. – 2015. - №5. – С. 83 – 95
104. Сравнительная агроэкологическая оценка традиционных и перспективных сидеральных культур в условиях Московской области / Д.А. Постников, С.К. Темирбекова, В.Г. Лошакова, М.С. Норов и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2014. №8. – С. 39-43.
105. Сравнительная агроэкологическая оценка традиционных и перспективных сидеральных культур в условиях Московской области / Д.А. Постников, С.К. Темирбекова, В.Г. Лошакова, М.С. Норов и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2014. - №8. – С. 39-43.
106. Сулейманов, С.Р. Влияние биопрепаратов на урожайность маслосемян подсолнечника / С.Р. Сулейманова, Р.М. Низамов // Зерновое хозяйство России. – 2014. №2. – С. 20-22.
107. Тахтаджян, А.Л. Жизнь растений. Цветковые растения /Под ред. А.Л. Тахтаджяна. - М.: Просвещение, 1980. - Т.5. - Ч.2. - 475 с.
108. Темирбекова, С.К. Биологическое травмирование зерновых культур на корню в свете закона гомологических рядов в наследственной изменчивости Н.И. Вавилова / С.К. Темирбекова, К.Г. Алимов, Э.В. Попова // Культурные растения для устойчивого сельского хозяйства в XXI веке: Науч. тр. Россельхозакадемии. – М., 2008. – Т.3. – С. 175-193.
109. Трепачев, Е.П. Роль биологического азота в повышении плодородия почв, урожайности и экономичности сельскохозяйственных культур. Основные условия эффективности применения удобрений / Е.П. Трепачев. - М., 1986. - С. 225-241.
110. Турчин, В.В. Обеспеченность чернозёма обыкновенного различными формами калия и эффективность калийных удобрений на озимой пшенице и кукурузе на силос: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / Турчин Владимир Валерьевич;

Донской госагроуниверситет. - Персиановский, 2007. - 24 с.

111. Уланова, Е.С. Агрометеорологические условия и продуктивность зерновых культур / Е.С. Уланова // Метеорология и гидрология. – 1984. - №5. – С. 95-100.
112. Умаров, М.М. Азотфиксация в ассоциациях организмов / М.М. Умаров // Проблемы агрохимии и экологии. – 2009. - №2. – С. 22-26.
113. Устименко-Бакумовский, В.Г. Растениеводство тропиков и субтропиков / В.Г. Устименко-Бакумовский. – М: Колос, 1980. - 327 с.
114. Фарский, Б.С. Удобрение баклажана на черноземе обыкновенном: Автореф. дис. канд. с.-х. наук – п. Персиановский, 2004. – 22 с.
115. Федоров, А.А. Атлас по описательной морфологии высших растений. Соцветие / А.А. Федоров, З.Т. Артюшенко. - Ленинград: «Наука» ленинградское отделение, 1979. - 296 с.
116. Харисова А.В. Перспективы использования сафлора красильного в медицинской практике / А.В. Харисова // Конференция: «Молодые ученые – медицине». Самара. – 2012. – С. 226 – 229.
117. Хрусталеv, Ю.П. Климат и агроклиматические ресурсы Ростовской области//Ю.П. Хрусталеv, В.Н.Василенко, 2002. – 179 с.
118. Чекмарёв, П.А. Мониторинг плодородия пахотных почв центрально-черноземных областей России / П.А. Чекмарев //Агрохимия. - 2013. - № 4. - С. 11–22.
119. Шахмедов, И.Ш. Рекомендации по возделыванию сафлора / И.Ш. Шахмедов, Н.В. Тютюма / Видовое разнообразие и динамика развития природных и производственных комплексов Нижней Волги. - Сб.науч. трудов Международ. науч.-практич. конф. –М.: Изд-во «Современные тетради», 2003. –С. 493-498.
120. Шиков, А.Н. Растительные масла и масляные экстракты: технология, стандартизация, свойства / А.Н. Шиков, В.Г. Макаров, В.Е. Рыженков. - М.: Издательский дом «Русский врач», 2004. - 264 с.
121. Шпаар, Д. Возобновляемое растительное сырье. Под общей редакцией Д. Шпаара. - Санкт-Петербург, Пушкин, 2006. - 382 с.
122. Щерба, С.В. Методика полевого опыта с удобрениями / С.В. Щерба, Ф.А.

- Юдин // *Агрохимические методы исследования почв.* –М., 1975. –С. 526-584.
123. Юдин, М.И. Планирование эксперимента и обработки результатов / М.И. Юдин. – Краснодар : КГАУ, 2004. – 239 с.
124. Юдин, Ф.А. Методика агрохимических исследований / Ф.А. Юдин. - М.: Колос, 1980.-366 с.
125. Ягодин, Б.А. Агрохимия / Б.А.Ягодин, Ю.П. Жуков, В.И. Кобзаренко. - 2003. – 583 с.
126. Ярцев, Г.Ф. Влияние способов посева и регулятора роста на урожайность маслосемян сафлора в условиях учебно-опытного поля ОГАУ / Г.Ф. Ярцев, Р.К. Байкасенов // *RUSSIAN AGRICULTURAL SCIENCE REVIEW* – 2014. №3. – С. 132-137.
127. Яхтанигова, Ж.М. Использование удобрения Агровиткор и биопрепарата флавобактерин / Ж.М. Яхтанигова, М.В. Кашукоев, З.Х. Топалова // *Аграрная наука* – 2011. - №5. – С. 24-25.
128. Asgarpanah, J. Phytochemistry, pharmacology and medicinal properties of *Carthamustinctorius* L. / J. Asgarpanah, N. Kazemivash // *Chin J Integr Med.* – 2013. - Vol. 19. -№2. - P. 153-159.
129. Balandreau, J. Microbiology of the association / J. Balandreau // *Canad. J. Microbiol.*- 1983. – Vol. 29,№8. – P. 851 – 859.
130. Chapman, M.A. Population genetic analysis of safflower (*Carthamustinctorius*; Asteraceae) reveals a Near Eastern origin and five centers of diversity /M.A.Chapman, J.Hvala, J. Strever, J.M. Burke // *American Journal of Botany.* - 2010. - Vol. 97, №5. - P. 831–840.
131. Ashri, A. Evaluation of the germ plasmcollection of Safflower, *Carthamustinctorius* L.V. Distribution and regional divergence for morphological characters / A. Ashri // *Euphytica.* - 1975. - Vol. 24, №3. - P. 651-659.
132. Elsokkary J. Influence of phosphories and Zinc fertiliners on the uptake of and P and Zn by com plants grown in hihle calcareous soils / J. Elsokkary // *Plant and soil.* – 1981. Vol. 59.- № 2. – P. 227 – 236.
133. Jaradat, A.A. Patterns of phenotypic variation in a germplasm collection of Car-

- thamustinctorius L. from the Middle East / A.A.Jaradat, M. Shahid. // Genetic Resources and Crop Evolution. - 2006. - Vol. 53, №2. - P. 225–244.
134. Jabeen, N. The activity of antioxidant enzymes in response to salt stress in safflower (*Carthamustinctorius* L.) and sunflower (*Helianthus annuus* L.) seedlings raised from seed treated with chitosan / N. Jabeen, R. Ahmad // J Sci Food Agric. - 2013. Vol. 93. - №7. – P. 1699-1705.
135. Gecgel, U. Esendal E. Seed yield, oil content and fatty acids composition of safflower (*Carthamustinctorius* L.) varieties sown in spring and winter / U.Gecgel, M.Demirci, E.Esendal // International Journal of Molecular Sciences. - 2007. - Vol. 1. - P. 11–15.
136. Osorio, J. Mutant sunflowers with high concentration of saturated fatty acids in the oil / J.Osorio, J. Fernandez-Martinez, M. Mancha, R. Garces // Crop Sci. - 1995. - Vol. 35 (3). - P. 739-742.
137. Gyulai, J. Market outlook for safflower/ J. Gyulai // Conference, Great Falls, Montana, Lethbridge, AB. - 1996. - P. 15.
138. Knowles, P.F. Evolution in Crop Plants Safflower / P.F. Knowles- Academic Press 1976. - P. 350.
139. Weiss, E.A. Oilseed crops. Chapter: Safflower // E.A. Weiss. 2 nd edition. Blackwell Science Ltd. Victoria, Australia. -1999. - P. 364.
140. Neznaniya. Net [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://neznaniya.net/agronomija/primenenie-udobrenij/856-associativnaya-azotfiksaciya-i-priemy-povysheniya-ee-effektivnosti.html>, свободный (20.11.2015).
141. Agrocounsel. ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.agrocounsel.ru/saflor-vyraschivanie>, свободный (29.11.2015).
142. Электронный научный журнал Международный студенческий научный вестник [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.scienceforum.ru/2015/918/11740>, свободный (30.11.2015).
143. BioTheory [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.biotheory.ru/bios-363-1.html>, свободный (30.11.2015).
144. Сафлор: выгодно, нетрудно, разумно Режим доступа: <http://agroinfo.kz/saflor-vygodnonetrudno-razumno/> (12.11.2017).

145. Сафлор: Будущее за альтернативными масличными [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.agroclub.ru/people/user/202/blog/3100/> (18.12.2017).
146. Микробиологические препараты на основе клубеньковых и ассоциативных ризобактерий в сельском хозяйстве // Каталог микробиологических препаратов: ФГБ-НУ «Всероссийский научно исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://permagrohim.ru/assets/files/ecos_katalog.pdf (17.11.2017).
147. Трансформация азота в почве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agroinf.com/mikrobiologiya/regulirovaniye-mikrobiologicheskikh-prevrashcheniy-v-pochve-elementov-pitaniya/transformaciya-azota-v-pochve.html> (20.03.2018).
148. Сафлор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.eda-land.ru/travy/saflor/> (20.03.2018).
149. Выращивание сафлора. Применение. Посев. Сорты, виды, разновидности. Уход за посевами. Сбор, уборка урожая [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://hw4.ru/vyrastim-saflor> (19.03.2018).
150. Растение сафлор подарит диабетикам инсулин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://mosclinic.ru/news/1874_rastenie_saflor_podarit_diabetikam_insulin (20.03.2018).
151. Сафлор - что это такое? Описание, выращивание растения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://fb.ru/article/185172/saflor---chto-etotakoe-opisanie-vyraschivanie-rasteniya> (24.10.2018).
152. Реестры сортов и пород: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://reestr.gosort.com/reestr/sort/9464459> (26.04.2016).
153. Микробиопрепараты для растениеводства [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://agri-news.ru/zhurnal/2009/%E2%84%964/2009/zashhita-rastenij/mikrobiopreparaty-dlya-rastenievodstva.html> (15.07.2019).
154. ЭКОС биопрепараты [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ekosspb.ru/catalog/mikrobiologicheskie-preparaty/mizorin> (31.07.2019).
155. Масличные. Урожай 2020 года [Электронный ресурс]. Режим доступа:

<http://www.russiapost.su/archives/219984> (25.05.21).

156. Сафлор [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.agroserver.ru/saflor> (25.05.21).

Характеристика погодных условий в годы исследований в сравнении со среднемноголетней нормой

Месяц	Среднемесячная температура воздуха, °С				Относительная влажность воздуха, %				Сумма осадков, мм			
	2015-2016 с.-х. год	2016-2017 с.-х. год	2017-2018 с.-х. год	средне-много-летние	2015-2016 с.-х. год	2016-2017 с.-х. год	2017-2018 с.-х. год	средне-много-летние	2015-2016 с.-х. год	2016-2017 с.-х. год	2017-2018 с.-х. год	средне-много-летние
Сентябрь	17,5	18,0	18,0	15,1	57	59	58	64	24,6	24,0	12,1	25,0
Октябрь	4,8	9,3	8,5	7,7	63	72	77	74	30,1	33,5	35,7	31,0
Ноябрь	3,5	3,7	2,9	0,4	81	82	89	85	27,1	25,6	13,1	31,0
Декабрь	0,6	-2,6	1,8	-5,0	84	88	91	83	30,9	31,1	52,8	35,0
Январь	-7,6	-5,1	-4,5	-7,8	84	86	88	85	49,2	44,6	36,8	27,0
Февраль	1,9	-3,5	-4,9	-7,7	86	83	83	83	33,0	35,7	52,8	25,0
Март	4,8	2,8	-2,6	-1,9	80	75	84	84	36,3	36,6	55,2	23,0
Апрель	11,8	11,6	10,3	8,0	66	68	60	75	31,6	33,8	24,7	27,0
Май	13,9	18,3	18,9	15,8	66	66	48	73	43,3	48,4	41,8	35,0
Июнь	20,7	22,1	22,6	19,8	53	59	39	64	33,0	40,3	16,7	49,0
Июль	22,9	24,7	25,0	22,8	48	56	54	61	30,0	33,0	54,8	42,0
Август	24,9	25,6	22,9	21,5	52	47	40	42	31,0	30,1	7,8	27,0
Среднее	10,0	10,4	9,9	7,4	68	70	68	73	-	-	-	-
Сумма	-	-	-	-	-	-	-	-	400,1	416,7	404,3	377,0

Динамика продуктивной влаги в почве подсафлором, мм

Слой поч- вы, см	Срок отбора				
	перед посе- вом сафлора	2-3 пары ли- стьев	образование корзинки	цветение	уборка
	10.04.16.	21.05.16.	28.06.16.	10.07.16.	15.08.16.
0-20	19,6	24,0	3,6	0	7,8
20-40	19,3	16,0	4,5	5,4	0
40-60	19,8	10,0	1,0	0	0
60-80	13,7	0,97	0	0	0
80-100	10,8	0	0	0,4	0
0-60	58,7	50,0	9,1	5,4	7,8
0-100	83,2	50,9	9,1	5,8	7,8
	11.04.17.	27.05.17.	19.06.17.	18.07.17.	20.08.17.
0-20	23,3	8,2	5,1	0,8	0
20-40	24,5	10,9	8,9	0	0
40-60	27,5	13,9	9,2	0	0
60-80	26,3	14,1	9,4	0	0
80-100	29,0	22,2	8,4	0	0
0-60	75,3	33,0	23,2	0,8	0
0-100	130,6	69,3	41,0	0,8	0
	21.04.18.	18.05.18.	9.06.18.	8.07.18.	6.08.18.
0-20	15,6	8,7	0	0	0
20-40	19,5	13,3	0,6	0	0
40-60	22,6	14,5	5,9	0	0
60-80	30,4	14,0	2,4	0	0
80-100	37,3	17,7	6,2	0	0
0-60	57,6	36,5	6,5	0	0
0-100	125,4	68,2	15,1	0	0

Приложение 3

Содержание нитратного азота в слое почвы 0-60 см в среднем за 2016-2018 гг., кг/га

Варианты	Срок отбора		Среднее за вегетацию
	образования корзинки	уборка	
контроль	48,7	45,8	47,3
внесение при посеве			
N ₂₄ P ₂₆	61,6	43,9	52,8
N ₂₄ P ₂₆ K ₂₄	60,4	44,6	52,5
N ₂₄ P ₅₂	61,0	45,3	53,2
внесение под предпосевную культивацию			
N ₂₄ P ₅₂	68,5	41,2	54,9
N ₄₈ P ₅₂	68,4	41,0	54,7
N ₄₈ P ₅₂ K ₄₈	59,1	36,3	47,7
N ₇₂ P ₅₂ K ₄₈	67,9	36,8	52,3
КЛ-10+ N ₂₄ P ₅₂	59,1	47,1	53,1
НСР ₀₅	6,3	4,5	4,1

Приложение 4

Содержание подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см в среднем за 2016-2018 гг., мг/кг

Варианты	Срок отбора		Среднее за вегетацию
	образования корзинки	уборка	
контроль	11,9	12,3	12,1
внесение при посеве			
N ₂₄ P ₂₆	12,4	12,7	12,6
N ₂₄ P ₂₆ K ₂₄	10,9	13,2	12,1
N ₂₄ P ₅₂	12,8	14,6	13,7
внесение под предпосевную культивацию			
N ₂₄ P ₅₂	12,3	13,4	12,9
N ₄₈ P ₅₂	10,5	13,6	12,1
N ₄₈ P ₅₂ K ₄₈	10,9	13,2	12,0
N ₇₂ P ₅₂ K ₄₈	10,1	14,2	12,2
КЛ-10+ N ₂₄ P ₅₂	11,8	12,7	12,3
НСР ₀₅	1,5	2,1	1,2

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

Варианты	Срок отбора		Среднее за вегета- цию
	образование кор- зинки	уборка	
контроль	399	323	361
внесение при посеве			
N ₂₄ P ₂₆	420	332	376
N ₂₄ P ₂₆ K ₂₄	422	330	376
N ₂₄ P ₅₂	415	327	371
внесение под предпосевную культивацию			
N ₂₄ P ₅₂	405	301	353
N ₄₈ P ₅₂	404	323	362
N ₄₈ P ₅₂ K ₄₈	412	322	361
N ₇₂ P ₅₂ K ₄₈	438	329	384
КЛ-10+ N ₂₄ P ₅₂	420	334	377
НСР ₀₅	29	F _{ф.} < F _{т.}	21

Структура урожайности сафлора в 2016 году

Варианты	Количес- тво растени й, тыс. шт./га	Высота растения , см	Масса 1 растения сырое, г	Масса 1 растения сухого, г	Число корзинок на 1 растении, шт.
контроль	328156	60	33	20	16
внесение при посеве					
N ₂₄ P ₂₆	326458	60	32	22	19
N ₂₄ P ₂₆ K ₂₄	327224	63	31	20	21
N ₂₄ P ₅₂	327305	63	33	21	23
N ₄₈ P ₅₂	327453	65	33	22	21
вразброс под предпосевную культивацию					
N ₂₄ P ₅₂	321140	64	34	23	20
N ₄₈ P ₅₂	325222	67	35	23	25
N ₄₈ P ₅₂ K ₄₈	326149	65	33	22	21
N ₇₂ P ₅₂	321210	63	33	23	22
N ₇₂ P ₅₂ K ₄₈	323505	66	33	21	20
внесение минеральных удобрений при посеве и обработка семян биопрепаратами перед посевом					
КЛ-10	326329	64	33	23	23
N ₂₄ P ₅₂ +КЛ-10	324201	68	35	23	23
Мизорин 7	323218	66	34	22	19
N ₂₄ P ₅₂ +Мизорин 7	324387	64	33	22	24
Флавобактерин	323927	67	35	24	25
N ₂₄ P ₅₂ +Флавобактерин	324295	65	36	24	20
НСР ₀₅	-	2	4	2	3

Структура урожайности сафлора в 2017 году

Варианты	Количество растений, тыс. шт./га	Высота растения, см	Масса 1 растения сырое, г	Масса 1 растения сухого, г	Число корзинок на 1 растении, шт.
Контроль	324228	63	33	22	20
внесение при посеве					
N ₂₄ P ₂₆	324305	64	35	25	20
N ₂₄ P ₂₆ K ₂₄	324229	66	35	24	22
N ₂₄ P ₅₂	325305	75	36	25	23
N ₄₈ P ₅₂	324218	72	34	24	22
вразброс под предпосевную культивацию					
N ₂₄ P ₅₂	325558	69	36	25	25
N ₄₈ P ₅₂	324306	78	37	25	27
N ₄₈ P ₅₂ K ₄₈	324214	68	36	26	23
N ₇₂ P ₅₂	324229	65	35	25	23
N ₇₂ P ₅₂ K ₄₈	325306	70	36	25	22
внесение минеральных удобрений при посеве и обработка семян биопрепаратами перед посевом					
КЛ-10	325207	70	36	25	22
N ₂₄ P ₅₂ +КЛ-10	328305	73	34	23	25
Мизорин 7	326320	69	37	26	20
N ₂₄ P ₅₂ +Мизорин 7	324211	75	38	27	21
Флавобактерин	325248	74	39	29	24
N ₂₄ P ₅₂ +Флавобактерин	327305	70	38	27	20
НСР ₀₅	-	2	3	3	2

Структура урожайности сафлора в 2018 году

Варианты	Количество растений, тыс. шт./га	Высота растения, см	Масса 1 растения сырое, г	Масса 1 растения сухого, г	Число корзинок на 1 растении, шт.
контроль	326419	56	30	19	17
внесение при посеве					
N ₂₄ P ₂₆	325935	58	33	23	18
N ₂₄ P ₂₆ K ₂₄	325922	56	31	22	19
N ₂₄ P ₅₂	325845	57	33	24	18
N ₄₈ P ₅₂	325721	59	30	20	21
вразброс под предпосевную культивацию					
N ₂₄ P ₅₂	326822	56	33	21	20
N ₄₈ P ₅₂	326814	58	34	22	22
N ₄₈ P ₅₂ K ₄₈	325732	56	31	19	23
N ₇₂ P ₅₂	325739	56	34	23	21
N ₇₂ P ₅₂ K ₄₈	325723	57	32	21	21
внесение минеральных удобрений при посеве и обработка семян биопрепаратами перед посевом					
КЛ-10	325919	61	30	22	24
N ₂₄ P ₅₂ +КЛ-10	326821	59	33	22	22
Мизорин 7	325721	58	31	23	21
N ₂₄ P ₅₂ +Мизорин 7	326123	60	35	24	20
Флавобактерин	325923	62	32	24	25
N ₂₄ P ₅₂ +Флавобактерин	329173	60	32	25	21
НСР ₀₅	-	2	3	3	1



А К Т

внедрения результатов научно-исследовательских работ
«22» сентября 2020 г.

Мы, нижеподписавшиеся, представители Донского государственного аграрного университета доцент, доктор с.-х. наук Каменев Р.А., аспирант Разумнова Л.А.
(должность, фамилия, имя, отчество)

_____, с одной стороны,
и представители ЗАО «Обливскагропромтранс» Обливского района Ростовской области
(наименование предприятия, учреждения, организации)

Руководитель Тюморезов Сергей Викторович и агроном Полупанов Алексей Викторович
(должность, фамилия, имя, отчество)

с другой стороны, составили настоящий акт в том, что в 2019-2020 гг.
(сроки внедрения)

в результате проведения научно-исследовательских работ по теме: «Применение минеральных удобрений и бактериальных препаратов при выращивании сафлора» по соглашению от «30» сентября 2019 г. на полях ЗАО «Обливскагропромтранс» в Обливском районе Ростовской области
(наименование предприятия, организации, учреждения)

внедрено применение бактериальных азотфиксирующих препаратов на посевах сафлора на тёмно-каштановой почве
(наименование процесса, машины, материала и др.)

В процессе внедрения выполнены следующие работы

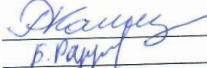

На площади 65 га посевов сафлора в 2020 г. отобраны почвенные образцы, исследована обеспеченность почвы доступными формами элементов питания для растений, определено действие бактериальных препаратов и минеральных удобрений на урожайность сафлора

От внедрения получен следующий технико-экономический эффект (в рублях и других показателях) Применение бактериального препарата Флавобактерин для обработки семян сафлора сорта Заволжский I перед посевом увеличивало урожайность на 0,20 т/га или на 13,3%, дополнительный условно чистый доход с 1 га повысился на 1158 руб., уровень рентабельности повышался по сравнению с контролем на 15%, себестоимость продукции снизилась на 0,10 руб./кг.

Предложения по дальнейшему внедрению результатов работ _____
Для повышения экономической эффективности возделывания сафлора рекомендуется
внедрить применение бактериальных препаратов Флавобактерин на всей площади выра-
щивания сафлора, согласно структуры посевных площадей хозяйства.

Акт составлен в 3 экземплярах:
1-й и 3-й экз. — ДонГАУ
2-й — заказчику

Представители ДонГАУ _____

 (Каменев Р.А.)
 (Разумнова Л.А.)

Представители заказчика _____

 (Тюрморезов С.В.)
 (Полупанов А.В.)


«УТВЕРЖДАЮ»
Врио ректора Донского ГАУ
Федоров В.Х.

«5» октября 2020 г.

«УТВЕРЖДАЮ»
Руководитель хозяйства
Кнышова А.Н.

«8» октября 2020 г.

А К Т

внедрения результатов научно-исследовательских работ
«1» октября 2020 г.

Мы, нижеподписавшиеся, представители Донского государственного аграрного университета доцент, доктор с.-х. наук Каменев Р.А., аспирант Разумнова Л.А.
(должность, фамилия, имя, отчество)

и представители ООО «Восход» Милютинского района Ростовской области

(наименование предприятия, учреждения, организации)

Генеральный директор Кнышова Анжела Николаевна и
главный агроном Лагутин Сергей Иванович
(должность, фамилия, имя, отчество)

с другой стороны, составили настоящий акт в том, что в 2019-2020 гг.
(сроки внедрения)

в результате проведения научно-исследовательских работ по теме: «Применение минеральных удобрений и бактериальных препаратов при выращивании сафлора» по соглашению от «12» сентября 2019 г.
на полях ООО «Восход» в Милютинском районе Ростовской области

(наименование предприятия, организации, учреждения)

внедрено применение бактериальных азотфиксирующих препаратов и минеральных удобрений на посевах сафлора на темно-каштановой почве
(наименование процесса, машины, материала и др.)

В процессе внедрения выполнены следующие работы

На площади 30 и 45 га посевов сафлора в 2020 г. отобраны почвенные образцы, исследована обеспеченность растений доступными формами элементов питания, определено действие бактериальных препаратов и минеральных удобрений на урожайность сафлора

От внедрения получен следующий технико-экономический эффект (в рублях и других показателях)

Применение бактериального препарата Флавобактерин для обработки семян сафлора сорта Заволжский 1 перед посевом увеличивало урожайность на 0,13 т/га или на 10,5%, дополнительный условно чистый доход с 1 га повысился на 1120 руб., уровень рентабельности увеличился по сравнению с контролем на 16%, себестоимость продукции снизилась на 0,18 руб./кг.

Применение минеральных удобрений в дозе N₂₄P₂₆ при выращивании сафлора сорта Заволжский 1 увеличивало урожайность на 0,22 т/га или на 15,6%, дополнительный условно чистый доход с 1 га повысился на 1523 руб., уровень рентабельности увеличился по сравнению с контролем на 21%, себестоимость продукции снизилась на 0,13 руб./кг.

Предложения по дальнейшему внедрению результатов работ _____
Для повышения экономической эффективности возделывания сафлора рекомендуется внедрить применения бактериальных препаратов Флавобактерин на всей площади выращивания сафлора, минеральные удобрения вносить в дозе N₂₄P₂₆ согласно структуры посевных площадей хозяйства.

Акт составлен в 3 экземплярах :
1-й и 3-й экз. — ДонГАУ
2-й — заказчику

Представители ДонГАУ _____

Р. Каменев (Каменев Р.А.)
Л. А. Разумнова (Разумнова Л.А.)

Представители заказчика ООО «Восход»

А. Н. Кнышова (Кнышова А.Н.)
С. И. Лагутин (Лагутин С.И.)



Результаты дисперсионного анализа урожайность сафлора в опыте 2016 года, т/га

0,89 1,01 1,08 1,08 1,08 1,14 1,16 1,02 1,02 1,08 0,91 1,04 0,91 1,16 1,16 1,08
0,90 0,94 0,94 1,02 0,87 1,05 1,16 1,06 1,23 1,02 0,98 1,09 0,91 1,12 1,12 1,08
0,96 1,08 1,02 0,94 0,94 1,08 1,23 1,16 1,08 1,08 0,94 1,09 1,02 1,08 1,08 1,08

дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	F _ф	F ₀₅
общая	37,7	47			
повторностей	0,5	2			
вариантов	25,9	15	1,73	4,62	2,09
остатка	11,2	30	0,37		

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 0,37^2}{3}} = 0,49$$

$$HCP_{05=t_{05}} * Sd = 2,04 * 0,49 = 0,99$$

Результаты дисперсионного анализа урожайность сафлора в опыте 2017 года, т/га

1,021,23 1,16 1,30 1,30 1,37 1,27 1,37 1,37 1,27 1,30 1,20 1,23 1,12 1,27 1,18
1,16 1,23 1,20 1,23 1,16 1,23 1,37 1,37 1,28 1,37 1,22 1,30 1,18 1,18 1,30 1,12
1,16 1,23 1,301,22 1,16 1,28 1,30 1,38 1,24 1,23 1,22 1,30 1,18 1,12 1,18 1,18

дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	F _ф	F ₀₅
общая	30,6	47			
повторностей	0,3	2			
вариантов	20,6	15	1,14	2,22	2,09
остатка	9,7	30	0,32		

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 0,32^2}{3}} = 0,46$$

$$HCP_{05=t_{05}} * Sd = 2,04 * 0,46 = 0,93$$

Результаты дисперсионного анализа урожайность сафлора в опыте 2018 года, т/га

0,951,01 1,08 1,08 1,08 1,14 1,16 1,02 1,02 1,02 0,97 1,04 1,01 1,06 1,16 1,08
0,95 1,06 1,07 1,02 0,87 1,05 1,16 1,06 1,12 1,02 0,99 1,09 0,99 1,06 1,12 1,08
0,93 1,08 1,02 1,02 0,94 1,08 1,23 1,16 1,05 1,04 0,98 1,09 1,02 1,08 1,15 1,08

Дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	F _ф	F ₀₅
Общая	22,8	47			
Повторностей	0,2	2			
Вариантов	17,1	15	1,14	6,21	2,09
Остатка	5,5	30	0,18		

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 0,18^2}{3}} = 0,35$$

$$HCP_{05=t_{05}} * Sd = 2,04 * 0,35 = 0,71$$

Результаты дисперсионного анализа урожайность сафлора в опыте 2016-2018 года, т/га

0,92 1,01 1,01 1,01 0,96 1,09 1,18 1,08 1,11 1,06 0,9 1,07 0,95 1,02 1,12 1,08
 1,11 1,23 1,22 1,25 1,21 1,29 1,31 1,37 1,30 1,29 1,25 1,27 1,20 1,14 1,25 1,16
 0,94 1,05 1,06 1,04 0,94 1,09 1,18 1,08 1,06 1,03 0,98 1,07 1,01 1,06 1,14 1,08

дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	F _φ	F ₀₅
общая	63,5	47			
повторностей	41,8	2			
вариантов	16,6	15	1,11	6,52	2,09
остатка	5,1	30	0,17		

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 0,17^2}{3}} = 0,36$$

$$HCP_{05=t_{05}} * Sd = 2,04 * 0,36 = 0,73$$

Результаты дисперсионного анализа масличность сафлора в опыте 2016 года, %

35,8 36,5 35,8 36,0 35,9 35,6 36,0 35,7 35,9 35,8 36,0 36,0 35,9 35,7 36,7 36,4
 36,2 35,9 36,5 36,3 36,0 36,4 36,1 35,5 36,0 36,1 36,0 36,5 36,5 36,0 35,9 36,0
 36,0 35,6 36,6 35,7 34,6 36,0 35,6 33,5 35,2 34,6 36,3 37,3 35,0 37,2 35,4 36,2

дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	F _φ	F ₀₅
общая	18,65	47			
повторностей	1,65	2			
вариантов	7,05	15	0,47	1,42	2,09
остатка	9,95	30	0,33		

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 0,33^2}{3}} = 0,47$$

$$HCP_{05=t_{05}} * Sd = 2,04 * 0,47 = 0,96$$

Результаты дисперсионного анализа масличности сафлора в опыте 2017 года, %

36,0 36,3 35,6 35,7 36,0 36,0 36,0 35,6 36,5 35,6 36,0 36,1 35,5 35,8 36,1 36,4
 35,6 36,6 36,3 36,2 36,0 36,7 35,6 35,8 36,0 36,0 36,6 36,3 36,0 36,5 35,9 36,8
 36,4 36,6 34,3 36,4 35,7 36,5 36,7 34,2 35,5 35,8 36,9 34,7 36,8 36,6 35,1 36,0

дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	F _φ	F ₀₅
общая	16,31	47			
повторностей	0,77	2			
вариантов	6,51	15	0,43	1,4	2,09
остатка	9,03	30	0,30		

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 0,30^2}{3}} = 0,44$$

$$HCP_{05=t_{05}} * Sd = 2,04 * 0,44 = 0,89$$

Результаты дисперсионного анализа масличности сафлора в опыте 2018 года, %

36,1 36,3 35,9 35,7 35,8 36,0 36,0 35,2 35,9 35,8 36,0 36,3 36,1 35,8 36,1 36,1
 36,0 36,2 36,1 36,2 35,7 36,4 35,6 35,1 35,9 35,7 36,5 36,3 36,2 36,5 35,9 36,2
 35,9 36,3 35,9 36,4 35,7 36,3 36,5 35,2 36,0 35,8 36,6 36,2 36,2 36,6 36,0 36,1

дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	F _ф	F ₀₅
общая	5,33	47			
повторностей	0,21	2			
вариантов	3,87	15	0,26	6,21	2,09
остатка	1,25	30	0,04		

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 0,04^2}{3}} = 0,17$$

$$HCP_{05=t_{05}} * Sd = 2,04 * 0,17 = 0,35$$

Результаты дисперсионного анализа масличности сафлора в опыте 2016-2018года, %

36,0 36,0 36,3 36,0 35,5 36,0 35,9 34,9 35,7 35,5 36,1 36,6 35,8 36,3 36,0 36,2
 36,0 36,5 35,4 36,1 35,9 36,4 36,1 35,2 36,0 35,8 36,5 35,7 36,1 36,3 35,7 36,4
 36,0 36,3 36,0 36,1 35,7 36,2 36,0 35,2 36,0 35,8 36,4 36,3 36,2 36,3 36,0 36,1

дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	F _ф	F ₀₅
общая	5,90	47			
повторностей	0,11	2			
вариантов	4,29	15	0,29	5,70	2,09
остатка	1,51	30	0,05		

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 0,05^2}{3}} = 0,17$$

$$HCP_{05=t_{05}} * Sd = 2,04 * 0,17 = 0,35$$

Результаты дисперсионного анализа сбор масла сафлора в опыте 2016 года, кг/га

293 339 356 358 360 373 384 335 337 356 301 344 301 381 392 362
 300 310 316 341 288 352 385 346 407 339 325 366 306 371 370 358
 318 354 343 309 300 358 403 358 350 344 314 374 328 370 352 360

дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	F _ф	F ₀₅
общая	41067,8	47			
повторностей	267,9	2			
вариантов	28966,5	15	1931,1	4,9	2,09
остатка	11833,5	30	394,4		

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 394,4^2}{3}} = 16,2$$

$$HCP_{05=t_{05}} * Sd = 2,04 * 16,2 = 33,0$$

Результаты дисперсионного анализа сбор масла сафлора в опыте 2017 года, кг/га
 338 411 380 427 431 454 421 449 460 416 431 399 402 369 422 395
 380 414 401 410 384 415 449 451 424 454 411 434 391 396 429 379
 388 414 410 409 381 430 439 434 405 405 414 415 399 377 381 391

дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	F _ф	F ₀₅
общая	30723,3	47			
повторностей	624,1	2			
вариантов	20012	15	1334,13	3,9	2,09
остатка	10087,2	30	336,2		

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 336,2^2}{3}} = 15,0$$

$$НСП_{05=t_{05}} * Sd = 2,04 * 15,0 = 30,6$$

Результаты дисперсионного анализа сбор масла сафлора в опыте 2018 года, кг/га

342 367 388 386 387 410 418 359 366 365 349 378 365 380 419 390
 342 384 386 369 311 382 413 372 402 364 361 396 358 387 402 391
 334 392 366 371 336 392 449 408 378 372 359 395 369 395 414 390

дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	F _ф	F ₀₅
общая	30287	47			
повторностей	312,5	2			
вариантов	22671,6	15	1511,4	6,2	2,09
остатка	7302,8	30	243,4		

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 243,4^2}{3}} = 12,7$$

$$НСП_{05=t_{05}} * Sd = 2,04 * 12,7 = 25,9$$

Результаты дисперсионного анализа сбор масла сафлора в опыте 2016-2018 года, кг/га

305 335 337 335 314 361 389 347 365 346 312 360 313 341 371 360
 368 413 397 415 399 432 435 444 431 425 420 417 399 381 411 388
 339 381 380 375 345 395 427 380 382 367 356 390 364 387 412 390

Дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	F _ф	F ₀₅
Общая	59640,7	47			
Повторностей	36777,5	2			
Вариантов	17299,3	15	1153,3	6,2	2,09
остатка	5563,8	30	185,5		

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 185,5^2}{3}} = 11,1$$

$$НСП_{05=t_{05}} * Sd = 2,04 * 11,1 = 22,6$$

Результаты дисперсионного анализа урожайность вегетативной массы в опыте 2016 года,
т/га

6,6 7,3 6,1 6,8 7,2 7,6 7,5 7,3 7,6 6,6 7,5 7,2 7,2 7,0 7,7 7,8
6,5 7,0 6,8 7,0 7,2 7,1 7,5 7,0 7,2 7,0 7,5 7,8 7,0 7,1 7,9 7,8
6,6 7,0 6,3 6,9 7,3 7,4 7,4 7,2 7,4 6,7 7,4 7,4 7,0 7,2 7,7 7,9

дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	F _φ	F ₀₅
общая	8,06	47			
повторностей	0,012	2			
вариантов	7,08	15	0,47	14,73	2,09
остатка	0,96	30	0,03		

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 0,03^2}{3}} = 0,21$$

$$HCP_{05=t_{05}} * Sd = 2,04 * 0,21 = 0,4284$$

Результаты дисперсионного анализа урожайность вегетативной массы в опыте 2017 года,
т/га

7,1 8,2 8,2 8,2 7,9 8,1 8,1 8,5 8,2 8,1 8,3 7,4 8,5 8,9 9,6 8,8
7,0 8,0 7,3 7,9 7,6 8,0 8,0 8,2 7,9 8,0 7,9 7,8 8,5 8,6 9,1 8,7
7,2 8,1 7,4 8,1 7,5 8,2 8,2 8,4 8,2 8,2 8,0 7,6 8,6 8,8 9,2 9,0

дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	F _φ	F ₀₅
общая	14,12	47			
повторностей	0,41	2			
вариантов	12,89	15	0,86	31,37	2,09
остатка	0,82	30	0,027		

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 0,27^2}{3}} = 0,71$$

$$HCP_{05=t_{05}} * Sd = 2,04 * 0,71 = 1,4484$$

Результаты дисперсионного анализа урожайность вегетативной массы в опыте 2018 года,
т/га

6,3 7,6 7,3 7,8 6,5 6,7 7,3 6,2 7,7 6,8 7,2 6,4 6,8 7,2 7,7 8,2
6,0 7,3 7,0 7,7 6,4 7,0 7,0 6,1 7,2 6,7 7,1 6,6 6,8 7,1 7,9 8,2
6,2 7,5 7,4 7,8 6,6 7,0 7,2 6,3 7,5 6,8 7,2 6,6 6,7 7,4 7,7 8,3

дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	F _φ	F ₀₅
общая	15,9	47			
повторностей	0,15	2			
вариантов	15,32	15	1,02	70,235	2,48
остатка	0,44	30	0,01454		

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 0,015^2}{3}} = 0,1$$

$$HCP_{05=t_{05}} * Sd = 2,04 * 0,1 = 0,204$$

Результаты дисперсионного анализа урожайность вегетативной массы в опыте 2016-2018
года, т/га

6,6 7,2 6,5 6,9 7,2 7,4 7,5 7,2 7,4 6,8 7,5 7,5 7,1 7,1 7,8 7,8
7,1 8,1 7,8 8,1 7,8 8,1 8,1 8,4 8,1 8,1 8,1 7,6 8,5 8,8 9,4 8,8
6,2 7,5 7,2 7,8 6,5 6,9 7,2 6,2 7,5 6,8 7,2 6,5 6,8 7,2 7,8 8,2

дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	F _ф	F ₀₅
общая	22,87	47			
повторностей	11,33	2	0,52		
вариантов	7,74	30	0,1265	4,0807	2,09
остатка	3,795	30	0,1265		

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 0,1265^2}{3}} = 0,2$$

$$HCP_{05} = t_{05} * Sd = 2,04 * 0,2 = 0,59$$