

На правах рукописи

Милованов Иван Владимирович

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ
ВОЗДЕЛЫВАНИЯ САФЛОРА
В САРАТОВСКОМ ПРАВОБЕРЕЖЬЕ**

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Саратов – 2023

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»

Научный руководители: доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Нарушев Виктор Бисенгалиевич

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Субботин Александр Геннадьевич

Официальные оппоненты: **Прахова Татьяна Яковлевна**

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

Аксенов Михаил Петрович

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Электроснабжение и энергетические системы» ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва»

Защита диссертации состоится _____ 2023 г. в ___ часов на заседании диссертационного совета 35.2.035.05 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», по адресу: 410012, г. Саратов, пр-кт им. Петра Столыпина зд.4, стр.3

E-mail: dissovet01@sgau.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО Вавиловский университет и на сайте www.vavilovsar.ru

Автореферат разослан " ____ " _____ 2023 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Полетаев Илья
Сергеевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. Академик В.И. Кирюшин отмечал, что в Российской Федерации в плане оптимизации размещения сельскохозяйственных культур, совершенствовании структуры посевных площадей имеются огромные перспективы из-за несоответствия специализации растениеводства во многих регионах. Скорейшее решение этой проблемы будет способствовать эффективному использованию природных ресурсов, увеличению объемов производства растениеводческой продукции, предотвращению экологических проблем.

По мнению целого ряда исследователей: В.А. Гущиной и соавт., В.М. Лукомца и соавт., С.А. Девяткина и соавт., производство масличных культур является экономически перспективной отраслью растениеводства. Основную долю в структуре производства маслосемян (70%) занимает подсолнечник, что не всегда оправдано с позиции оптимального использования имеющихся климатических ресурсов. Для засушливых регионов нашей страны в качестве масличной культуры значительную перспективу представляет сафлор красильный (*Carthamus tinctorius* L). По мнению академика В.М. Лукомца в перспективе под сафлор может быть отведено до 1 млн га пашни, а основными регионами его производства должны стать регионы Приволжского и Южного федеральных округов.

Разработка и обоснование элементов технологий возделывания сафлора красильного, и их адаптация применительно к почвенным и климатическим условиям степной зоны Саратовского Правобережья, является важной задачей современного земледелия. Неотъемлемым элементом технологии возделывания сельскохозяйственных культур является выбор наиболее продуктивного сорта и системы применения агрохимикатов. Решению данного вопроса посвящено диссертационное исследование.

Степень её разработанности. Результаты по изучению отдельных элементов технологии возделывания сафлора красильного в России представлены в работах Л.В. Богосорянской, В.М. Иванова и соавт., Н.В. Сафиной, Т.В. Кильяновой, С.И. Воронова и соавт., Д.А. Магомедовой, О.А. Тимошкина и соавт.

Из исследований, проведенных в степной зоне Волгоградской и Саратовской областей, близких по климату, следует отметить полевые опыты П.В. Полушкина, посвященные вопросам орошения сафлора, работы В.М. Иванова, В.В. Толмачева, В.Б. Нарушева и соавт. и А.В. Попова, связанные с изучением оптимальных сроков, способов посева и норм высева. Вопросы применения органических удобрений под культуру изучены А.С. Межевой.

В зоне Саратовского Правобережья при возделывании сафлора красильного вопрос использования агрохимикатов изучен недостаточно. Это послужило причиной для проведения диссертационного исследования.

Цели и задачи исследований. Цель наших исследований состояла в определении наиболее продуктивного сорта сафлора красильного и обос-

новании эффективного комплекса агрохимикатов для условий степной зоны Саратовского Правобережья.

Для реализации цели были поставлены следующие задачи:

1 установить особенности роста, развития и фотосинтетической продуктивности сафлора красильного в зависимости от сорта, применения агрохимикатов в условиях Саратовского Правобережья;

2 оценить влияние агрохимикатов на формирование элементов структуры урожая у различных сортов сафлора красильного;

3 выявить влияние агрохимикатов на урожайность и содержание жира в маслосеменах сафлора при использовании их в условиях Саратовского Правобережья;

4 провести сравнительную оценку экономических и энергетических показателей производства сафлора красильного при внесении агрохимикатов.

Научная новизна. В условиях Саратовского Правобережья установлена высокая эффективность комплексного применения агрохимикатов в увеличении урожайности и качества маслосемян сафлора красильного. Доказана высокая экономическая и энергетическая эффективность данных агроприемов. Определен, наиболее урожайный сорт сафлора красильного для условий Саратовского Правобережья.

Теоретическая значимость работы заключается в установлении особенностей роста и развития растений сафлора красильного различных сортов при внесении агрохимикатов в условиях Саратовского Правобережья. В определении времени прохождения фаз развития растений сафлора красильного, длины вегетационного периода культуры в зависимости от климатических условий региона, особенностей формирования листовой поверхности и продуктивности фотосинтеза в зависимости от сорта и модели применения агрохимикатов.

Практическая значимость работы. В условиях Саратовского Правобережья при возделывании сафлора красильного, предпочтение необходимо отдавать сорту Ершовский 4. Комплексное применение агрохимиката Циркон при подготовке семян к посеву с повсходовой обработкой Силиплантом при возделывании сорта Ершовский 4 обеспечивает наибольшую урожайность маслосемян сафлора красильного 1,89 т/га, с содержанием жира 37,9 %.

Объекты и предмет исследований. Объектами исследования являлись два сорта сафлора. Сорт Астраханский 747 создан в ФГБНУ Прикарпатский аграрный федеральный научный центр российской академии наук, оригинатор СПК «Труд» Михайловский район, Волгоградской области. Сорт Ершовский 4 выведенный коллективом авторов: Пархоменко И.С., Пархоменко А.И., Дороговед А.А., Коюда С.П., Зубков В.В., Полушкин П.В. Оригинатор сорта Коюда С.П.

Предметом являлись процессы изменения параметров роста и развития сафлора на черноземе южном Саратовского Правобережья.

Методология и методы исследования. Теоретические – изучение и анализ научной литературы по теме диссертационного исследования, оценка результатов, полученных в ходе проведения диссертационного исследования с использованием методов параметрической статистики. Эмпирические – лабораторные и полевые исследования, графическое и табличное отображение полученных результатов.

Положения, выносимые на защиту:

- особенности роста, развития растений и фотосинтетической деятельности растений сафлора красильного в зависимости от сорта и комплексного применения агрохимикатов и агроприемов в степной зоне Саратовского Правобережья;

- наиболее эффективная модель системного применения агрохимикатов и сорта, обеспечивающая наибольший рост элементов структуры урожая.

- зависимость урожайности маслосемян сафлора красильного и их качества от применяемой модели системного использования агрохимикатов и сорта;

- результаты экономической и биоэнергетической оценки производства маслосемян сафлора красильного в зависимости от системного применения агрохимикатов и сортов.

Достоверность результатов. Полученные экспериментальные данные доказываются проведением полевых экспериментов, лабораторных анализов, статистической обработкой, практическим внедрением разработанной технологии в КФХ «Шишкин А.А.» Татищевского района Саратовской области.

Апробация работы. Материалы научной работы в период 2018 - 2021 годов многократно докладывались на научных конференциях различного уровня – «Вавиловские чтения» (Саратов, 2018 – 2020), ежегодных научно-практических конференциях профессорско-преподавательского состава ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ» (Саратов, 2018 - 2021). Разработанные приемы применения агрохимикатов внедрены в 2020 году в КФХ «Шишкин А.А.» Татищевского района Саратовской области на площади в 100 га и показали преимущество в прибавке урожайности в 30%.

Публикации. По материалам исследований издано 8 научных работ, из которых 2 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ и 1 статья в МБД Scopus.

Объём и структура диссертации. Работа изложена на 158 страницах компьютерного текста, состоит из введения, 5 глав, заключения и предложений производству, содержит 20 таблиц, 16 рисунков и 20 приложений. Список используемой литературы включает 217 источников, в том числе 17 зарубежных авторов.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность проблемы, ее значимость. Поставлена цель и задач исследования. Обозначены основные положения, выносимые на защиту. Определена новизна, теоретическая и практическая значимость работы.

В первой главе «Оценка проблем применения агрохимикатов при возделывании сафлора красильного (обзор литературы)» рассматривается хозяйственное значение сафлора, морфология культуры, биологические особенности сафлора, адаптивные приемы возделывания сафлора в зоне Саратовского Правобережья и применение в современном растениеводстве агрохимикатов. Применение агрохимикатов на сафлоре на черноземе южном Саратовского Правобережья мало изучено.

Во второй главе «Условия проведения, схема опыта, методика исследований, агротехника» приведены погодно-климатические условия, методика опытов. Дана характеристика объектов исследования.

В 2018 – 2020 гг. проведены полевые исследования на территории опытного поля НИИСХ «Юго-Востока» в г. Саратов.

Основные показатели погодных условий в годы проведения исследований значительно изменялись по сравнению со среднемноголетними данными. Наиболее благоприятный был 2020 год. Наименее подходящий для возделывания сафлора 2019. Наиболее сильно приближенный к средним многолетним данным 2018 год. В целом года исследования соответствовали резко-континентальному климату Саратовского Правобережья. По среднемноголетним данным за период вегетации сафлора выпадает 168 мм. В течение вегетации сафлора в 2018 году выпало 133 мм осадков, в 2019 – 122 мм, в 2020 – 203 мм осадков.

Опытное поле НИИСХ «Юго-Востока» расположено в зоне южных черноземов. В пахотном слое почвы содержится порядка 3,5-4,0% гумуса. Почва хорошо структурирована и имеет хорошо выраженную зернистость в верхнем горизонте. Плотность почвы в слое, используемом в сельском хозяйстве (25 см) составляет 1,21-1,35 г/см³. Содержание нитратного азота в пахотном слое составляет 10-15 мг/кг (потенциометрический метод), что оценивается как среднее. Усвояемый фосфор (P₂O₅) тоже присутствует в среднем объеме. Его количество составляет порядка 15-30 мг/кг (по Мачигину, ГОСТ 26205-91). На фоне средних значений фосфора и азота, содержание обменного калия повышенное и достаточное. Его количество составляет 230-340 мг/кг почвы (по Мачигину, ГОСТ 26205-91).

Объектами исследования являлись два сорта сафлора. Сорт Астраханский 747 создан в ФГБНУ Прикарпатский аграрный федеральный научный центр российской академии наук, оригинатор СПК «Труд» Михайловский район, Волгоградской области. Сорт Ершовский 4 выведенный коллективом авторов: Пархоменко И.С., Пархоменко А.И., Дороговед

А.А., Коюда С.П., Зубков В.В., Полушкин П.В. Оригинатор сорта Коюда С.П.

Согласно методическим указаниям учетная площадь делянок в поле-вом опыте составила 100 м². Защитные полосы между делянками 0,5 м. В расположении вариантов опыта применялась рендомизация. Повторность в исследовании четырехкратная. Полная площадь опыта составила 2,1 га. Учетная площадь всех делянок составила 1,28 га.

Размеры делянки 3,6 м на 27,8 м. Предшественник – озимая пшеница. Место проведения эксперимента находится в зоне чернозема южного. Схе-ма полевого опыта (таблица 1):

Таблица 1 – Схема полевого опыта

Фактор А: Сорта	
Варианты фактора А	
Сорт Астраханский 747 Контроль	
Сорт Ершовский 4	
Фактор В: Агрехимикаты	
Варианты фактора В	
Контроль (1)	Обработка семян водой
Эпин Экстра (1)	Обработка семян
Циркон (1)	Обработка семян
Мелафен (1)	Обработка семян
Силиплант (1)	Обработка семян
Контроль (2)	Обработка семян и посевов водой
Эпин Экстра (2)	Обработка семян и посевов
Циркон (2)	Обработка семян и посевов
Мелафен (2)	Обработка семян и посевов
Силиплант (2)	Обработка семян и посевов
Эпин Экстра + Силиплант	Обработка семян и посевов
Циркон + Силиплант	Обработка семян и посевов
Мелафен + Силиплант	Обработка семян и посевов
Силиплант + Эпин Экстра	Обработка семян и посевов
Силиплант + Циркон	Обработка семян и посевов
Силиплант + Мелафен	Обработка семян и посевов

Посев осуществлялся рядовым методом с нормой высева в 300 тыс. всхожих семян на 1 га. В полевом опыте агрохимикаты представлены: Ци-рконом, Эпин Экстра, Силиплант (АНО «НЕСТ М») и Мелафеном (произво-дитель Казанский научный центр российской академии наук). Применение осуществлялось согласно схеме опыта в дозах, рекомендованных производи-телем.

При составлении схемы опыта и проведения учетов руководствовались повсеместно апробированными методическими указаниями Доспехова Б.А.

(1985), Константинова П.Н. (1928, 1952, 1963), Кудрявцевой А.А. (1959), Сазонова В.И. (1962) и рекомендациями по методике проведения наблюдений и исследований в полевом опыте под редакцией Смирнова Б.М. (1973).

Основной учет биологической урожайности проводился в фазу полной спелости семян путем отбора 10-ти снопов с площадок 0,25 м² с двух несмежных повторностей с каждого варианта. В дальнейшем проводился пересчет на стандартную чистоту (100%) и влажность (13%).

Уборка хозяйственного урожая велась прямым комбайнированием селекционным комбайном 2010 Сампо в фазу полной спелости при пожелтении растений сафлора красильного с последующим пересчетом на 13% стандартную влажность и 100% чистоту.

Экономическая эффективность рассчитывалась по технологическим картам, с фактической корректировкой выполненных агротехнических работ и согласно методикам М.М. Горянского (1965), С.И. Мартиросова (1977), А.А. Черняева (2006).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В третьей главе «Влияние агрохимикатов на ростовые процессы сафлора красильного в условиях Саратовского Правобережья» представлены результаты изучения хозяйственно ценных признаков сафлора красильного: продолжительность вегетации, высота, сырая и сухая биомасса, площадь листьев, фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза.

В среднем за 3 года исследований наиболее длительную вегетацию на сорте Астраханский 747 показал вариант с применением однократной обработкой Силиплантом – 108 дней. Средние показатели длины вегетации сорта Ершовский 4 были выше. Наибольшую продолжительность вегетации показала двукратная обработка Силиплантом - 112 дней (таблица 2).

Среди изучаемых вариантов наименьшую высоту имели растения, семена которых обработали препаратом Мелафен. Так высота растений на контрольном варианте составила 65,6 и 67,4 см у сорта Астраханский 747 и Ершовский 4 соответственно.

Максимальной высоты в опыте достигли растения сафлора, семена которых обрабатывали агрохимикатом Циркон с последующей обработкой в фазу бутонизации жидким удобрением Силиплант – 74,0 см, у сорта Астраханский 747 и 77,3 см у сорта Ершовский 4.

Наибольший урожай биомассы получен на варианте с обработкой сафлора агрохимикатами Циркон и Силиплант. Величина сухой массы составила на сорте Астраханский 747 – 6,67 т/га и 7,49 т/га у сорта Ершовский 4 в среднем за 3 года. Наименьшие значения были у сорта Астраханский 747 при обработке водой на контрольном варианте – 4,62 т/га (таблица 3).

В процессе вегетации значения сухой и сырой массы значительно изменяются. Наибольшие результаты получены в варианте с обработкой семян препаратом Циркон с последующей обработкой в фазу бутонизации Силиплантом на сорте Ершовский 4. Сырая масса составила 11,73 т/га, сухая – 7,49 т/га. Максимум наблюдался в фазу созревания для сухой массы сафлора и в фазу цветения для сырой массы растения.

Таблица 2 – Длительность периода всходы – полная спелость у растений сафлора в условиях Саратовского Правобережья, сутки

Агрехимиаты	2018 г.		2019 г.		2020 г.		Среднее за 2018 -2020 гг.	
	Астраханский 747	Ершовский 4	Астраханский 747	Ершовский 4	Астраханский 747	Ершовский 4	Астраханский 747	Ершовский 4
Контроль (1)	97	99	99	104	120	124	105	109
Эпин Экстра (1)	96	100	100	104	121	125	106	110
Циркон (1)	96	100	100	104	121	125	106	110
Мелафен (1)	96	101	100	105	121	128	106	111
Силиплант (1)	98	101	101	105	124	126	108	111
Контроль (2)	97	99	99	104	121	124	106	109
Эпин Экстра (2)	96	100	100	104	121	125	106	110
Циркон (2)	96	100	100	104	121	125	106	110
Мелафен (2)	96	100	100	104	121	125	106	110
Силиплант (2)	97	103	101	105	122	127	107	112
Эпин Экстра+Силиплант	97	101	101	105	123	127	107	111
Циркон+Силиплант	96	100	101	105	122	126	106	110
Мелафен+Силиплант	97	101	101	105	123	127	107	111
Силиплант+Эпин Экстра	98	100	101	104	122	125	107	110
Силиплант+Циркон	97	101	100	104	123	126	107	110
Силиплант+Мелафен	96	100	100	104	121	125	106	110
НСР ₀₅ для частных средних	2,917		3,524		0,565		0,881	
НСР ₀₅ по фактору А	0,568		0,260		1,519		0,220	
НСР ₀₅ по фактору В	F _T > F _ф		0,734		F _T > F _ф		0,623	
НСР ₀₅ по АВ	F _T > F _ф		F _T > F _ф		F _T > F _ф		0,881	

По результатам математической обработки данных, наибольший результат сырой биомассы получен в среднем за 3 года исследований на варианте с обработкой семян Цирконом и применением по вегетирующим растениям в фазу бутонизации Силиплантом. Величина сырой биомассы составила 10,38 т/га и 11,73 т/га для сорта Астраханский 747 и сорта Ершовский 4 соответственно. Прибавка в урожае по отношению к контролю составила 4,14 т/га у сорта Астраханский 747 и 4,37 т/га у сорта Ершовский 4.

На момент максимума в фазу цветения растений средняя величина площади листьев составила 23,5 тыс. м²/га по всем вариантам. Лучший вариант наблюдался при обработке Мелафен + Силиплант и Циркон + Силиплант на сорте Астраханский 747 – 33,2 тыс. м²/га. Вариант с применением препаратов Эпин Экстра + Силиплант на сорте Ершовский 4 был лучшим вариантом в опыте по площади листовой поверхности 35,9 тыс. м²/га.

Таблица 3 – Влияние агрохимикатов на показатели фотосинтетической деятельности посевов сафлора красильного (среднее за 2018-2020 гг.)

Агрохимикаты	Площадь листьев, тыс. м ² /га		Сухая биомасса, т/га		Фотосинтетический потенциал, тыс. м ² /га*сут.	
	Астраханский 747	Ершовский 4	Астраханский 747	Ершовский 4	Астраханский 747	Ершовский 4
Контроль (1)	25,2	29,0	4,62	5,24	1323	1580
Эпин Экстра (1)	26,4	29,3	5,19	5,43	1399	1611
Циркон (1)	28,2	30,9	5,48	6,15	1494	1699
Мелафен (1)	27,6	29,8	5,01	5,16	1462	1653
Силиплант (1)	26,9	29,4	4,93	5,59	1452	1631
Контроль (2)	28,2	31,3	5,32	5,88	1494	1705
Эпин Экстра (2)	29,9	32,0	5,92	5,97	1584	1760
Циркон (2)	31,8	32,8	5,96	6,30	1685	1804
Мелафен (2)	31,9	32,7	5,71	5,89	1690	1798
Силиплант (2)	32,4	34,5	6,26	7,19	1733	1932
Эпин Экстра + Силиплант	33,0	35,9	6,13	6,68	1765	1992
Циркон + Силиплант	33,2	35,3	6,67	7,49	1759	1941
Мелафен + Силиплант	33,2	34,5	6,13	6,04	1776	1914
Силиплант + Эпин Экстра	30,9	33,1	5,59	6,16	1653	1820
Силиплант + Циркон	31,4	34,2	6,27	6,51	1679	1881
Силиплант + Мелафен	31,2	33,3	5,58	5,67	1653	1831
НСР ₀₅ для частных средних	3,783		0,0557			
НСР ₀₅ по фактору А	0,946		0,139			
НСР ₀₅ по фактору В	2,675		0,394			
НСР ₀₅ по АВ	F _T > F _Ф		F _T > F _Ф			

Максимальная величина фотосинтетического потенциала (ФП), наблюдаемого в опыте, составила 1776 тыс. м²/га*сут. на сорте Астраханский 747 с применением Мелафен + Силиплант. Большее значение

показал сорт Ершовский 4 - 1992 тыс. м²/га*сут. на варианте с применением Эпин Экстра + Силиплант

По усредненным данным на контрольном варианте сорта Астраханский 747 чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) составила 3,49 г/м²*сут. Величина фотосинтеза контрольных делянок сорта Ершовский 4 была ниже – 3,32 г/м²*сут. (рисунок 1).

Наименьшие результаты в среднем за 2018 – 2020 гг. на сортах Астраханский 747 и Ершовский 4 наблюдались на варианте с применением Силиплант + Мелафен 3,37 г/м²*сут. и 3,10 г/м²*сут. соответственно.

Максимальное значение ЧПФ в опыте составила 3,86 г/м²*сут. на сорте Ершовский 4. Менее результативным был сорт Астраханский 747. На лучшем варианте с применением Циркон + Силиплант ЧПФ составила 3,79 г/м²*сут.

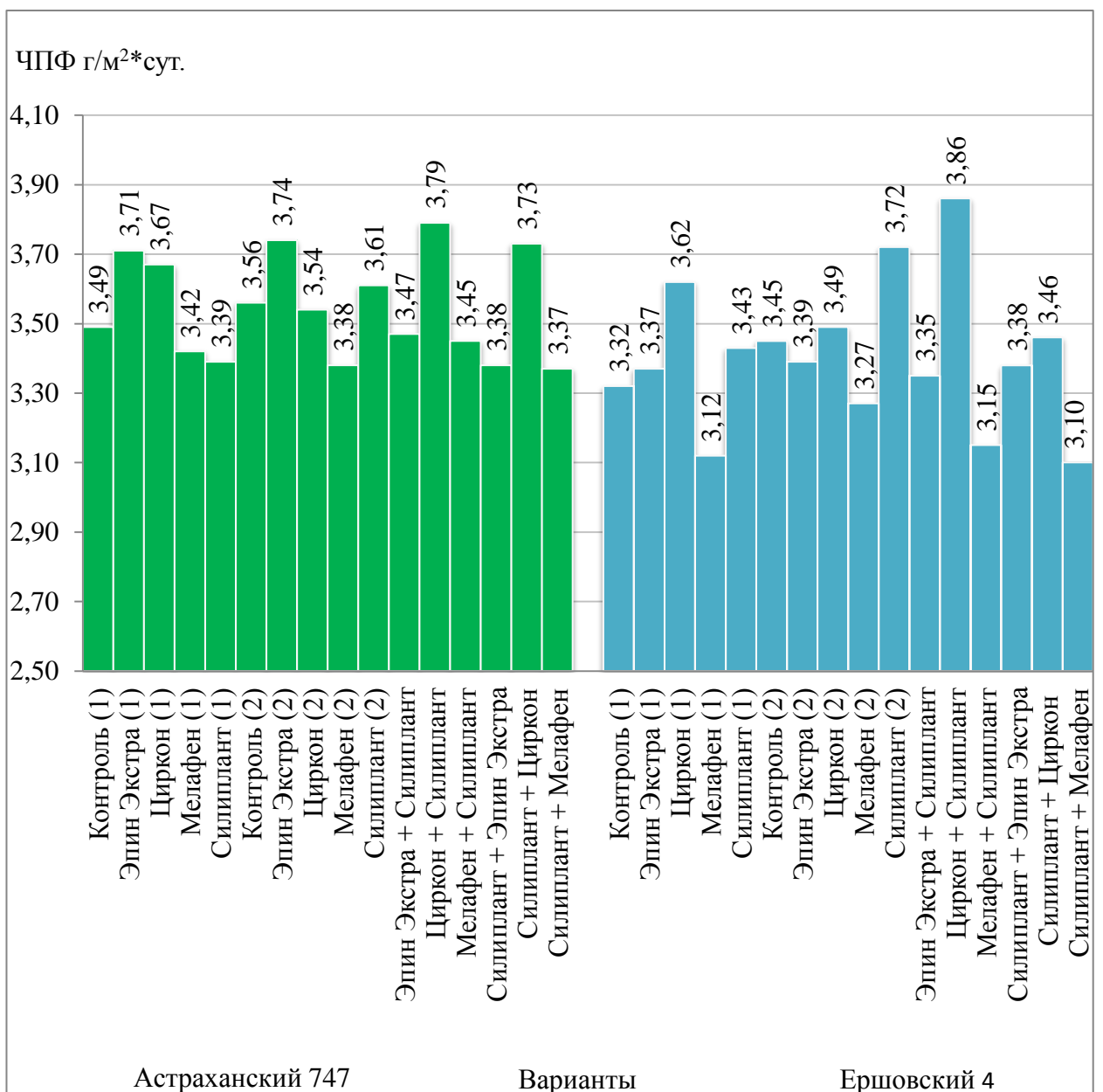


Рисунок 1 - Чистая продуктивность фотосинтеза (в среднем за 2018 - 2020 гг.), г/м²*сут.

В четвертой главе «Влияние агрохимикатов на формирование элементов продуктивности сафлора красильного в Саратовском Правобережье» приведены данные показывающие влияние применения агрохимикатов на густоту, структуру, урожайность и содержания жира.

В полевом эксперименте на посевах сафлора красильного вели подсчет густоты стояния растений в течении всей вегетации, начиная с момента полных всходов семян до полной спелости семян.

На момент полных всходов густота колебалась с 21,7 по 23,4 шт. на сорте Астраханский 747. У сорта Ершовский 4 всхожесть оказалась лучше. Значение изменялось с 21,9 по 24,4 шт. (таблица 4).

Таблица 4 – Полевая всхожесть и сохранность растений
(в среднем за 2018 – 2020 гг.)

Агрохимикаты	Количество взошедших растений, шт./м ²		Полевая всхожесть, %		Количество растений к уборке, шт./м ²		Сохран- ность, %	
	Астрахан- ский 747	Ершовский 4	Астрахан- ский 747	Ершовский 4	Астрахан- ский 747	Ершовский 4	Астрахан- ский 747	Ершовский 4
Контроль (1)	21,7	22,1	72,3	73,7	16,5	17,8	76,0	80,5
Эпин Экстра (1)	21,8	21,9	72,7	73,0	18,0	17,9	82,6	81,7
Циркон (1)	22,1	22,4	73,7	74,7	18,8	19,4	85,1	86,6
Мелафен (1)	22,1	22,0	73,7	73,3	17,9	17,6	81,0	80,0
Силиплант (1)	21,9	22,1	73,0	73,7	17,6	18,4	80,4	83,3
Контроль (2)	22,3	22,2	74,3	74,0	17,8	18,6	79,8	83,8
Эпин Экстра (2)	22,1	22,4	73,7	74,7	18,7	18,9	84,6	84,4
Циркон (2)	22,8	22,6	76,0	75,3	19,7	19,6	86,4	86,7
Мелафен (2)	22,4	22,4	74,7	74,7	19,2	17,9	85,7	79,9
Силиплант (2)	22,8	23,6	76,0	78,7	20,5	21,4	89,9	90,7
Эпин Экстра + Силиплант	22,8	23,3	76,0	77,7	20,1	20,2	88,2	86,7
Циркон + Силиплант	23,4	24,4	78,0	81,3	21,9	23,1	93,6	94,7
Мелафен + Силиплант	22,1	22,7	73,7	75,7	19,6	19,6	88,7	86,3
Силиплант + Эпин Экстра	21,9	22,0	73,0	73,3	18,8	18,7	85,8	85,0
Силиплант + Циркон	22,5	23,1	75,0	77,0	20,1	20,3	89,3	87,9
Силиплант + Мелафен	22,1	22,1	73,7	73,7	17,5	18,3	79,2	82,8
НСР ₀₅ для частных средних	0,755				1,329			
НСР ₀₅ по фактору А	0,189				F _T > F _ф			
НСР ₀₅ по фактору В	0,534				0,940			
НСР ₀₅ по АВ	F _T > F _ф				F _T > F _ф			

Всхожесть семян в среднем за 3 года исследований варьировала с 72,3 до 81,3 %. Наименьшую полевую всхожесть показал контроль на сорте Астраханский 747 и сорте Ершовский 4. Максимальные результаты полевой всхожести получены при применении препарата Циркон. Величина составила 78,0% и 81,3% на сортах Астраханский 747 и Ершовский 4 соответственно.

К моменту уборки густота стояния растений на сорте Астраханский 747 уменьшилась от 16,5 до 21,9 шт./м² в среднем за 3 года исследований по различным вариантам опыта. Растения сорта Ершовский 4 были более жизнеспособные. Густота растений на момент уборки сорта Ершовский 4 составляла 17,6 – 23,1 шт./м².

Процент дошедших растений к уборке у сорта Астраханский 747 варьировал с 76,0 до 93,6%, и составил в среднем по вариантам 84,8%. Значение сохранности к уборке на сорте Ершовский 4 было выше в сравнении с сортом Астраханский 747 – 85,1% в среднем по вариантам в интервале с 80,0 – 94,7%.

Количество ветвей в среднем за 3 года у сорта Астраханский 747 составило 17,3 шт. и 18,8 шт. у сорта Ершовский 4. Различие с контрольным вариантом составило 4,9 и 4,6 шт. соответственно.

Количество корзинок с 1 растения в опыте в среднем за три года составило 14,3 и 15,7 шт. для сортов Астраханский 747 и Ершовский 4 (таблица 5). Значения максимума составили 16,4 шт. у сорта Астраханский 747 и 17,7 шт. у сорта Ершовский 4. Прибавка в сравнении с контрольным вариантом составляет на сорте Астраханский 747 – 4 шт. и 3,5 шт. у сорта Ершовский 4.

На контрольном варианте, величина массы семян с 1 растения составляла у сорта Астраханский 747 - 5,38 г и 6,27 г у сорта Ершовский 4 в среднем за 3 года исследований. Наибольший результат показал вариант с применением препарата Циркон с дальнейшей обработкой в фазу бутонизации Силиплантом на всех сортах. У сорта Астраханский 747 величина урожая с 1 растения составила 8,27 грамм. Значение сорта Ершовский 4 было выше и составило 9,31 грамм.

Опыты показали, что семена сорта Астраханский 747 были крупнее, чем у сорта Ершовский 4. Величина варьировала с 42,5 – 44,9 г у сорта Астраханский 747 и с 40,9 – 43,3 г у сорта Ершовский 4.

Число семян с 1 растения в среднем за 2018 - 2020 гг. на сорте Астраханский 747 (133 шт.) была ниже сорта Ершовский 4 (152 шт.). Наиболее результативным был вариант с применением обработки Циркон + Силиплант. Число семян на данном варианте составило 184 шт. на сорте Астраханский 747 и 215 шт. на сорте Ершовский 4.

Так, в 2020 году на сорте Ершовский 4 урожайность на лучшем варианте составила 2,75 т/га. Сорт Астраханский 747 был менее урожайным – 2,71

т/га. Прибавка урожая составила 0,60 и 0,66 т/га соответственно по сравнению с контролем (таблица 6).

Средний по погодным условиям 2018 год показал, что на лучшем варианте у сорта Ершовский 4 урожайность составила 1,87 т/га у сорта Астраханский 747 – 1,54 т/га.

Таблица 5 – Влияние агрохимикатов на структуру урожая сафлора (средняя за 2018–2020 гг.)

Агрохимикаты	Число семян с 1 растения, шт.		Масса семян с 1 растения, г		Масса 1000 семян, г		Число корзинок на 1 растении, шт.	
	Астраханский 747	Ершовский 4	Астраханский 747	Ершовский 4	Астраханский 747	Ершовский 4	Астраханский 747	Ершовский 4
Контроль (1)	133	152	5,38	6,27	42,5	40,9	12,4	14,2
Эпин Экстра (1)	147	168	6,38	6,97	42,8	41,6	12,8	14,5
Циркон (1)	157	173	6,70	7,24	42,8	42,2	13,0	15,1
Мелафен (1)	131	146	5,66	6,21	43,4	42,2	12,6	15,4
Силиплант (1)	149	169	6,50	7,03	43,5	42,4	13,1	16,3
Контроль (2)	142	161	6,28	6,86	43,8	42,2	12,6	15,2
Эпин Экстра (2)	167	179	7,17	7,40	42,9	41,6	14,0	15,3
Циркон (2)	170	192	7,48	7,83	43,2	41,4	15,2	15,6
Мелафен (2)	157	164	6,73	7,08	43,8	42,3	14,9	15,3
Силиплант (2)	176	192	7,81	8,34	44,6	42,9	15,4	15,8
Эпин Экстра + Силиплант	169	183	7,57	8,04	44,9	43,2	15,1	16,0
Циркон + Силиплант	184	215	8,27	9,31	44,8	43,2	16,4	17,7
Мелафен + Силиплант	167	177	7,40	7,73	44,3	43,1	15,4	16,7
Силиплант + Эпин Экстра	162	173	6,93	7,39	43,3	43,3	15,2	16,2
Силиплант + Циркон	172	192	7,60	8,08	43,8	42,2	15,3	16,5
Силиплант + Мелафен	151	168	6,72	7,05	44,0	42,1	15,1	15,9
НСР ₀₅ для частных средних	19,208		0,923		1,037		0,400	
НСР ₀₅ по фактору А	4,802		0,231		0,259		0,100	
НСР ₀₅ по фактору В	13,582		0,653		0,733		0,283	
НСР ₀₅ по АВ	F _T > F _ф		F _T > F _ф		F _T > F _ф		0,400	

В наименее благоприятном 2019 году в лучшем варианте получен результат 1,04 т/га у сорте Ершовский 4. Сорт Астраханский 747 был менее урожайный – 0,96 т/га.

Таблица 6 – Влияние агрохимикатов на биологическую урожайность сортов сафлора в условиях Саратовского Правобережья, т/га

Агрохимикаты	2018 г.		2019 г.		2020 г.		Среднее за 2018 -2020 гг.	
	Астраханский 747	Ершовский 4	Астраханский 747	Ершовский 4	Астраханский 747	Ершовский 4	Астраханский 747	Ершовский 4
Контроль (1)	1,19	1,48	0,53	0,67	2,05	2,15	1,26	1,43
Эпин Экстра (1)	1,27	1,50	0,69	0,78	2,12	2,20	1,36	1,49
Циркон (1)	1,34	1,59	0,77	0,87	2,21	2,25	1,44	1,57
Мелафен (1)	1,34	1,53	0,60	0,54	1,97	2,11	1,30	1,39
Силиплант (1)	1,32	1,53	0,71	0,77	2,04	2,19	1,36	1,50
Контроль (2)	1,22	1,54	0,66	0,76	2,40	2,39	1,43	1,56
Эпин Экстра (2)	1,31	1,55	0,84	0,81	2,48	2,44	1,54	1,60
Циркон (2)	1,40	1,67	0,86	0,91	2,59	2,50	1,62	1,69
Мелафен (2)	1,42	1,48	0,75	0,74	2,42	2,46	1,53	1,56
Силиплант (2)	1,49	1,79	0,93	0,98	2,62	2,66	1,68	1,81
Эпин Экстра + Силиплант	1,41	1,71	0,93	0,91	2,62	2,64	1,65	1,75
Циркон + Силиплант	1,54	1,87	0,96	1,04	2,71	2,75	1,74	1,89
Мелафен + Силиплант	1,49	1,59	0,80	0,81	2,49	2,58	1,59	1,66
Силиплант + Эпин Экстра	1,29	1,58	0,81	0,79	2,48	2,49	1,53	1,62
Силиплант + Циркон	1,41	1,74	0,85	0,92	2,64	2,60	1,63	1,75
Силиплант + Мелафен	1,36	1,45	0,69	0,69	2,34	2,43	1,46	1,52
НСР ₀₅ для частных средних	0,051		0,030		0,080		0,079	
НСР ₀₅ по фактору А	0,013		0,007		0,020		0,020	
НСР ₀₅ по фактору В	0,036		0,021		0,057		0,056	
НСР ₀₅ по АВ	0,051		0,030		0,080		F _T > F _φ	

При сравнении урожайности сортов в опыте можно сделать вывод, что наиболее урожайным был сорт сафлора красильного Ершовский 4. Его максимальная урожайность составила 1,89 т/га в среднем за 3 года на лучшем варианте. Прибавка к урожайности составила 0,44 т/га, что на 32,2 % больше по сравнению с контрольным вариантом. Менее урожайным был сорт Астраханский 747. Полученные результаты показывают, что на лучшем варианте в среднем за 3 года исследований урожайность составила

1,74 т/га. Различие с контрольным вариантом с обработкой водой сорта Астраханский 747 составило 0,46 т/га или на 38%.

Результаты исследований показали, что применение агрохимикатов повышало качественные показатели выращенных маслосемян у обоих изучаемых сортов сафлора красильного.

Так, если на контрольном варианте содержание жира в маслосеменах по средним данным составляло 35,2% у сорта Астраханский 747 и 36,3% у сорта Ершовский 4, то на всех вариантах, где проводилась обработка семян и растений агрохимикатами, содержание жира было выше – превышение составляло 0,1-2,0% (таблица 7).

Таблица 7 – Влияние агрохимикатов на содержание жира в маслосеменах сафлора (в среднем за 2018 – 2020 гг.), %

Агрохимикаты	2018 г.		2019 г.		2020 г.		Среднее за 2018 -2020 гг.	
	Астраханский 747	Ершовский 4	Астраханский 747	Ершовский 4	Астраханский 747	Ершовский 4	Астраханский 747	Ершовский 4
Контроль (1)	35,4	36,4	36,4	37,7	33,9	34,7	35,2	36,3
Эпин Экстра (1)	36,1	36,7	37,8	38,1	34,6	35,5	36,2	36,8
Циркон (1)	35,3	36,7	37,4	37,7	34,8	34,7	35,8	36,4
Мелафен (1)	36,1	36,5	38,2	38,7	35,2	35,9	36,5	37,0
Силиплант (1)	36,2	36,3	38,1	38,4	35,8	35,7	36,7	36,8
Контроль (2)	36,8	36,1	37,7	38,3	34,6	35,4	36,4	36,6
Эпин Экстра (2)	36,4	36,5	38,5	38,1	35,5	35,6	36,8	36,7
Циркон (2)	36,5	36,4	38,2	38,4	34,6	35,7	36,4	36,8
Мелафен (2)	37,4	37,8	39,4	39,7	36,4	36,4	37,7	38,0
Силиплант (2)	36,7	36,7	38,8	38,9	35,8	35,9	37,1	37,2
Эпин Экстра + Силиплант	36,6	36,1	38,6	38,2	35,9	35,2	37,0	36,5
Циркон + Силиплант	38,0	37,9	38,9	39,4	35,9	36,4	37,6	37,9
Мелафен + Силиплант	37,0	37,7	39,3	38,6	36,1	35,4	37,5	37,2
Силиплант + Эпин Экстра	36,4	36,9	38,2	37,4	35,3	34,8	36,6	36,4
Силиплант + Циркон	37,8	37,5	38,6	38,3	35,4	35,5	37,3	37,1
Силиплант + Мелафен	37,4	37,9	38,9	38,7	35,3	35,5	37,2	37,4
НСР ₀₅ для частных средних	1,221		1,295		1,180		0,589	
НСР ₀₅ по фактору А	F _T > F _φ		F _T > F _φ		F _T > F _φ		0,147	
НСР ₀₅ по фактору В	0,863		0,916		0,834		0,416	
НСР ₀₅ по АВ	F _T > F _φ		F _T > F _φ		F _T > F _φ		F _T > F _φ	

Самое высокое содержание жира в маслосеменах сафлора у обоих изучаемых сортов было отмечено на варианте, где выполнялась предпосевная обработка семян и растений препаратом Мелафен: 37,7% у сорта Астраханский 747 и 38,0% у сорта Ершовский 4 в среднем за 3 года.

В пятой главе «Экономическая и биоэнергетическая эффективность рекомендуемых приемов возделывания сафлора красильного в Саратовском Правобережье» приведены результаты экономической и биоэнергетической оценки рекомендуемых приемов возделывания сафлора в Саратовском Правобережье.

Наилучшим по экономической эффективности стал вариант с обработкой семян Цирконом с последующим применением по вегетации в фазу бутонизации Силиплантом на сорте Ершовский 4. При средней урожайности в 1,89 т/га величина условно чистого дохода составила 18872 рубля с 1 гектара (таблица 8).

Таблица 8 – Экономическая эффективность рекомендуемых приемов выращивания сафлора (в среднем за 2018-2020 гг.)

Агрохимикаты	Себестоимость 1 т, руб.		Чистый доход, руб.		Рентабельность, %	
	Астраханский 747	Ершовский 4	Астраханский 747	Ершовский 4	Астраханский 747	Ершовский 4
Контроль (1)	6548	5888	10650	13200	129	157
Эпин Экстра (1)	6290	5829	11845	13835	138	159
Циркон (1)	5961	5550	13016	15006	152	172
Мелафен (1)	6531	6173	11010	12400	130	145
Силиплант (1)	6591	6069	11436	13566	128	149
Контроль (2)	5888	5481	13030	15020	155	176
Эпин Экстра (2)	5805	5625	14160	15170	158	169
Циркон (2)	5504	5318	15383	16533	173	184
Мелафен (2)	5830	5737	14030	14620	157	163
Силиплант (2)	5904	5546	15301	17291	154	172
Эпин Экстра + Силиплант	5733	5462	15291	16861	162	176
Циркон + Силиплант	5476	5105	16602	18872	174	196
Мелафен + Силиплант	5908	5701	14456	15606	154	165
Силиплант + Эпин Экстра	6097	5820	13611	15041	146	160
Силиплант + Циркон	5760	5433	15062	16912	160	178
Силиплант + Мелафен	6345	6141	12636	13646	136	146

Себестоимость за 1 тонну маслосемян составила 5105 рублей, что позволило получить наибольшую в опыте рентабельность. Она составила 196%.

Данный вариант был и наиболее эффективным при биоэнергетической оценке. Содержание совокупной энергии в урожае составила 68985 МДж/га. Приращение совокупной энергии составило 50926 МДж/га. Коэффициент энергетической эффективности составил 2,83 (таблица 9).

Таблица 9 – Биоэнергетическая эффективность рекомендуемых приемов выращивания сафлора (в среднем за 2018 – 2020 гг.)

Агрехимикаты	Затраты совокупной энергии на возделывание, МДж/га		Приращение совокупной энергии, МДж/га г.		Коэффициент энергетической эффективности	
	Астраханский 747	Ершовский 4	Астраханский 747	Ершовский 4	Астраханский 747	Ершовский 4
Контроль (1)	16120	16120	29870	36075	1,85	2,24
Эпин Экстра (1)	16496	16350	33144	38035	2,01	2,33
Циркон (1)	16785	16639	35775	40666	2,13	2,44
Мелафен (1)	16271	16125	31179	34610	1,92	2,15
Силиплант (1)	16701	16592	32939	38158	1,97	2,30
Контроль (2)	16741	16595	35454	40345	2,12	2,43
Эпин Экстра (2)	17163	16762	39047	41638	2,28	2,48
Циркон (2)	17450	17085	41680	44600	2,39	2,61
Мелафен (2)	17117	16606	38728	40334	2,26	2,43
Силиплант (2)	18085	17939	43235	48126	2,39	2,68
Эпин Экстра + Силиплант	17771	17515	42454	46360	2,39	2,65
Циркон + Силиплант	18096	18023	45414	50962	2,51	2,83
Мелафен + Силиплант	17546	17181	40489	43409	2,31	2,53
Силиплант + Эпин Экстра	17333	17041	38512	42089	2,22	2,47
Силиплант + Циркон	17695	17512	41800	46363	2,36	2,65
Силиплант + Мелафен	17071	16670	36219	38810	2,12	2,33

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Саратовское Правобережье относится к региону с дефицитом увлажнения, где получение урожая зависит в основном от водообеспеченности вегетационного периода сельскохозяйственных культур. Благоприятные условия складываются нерегулярно. Неустойчивые урожаи основных масличных культур, горчицы и подсолнечника, не обеспечивают стабильного валового сбора семян в регионе. Засухоустойчивость сафлора позволяет при правильной агротехнике с применением агрохимикатов получать стабильные урожаи семян.

В условиях Саратовского Правобережья самый короткий период вегетации отмечен на контрольном варианте сорта Астраханский 747 – 105 суток, а самый длинный при двукратной обработке сорта Ершовский 4 препаратом Силиплант – 112 суток.

Максимальную сырую надземную биомассу посева сафлора образовали на варианте обработкой семян Цирконом с последующим применением Силипланта – 10,38 т/га у сорта Астраханский 747 и 11,73 т/га у сорта Ершовский 4 в среднем за 2018 – 2020 гг.

Наибольшая сухая биомасса получена на варианте с обработкой семян Цирконом с последующей обработкой растений Силиплантом. Величина составила на сорте Ершовский 4 – 7,49 т/га и 6,67 т/га – на сорте Астраханский 747.

Установлено, что лучшие показатели фотосинтетической деятельности отмечены на варианте Циркон (обработка семян) + Силиплант (обработка посевов). На данном варианте у сорта Астраханский 747 площадь листьев составила 33,2 тыс. м²/га, фотосинтетический потенциал – 1759 тыс. м²/га*сут. и чистая продуктивность фотосинтеза – 3,79 г/м²*сут.

У сорта Ершовский 4 показатели на аналогичном варианте выше: площадь листьев - 35,3 тыс. м²/га, фотосинтетический потенциал – 1941 тыс. м²/га*сут. и чистая продуктивность фотосинтеза – 3,86 г/м²*сут. в среднем за три года.

В исследованиях, проведенных в условиях степной зоны Саратовского правобережья на чернозёмах южных, можно отметить заметное влияние агрохимикатов на продуктивность сортов сафлора. По результатам полевого эксперимента сорт Ершовский 4 на варианте с обработкой Цирконом + Силиплант среднесуточная урожайность составила 1,89 т/га. Меньшие результаты показал сорт стандарт Астраханский 747. На варианте с обработкой семян Цирконом с последующей обработкой в бутонизацию Силиплантом – урожайность маслосемян составила 1,74 т/га.

Двукратное применение агрохимиката Мелафен позволило получить масличность в 38,0% на сорте Ершовский 4 и 37,7% – на сорте Астраханский 747. Практически такое же содержание жира в маслосеменах сафлора отмечено на варианте опыта, где выполнялась предпосевная обработка семян агрохимикатом Циркон с последующей обработкой в фазу бутонизации препа-

ратом Силиплант: 37,6% – у сорта Астраханский 747 и 37,9% – у сорта Ершовский 4.

Наивысшие значения экономической и биоэнергетической оценки отмечены у сорта Ершовский 4 на варианте с сочетанием применения Циркона для предпосевной обработки семян с последующей обработкой растений Силиплантом в фазу бутонизации. Наилучшие показатели на данном варианте нашего опыта были у нового сорта сафлора Ершовский 4 – чистый доход 18872 рублей с 1 га; рентабельность – 196%; приращение совокупной энергии – 50962 МДж/га; коэффициент энергетической эффективности – 2,83.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Для получения урожая сафлора красильного на уровне 1,89 т/га в зоне черноземов южных Саратовского Правобережья рекомендуется:

- возделывать сорт Ершовский 4;
- применять для обработки агрохимикат Циркон в рекомендованной производителем дозе 30 мл/т и проводить листовую обработку растений в фазу бутонизации агрохимикатом Силиплант в дозе 1 л/га.

Перспективы дальнейшей разработки темы. Учитывая высокую эффективность использования агрохимикатов при возделывании сафлора в последующих работах необходимо детально изучить влияние применения макроудобрений, пестицидов.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. **Милованов, И.В.** Влияние стимуляторов роста и микроудобрения на продуктивность сафлора красильного в степной зоне Саратовского Правобережья / И. В. Милованов, Е. В. Кандалов, В. Б. Нарушев, Р.М. Кожагалиева // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 4 – С. 24-25.

2. **Лекарев, А.В.** Приемы повышения продуктивности фотосинтеза и урожайности масличных культур в степном Поволжье. / А.В. Лекарев, **И.В. Милованов**, И.В. Кутырев, Е.В. Кандалов // Научная жизнь. – 2020 – Т. 15 Вып. 12 – С.1608-1618.

3. **Shyurova, N.A** Biofuel as an Alternative Energy for the Automobile Industry: The Experience of the Lower Volga Region (Russia) / N.A. Shyurova, V.V. Dubrovin, V.B. Narushev, A.A. Kozhevnikov, **I.V. Milovanov** // Journal of Ecological Engineering. – 2020. – Volume 21, Issue 6. – P. 29 – 35.

В прочих изданиях:

4. **Нарушев, В.Б** Инновационные приемы формирования агроценозов масличных культур / В.Б. Нарушев, **И.В. Милованов**, Д.В. Горшенин, И.В. Кутырев // Вавиловские чтения – 2017: Сб. статей межд. научно-практ. конф. – Саратов. – С. 387 – 388.

5. Мажаев, Н. И. Эффективность выращивания традиционных и новых масличных культур в степном Поволжье / Н.И. Мажаев, Д.В. Горшенин, Л.С. Затеева, **И.В. Милованов** // Матер. научно-практ. конф. «Инновационные технологии в растениеводстве и экологии», посвящ. 80-летию профессора А.Т. Фарниева – 2017. Владикавказ, С. 214 - 217.

6. Лекарев, А.В. Инновационные приемы формирования агроценозов масличных культур в Саратовской области / А.В. Лекарев, В.П. Графов, В.Б. Нарушев, **И.В. Милованов** // Вавиловские чтения – 2018: Сб. статей межд. науч.-практ. конф. – Саратов. – С. 181 – 182.

7. Нарушев, В.Б. Влияние приемов возделывания на продуктивность сафлора в степном Поволжье / В.Б. Нарушев, **И.В. Милованов** // Вавиловские чтения – 2019: Сб. статей межд. научно-практ. конф. – Саратов – С. 140 -141.

8. Нарушев, В.Б. Совершенствование приемов возделывания масличных культур в степном Поволжье // В.Б. Нарушев, Р.Р. Климов, Л.С. Затеева, **И.В. Милованов** // Сб. статей межд. научно-практ. конф. ППС, Саратов. – 2019 С. 617 - 622.