

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии, и
инженерии имени Н.И. Вавилова»

На правах рукописи

Милованов Иван Владимирович

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ
ВОЗДЕЛЫВАНИЯ САФЛОРА
В САРАТОВСКОМ ПРАВОБЕРЕЖЬЕ**

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство

Диссертация

на соискание ученой степени кандидата
сельскохозяйственных наук

Научные руководители: доктор с.-х. наук, профессор

Нарушев Виктор Бисенгалиевич

кандидат с.-х. наук, доцент

Субботин Александр Геннадьевич

Саратов – 2023

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ОЦЕНКА ПРОБЛЕМ ПРИМЕНЕНИЯ АГРОХИМИКАТОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ САФЛОРА КРАСИЛЬНОГО (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ) ...	9
1.1 История применения и хозяйственное значение сафлора	9
1.2 Морфология культурного сафлора.....	13
1.3 Биологические особенности сафлора	15
1.4 Приемы адаптивной технологии возделывания сафлора в Саратовском Правобережье	17
1.5 Применение агрохимикатов в современном растениеводстве.....	24
2 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ, СХЕМА ОПЫТА, МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ И АГРОТЕХНИКА	32
2.1 Условия проведения исследований.....	32
2.2 Особенности погодных условий вегетационных периодов 2018-2020 гг.	40
2.3 Схема опыта и методика исследований.....	41
2.4 Агротехника опыта	45
2.5 Характеристика объектов исследований.....	46
3 ВЛИЯНИЕ АГРОХИМИКАТОВ НА РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ САФЛОРА КРАСИЛЬНОГО В УСЛОВИЯХ САРАТОВСКОГО ПРАВОБЕРЕЖЬЯ.....	49
3.1 Прохождение фаз развития растений изучаемых сортов сафлора красильного.....	49
3.2 Особенности прироста растений в высоту	54
3.3 Особенности формирования надземной биомассы сафлора	61
3.4 Особенности формирования листовой поверхности и продуктивности фотосинтеза посевов сафлора	76

4 ВЛИЯНИЕ АГРОХИМИКАТОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОДУКТИВНОСТИ САФЛОРА КРАСИЛЬНОГО В САРАТОВСКОМ ПРАВОБЕРЕЖЬЕ.....	93
4.1 Формирование густоты стояния растений в посевах сафлора красильного.....	93
4.2 Особенности структуры урожая сафлора красильного	102
4.3 Урожайность сортов сафлора в зависимости от применения агрохимикатов	108
4.4 Влияние агрохимикатов на показатели качества маслосемян сафлора	117
5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ ПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ САФЛОРА КРАСИЛЬНОГО В САРАТОВСКОМ ПРАВОБЕРЕЖЬЕ.....	120
5.1 Экономическая эффективность	120
5.2 Биоэнергетическая эффективность	122
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	125
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ.....	127
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ	128
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	129
ПРИЛОЖЕНИЕ	154

ВВЕДЕНИЕ

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 [88-89].

По мнению целого ряда исследователей, В.А. Гущиной и соавт., В.М. Лукомец и соавт., С.А. Девяткина и соавт., производство масличных культур является экономически перспективной отраслью растениеводства. Следует отметить, что основную долю в структуре производства маслосемян (70%) занимает подсолнечник, что не всегда оправдано с позиции оптимального использования имеющихся климатических ресурсов [10,38,51]. Для засушливых регионов нашей страны в качестве масличной культуры значительную перспективу представляет сафлор красильный (*Carthamus tinctorius* L.). По мнению академика В.М. Лукомец 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 [19,49,106,117,175].

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 ее разработанности. Результаты по изучению отдельных элементов технологии возделывания сафлора красильного в России представлено 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. [21,36,79,80,87,162].

Из исследований, проведенных в степной зоне Волгоградской и Саратовской областях, 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 [80,109,110,114,120-123,143-147].

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

Цель исследований. Состояла в определении наиболее продуктивного сорта сафлора красильного и обосновании 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 работы. 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 и особенностей формирования листовой поверхности и продуктивности фотосинтеза в зависимости от сорта и модели применения агрохимикатов.

Практическая значимость работы. В результате исследований установлено, что 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 %. При этом получен максимальный уровень рентабельности производства 196% и условно – чистого дохода до 18,9 тыс. р/га.

Методология и методы исследований. 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.

Степень достоверности результатов исследований подтверждается проведением полевых экспериментов необходимое количество лет в требуемой повторности в годы с различными, но типичными погодными условиями для Саратовского Правобережья, использованием современных методов проведения экспериментов, обработкой полученных результатов исследований методами параметрической статистики.

Апробация результатов. 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).

По материалам исследований издано 8 научных работ, из которых 2 статьи в изданиях списка ВАК.

Разработанные приемы применения агрохимикатов внедрены в 2020 году в КФХ «Шишкин А.А.» Татищевского района Саратовской области на площади в 100 га и показало преимущество в урожайности в 30%.

Содержание работы. 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 источника, в том числе 17 зарубежных автора.

1 ОЦЕНКА ПРОБЛЕМ ПРИМЕНЕНИЯ АГРОХИМИКАТОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ САФЛОРА КРАСИЛЬНОГО (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1 История применения и хозяйственное значение сафлора

Сафлор - масличная культура, используемая в хозяйстве достаточно давно. В Древнем Египте в 3 веке до нашей эры он использовался для окраски тканей. Дошедшие до современного времени ткани были окрашены красителем, полученным из цветных венчиков сафлора [28-31,169].

В Древнем Риме сафлор, вначале хозяйственного возделывания применялся исключительно как культура для получения краски. Как о масличной культуре о нем заговорили гораздо позднее. О сафлоре упоминают Плиний и Диоскорид. Диоскорид в своей работе «Materia medica» сообщает о лечебных свойствах сафлора. Он пишет, что применение цветков сафлора вызывает слабительный эффект [28,99,161].

Лечебные свойства сафлора заметили не только римляне. В 10 веке в Древнем Китае сафлор упоминается как лекарственное растение. Отвар из листьев сафлора женщины использовали как abortирующие средство [7,40,73,203].

В 13 веке римляне завезли сафлор в центральную Европу. Там сафлор стал применяться для различных целей. Венчики использовались для получения красителей, семена - для выжимки масла и в медицинских целях [113].

В Российскую империю сафлор попал во второй половине 18 века. Первоначальные посевные площади появились преимущественно на огородных участках, в засушливых южных зонах Астраханской губернии. Чуть позднее он распространился на Таврию [204]. В течение почти ста лет культура оставалась огородным растением и ошибочно считалась шафраном.

К середине 19 века в России о сафлоре заговорили как о полевой культуре. На Полотнянской опытной станции стали проводить эксперименты для введения сафлора в перечень полевых культур Российской Империи. На основании результатов были сделаны положительные выводы, показавшие значительный потенциал культуры к замене подсолнечника в ряде засушливых регионов России. После объединения ряда государств в состав СССР, площади, занимаемые сафлором, стали распространяться на Казахстан, Таджикистан, Узбекистан. Наибольшая площадь посевов сафлора в период существования СССР составляла порядка 7 тыс. га. В основном культуру выращивали в засушливых условиях на богарных почвах. В таких условиях его урожайность была низкой - в пределах 10-12 ц/га [17,102,107,118].

На сегодняшний день посевные площади сафлора в России увеличиваются. Основными регионами выращивания сафлора являются такие области, как Волгоградская, Самарская и Саратовская [196]. Также выращивают сафлор в Калмыкии и некоторых республиках Северного Кавказа. К наиболее передовым организациям, ведущим селекцию и выращивание семян новых сортов сафлора относятся Самарский НИИСХ, «Саратовский ГАУ», ФГБНУ РосНИИСХ «Россорго», ФГНУ «Ершовская опытная станция». Помимо селекционных центров, возделыванием сафлора красильного занимается ряд передовых фермерских хозяйств.

Общая площадь сафлора в Саратовской области по годам сильно варьирует. В последнем полевом сезоне она составила 50 - 60 тыс. гектаров.

Как и другие сельскохозяйственные культуры, сафлор имеет различные направления практического применения [119,207]. Наиболее востребованным направлением является получение светло-желтого полувысыхающего масла [47,50]. Существуют два типа сафлорового масла. Наиболее дешевый сорт получают путем отжима неочищенных от лузги семян. Это горькое масло с высоким содержанием токсических веществ [155]. Основное применение масла такого отжима - на выработку олифы и биодизеля. Второй тип - отжим ядер сафлора, очищенных от внешней оболочки. Масло не содержит

внешних примесей и может применяться в пищевых целях [153,154]. Количество содержания жира варьирует в зависимости от сорта и погодных условий года выращивания, но в среднем составляет в плодах 35-37 % от массы семянки. По качеству оно не уступает подсолнечному [46].

Кормовая ценность культуры тоже весьма значима. В последние годы растет экспорт семян сафлора за рубеж. Там они используются для создания кормовых смесей. Семена сафлора играют роль маслосодержащего компонента корма. Такие смеси применяются для кормления домашних декоративных птиц. Помимо цельных семян в качестве корма используют жмых после отжима масла. Основным компонентом жмыха является белок. Его содержание в удельной массе составляет порядка 38%. Помимо белка присутствует около 25 % крахмала и небольшое количество не выдавленного жира – 7% [78,130-132,195]. При учете рациона животных пищевая ценность жмыха составляет 55 единиц. Стоит отметить, что применение жмыха в кормовой смеси стоит ограничить 10% от его общей массы. При больших объемах появляется горький вкус и снижается привлекательность для сельскохозяйственных животных [37,52].

Недавние успехи в селекции сафлора позволили применять безшипковые сорта культуры в приготовлении силоса. На силос сафлор идет в сильно засушливых регионах Казахстана и Туркменистана. Пищевая ценность одной тонны силоса для животных составляет 500 кормовых единиц. Также в засушливых условиях можно использовать посеvy сафлора в фазе бутонизации для получения питательного сена, с последующим использованием отрастающих растений сафлора на выпас скоту. Однако наибольший потенциал такого применения наблюдается при смешанном посеве с другими близкими по биологии полевыми культурами [25,63-68].

Растения сафлора могут давать не только основной урожай маслосемян, но и сопутствующий продукт. Таким продуктом является душистый мед. Длительное время цветения и высокая медоносность в жестких условиях среды позволяют пчелам собирать более 60 кг меда с 1

гектара [15,16]. Основным недостатком, замеченным пчеловодами, является неустойчивый взяткок меда при изменении погодных условий.

Как и в древности, сафлор используют для получения стойких органических красителей. В ряде азиатских стран окрашивание тканей картамином широко происходит до сих пор. Обработанные таким образом ткани и изделия, полученные из них, являются высокоценной сувенирной продукцией. Окраска одежды не единственное направление. Кроме нее, экологически чистым органическим красителем окрашивают мыло, свечи, и продукты питания. Как и с одеждой, кустарно полученная продукция хорошо раскупается приезжими туристами.

В европейских странах запрещено использовать масла, идущие в пищевые цели, на производства биодизеля [197,213,214]. Таким образом, масло сафлора служит прекрасным заменителем рапсового и горчичного [133]. В различные годы проводились научные исследования на предмет получение биодобавок для применения в сельском хозяйстве. Например, в опытах, поставленных на территории Саратовской области в КФХ «Юргенс», применялось биотопливо, полученное из масла сафлора красильного для заправки сельскохозяйственной техники [5,69,70]. На сегодняшний день стоит отметить нерентабельность переработки жира на биодизель в связи с удорожанием специальных присадок и снижением цен на топливо.

Медицина не обошла стороной и сафлор. Различные части растения используют для получения лекарств. Так лепестки сафлора используют как биологическое сырье для получения витаминов А и Е. Масло сафлора применяют в косметологии [212]. В России применение сафлора допущено только для создания биологически активных веществ [77,159,176]. Как уже было написано ранее, в Китае сафлор использовался в традиционной медицине с давних пор. Основным применением считается лечение сердца и укрепление кровеносных сосудов. Помимо влияния на кровеносную систему сафлор оказывает слабительное, рвотное и антисептическое действие.

Масло сафлора относится к классу высыхающих. Благодаря чему используется в изготовлении различных технических товаров. На производстве применяется масло получение техническим отжимом. Из него получают линолеум, лакокрасочные изделия, мыло.

В ряде стран сафлоровые посеы используются в качестве живых изгородей. Осуществляют обсев сельскохозяйственных угодий в несколько проходов сеялки. Это позволяет защитить посеы от вытаптывания и потравы сельскохозяйственными животными.

1.2 Морфология культурного сафлора

Сафлор красильный (*Carthamus tinctorius* L.) принадлежит к семейству астровые (*Asteraceae*). По биологической форме относится к однолетним травянистым растениям. Имеет ярко выраженные признаки ксерофита. Таксономически род *Carthamus* представлен 11 видами. Среди них только один используется в сельском хозяйстве [193].

Одной из биологических особенностей, обуславливающих высокую засухоустойчивость, является хорошо развитая корневая система. Корень стержневой, имеет неоднородную толщину на своем протяжении. От начала до 15-20 см корень имеет большой диаметр, снижающийся при проникновении на большую глубину в толще почвы. От основного корня отходят горизонтальные отростки боковых корней. Отдельные отростки могут достигать глубины залегания свыше 150-200 см. В основной своей массе рост боковых корней наблюдается перпендикулярно основному. Наибольшее число боковых корней наблюдается на глубине 12-15 см, но небольшое их количество встречается уже с 3-5 см длины главного корня [20,168,171].

Растение сафлора прямостоячее. Стебель высотой в 60-150 см. Основное ветвление стебля идет в средней и верхней части. Покрытие стебля ровное. Опушения нет.

На стебле и его ветвях расположены сидячие ланцетные листья. Цвет листьев варьирует от светло-зеленой до более темно-зеленой окраски. На краю листовой пластинки располагаются небольшие зубчики. Их края заканчиваются развитыми шипами. Хотя у некоторых сортов, идущих на силос, колючки отсутствуют [104,186].

Соцветие сафлора – корзинка. Ее размер составляет от 15 до 30 мм. Количество корзинок на одном растении варьирует в зависимости от факторов среды, но общее число не превышает 60 шт. Количество семян в корзинке также сильно меняется. Обычно их число не превышает 25-60 шт. Обертка корзинок двойная. Поверхность соцветия покрыта плотной оберткой, предотвращающей осыпание урожая маслосемян при длительной задержке в уборке созревших растений [34,206].

В хорошо развитом соцветии растения сафлора содержатся трубчатые цветки с пятираздельным венчиком. В структуре цветка тычинки располагаются вплотную к столбику цветка. Чешуйки цветка пленчатые. Благодаря им семена остаются в соцветии и почти не осыпаются. Основная окраска венчика может быть различной - наиболее распространена оранжевая и желто-оранжевая окраска, но встречается желтая или белая. Основным фактором, влияющим на цвет венчика, является высокое содержание картамина. Благодаря наличию большого количества красящего пигмента сафлор применялся при окраске тканей [138].

Процесс цветения сафлора сильно растянут по времени. Его продолжительность варьирует и может составлять до 30 дней. Центральные корзинки цветут на несколько дней раньше боковых. Основной способ опыления сафлора - насекомыми, преимущественно пчелами, привлекаемыми сильным цветочным запахом. Самоопыление тоже присутствует в процессе цветения, хотя и встречается реже [43].

Плод сафлора голая семянка. Форма семени удлиненная, овально-четырёхгранная. Напоминает перевернутую каплю воды. Цвет белый, блестящий. Кожура семени плотная. Трудно разделяется на половины.

Лузжистость семян составляет 40-60%. Масса семян сильно варьирует в зависимости от сорта. Обычно составляет от 20 до 60 г [11,45,194].

Период вегетации сафлора короткий. В обычных условиях он составляет 90-100 дней. Однако при неблагоприятных условиях среды может достигать 120-150 суток [116].

1.3 Биологические особенности сафлора

По потребностям к продолжительности светового периода дня растения сафлора красильного принадлежат к типу «короткого дня». При высевах на территории северных широт, он слабо отзывчив на удлинение светового периода [94].

Потребности сафлора в тепле невелики. После попадания в благоприятные внешние условия, семена сафлора начинают прорастать при температуре 4-5⁰С. После прорастания и формирования розетки растения становятся устойчивыми к морозам до - 15-17⁰С. Вследствие морозостойкости в более южных широтах посев сафлора осуществляется под зиму и в зимний период. Благодаря лучшим условиям роста полученные урожаи значительно превосходят весенний посев [42].

Самым критичным периодом роста растений сафлора по отношению к недостаточности тепла является конец вегетации, начиная от цветения и заканчивая полным созреванием семян.

Повышенные температуры сафлор переносит с достаточной стойкостью. При хорошо сформированной корневой системе может переживать сильные повышения температур. В целом более высокая среднесуточная температура ускоряет сроки вегетации растений.

Влияние влагообеспеченности на сафлор красильный изучено слабо, хотя в связи с азиатским происхождением его считают засухоустойчивым растением. Основной причиной распространения сафлора в засушливых условиях произрастания служит низкий коэффициент транспирации, что

говорит о высокой устойчивости к недостатку влаги. По своим качествам его смело можно отнести к засухоустойчивым и жаростойким культурам. При недостаточных объемах воды сафлор может пережить длительное отсутствие атмосферных осадков, и сильное понижение влажности воздуха, вызванное суховеями.

К основным фазам, когда отсутствие влаги сильно сказывается на урожае, относят первоначальное прорастание семени с образованием хороших крепких всходов и период роста растений между ветвлением и бутонизацией, когда происходит закладка будущего урожая. Отсутствие доступной влаги в эти фазы роста может снизить количество урожая вдвое.

Наиболее важными причинами высокой засухоустойчивости сафлора объясняются ксерофитным строением листьев и стебля, а также хорошо сформированному стержневому корню, уходящему вглубь почвы на более чем 2 метра. Темпы роста корневой системы в период благоприятных условий высоки, что помогает нарастить высокую всасывающую поверхность до наступления засухи [18].

Листья сафлора грубые, с кожистой оболочкой, способные выдерживать повышение температур без расхода большого количества влаги на испарение. Коэффициент транспирации сафлора 200-300 г. Важно отметить большую концентрацию внутреннего сока растения. В целом биологическое строение растений сафлора позволяет в условиях повышенной температуры и недостаточности влаги давать высокие урожаи [200].

Переизбыток влаги наоборот негативно сказывается на вегетации сафлора. При посеве в недостаточно прогретую и переувлажненную почву проростки растений поражаются гнилями и теряют свою всхожесть. В цветение тоже ощущается влияние чрезмерного увлажнения. Начинается увеличение количества пустых семян в связи с плохим процессом опыления. В дальнейшем плотные корзинки сафлора начинают подвергаться значительному загниванию.

В годы с пониженным теплом и повышенной влажностью сафлор реагирует снижением урожайности и количеством жиров в маслосеменах растения. Продолжительность времени созревания семян увеличивается, что тянет за собой увеличение общей вегетации растения [81].

Сафлор красильный не обладает высокой требовательностью к качеству почвы. Его посев в малопригодные для сельскохозяйственного назначения почвы, такие как солонцы, оказывает минимальное воздействие на продуктивность растений.

Однако наилучший коэффициент семенного размножения сафлора достигается на благоприятных видах почв. Такими почвами являются черноземы и каштановые почвы [84].

Противоположностью, сильно снижающей урожай, служит посев сафлора в кислые и заболоченные участки почвы с повышенной влажностью. Верхнее залегание подземных вод на таких участках оказывает неблагоприятное влияние на культуру [143].

Наиболее подходящими для посевов сафлора красильного по гранулометрическому составу почвами являются рыхлые, супесчаные и суглинистые типы [26, 55].

Культура чувствительна к глубине вспашки. Она показывает более высокие урожаи на глубоко вспаханных участках почвы [44,60].

1.4 Приемы адаптивной технологии возделывания сафлора в Саратовском Правобережье

В связи с небольшой востребованностью сафлора в предыдущие годы, приемы технологии его возделывания давно не совершенствовались. На сегодняшний день с восстановлением интереса стоит вопрос о создании хорошо отработанной и проверенной зональной технологии его выращивания. Хорошо разработанная для местных условий технология во многом повлияет на урожайность и экономическую ценность культуры.

Наилучшими предшественниками сафлора служат поля после возделывания озимых и яровых зерновых культур [76,90,108]. На данных предшественниках раскрывается весь потенциал культуры. Самые неблагоприятные поля для сафлора оставляет после себя подсолнечник.

Поля, занимаемые сафлором, являются хорошими предшественниками. Наиболее эффективно такие площади можно применять для всех культур, кроме озимых зерновых.

Корни сафлора хорошо структурируют почву. По гниющей в почве стержневой системе корней с верхнего слоя проникает большое количество воды в нижние слои почвы. После переработки бактериями корней сафлора в почве остаются пустоты. Они улучшают гранулометрический состав значительного слоя почвы [152].

Подготовка почвы к посеву имеет большое значение в технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Наиболее эффективный комплекс мероприятий для получения стабильных урожаев представляет собой классический способ обработки почвы под его выращивание. Глубокая вспашка на глубину 0,22 – 0,25 м с предшествующей заделкой пожнивных остатков посредством лущения стерни.

Исследования показывают, что при хорошем гранулометрическом составе почвы возможно значительно упростить ее обработку. К таким почвам можно отнести и черноземы. Однако наибольший эффект достигается при использовании элементов технологии No-till на песчаных и супесчаных почвах. Для получения стабильного и экономически оправданного урожая следует учесть множество факторов. Один из них - применение специализированных агрегатов посева и внесения минеральных удобрений. Ограничителем такой технологии служит наличие достаточного количества влаги в почве. В зоне Правобережья Саратовской области проводились исследования по изучению нулевой технологии. Они показали перспективность применения технологии No-till по сравнению с классической [57].

Зимние агротехнические мероприятия очень важны. Основным поводом проведения снегозадержания в зимний период времени служит увеличение количества влаги, присутствующей на поле в момент таяния снега. Технологический процесс проходит с помощью снегопаха марки СВУ-2,6. Направление нарезания борозд должно соответствовать поперечному направлению движения господствующих ветров. Задержание снега на полях рекомендуется начинать при глубине снежного покрова в 15 см. Мероприятие повторяется двукратно за зимний период [2,4].

Весенняя обработка почвы начинается с наступлением физической спелости почвы. В сжатые сроки ее проводят зубчатыми боронами (ДТ 75 + БЗСС- 1,0) в 2 следа для закрытия влаги. Это обеспечивает сохранение в верхнем слое почвы влаги, накопившейся благодаря осадкам холодного периода года. Перед посевом проводят сплошное культивирование полевого участка на глубину 4-6 см. Это обеспечивает борьбу с зимующими и яровыми ранними сорняками. Эти типы сорняков наиболее сильно влияют на урожайность сафлора [33].

Внесение удобрений существенно влияет на урожайность и качество продукции сельскохозяйственных культур. Основные питательные элементы, потребляемые растениями это азот, фосфор, калий. Каждая почва характеризуется различным количественным сочетанием этих основных питательных веществ. Применение удобрений должно компенсировать недостаток их в почве [211].

Основной проблемой применения удобрений в степной зоне являются засушливые условия. Как правило, количество лет благоприятных для внесения удобрений в условиях Саратовского Правобережья очень мало. Наиболее эффективным вариантом применения удобрений при выращивании полевых культур в данной зоне является внесение небольшой дозы ($N_{30}P_{30}$) минерального питания перед посевом или в посев [124,125].

Основные сорта сафлора красильного, возделываемые в Саратовском Правобережье, включены в Госреестр селекционных достижений Российской

Федерации, который постоянно пополняется. На сегодняшний день рекомендуют такие сорта, как: Астраханский 747, Ершовский 4, Александрит, Алмаз, Борец, Волгоградский 15, ГАС 2014, Заволжский 1, Камышинский 73, Кормовой 196, Краса Ступинская, Спартак, Хамелеон. Названные сорта сафлора используются в различных назначениях [195].

Приведем характеристики различных по направлениям использования сортов сафлора красильного.

Сорт Кормовой 196 выведен для использования на кормовые цели. Сорт выведен в ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого овощеводства и бахчеводства» Астраханской области. Наиболее эффективное применение - это использование на кормовые цели. Благодаря высокому количеству неколючих листьев на стволе, возможно получение до 500 ц/га зеленой биомассы [195].

Сорт Астраханский 747, введенный в реестр в 2003 году, является одним из наиболее классических сортов. Он применяется на больших посевных площадях. Основной отличительной особенностью сорта служит высокая урожайность с хорошей засухоустойчивостью [195].

Выведенный в местных условиях в 2011 году сорт Ершовский 4 наиболее оптимально подходит для выращивания в Правобережье Саратовской области. Высокая пластичность и приспособленность к погодным условиям региона позволяют получать высокие урожаи с большим содержанием жира в семенах [195].

Ряд новых сортов, внесенных в реестр селекционных достижений сравнительно недавно, имеют все перспективы для вытеснения классических старых сортов из доли посевных площадей культуры. На сегодняшний день в посевах преобладают сорта, выведенные в начале 21 века.

В последние годы селекционеры различных регионов РФ вывели много новых сортов, которые обладают определенными морфобиологическими достоинствами – высокой урожайностью, масличностью, устойчивостью к погодным условиям среды, болезням и вредителям.

Для получения дружных всходов сафлора необходимо применять хорошо выполненные, обладающие высоким процентом всхожести и большой энергией прорастания семена, с массой 1000 семян в 40 г и более [164].

Перед посевом семян сафлора в почву для защиты их от болезней проводится протравливание [105]. Для снижения отрицательного влияния протравителя одновременно рекомендуется использовать микроэлементы в расчете 10 литров раствора на 1 тонну посевного материала, а именно борную кислоту (раствор 0.05%), молибденовокислый аммоний (раствор 0.05%) и 1,0% раствор марганцовокислого калия [98,210].

Для получения стабильных урожаев в засушливых условиях степной зоны требуется получение ранних и дружных всходов. В связи с этим при выращивании сафлора в регионе Саратовского Правобережья лучшим считается срок посева одновременно с ранними яровыми. Неоптимальные по срокам посева сафлора значительно теряют в урожайности. Смещение сроков на 5 дней уменьшает количество полученных семян на 25%, а на 12 дней до 50 % [12,13,201].

По результатам трехлетних (2005-2007 гг.) исследований В.М. Иванова, и В.В. Толмачева в Заволжье Волгоградской области (Палласовский район) наиболее высокая урожайность получена при раннем сроке сева. Она создавалась прежде всего за счет большей густоты стояния растений, увеличения размеров корзинки, количества маслосемян в ней [79,80].

По данным Безенчукской опытной станции, урожайность маслосемян сафлора при посеве в ранний срок была 12,1 ц/га, а при посеве через 10 дней – 8,8 ц/га, что объясняется высоким требованием сафлора к влажности почвы в период набухания и прорастания семян.

Растения сафлора зимуют в фазе всходов – розетки. В таком состоянии растения способны выдерживать морозы до 15 – 17 градусов [103]. Полушкин П.В. в зоне Саратовского Заволжья на богаре рекомендует высевать сафлор подзимним способом. Посев сорта Ташкенский 51 с

густотой в 220 тыс./га поздней осенью значительно превосходит ранневесенний посев [143-145].

Оптимальная глубина заделки семян сафлора – 5-6 см, при высыхании верхнего слоя почвы глубина заделки увеличивается до 6-8 см.

Как правило, на тяжелых увлажненных почвах семена сафлора рекомендуется заделывать в почву мельче, а на легких почвах и в засушливых степных районах – глубже. В выборе глубины посева определяющим также является положение, что излишне глубокий посев задерживает появление всходов, что не позволяет культуре развить хорошо сформированную корневую систему до наступления неблагоприятных условий среды. Ослабленные растения сильнее страдают от болезней и вредителей, от поражения посевов корневой гнилью, что отрицательно влияет на урожайность и качество семян [9,82].

После посева сафлора рекомендуется послепосевное прикатывание кольчатыми катками ЗКШ-6, что является необходимым мероприятием для повышения всхожести мелкосемянных культур.

Первым технологическим мероприятием по уходу за сплошными рядовыми посевами, а часто и широкорядными, при зарастании их однодольными сорняками, является боронование в фазу 2-3 листьев легкими боронами в один след. На широкорядных посевах по мере появления сорняков необходимо проводить междурядные рыхлящие культивации. Первое рыхление проводят при появлении 2-3 пар настоящих листьев, заканчиваются междурядные обработки в период бутонизации растений, когда происходит смыкание их в рядах [96,97].

Вопрос о применении гербицидов на посевах сафлора недостаточно изучен. Для борьбы с сорняками рекомендуют почвенные гербициды Дуал Голд, Фюзилад-супер с нормой 1,0-1,5 кг/га при внесении до посева [14,92].

Ученые, изучающий особенности роста и развития сафлора [185,190-193] отмечают его положительную особенность: культура мало страдает от болезней

и вредителей в отличие от подсолнечника, который сильно повреждается, особенно ржавчиной и заразихой.

На посевах сафлора могут наблюдаться как специфические, так и общие вредители масличных культур. К первым относят шалфейную совку, сафлорную муху и долгоносика. Ко вторым проволочников и совок. Основными болезнями являются: фузариоз, склеротиниоз и ржавчина [159].

При достижении на посевах критической численности насекомых необходимо применение инсектицидов: Каратэ – (0,3 л/га), Децис (0,2-0,3 л/га), Кинмикс (0,15 л/га) и другие современные препараты.

Возможные болезни сафлора: ржавчина и рамуляриоз (болезнь проявляется в виде пятнистости на листьях). Пятна желто-бурые или бурые с темной каймой, округлые.

В исследованиях многих авторов установлена высокая устойчивость сафлора к болезням и вредителям, значительно более высокая, чем у всех других масличных культур Саратовского Правобережья [20].

Уборку сафлора можно осуществлять как прямым способом, так и в две фазы. Наиболее экономически выгодно применять первый метод. Комбайнирование осуществляется СК – 5 «Нива» в период полной спелости семян, когда корзинки и растения сафлора высыхают и желтеют. Сильно засоренные посева рекомендуется убирать вторым методом. Для предотвращения потери товарного вида семян, и снижения влажности вороха осуществляется скашивание в валок при побурении 75% соцветий. Через 5 - 8 дней после высыхания и дозревания маслосемян производится подбор скошенных растений и их обмолот [100].

Первичная очистка урожая осуществляется на зерноочистительной машине ЗАВ-40. Вторая более тщательная очистка и калибровка на машине СМ-4, «Петкус» или «Петкус-гигант».

Сафлор, в отличие от подсолнечника, не выделяет клейкой смолы и поэтому семена после очистки не содержат прилипших семян амброзии и других злостных сорняков [209].

1.5 Применение агрохимикатов в современном растениеводстве

В современном сельскохозяйственном производстве оправданное применение агрохимикатов позволяет значительно увеличить урожайность растений [4,76,135-137,150,158,188-189], снизить влияние стрессовых факторов [157,168,170,173,174,180,181,202], уменьшить неблагоприятные последствия применения гербицидов и фунгицидов [141,182,184,205,208,216,217]. Исследования, по данному направлению, проводились на различных или схожих по биологии культурах.

Так в исследованиях И.А. Зеленцова было выявлено, что «для получения 2,2 - 2,3 т/га зерна, наиболее полной реализации потенциала симбиотической азотфиксации нута в условиях лесостепи Среднего Поволжья необходима предпосевная обработка семян Альбитом (50 г на 1 т семян) или Гуматом К/Na с микроэлементами «Сила жизни» (0,2 л препарата на 1 т семян)» [72].

В.Ф. Серебряков установил, что «на светло-каштановых почвах Волгоградской области при возделывании по черным парам сортов озимой пшеницы Прикумская 140 и Танаис рекомендуется использование минерального азота весной в подкормку (N_{30}) и препаратов Циркон и НВ 101 для обработки семян и растений по вегетации. При этом формируется урожайность зерна до 4,1-4,17 т/га с высокими качественными показателями. Нормы применения препарата Циркона для обработки семян 2 мл/т, по вегетации – 5 мл/га, препарата НВ- 101 - для обработки семян 2 капли на 1 литр воды, по вегетации 3 мл/га» [167].

В своей научной работе А.Г. Курылева сделала следующие выводы «при возделывании яровой пшеницы Ирень и ячменя Раушан на дерново-подзолистых суглинистых почвах Среднего Предуралья необходимо использовать: в предпосевной обработке семян пшеницы один из биологических препаратов – Агат – 25К (4 г/т), Гуми 30 (800 г/т),

Псевдобактерин – 2 (4 г/т), ячменя – биопрепарат Интеграл (1,5 г/т); при опрыскивании посевов пшеницы в фазе кущения – начало выхода в трубку - фунгициды Фундазол (0,5 кг/га) или Тилт (0,5 л/га), ячменя – биологические препараты Агат 25К (30 г/га) или Интеграл (2,0 л/га)» [101].

А.А. Серебряков выявил следующие особенности «на светло-каштановых почвах лучше под озимую пшеницу применять отвальную обработку черного пара на 0,23...0,25 м с комплексным применением для обработки семян и растений по вегетации препаратов Альбит или Силиплант. Нормы применения Альбита для обработки семян – 40 мл/т, по вегетации - 40 мг/га. Нормы применения Силипланта для обработки семян 60 мл/т, по вегетации 0,6 л/га. Расход рабочего раствора при обработке семян – 10 л/т опрыскивании растений по вегетации – 100 л/га» [166].

Анализируя данные своего эксперимента, Д.В. Плечов рекомендует «для усиления минерального питания, адаптации растений к неблагоприятным условиям среды, повышения урожайности и качества получаемой продукции рекомендуем сельскохозяйственным производителям в лесостепи Среднего Поволжья проводить некорневое внесение регулятора роста Цеце в дозе 1л/га в фазу кущения озимой пшеницы. Эффективность его повышается при использовании минеральных удобрений NPKS» [142].

Е.Н. Семикова предлагает использовать «на выщелоченном черноземе, характеризующимся низким и средним содержанием подвижных форм микроэлементов (Мо и Mn) для повышения урожайности, качества зерна яровой тритикале сорта Укро и улучшения посевных и урожайных свойств семян, применять предпосевную обработку бактериальным удобрением Байкал ЭМ-1 ($10^{-3}\%$) совместно с комплексным удобрением с микроэлементами в хелатной форме полифид (4 кг/га) и некорневые подкормки комплексным удобрением мастер специальный (4 кг/га)» [165].

По результатам комплексных исследований в условиях лесостепи Среднего Поволжья М.И. Юров сделал заключение «рекомендовать сельскохозяйственным предприятиям разных форм собственности при

возделывании голозерного ячменя в фазу кущения применять баковые смеси гербицида Балерина с нормой расхода 0,3 л/га совместно с антисресантом Альбит 40 мл/га. Для повышения урожайности и качества зерна голозерного ячменя применять 2-х кратную некорневую подкормку Альбитом 40 мл/га в фазы кущения и колошения» [199].

А.Н. Бурунов, применяя микроудобрения в полевом опыте на разных уровнях минерального питания в лесостепи Среднего Поволжья, пришел к заключению, что «семена яровой пшеницы перед посевом рекомендуется обрабатывать препаратами «Мегамикс - предпосевная обработка» 2,0 л/т и «Мегамикс – универсальное» 1,0 л/т. При внесении удобрений препаратами «Мегамикс – универсальное» 1,0 л/т и «Мегамикс N10» 1,0 л/т обеспечивающие урожайность до 23,92 и 22,56 ц/га соответственно. Для «Мегамикс – некорневая подкормка» 0,5 л/га, «Мегамикс –N10» 0,5 л/га, «Мегамикс – универсальное» 0,5 л/га. Наибольший эффект достигается при их совместном применении с внесением удобрений» [23].

Изучая на Юго-Западе центрального региона России озимую пшеницу, А.А. Осипов заключил, что «для получения высококачественного и экономически выгодного зерна озимой пшеницы на уровне 6,0 т/га, содержащем 31% сырой клейковины первой группы качества, рекомендуется при возделывании сортов озимой пшеницы Московская 56 и Немчиновская 57 обеспечивать комплексную систему защиты посевов от болезней всходов и вредителей (Табу, ВСК, системный протравитель семян и инсектицид при норме расхода 0,5 л/т препарата из расчета 10л/т рабочей жидкости), обработку посевов по осени в фазу кущения от сорняков гербицидом Бомба Микс, ВДК при норме 0,28 л/га и весеннем кущении – гербицидом Ластик Топ, МКЭ из расчета – 0,5 л/га и расходе рабочей жидкости – 300 л/га, от болезней по вегетации растений – фунгицидом Аканто Плюс, КС из расчета 0,6 л/га и ретардантом Стабилан, ВР совместно с фунгицидной обработкой по 1,5 л/га и расходе рабочей жидкости – 300 л/га» [134].

Ю.В. Ефремова в своей научной работе пришла к заключению, что «в условиях северо-западной части ЦЧР на черноземе, выщелоченном для получения зерна озимой пшеницы «Московская 56» 3 класса – 56 ц/га, уровне рентабельности 192% и коэффициенте энергетической эффективности 6,9, необходимо применять важный технологический элемент – предпосевную обработку семян биостимулятором Альбит – 40 мл/т. совместно с фунгицидом Кинто Дуо – 2 л/га. Для получения зерна озимой пшеницы «Московская 56» 3 класса – 55 ц/га при повышении уровня рентабельности до 189%, коэффициенте энергетической эффективности 6,9 рекомендуем проводить предпосевную обработку семян биостимулятором Вымпел – 0,5 л/т совместно с фунгицидом Кинто Дуо – 2 л/га. Предпосевная обработка семян биостимулятором Альбит -40 мл/т. совместно с фунгицидом Кинто Дуо – 2 л/га обеспечивает получение зерна озимой пшеницы «Бирюза» 2 класса – 61 ц/га при уровне рентабельности 221% и коэффициента энергетической эффективности – 7,4. Для производства зерна озимой пшеницы «Бирюза» 3 класса – 59 ц/га, при уровне рентабельности 7,3 необходимо проведение предпосевной обработки семян биопрепаратом Вымпел – 0.5 л/т. совместно с фунгицидом Кинто Дуо – 2 л/га» [62].

Н.Ю. Коржавина считает, что «с целью получения урожаев зерна озимой пшеницы на уровне 33-40 ц/га, с низкой себестоимостью и высокой рентабельностью, рекомендуется применение предпосевной обработки семян микроудобрением ЖУСС-1 в сочетании подкормкой аммиачной селитрой – для сорта Светоч. Применять предпосевную обработку семян микроудобрением из расчета 3л препарата в 7л воды. Для получения зерна озимой пшеницы с высоким содержанием белка и крахмала, до 18 и 62%, соответственно, рекомендуется применять предпосевную обработку семян микроудобрением ЖУСС-3 в сочетании с подкормкой сульфатом аммония и мочевиной – для сорта Поволжская 86. У сорта Светоч накопление белка и крахмала до 19 и 67%, соответственно, при применении микроудобрения ЖУСС-1 в сочетании с подкормкой сульфатом аммония. Для выращивания

озимой пшеницы на получения зерна с высокими хлебопекарными показателями (белково-углеводный комплекс, количество и качество клейковины) рекомендуется применять предпосевную обработку семян микроудобрением ЖУСС-3 в сочетании с мочевиной» [94].

В исследованиях Н.В. Праздничковой было выявлено, что «на обыкновенных черноземах лесостепи Среднего Поволжья для получения высоких и стабильных урожаев зерна яровой твердой пшеницы хорошего качества, целесообразно выращивать сорт Безенчукская 200 на фоне внесения умеренных доз минеральных удобрений ($N_{30}P_{30}$), а для максимального повышения урожайности и качества зерна необходимо проводить посев семенами, обработанными регулятором роста Эль-1, а в период вегетации в фазу выхода растений в трубку применять данный регулятор роста в сочетании с азотной подкормкой в дозе 30 кг/га д.в. или проводить такую обработку двукратно в фазу трубкования и колошения» [151].

Детальная работа С.В. Чиркова привела к следующим выводам: «в Предуралье на дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой среднеокультуренной почве для обеспечения стабильной урожайности зерна яровой пшеницы Иргина 2,2-2,8 т/га и устойчивости ее к корневой гнили предполагаем приемы протравливания семян перед посевом регулятором роста БТТМ, Р нормой расхода 50 мл/т и опрыскивания вегетирующих растений в фазе кушения фунгицидом Фундазол, СП – нормой 0,5 кг/га» [187].

Изучение приемов возделывания кукурузы И.К. Кошелевой натолкнуло ее на следующие обоснованные выводы «в условиях изменяющегося климата лесостепи Среднего Поволжья при выращивании кукурузы на зерно и внесении удобрений выращивать гибриды раннеспелой группы (ФАО 180): Краснодарский 194 и Фалькон, среднеранней группы (ФАО 200): Гитаго и Евростар. Раннеспелые гибриды возделывать на зерно с применением

микроудобрительной смеси Мегамикс N₁₀ с обработкой посевов в фазе 5-6 листа в дозе 0,5 л/га» [95].

В.В Гудимо в своей научной работе в лесостепи Среднего Поволжья пришел к следующим практическим рекомендациям: «для повышения продуктивности и с целью борьбы с сорной растительностью в посевах клевера паннонского, применять гербицид Корсар с нормой расхода 1,5 кг/га совместно с антидотом Альбит 40 мл/га или Силиплант 1,5 л/га. По вегетирующим растениям проводить некорневую подкормку клевера паннонского в фазу бутонизации препаратом Альбит (40 мл/га)» [48].

Д.В. Золоторев в своем труде «Формирование урожайности и посевных качеств семян озимой пшеницы при использовании пестицидов в условиях лесостепи Среднего Поволжья», исследуя различные сочетания агрохимикатов, пришел к выводам «рекомендовать сельскохозяйственным предприятиям, занимающимся семеноводством озимой пшеницы, при возделывании сортов Санта и Скипетр схему защиты посевов: гербицид Диален Супер (0,49 л/га) + стимулятор Альбит (40 мл/га), фунгицид Колосаль ПРО (0,28 л/га) + стимулятор Альбит (40 мл/га), инсектицид Брейк СК (0,07 л/га) + стимулятор Альбит (40 мл/га), а при выращивании сорта Безенчукская 380: гербицид Диален Супер (0,7 л/га) + стимулятор Альбит (40 мл/га), фунгицид Колосаль ПРО (0,4 л/га) + стимулятор Альбит (40 мл/га), инсектицид Брейк СК (0,1 л/га) + стимулятор Альбит (40 мл/га)» [75].

В условиях Среднего Предуралья П.П Петрова, изучая стимуляторы и внекорневые подкормки, рекомендует «на семеноводческих посевах озимой тритикале на дерново-среднеподзолистых суглинистых почвах проводить опрыскивание растений регулятором роста Цецеце 750 в фазе выхода в трубку в дозе 1,5 л/га с последующей некорневой подкормкой комплексным удобрением Террафлекс 17+17+17 в фазе полного колошения в дозе 1,5 кг/га. Это позволит достигнуть получения урожайности биологически полноценных семян на уровне 2,19-5,09 т/га с посевными качествами, соответствующими требованиям для оригинальных семян» [140].

В исследовании Е.Ю. Фроловой рекомендуется «в лесостепи Поволжья для формирования высокой плотности продуктивного стеблестоя за счет увеличения полевой всхожести, выживаемости растений, повышения фотосинтетической деятельности агроценозов и получения устойчивых урожаев в ресурсосберегающей технологии возделывания яровой мягкой пшеницы Тулайковская 10 рекомендуется экономически оправданный прием предпосевной обработки семян: раствором рибав-Экстра в концентрации $1 \cdot 10^{-4}$ мл/л в расчете 10 л на 1 т семян, раствором мелафена в концентрации $1 \cdot 10^{-7}\%$ в расчете 10 л на 1 т семян совместно с препаратом Полифид (4 кг/га), раствором рибав-Экста в концентрации $1 \cdot 10^{-4}$ мл/л в расчете 10 л на 1 т семян совместно с препаратом Полифид (4 кг/га)» [183].

Изучая регуляторы роста на каштановых почвах степной зоны Волгоградской области И.Г. Камышанов установил, что «с целью устойчивого производства фуражного зерна ярового ячменя целесообразно высевать новый сорт Лакомб с нормой высева 3,5 млн/га всхожих семян обработав их предварительно препаратом Мивалом из расчета 10 т/га. Расход 2% раствора НАКМЦ – 10 л/т. Для производства пивоваренного зерна необходимо высевать сорт Харьковский 99 после озимой пшеницы, идущей по удобренному пару, с нормой высева 3,5-4,5 млн/га всхожих семян, обработанных регулятором роста Мивал – 10 г/т» [83].

Е.В. Герасимова в своей работе для условий орошения степной зоны Южного Урала рекомендует «проводить обработку клубней картофеля и опрыскивание растений в фазу бутонизации биостимулятором роста Мивал – агро с дозой соответственно 2 г/т и 20 г/га» [41].

Таким образом применение агрохимикатов на посевах сельскохозяйственных культур позволяют значительно увеличить выход получаемой продукции в промышленном производстве.

Проведенный обзор литературных источников показывает целесообразность применения агрохимикатов в зоне Саратовского Правобережья на сафлоре красильном. Однако рекомендации по

комплексному применению агрохимикатов на сафлоре красильном изучены недостаточно. Актуальность этой темы стала основанием для проведения полевого исследования.

2 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ, СХЕМА ОПЫТА, МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ И АГРОТЕХНИКА

2.1 Условия проведения исследований

Исследования проводились на опытном поле НИИСХ «Юго-Востока». Данное землепользование находится в Саратовской области, и территориально расположено в степной зоне Саратовского Правобережья. Зона характеризуется умеренно-континентальным климатом с сильными колебаниями погодных факторов. В некоторые периоды времени наблюдается недостаток влаги. Все это оказывает отпечаток на формирование обеспеченности почвы влагой и питательными веществами. Эти свойства сильно влияют на агротехнические мероприятия при выращивании сельскохозяйственных культур.

По среднегодовым климатическим показателям можно судить, что самым холодным месяцем является февраль со среднемесячной температурой $-11,4^{\circ}\text{C}$. Температура в периоды минимума может опускаться до -39°C . Самым жарким является июль со средним значением температуры в $+21,4^{\circ}\text{C}$. Максимум наблюдений составляет $+39^{\circ}\text{C}$ (рисунок 1). Особенностью климатической нормы данной территории служит сильная температурная нестабильность. Вегетационный период развития растений с температурой выше $+10^{\circ}\text{C}$ Саратовском Правобережье составляет 152 дня, сумма активных температур в общем составляет 2741°C [4,163].

Наряду с температурой, климат характеризуется и недостаточной обеспеченностью влагой. Общее количество осадков, выпадающих за год в зоне проведения опытов составляет 451 мм влаги. Следует отметить, что в различные годы данный показатель может сильно отличаться от среднегодовым значений.

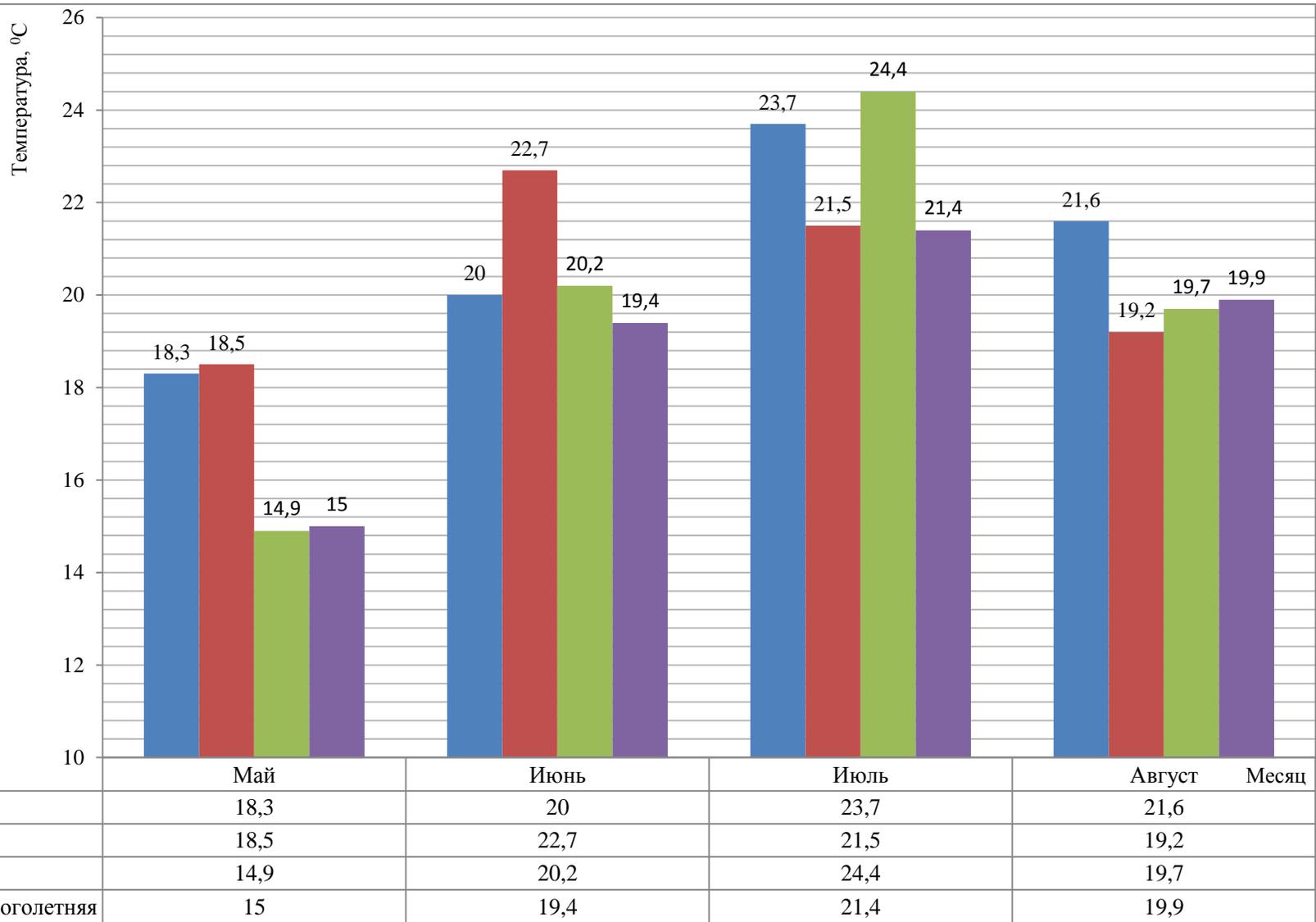


Рисунок 1 - Температурные условия в годы проведения исследований

Наблюдались периоды с сильным увлажнением, где величина осадков в 1,5 раза превышала норму. Такие же вариации были и в сторону понижения, где количество влаги было меньше нормы. Снижение от среднемноголетних данных составило 2/3 нормы. Кроме того, отмечается неравномерность выпадения осадков в период вегетации полевых культур – в отдельные месяцы, где за все время не было ни 1 мм осадков, а иногда месячная норма осадков выпадала за короткий промежуток времени или в течении суток (рисунок 2).

Для района исследований характерен значительный дефицит влаги. В зоне исследований испарение влаги преобладает перед осадками, что может служить основанием для умеренно - засушливого климата.

В целом осадки, выпадающие в теплый период года, выше зимних. Так в среднем с апреля по октябрь выпадает около 250-300 мм влаги. Они представлена в основном дождями. В зимний период количество осадков ниже и составляет 150-200 мм. В холодный период года осадки представлены в виде снега. Накопленные осадки в зимний период могут не оказывать сильного влияния на влагообеспеченность региона. Быстрый период перехода от зимы к весне не позволяет накопленной воде впитаться в еще не прогретую и замерзшую почву, что способствует ее сходу с полей. В это время теряется большое количество влаги.

Основные запасы продуктивной влаги в метровом слое составляют не более 180 мм. Такой объем увлажнения недостаточен для бездефицитного роста растений во все периоды их вегетации. Небольшое компенсирующее воздействие оказывают атмосферные осадки, но они полностью не покрывают разницу в потреблении влаги из почвы. Зачастую при сильных осадках влага просто не успевает впитаться в поверхность и сходит, не участвуя во влагообеспеченности. Помимо перечисленных причин влияние суховея тоже иссушает верхний слой почвы.

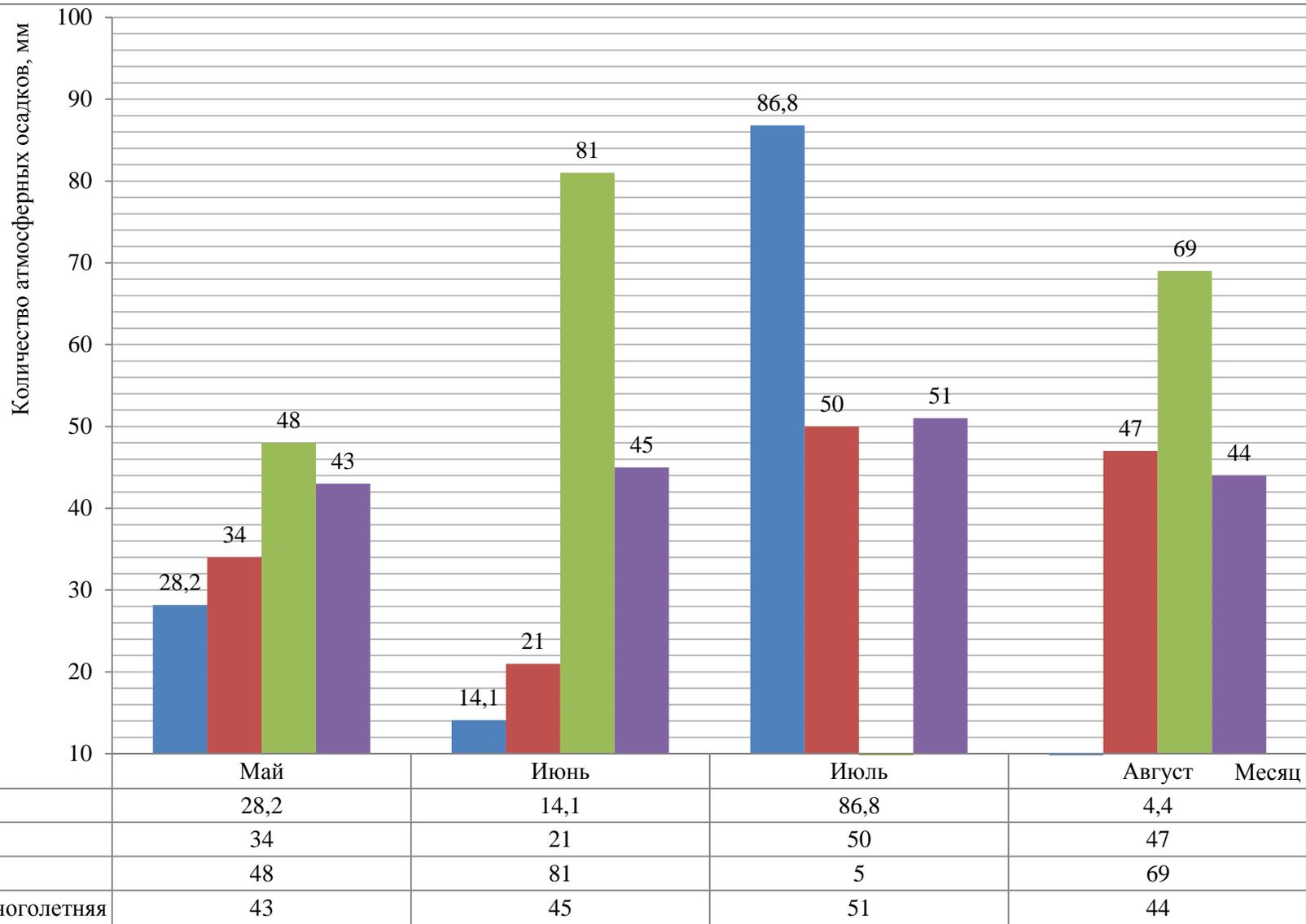


Рисунок 2 - Показатели выпадения осадков в период вегетации сафлора

Так же стоит отметить, что за все время метеонаблюдений свыше 40% лет имели засухи с продолжительностью больше, чем 20 дней. Это характеризует местность как нестабильную для выращивания ряда сельскохозяйственных культур [24].

Еще одним важным показателем для сельскохозяйственных исследований служит относительная влажность воздуха. Наибольший процент влажности воздуха наблюдается в зимний период года. Он в среднем составляет 80-85%. Напротив, в жаркие месяцы происходит снижение этого показателя до 50-60%, что в целом не сильно влияет на вегетацию растений. Однако время от времени сильно прогретый воздух, дующий с высокой скоростью, может сильно снижать влажность до критически низких показателей. Он может опускаться до 35-40%, что губительно сказывается на урожае сельскохозяйственных растений. Периоды атмосферной засухи, вызванные суховеями, могут составлять до 20-30 дней в году (рисунок 3).

Продуктивность культуры зависит от эффективности использования фотосинтетически активной солнечной радиации (ФАР). По актинометрическим данным величина ФАР за период вегетации составляет в среднем 330 КДЖ/см². Наибольший максимум ФАР наблюдается в мае. Дефицит данного показателя в зоне проведения исследований не наблюдается [179].

Наиболее сильно перепады температур наблюдаются в периоды перехода от зимы к весне и осени к зиме. Процесс изменения быстрый. Полное освобождение почвы наблюдается в середине апреля. Примерно в это же время наблюдается и полное оттаивание промерзших слоев почвы. Физическая спелость почвы наступает к концу месяца. Колебания данных сроков могут быть значительны. Разница может составлять до 15 дней. В осенний период первые заморозки начинают происходить в начале октября. Постепенное нарастание холодных температур переходит в резкий рост в конце ноября с последующим переходом в зиму.

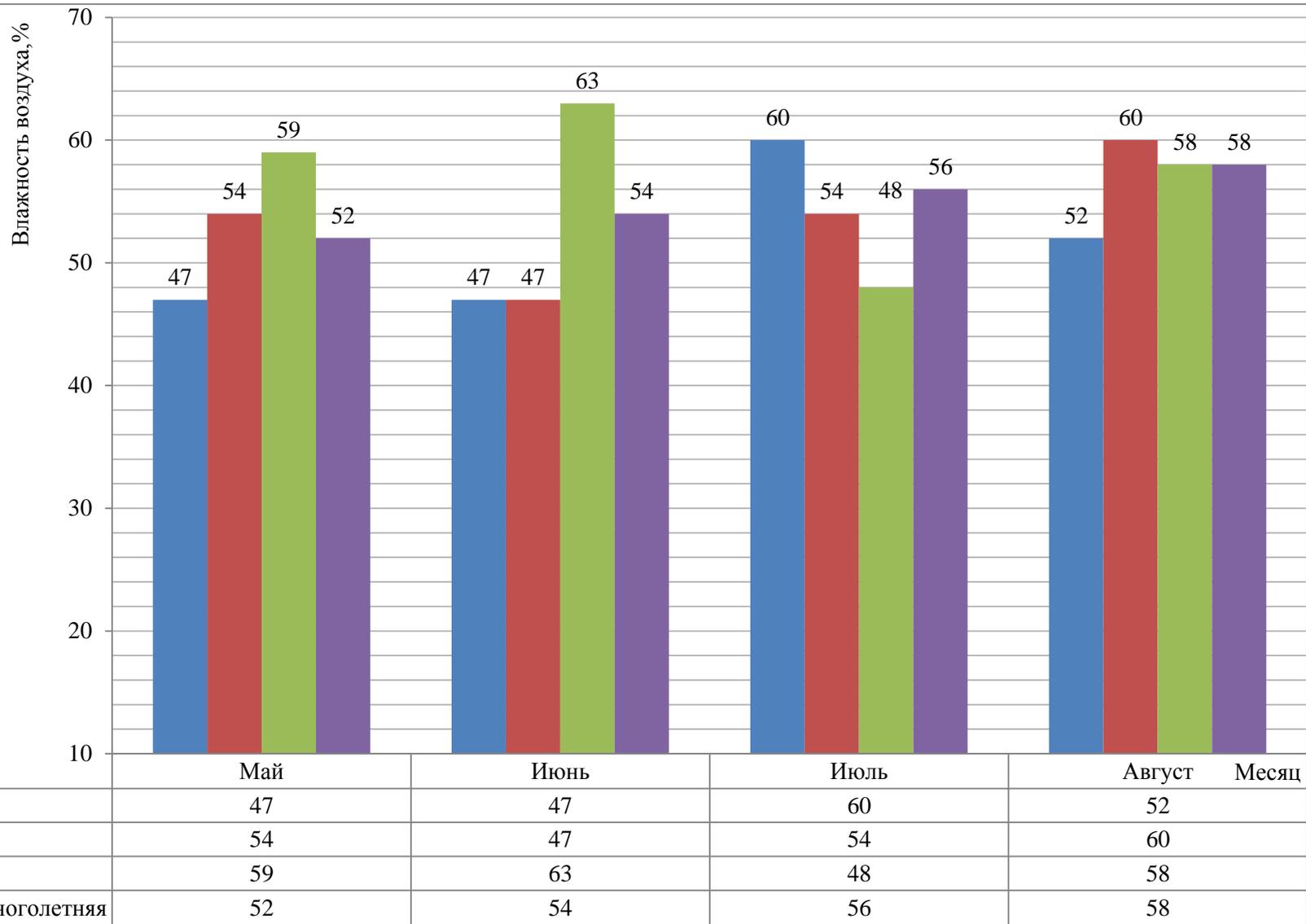


Рисунок 3 - Относительная влажность воздуха во время вегетации сафлора

Основываясь на климатических данных по месту проведения исследования, можно судить, что выращивание различных культур связано с риском засух и суховеев. Основным лимитирующим фактором служит недостаток влаги. При таких погодных данных можно в целом сказать, что данный регион подходит для большинства сельскохозяйственных культур. Исключения составляют позднеспелые сорта кукурузы, подсолнечника и сорго. Для сафлора красильного данный климат является приемлемым и подчеркивает достоинства культуры.

Опытное поле НИИСХ «Юго-Востока» расположено в зоне южных черноземов. Это обусловлено климатическими факторами при формировании почв. В пахотном слое почвы содержится порядка 3,5-4,0% гумуса. Почва хорошо структурирована и имеет хорошо выраженную зернистость в верхнем горизонте [91].

Плотность почвы в используемом в сельском хозяйстве слое составляет 1,21-1,35 г/см³. РН почвы в верхнем слое нейтральная и составляет около 6,5-7,3. В более глубоких слоях почвы переходит к слабощелочной реакции среды и составляет 7,5 - 7,8. Количество поглощенных оснований высокое и составляет с 25,87 до 34,1 мг-экв на 100 г почвы [26].

Основные питательные вещества, используемые растениями, представлены в следующих количествах. Так, содержание нитратного азота в пахотном слое составляет 10-15 мг/кг (потенциометрический метод), что оценивается среднее содержание для сельскохозяйственных культур. 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) [6,26].

На основе полученных данных можно сделать заключение, что почва на опытном участке подходит для использования в сельскохозяйственной

деятельности и выращивании сафлора. Стоит также отметить необходимость внесения азота и фосфора для улучшения плодородия почвы.

2.2 Особенности погодных условий вегетационных периодов 2018-2020 гг.

Основные показатели погодных условий в годы проведения исследований значительно изменялись по сравнению со среднемноголетними данными (рисунки 1-3).

Вся вегетация сафлора укладывается в 4 месяца. Она начинается в первой декаде мая и заканчивается во 2 декаде августа.

Период вегетации 2018 года можно характеризовать по большинству показателей как близкий к засушливым значениям года. В этот год температура воздуха во все месяцы, кроме августа, где наблюдалась климатическая норма, была немного выше устоявшихся температурных значений. Среднее число осадков за четыре месяца было несколько ниже средней нормы. Помимо небольшого дефицита атмосферной влаги наблюдалась неравномерность выпадения осадков. На первую половину вегетации приходилось около трети осадков. В июле выпало в два раза больше влаги, чем в норме по территории, а август был крайне засушливым. В относительной влажности воздуха особых изменений не было.

Температурный режим 2019 года варьировал по сравнению со среднемноголетними данными. Первая половина вегетации прошла при повышенной температуре в сравнении со средними данными. Температура воздуха была больше чем на 3 градуса выше климатической нормы. Напротив, вторая половина вегетации была сопоставима со средними значениями. Так температура июля была выше на 0,1 градуса, а август был холоднее на 0,7 градуса. Атмосферные осадки в 2019 году были ниже климатической нормы. Наблюдалось снижение показателя в первых двух месяцах вегетации сафлора. Так на май приходилось 2/3 нормы осадков, а на июнь только половина от средних значений. Вторая половина вегетации от

нормы отличалась слабо. Относительная влажность воздуха колебалась в пределах средних значений.

Погодные условия 2020 года имели существенные отличия от среднемноголетних данных. По температуре воздуха все месяцы вегетации не сильно отличались от средних значений. Наибольшее отклонение было в июле, где воздух прогрелся на 3 градуса выше нормы. Как и в предыдущие годы, в 2020 году была заметна неравномерность осадков. Если май не сильно отличался от средней нормы влаги, то на июнь приходится в 2 раза больше влаги, чем в среднем за все годы метеонаблюдений. В июле выпало всего 5 мм влаги, что на 46 мм меньше средних значений. На конец вегетации сафлора приходится на треть больше осадков, чем в средних значениях. Такие перепады повлияли на значение относительной влажности. В первые два месяца вегетации сильных отклонений от нормы не было. В июле произошло снижение на 8% относительной влажности. К концу произрастания сафлора относительная влажность нормализовалась и от средних значений не отличалась.

За все время опыта погодные условия можно охарактеризовать как резко континентальные с небольшими отклонениями от средних значений. В различные периоды произрастания растений наблюдались временные промежутки засух, сопровождаемые повышенной температурой и недостаточной влагообеспеченностью.

2.3 Схема опыта и методика исследований

Основная цель состояла в определении наиболее продуктивного сорта сафлора красильного и обосновании эффективного комплекса агрохимикатов для условий степной зоны Саратовского Правобережья.

В связи с поставленными задачами закладывался полевой опыт, представленный следующей схемой:

Фактор А – Сорт сафлора:

Вариант 1. Сорт Астраханский 747 (контроль);

Вариант 2. Сорт Ершовский 4.

Фактор В – способы применения агрохимикатов:

Вариант 1. Контроль1 – обработка семян водой;

Вариант 2. Эпин-экстра1- обработка семян;

Вариант 3. Циркон1 – обработка семян;

Вариант 4. Мелафен1 – обработка семян;

Вариант 5. Силиплант1 – обработка семян;

Вариант 6. Контроль2 – обработка семян и посевов водой;

Вариант 7. Эпин-экстра2- обработка семян и посевов;

Вариант 8. Циркон2 – обработка семян и посевов;

Вариант 9. Мелафен2 – обработка семян и посевов;

Вариант 10. Силиплант2 – обработка семян и посевов;

Вариант 11. Эпин-экстра - обработка семян + Силиплант–обработка посевов;

Вариант 12. Циркон–обработка семян + Силиплант–обработка посевов;

Вариант 13. Мелафен–обработка семян + Силиплант–обработка посевов;

Вариант 14. Силиплант–обработка семян + Эпин экстра-обработка посевов;

Вариант 15. Силиплант–обработка семян + Циркон-обработка посевов;

Вариант 16. Силиплант–обработка семян + Мелафен-обработка посевов;

В опыте использовались сорта, районированные для Саратовского Правобережья (по 8 региону РФ по сортовому районированию).

При проведении опытов агрохимикаты использовались в дозах, рекомендуемых их производителями.

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) [59, 93,160,172].

Помимо перечисленных рекомендаций, при учете отдельных показателей растений применялись методики: Деревицкого Н.Ф. (1962), Молостова А.С. (1966), Руденко А.И. (1950), Перегудова В.Н. (1978), Найдина П.Г. (1959, 1963). и др. [53,148,156].

Согласно методическим указаниям учетная площадь делянок в полевом 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.

Основными учетами и наблюдениями в опыте были:

1. Полевая всхожесть семян. Она определялась по формуле:

$P_B = (Г * 100) / Н_B$, где:

P_B - полевая всхожесть, %

$Г$ - густота стояния растений по факту, тыс. шт./га.

$Н_B$ – норма высева семян, тыс. шт./га.

2. Густота стояния растений в опыте определялась после фазы полных всходов и перед уборкой, на четырех закрепленных площадках размером 0,25 м² в каждом варианте во всех повторностях опыта [53].

3. Во время вегетации, от посева до созревания семян, проводились фенологические наблюдения за растениями сафлора на зафиксированных площадках. 10% служило началом каждой фазы, а полная фаза наступала при прохождении 75% растений [111].

4. Измерение высоты растений проводилось в основные фазы вегетации и в момент уборки. Измерению подвергались 20-30 растений при проходе делянок по диагонали в двух несмежных повторениях.

5. Накопление сырой надземной биомассы и сухого вещества в опыте определялось с площадок 0,25 м² в 10-ти кратной повторности в период прохождения наиболее важных фенологических фаз. После отбора проб зеленая масса немедленно взвешивалась, а затем из полученных образцов

отбиралась биомасса для определения сухого вещества. Процентное соотношение определялось сушкой растительных образцов в сушильном шкафу при температуре 70°C до постоянного веса. Взвешивание происходило до и после высушивания растений.

6. Листовая поверхность растений определялась в основные фазы вегетации растений по методике А.А. Ничипоровича. Фотосинтетический потенциал (ФП) и чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) определяли в среднем за вегетационный период [126 -129].

7. Основной учет биологической урожайности проводился в фазу полной спелости семянков 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%).

8. При обработке снопов определялись основные элементы продуктивности и качества урожая. К ним относятся такие показатели, как: масса 1000 зерен, масса зерна с 1 растения, количество ветвей на 1 растении, количества корзинок на 1 растении (шт.), число растений (шт./м²), лузжистость, масличность [111].

9. Уборка хозяйственного урожая велась селекционным комбайном 2010 Сампо в фазу полной спелости с последующим пересчетом на 13% влажность и 100% чистоту.

10. Все полученные данные подвергались статистической обработке по методу дисперсионного анализа Б.А. Доспехова на компьютере с использованием соответствующих программ. Основная статистическая обработка проводилась в ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ» [53].

11. 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) [115,177,178].

2.4 Агротехника опыта

Во время проведения опыта все агротехнические мероприятия, представленные в технологической карте возделывания сафлора красильного в Саратовском Правобережье, выполнялись на всей площади эксперимента. Предшественником в полевом опыте была озимая пшеница.

При основной обработке почвы применялась различная сельскохозяйственная техника. Подготовка почвы осуществлялась агрегатом ДТ – 75 + ЛДГ – 10 для заделки стерни озимой пшеницы с последующей вспашкой на глубину 25 – 27 см (ДТ – 75 + ПН – 4 -35).

В зимнее время года велось двукратное снегозадержание. Нарезались борозды в снеге снегопахом СВУ - 2,6 поперек направления господствующих ветров.

Закрытие влаги весной осуществлялось зубовыми боровами БЗСС – 1,0 в два следа. Боронование проводилось по мере готовности почвы в начале - середине апреля.

Перед посевом на опытном участке выполнялась культивация на глубину 5-6 см (ДТ – 75 + КПМ 6). Посев осуществлялся сеялкой СЗ – 3,6 по заранее определенной схеме опыта с запланированными вариантами обработки семян агрохимикатами, рядовым способом с одинаковой нормой высева (300 тыс. всхожих семян на 1 га).

После посева для сохранения влагообеспеченности верхнего слоя проводилось прикатывание опытных делянок кольчато-шпоровыми катками (МТЗ 80 +ЗККШ-6).

В фазу бутонизации, согласно схеме расположения делянок, велось опрыскивание посевов растворами агрохимикатов.

В связи с низкой численностью вредителей, болезней и сорняков химические обработки на посевах не применялись.

Уборка хозяйственного урожая осуществлялась прямым комбайнированием селекционным комбайном Сампо 2010 в фазу полной спелости семян согласно схеме заложенного опыта.

Все мероприятия, производимые в опыте на опытных делянках, выполнялись при строгом соблюдении всех технических, гигиенических, и санитарных норм [3].

2.5 Характеристика объектов исследований

В проведенном полевом эксперименте были использованы два сорта сафлора красильного: сорт - стандарт Астраханский 747 и новый сорт Ершовский 4.

Характеристика сорта Астраханский 747.

Сорт допущен к использованию во всех зонах Российской Федерации. Заявка на сорт была получена в 2002 году, а в 2003 он был допущен к использованию. Архитектоника сорта представлена следующим образом. Корень стержневой. Стебель неопушенный, прямостоячий с высотой растений в 60-70 см. Наблюдается ветвление. Листья сидячие, зеленые, пластинка листа длинная. Имеет среднюю ширину. Соотношение сторон среднее. Шипов на листьях много и они очень колючие. Форма листа овальная с хорошо выраженной зубчатостью. Соцветие - корзинка. Длинный средний прицветник. Шипов много. Цветки трубчатые с оранжевой и желтой окраской. Плод - семянка. Цвет окраски плодов белый. Масса 1000 маслосемян варьирует от 40 до 45 грамм. Засухоустойчивость растений у сорта Астраханский 747 достаточно высокая.

Характеристика сорта Ершовский 4.

Сорт допущен к использованию в 2011 году. Регионы использования ограничены зоной производства маслосемян. Растения имеют стержневой корень. Прямостоячие, с хорошо выраженным стеблем. Стебель голый, без опушения. Поверхность стебля гладкая. Листья сидячие, черешка не имеют.

Шипы присутствуют, но выражены слабо. Форма листьев овальная. Соцветие хорошо выраженная корзинка. Цветки желтой окраски. Возможны колебания в окраске цветков. Цветок трубчатый. Плод - белая семянка. Масса 1000 зерен не велика. Она варьирует с 38 – 44 г. Сорт крайне засухоустойчив. Слабо подвержен болезням и вредителям.

В опыте применялись современные агрохимикаты - три стимулятора роста и одно микроудобрение.

Характеристика агрохимиката Эпин Экстра.

Основным действующим веществом Эпина Экстра является эпибрасинолид. Это растительный гормон, полученный в искусственных условиях. Он оказывает положительное влияние на активизацию защитных систем организма растений снижая неблагоприятные факторы среды, а также нивелируя влияние грибковых и вирусных заболеваний. Также улучшается переживание засух и перепадов температур. Вещество относится к 4 классу опасности. Для человека не опасно [35].

Характеристика агрохимиката Циркон.

Иммуномодулятор. Основное действующее вещество Циркона представлено смесью кислот. Комплекс кислот состоит из хлорогеновой, цикориевой и кафтаровой. Они растворены в спирте. Основное действие происходит на клеточном уровне, где препарат оказывает положительное действие на преодоление растениями неблагоприятных условий, таких как засуха, заморозки. Также оказывает благоприятное воздействие на устойчивость к болезням и вредителям. Класс опасности 3В. Вещество малоопасное для человека [32,54].

Характеристика агрохимиката Мелафен.

Действующее вещество Мелафена - меламинавая соль бисфосфиновой кислоты. Он предназначен для обработки растений в различные фазы роста, а также для предпосевной обработки семян. Препарат Мелафен позволяет увеличить устойчивость растения к неблагоприятным условиям. Способствует преодолению засух и других неблагоприятных факторов.

Оказывает положительное влияние на качество получаемой сельхозпродукции. Вещество относят 4 классу опасности. Отрицательного влияния на человека не несет [8,39].

Характеристика препарата Силиплант.

Жидкое микроудобрение в состав которого входят кремний (7%), калий (1%), а также ряд других микроэлементов, находящихся в хелатной форме хорошо доступной для усвоения растениями.

Микроудобрение Силиплант предназначено как для предпосевной обработки семян, так и для применения в качестве листовой подкормки. Применение препарата оказывает положительное действие на устойчивость растений к механическим повреждениям. Имеет хорошо выраженное фунгицидное действие. Усиливает действие применяемых с ним препаратов. Микроудобрение Силиплант относится к 4 классу опасности и для человека опасности не представляет [8,58].

3 ВЛИЯНИЕ АГРОХИМИКАТОВ НА РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ САФЛОРА КРАСИЛЬНОГО В УСЛОВИЯХ САРАТОВСКОГО ПРАВОБЕРЕЖЬЯ

3.1 Прохождение фаз развития растений изучаемых сортов сафлора красильного

В полевых экспериментах семена сафлора в опыте высевали при температуре $5+7^{\circ}\text{C}$ в 3 декаде апреля - первой декаде мая. Даты посева по годам были следующие - в 2018 году посев производили 25 апреля, в 2019 - 28 апреля, а в условиях 2020 года посев сместился на 5 мая.

Оценка длительности вегетационного периода в среднем за три года показала, что его продолжительность у изучаемых сортов заметно варьировала. Так у сорта Астраханский 747 вегетационный период составил 105-108 суток, а у сорта Ершовский 4 – 109 - 112 дней (таблицы 1 и 2). В период исследований появление всходов на изучаемых вариантах было одинаково, данный показатель зависел только от влажности посевного слоя на данном этапе развития. Отмечено, что фаза полных всходов наступила спустя 14 суток после посева. Продолжительность межфазного периода между всходами и стеблеванием составляла 19 суток для всех вариантов, за исключением одного - с однократной обработкой Силиплантом - 20 суток. От фазы стеблевания до фазы бутонизации у сорта Ершовский 4 время вегетации составило 27 суток по всем вариантам, кроме контроля. На этом варианте длительность составила 26 суток. На опытных делянках с сортом Астраханский 747 данный период изменялся от 25 до 27 суток и зависел от сочетания агрохимикатов в обработке. Межфазный период бутонизация – цветение у сорта Астраханский 747 колебался в пределах 15-17 суток, а у сорта Ершовский 4 он составил 16 суток. Межфазный период от цветения до плодообразования у сорта Астраханский 747 варьировал от 14 до 15 суток. Аналогичный период вегетации сорта Ершовский 4 составил от 15 до 16 суток.

Таблица 1 – Влияние агрохимикатов на сроки прохождения фенологических фаз растениями (среднее за 2018-2020 гг.)

Сорт	Агрохимикаты	Фаза вегетации, сутки						всходы – полная спелость
		посев - всходы	всходы - стеблевание	стеблевание - бутонизация	бутонизация - цветение	цветение - плодообразование	плодообразование - созревание	
Астраханский 747	Контроль (1)	14	19	26	15	14	17	105
	Эпин Экстра (1)	14	19	26	15	15	17	106
	Циркон (1)	14	19	26	15	15	17	106
	Мелафен (1)	14	19	26	15	15	17	106
	Силиплант (1)	14	20	26	16	15	17	108
	Контроль (2)	14	19	26	16	15	16	106
	Эпин Экстра (2)	14	19	25	17	14	17	106
	Циркон (2)	14	19	26	16	14	17	106
	Мелафен (2)	14	19	26	16	14	17	106
	Силиплант (2)	14	19	26	16	14	18	107
	Эпин Экстра + Силиплант	14	19	26	16	14	18	107
	Циркон + Силиплант	14	19	26	15	15	17	106
	Мелафен + Силиплант	14	19	27	15	15	17	107
	Силиплант + Эпин Экстра	14	19	27	15	15	17	107
	Силиплант + Циркон	14	19	27	15	15	17	107
Силиплант + Мелафен	14	19	26	15	15	17	106	
Ершовский 4	Контроль (1)	14	19	26	16	16	18	109
	Эпин Экстра (1)	14	19	27	16	16	18	110
	Циркон (1)	14	19	27	16	16	18	110
	Мелафен (1)	14	19	27	16	16	19	111
	Силиплант (1)	14	19	27	16	16	19	111
	Контроль (2)	14	19	27	16	15	18	109
	Эпин Экстра (2)	14	19	27	16	16	18	110
	Циркон (2)	14	19	27	16	16	18	110
	Мелафен (2)	14	19	27	16	16	18	110
	Силиплант (2)	14	19	27	16	16	20	112
	Эпин Экстра + Силиплант	14	19	27	16	16	19	111
	Циркон + Силиплант	14	19	27	16	15	19	110
	Мелафен + Силиплант	14	19	27	16	16	19	111
	Силиплант + Эпин Экстра	14	19	27	16	15	19	110
	Силиплант + Циркон	14	19	27	16	15	19	110
Силиплант + Мелафен	14	19	27	16	15	19	110	

Последний этап произрастания от начала плодообразования до полного созревания сафлора варьировал от 16 до 18 суток у сорта Астраханский 747 и от 18 до 20 суток у сорта Ершовский 4.

В различные по погодным условиям годы исследований длительность вегетации сафлора красильного была различна. Наиболее сжатые сроки роста и развития сафлора красильного наблюдались в 2018 году. На контрольном варианте продолжительность вегетации составила 97 дней на сорте Астраханский 747 и 99 дней на сорте Ершовский 4. Наибольшая длительность вегетации составила 98 дней на сорте Астраханский 747 в двух вариантах. В первом варианте при применении препарата Силиплант для обработки семян перед посевом. Во втором варианте при применении обработки семян Силиплантом с дальнейшим применением агрохимеката Эпин Экстра в фазу бутонизации. Наибольшая длительность возделывания наблюдалась на сорте Ершовский 4 на опытных делянках, на которых применялась двукратная обработка Силиплантом и обработка семян с последующим применением жидкого удобрения в фазу бутонизации. Продолжительность составила 103 дня.

Погодные условия 2019 года увеличили длительность вегетации растений сафлора в опыте. На контрольных вариантах сортов Астраханский 747 и Ершовский 4 продолжительность развития растений составила 99 и 104 дня соответственно. Наибольшие сроки вегетации наблюдались на различных вариантах и составили 101 день для сорта Астраханский 747 и 105 дней для сорта Ершовский 4. В целом развитие делянок в 2019 году значительно не отличались.

Наиболее длительные сроки вегетации наблюдались в 2020 году. Это связано с достаточным увлажнением почвы и благоприятными погодными условиями. На контрольных делянках отмечалась наименее длительная вегетация растений сафлора – 120 дней для сорта Астраханский 747 и 124 дня у сорта Ершовский 4. Максимально длительная вегетация получена на сорте Ершовский 4 - 128 дней при обработке семян перед посевом агрохимикатом

Мелафен. Сорт Астраханский 747 показал меньшую длительность вегетации (124 дня) при обработке семян Силиплантом.

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

Годы проведения исследований	2018 г.			2019 г.			2020 г.			Среднее за 2018 -2020 гг.		
	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В
Контроль (1)	97	99	98	99	104	102	120	124	121	105	109	107
Эпин Экстра (1)	96	100	98	100	104	102	121	125	123	106	110	108
Циркон (1)	96	100	98	100	104	102	121	125	123	106	110	108
Мелафен (1)	96	101	99	100	105	102	121	128	125	106	111	109
Силиплант (1)	98	101	99	101	105	103	124	126	125	108	111	109
Контроль (2)	97	99	98	99	104	102	121	124	122	106	109	107
Эпин Экстра (2)	96	100	98	100	104	102	121	125	123	106	110	108
Циркон (2)	96	100	98	100	104	102	121	125	123	106	110	108
Мелафен (2)	96	100	98	100	104	102	121	125	123	106	110	108
Силиплант (2)	97	103	100	101	105	103	122	127	125	107	112	109
Эпин Экстра+Силиплант	97	101	99	101	105	103	123	127	125	107	111	109
Циркон+Силиплант	96	100	98	101	105	103	122	126	124	106	110	108
Мелафен+Силиплант	97	101	99	101	105	103	123	127	125	107	111	109
Силиплант+Эпин Экстра	98	100	99	101	104	102	122	125	123	107	110	108
Силиплант+Циркон	97	101	99	100	104	102	123	126	125	107	110	109
Силиплант+Мелафен	96	100	98	100	104	102	121	125	123	106	110	108
Средняя по фактору А	97	100		100	104		122	126		106	110	
F частных средних	3,965			3,107			2,194			46,671		
Fф по фактору А	199,451			1190,000			225,722			1269,721		
Fф по фактору В	1,271			4,965			3,519			9,357		
Fф по А+В	0,526			0,075			4,371			2,448		
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		

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. Наибольший результат показала двукратная обработка Силиплантом - 112 дней.

В целом применение агрохимикатов незначительно сказывалось на сроках вегетации растений сафлора красильного.

3.2 Особенности прироста растений в высоту

Особенности развития растений характеризуются таким показателем как высота растений. При достаточной обеспеченности растений всеми абиотическими и биотическими факторами развития, формируются прямостоячие, хорошо развитые, устойчивые к неблагоприятным условиям стебли.

Проводя измерения контрольных растений на учетных делянках, отмечали особенности динамики формирования культуры в высоту. Это позволило определить темпы роста растений сафлора красильного в критически важные периоды формирования урожая.

Основная прибавка в высоту растений сафлора на всех вариантах опыта наблюдалась в фазы стеблевания, ветвления, бутонизации и цветения (таблица 3). К моменту созревания семян темпы прироста снижались. Наименьший прирост растений отмечен в фазу созревания (полная спелость). Согласно полученным данным увеличение высоты от фазы стеблевания до начала ветвления по разным вариантам колебался с 8,8 до 12,4 сантиметров. Максимальные значения увеличения высоты растений отмечали на варианте с обработкой семян агрохимикатом Эпин Экстра с последующей обработкой вегетирующих растений жидким минеральным удобрением Силиплант у сорта Ершовский 4. Прибавка составила 12,4 см.

Таблица 3 - Динамика нарастания высоты растений по фазам у изучаемых сортов сафлора
(в среднем за 2018-2020 гг.), см

Агрохимикаты	Стеблевание			Ветвление			Бутонизация		
	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В
Контроль (1)	26,7	27,4	27,1	37,5	38,9	38,2	47,7	47,9	47,8
Эпин Экстра (1)	26,7	28,9	27,8	37,7	37,7	37,7	48,5	49,4	49,0
Циркон (1)	28,4	28,6	28,5	37,4	39,8	38,6	48,1	48,5	48,3
Мелафен (1)	26,2	27,5	26,9	36,9	36,8	36,9	46,9	49,1	48,0
Силиплант (1)	27,7	29,5	28,6	37,1	39,4	38,3	46,7	51,6	49,2
Контроль (2)	27,6	27,9	27,8	36,8	39,6	38,2	48,8	48,9	48,9
Эпин Экстра (2)	26,7	28,2	27,5	37,8	38,8	38,3	47,8	49,4	48,6
Циркон (2)	28,6	28,2	28,4	38,9	38,7	38,8	48,0	49,3	48,7
Мелафен (2)	27,3	28,3	27,8	36,9	37,7	37,3	49,9	50,0	50,0
Силиплант (2)	28,5	28,8	28,7	39,6	40,4	40,0	48,4	51,4	49,9
Эпин Экстра + Силиплант	27,1	27,6	27,4	38,5	40,0	39,3	47,4	49,3	48,4
Циркон + Силиплант	28,0	29,4	28,7	39,0	40,5	39,8	51,6	50,9	51,2
Мелафен + Силиплант	27,4	28,6	28,0	38,9	38,5	38,7	47,9	50,6	49,3
Силиплант + Эпин Экстра	27,6	28,9	28,2	37,9	39,3	38,6	47,2	50,1	48,7
Силиплант + Циркон	28,3	28,1	28,2	37,3	37,9	37,6	49,4	48,2	48,8
Силиплант + Мелафен	26,7	27,6	27,2	37,8	39,6	38,7	48,1	48,4	48,3
Средняя по фактору А	27,5	28,3		37,9	39,0		48,3	49,6	
F частных средних		9,915			9,353			8,799	
Fф по фактору А		90,454			74,704			66,527	
Fф по фактору В		10,598			10,738			7,382	
Fф по А+В		3,862			3,612			6,367	
НСР ₀₅ для частных средних		0,736			1,012			1,264	
НСР ₀₅ по фактору А		0,184			0,253			0,316	
НСР ₀₅ по фактору В		0,520			0,716			0,894	
НСР ₀₅ по АВ		0,736			1,012			1,264	

Продолжение таблицы 3

Агрехимикаты	Цветение			Плодообразование			Полная спелость		
	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В
Контроль (1)	56,2	57,6	56,9	63,4	64,4	63,9	67,4	68,5	68,0
Эпин Экстра (1)	57,1	60,7	58,9	66,4	67,9	67,2	68,6	72,8	70,7
Циркон (1)	60,2	62,1	61,2	67,2	67,3	67,2	68,0	70,2	69,1
Мелафен (1)	57,5	56,7	57,1	61,7	66,0	63,9	65,6	67,4	66,5
Силиплант (1)	59,1	62,7	60,9	62,8	67,3	65,1	68,7	73,7	71,2
Контроль (2)	56,9	59,3	58,1	66,2	68,3	67,3	66,9	71,2	69,0
Эпин Экстра (2)	58,0	58,1	58,1	64,1	67,0	65,5	68,2	68,4	68,3
Циркон (2)	58,3	62,3	60,3	67,2	66,9	67,1	69,3	73,3	71,3
Мелафен (2)	60,5	58,3	59,4	64,3	66,5	65,4	67,7	71,5	69,6
Силиплант (2)	58,8	63,0	60,9	66,4	70,5	68,5	71,1	72,3	71,8
Эпин Экстра + Силиплант	59,4	59,9	59,7	67,7	66,2	66,9	70,6	72,2	71,5
Циркон + Силиплант	60,3	65,1	62,7	68,7	72,7	70,7	74,0	77,3	75,6
Мелафен + Силиплант	60,6	58,4	59,5	66,4	65,3	65,9	71,1	69,4	70,3
Силиплант + Эпин Экстра	58,6	59,6	59,1	63,5	68,0	65,8	69,7	70,1	69,9
Силиплант + Циркон	58,2	60,4	59,3	67,0	65,4	66,2	68,5	70,3	69,4
Силиплант + Мелафен	57,8	60,6	59,2	66,5	69,1	67,8	69,4	72,6	71,0
Средняя по фактору А	58,6	60,3		65,6	67,4		69,0	71,3	
F частных средних	14,010			12,790			4,918		
Fф по фактору А	79,082			70,774			33,480		
Fф по фактору В	15,627			15,424			6,624		
Fф по А+В	8,055			6,290			1,308		
НСР ₀₅ для частных средних	1,532			1,740			3,165		
НСР ₀₅ по фактору А	0,383			0,435			0,791		
НСР ₀₅ по фактору В	1,083			1,230			2,238		
НСР ₀₅ по АВ	1,532			1,740			Fт > Fф		

Наименьший прирост у сорта Ершовский 4 отмечен на варианте с однократным применением Эпин Экстра – 8,8 см.

Темпы роста растений в высоту при заложении бутонов была на уровне предыдущей фазы - 10,5 см. На опытных участках минимальный прирост растений сафлора отмечали у сорта Ершовский 4, на варианте с однократной обработкой семян препаратом Циркон прирост составил 8,7 см. Наибольшие параметры данного показателя зафиксированы на участках с применением препаратов Циркон и Силиплант – 12,6 см на сорте Астраханский 747.

Стабильно высокий прирост растений наблюдался вплоть до начала цветения корзинок сафлора. Его среднее значение по вариантам не изменялось и составляло 10,5 см. Наибольшая вариация показателя высоты наблюдалась у растений сорта Ершовский 4 при обработке семян, обработанных препаратами Циркон + Силиплант. Прирост растений по данному варианту составил 14,2 сантиметра. Необходимо отметить, что наименьшее значение прироста показали растения на участке, обработанном препаратом Мелафен у сорта Ершовский 4 – 7,6 см.

При созревании урожая у растений сафлора происходило снижение прироста растений в высоту. Так к фазе плодообразования средний прирост сократился до 7,1 см. Более значительное снижение происходило к концу вегетации растений. К фазе созревания средний прирост составил 3,7 см.

Несмотря на общую тенденцию к снижению темпов роста растений по вариантам, наблюдался значительный разброс в ослабевании процессов роста по вариантам. Так наблюдались варианты со значительным, резким спадом прироста в фазу полной спелости сафлора. Например, в варианте с применением двукратной обработки Эпином Экстра на сорте Ершовский 4 наблюдалось значительное понижение ростовых процессов. К полной фазе плодообразования растения на данном варианте выросли на 8,9 см. Однако в дальнейшем к фазе полной спелости прирост составил только 1,4 см.

Помимо резкого снижения ростовых процессов, в ряде вариантов наблюдалось лишь небольшое снижение. Так на варианте с применением

Циркон + Силиплант на сорте Ершовский 4 снижение в фазу плодообразования и созревания составило 7,6 и 4,6 см соответственно.

На вариантах с обработкой семян Силиплантом на сортах Астраханский 747 и Ершовский 4, с двукратной обработкой Цирконом на сорте Ершовский 4 и при обработке Силиплантом + Эпин Экстра сорта Астраханский 747 отмечали нарастание темпа роста к созреванию. Например, у сорта Ершовский 4 с применением на варианте двукратной обработки Цирконом наблюдался прирост на 4,6 см в фазу плодообразования и увеличение прироста на 6,4 см в фазу созревания.

Обильные атмосферные осадки послужили причиной роста растений к концу вегетации. Благоприятные условия способствовали активизации ростовых процессов растений сафлора. Напротив, варианты с практически полной остановкой роста к концу вегетации на осадки не отзывались.

Проведя исследования высоты стеблей сафлора в опыте можно сделать вывод, что наибольшее значение этого параметра растения сафлора достигают в фазу полной спелости семян. В среднем высота растений составила 69,0 см у сорта Астраханский 747 и 71,3 см у сорта Ершовский 4 в среднем за 3 года исследований (таблица 4).

Наиболее благоприятными по увлажнению были погодные условия 2020 года. В первую половину вегетации, когда происходит формирование основной высоты растений, выпало значительное количество осадков. Что позволило растениям сформировать более высокие стебли. Менее благоприятным был 2018 год. Основное количество осадков пришлось на вторую половину вегетации растений. В этот период высота растений изменяется менее значительно чем в первые фазы роста. Наиболее засушливым для большинства полевых культур был 2019 год. На протяжении всего периода вегетации отмечали высокую температуру воздуха и дефицит осадков. Значительное количество осадков выпало в межфазный период плодообразования – созревания семян.

Таблица 4 - Влияние применения агрохимикатов на высоту растений сафлора
(в среднем за 2018 - 2020 гг.), см

Агрохимикаты	2018 г.			2019 г.			2020 г.			Среднее за 2018 -2020 гг.		
	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В
Контроль (1)	63,3	66,1	64,7	64,5	62,4	63,5	74,4	77,0	75,7	67,4	68,5	68,0
Эпин Экстра (1)	66,2	69,3	67,8	62,7	68,1	65,4	76,9	81,0	79,0	68,6	72,8	70,7
Циркон (1)	64,7	65,7	65,2	63,6	64,6	64,1	75,7	80,3	78,0	68,0	70,2	69,1
Мелафен (1)	63,8	68,3	66,1	58,8	57,2	58,0	74,2	76,7	75,4	65,6	67,4	66,5
Силиплант (1)	68,9	70,3	69,6	59,5	70,3	64,9	77,6	80,5	79,1	68,7	73,7	71,2
Контроль (2)	63,8	67,9	65,9	63,0	66,4	64,7	73,9	79,2	76,6	66,9	71,2	69,0
Эпин Экстра (2)	66,2	67,0	66,6	61,4	64,8	63,1	77,0	73,4	75,2	68,2	68,4	68,3
Циркон (2)	66,2	70,6	68,4	65,4	67,3	66,4	76,2	82,0	79,1	69,3	73,3	71,3
Мелафен (2)	67,1	70,5	68,8	62,6	63,1	62,9	73,4	80,7	77,1	67,7	71,5	69,6
Силиплант (2)	70,1	70,4	70,3	66,5	64,6	65,6	76,8	82,1	79,5	71,1	72,3	71,8
Эпин Экстра + Силиплант	70,9	71,9	71,4	63,9	69,6	66,8	77,1	75,3	76,2	70,6	72,2	71,5
Циркон + Силиплант	73,5	76,1	74,8	68,4	71,7	70,0	79,9	84,2	82,1	74,0	77,3	75,6
Мелафен + Силиплант	70,2	67,8	69,0	65,6	63,7	64,7	77,5	76,7	77,1	71,1	69,4	70,3
Силиплант + Эпин Экстра	70,0	68,6	69,3	64,8	65,9	65,4	74,1	75,9	75,0	69,7	70,1	69,9
Силиплант + Циркон	68,2	69,8	69,0	62,8	64,7	63,8	74,6	76,5	75,5	68,5	70,3	69,4
Силиплант + Мелафен	67,6	69,8	68,7	65,5	68,0	66,8	75,0	80,2	77,6	69,4	72,6	71,0
Средняя по фактору А	67,6	69,4		63,7	65,8		75,9	78,9		69,0	71,3	
F частных средних	12,177			17,382			9,768			4,918		
Fф по фактору А	40,946			60,395			84,228			33,480		
Fф по фактору В	19,534			21,923			9,267			6,624		
Fф по А+В	2,902			9,974			5,305			1,308		
НСР ₀₅ для частных средних	2,276			2,132			2,554			3,165		
НСР ₀₅ по фактору А	0,569			0,533			0,638			0,791		
НСР ₀₅ по фактору В	1,610			1,508			1,806			2,238		
НСР ₀₅ по АВ	2,276			2,132			2,554			F _T > F _ф		

В результате анализа полученных экспериментальных данных, были выявлены определенные особенности в формировании высоты растений. Так, значение высоты в 2018 году колебалось в пределах 63,3 – 73,5 см у сорта Астраханский 747 и 65,7 -76,1 см у сорта Ершовский 4. В условиях 2019 года данный показатель варьировал от 58,8 до 68,4 см на опытных участках с сортом Астраханский 747, но растения сорта Ершовский 4 в целом были выше, и их высота изменялась в диапазоне от 57,2 до 71,7 см.

Наибольшей высоты достигали растения в благоприятном по увлажнению, 2020 году. Значения высоты растений изменялись в интервале 73,4 – 79,9 см у сорта Астраханский 747 и у сорта Ершовский 4 - 73,4 - 84,2 см.

По результатам трех лет исследований выявлено, что растения сорта Астраханский 747 на контроле и с применением большинства агрохимикатов были ниже, чем у сорта Ершовский 4. Исключение отмечали на варианте с обработкой семян препаратом Мелафен и обработкой посевов в период вегетации Силиплантом.

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.

В среднем за 3 года исследований в результате полученных данных можно сделать вывод, что сорт Ершовский 4 был выше сорта Астраханский 747.

3.3 Особенности формирования надземной биомассы сафлора

Формирование урожая сельскохозяйственных культур находится в тесной зависимости от развития вегетативных органов растений. Важнейшими биометрическими показателями высокопродуктивных посевов являются сырая и сухая надземная биомасса. Проведенные исследования показали, что эти параметры заметно различались у сортов сафлора красильного в зависимости от изучаемых технологических приемов возделывания и погодных условий.

Величиной, наблюдаемой в процессе вегетации и показывающей развитие надземных частей растений сафлора, является сырая надземная биомасса. Динамика изменений количества сырого вещества растений позволяет определить степень развития растений в период возделывания культуры.

В первые фазы роста растений наблюдается слабое развитие надземных частей сафлора. Все питательные вещества уходят на формирование питательного аппарата растения – корней. В связи с этим величина сырой биомассы в начале возделывания сафлора невелика.

Анализ экспериментальных данных показывает, что низкие темпы развития растений не зависят от погодных условий и количества влаги. Так, у сорта Астраханский 747 в фазу стеблевания биомасса варьировала от 3,24 до 6,16 т/га, а у сорта Ершовский 4 от 3,64 до 6,96 т/га. Средний прирост к фазе ветвления составил на сорте Астраханский 747 0,50 т/га и 0,69 т/га у Ершовского 4 (таблица 5, рисунок 4).

На момент фазы ветвления растения имеют хорошо сформированный стержневой корень. Это позволяет формировать надземные органы растения даже в острозасушливых условиях.

Таблица 5 - Динамика нарастания сырой массы растений по фазам у изучаемых сортов сафлора
(в среднем за 2018 - 2020 гг.), т/га

Агрехимикаты	Стеблевание			Ветвление			Бутонизация		
	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В
Контроль (1)	3,24	3,64	3,44	4,36	5,18	4,77	5,14	5,89	5,51
Эпин Экстра (1)	4,64	4,68	4,66	5,04	5,54	5,29	5,60	5,89	5,75
Циркон (1)	4,64	5,84	5,24	5,36	6,36	5,86	6,11	6,66	6,38
Мелафен (1)	4,20	4,36	4,28	4,71	4,61	4,66	6,37	5,26	5,81
Силиплант (1)	4,04	4,76	4,40	4,46	5,46	4,96	5,29	6,00	5,64
Контроль (2)	4,36	4,40	4,38	4,50	4,79	4,65	5,11	5,46	5,28
Эпин Экстра (2)	4,92	5,28	5,10	5,61	6,18	5,90	6,29	6,69	6,49
Циркон (2)	4,60	5,28	4,94	5,00	6,18	5,59	5,66	6,71	6,18
Мелафен (2)	4,96	4,48	4,72	5,61	5,00	5,30	6,17	5,40	5,78
Силиплант (2)	4,96	6,64	5,80	5,25	7,04	6,14	6,06	8,10	7,08
Эпин Экстра + Силиплант	5,84	5,92	5,88	6,25	6,96	6,61	6,80	7,26	7,03
Циркон + Силиплант	6,16	6,96	6,56	6,61	7,32	6,97	7,00	8,23	7,61
Мелафен + Силиплант	4,68	5,80	5,24	4,93	6,18	5,55	5,66	6,80	6,23
Силиплант + Эпин Экстра	4,76	4,92	4,84	5,39	5,61	5,50	6,03	6,17	6,10
Силиплант + Циркон	4,84	5,68	5,26	5,18	6,79	5,99	5,74	7,26	6,50
Силиплант + Мелафен	4,52	4,24	4,38	5,11	4,46	4,78	5,83	5,37	5,60
Средняя по фактору А	4,71	5,18		5,21	5,85		5,93	6,45	
F частных средних		95,562			176,948			173,138	
Fф по фактору А		251,150			850,227			590,930	
Fф по фактору В		157,185			246,104			226,164	
Fф по А+В		23,567			62,906			92,259	
НСР ₀₅ для частных средних		0,237			0,176			0,170	
НСР ₀₅ по фактору А		0,059			0,044			0,043	
НСР ₀₅ по фактору В		0,167			0,124			0,120	
НСР ₀₅ по АВ		0,237			0,176			0,170	

Продолжение таблицы 5

Агрехимикаты	Цветение			Плодообразование			Полная спелость		
	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В
Контроль (1)	6,24	7,36	6,80	6,16	7,02	6,59	5,66	6,40	6,03
Эпин Экстра (1)	7,89	8,27	8,08	7,62	8,14	7,88	6,61	6,93	6,77
Циркон (1)	8,44	9,49	8,97	8,36	9,26	8,81	7,05	7,89	7,47
Мелафен (1)	7,64	7,58	7,61	7,36	7,36	7,36	6,45	6,49	6,47
Силиплант (1)	7,36	8,44	7,90	7,08	8,00	7,54	6,10	7,13	6,61
Контроль (2)	7,58	8,20	7,89	7,40	8,00	7,70	6,88	7,16	7,02
Эпин Экстра (2)	8,91	9,22	9,06	8,66	9,08	8,87	7,48	7,76	7,62
Циркон (2)	8,33	9,62	8,97	8,02	9,30	8,66	7,38	8,04	7,71
Мелафен (2)	8,89	8,18	8,53	8,58	7,72	8,15	7,35	7,19	7,27
Силиплант (2)	8,73	11,42	10,07	8,56	11,04	9,80	7,88	9,39	8,64
Эпин Экстра + Силиплант	9,67	10,40	10,04	9,38	10,00	9,69	7,98	8,64	8,31
Циркон + Силиплант	10,38	11,73	11,05	10,10	11,36	10,73	8,58	9,69	9,14
Мелафен + Силиплант	8,33	9,27	8,80	8,08	9,08	8,58	7,44	7,73	7,58
Силиплант + Эпин Экстра	8,47	8,89	8,68	8,24	8,62	8,43	7,10	7,70	7,40
Силиплант + Циркон	8,71	10,29	9,50	8,32	10,12	9,22	7,70	8,46	8,08
Силиплант + Мелафен	8,09	7,82	7,95	7,90	7,56	7,73	6,81	7,00	6,91
Средняя по фактору А	8,35	9,14		8,11	8,85		7,15	7,72	
F частных средних		180,162			215,444			124,958	
Fф по фактору А		618,974			696,496			416,527	
Fф по фактору В		290,030			348,751			215,611	
Fф по А+В		41,039			50,067			14,867	
HCP ₀₅ для частных средних		0,251			0,224			0,224	
HCP ₀₅ по фактору А		0,063			0,056			0,056	
HCP ₀₅ по фактору В		0,177			0,158			0,158	
HCP ₀₅ по АВ		0,251			0,224			0,224	

К полной фазе ветвления в среднем по вариантам сырой массы накоплено 5,21 и 5,85 т/га для сортов Астраханский 747 и Ершовский 4 соответственно. Максимальное накопление урожая биомассы у сорта Астраханский 747 составило 6,61 т/га на варианте с обработкой Цирконом и Силиплантом. Наибольшее количество на сорте Ершовский 4 получено на варианте обработки Цирконом с обработкой Силиплантом по вегетирующим растениям – 7,32 т/га. Наблюдался прирост 0,45 т/га на сорте Астраханский 747 и 0,36 т/га на сорте Ершовский 4.

Начиная с фазы бутонизации отмечается интенсивное накопление биомассы. В среднем прирост к фазе цветения составил 2,43 и 2,69 т/га соответственно у сорта Астраханский 747 и Ершовский 4. Наибольшее количество сырого вещества формируется в фазу цветения. В этот период крупные генеративные части сафлора обладают значительной сырой массой. Максимальные значения сырой биомассы сафлора получены на варианте с обработкой семян перед посевом Цирконом, и обработкой по вегетации в фазу бутонизации Силиплантом, как у сорта Астраханский 747, так и у сорта Ершовский 4. Значение составило 10,38 и 11,73 т/га соответственно. Среднее значение по вариантам составило 8,35 и 9,14 т/га у сортов Астраханский 747 и Ершовский 4.

По окончании фазы цветения начинается постепенное снижение сырой биомассы. Это связано с формированием маслосемян сафлора, усыханием стеблей, листьев и корзинок сафлора. В результате этих процессов в фазу плодообразования произошло снижение сырой биомассы в среднем по вариантам на 0,24 т/га – Астраханский 747 и 0,28 т/га на сорте Ершовский 4.

На лучшем варианте при обработке Цирконом и Силиплантом на сорте Астраханский 747 в фазу плодообразования получено 10,1 т/га. Лучшее значение у сорта Ершовский 4 наблюдалось на сходном варианте и составило 11,36 т/га.

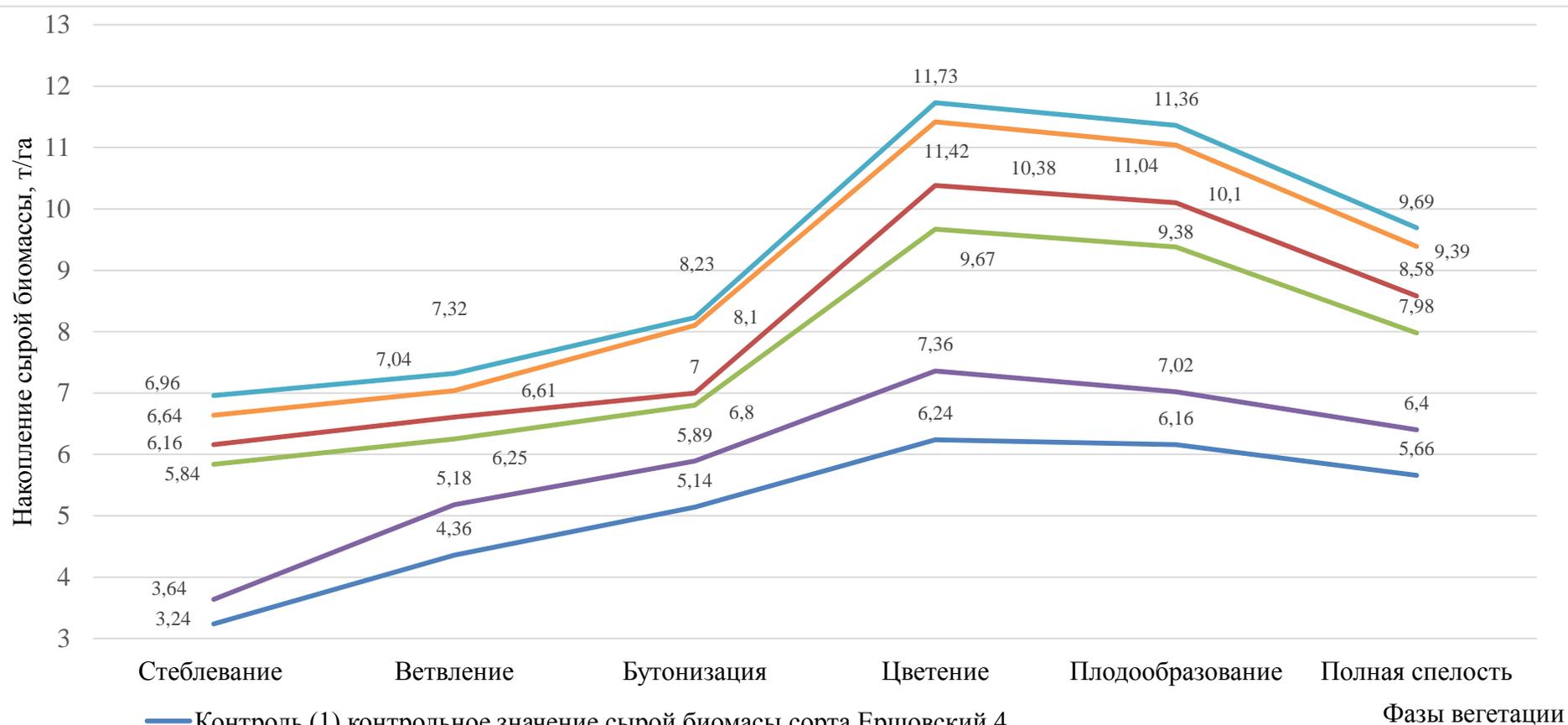


Рисунок 4 - Схема динамики нарастания сырой биомассы в опыте в контрольном и наиболее урожайных, по сырому веществу, вариантах на сортах Астраханский 747 и Ершовский 4 (в среднем за 2018 - 2020 гг.)

К фазе созревания растения сафлора в опыте теряли в сырой биомассе более значительно. В этот период происходит отмирание среднего яруса листьев и усыхание стеблей и корзинок растений сафлора. Так в среднем по вариантам убыль составила 0,96 т/га для сорта Астраханский 747 и 1,13 т/га для сорта Ершовский 4.

В результате анализа данных полученных за 2018 - 2020 гг. можно сделать вывод, что сырая биомасса достигала максимума в цветение и значительно снижалась к фазе полной спелости сафлора.

По полученным данным накопления сырой биомассы в опыте можно сделать вывод, что наиболее благоприятным для роста и развития растений сафлора был 2020 год. Значительные осадки в первых фазах вегетации и отсутствие жары позволило растениям сформировать максимальную биологическую массу сафлора в опыте. Среднее значение по вариантам составило 12,20 т/га на сорте Астраханский 747 и 13,04 т/га на сорте Ершовский 4 (таблица 6).

Напротив, 2019 год по погодным условиям был наименее благоприятен для возделывания сафлора. Небольшое количество атмосферных осадков и повышенная температура в первые фазы вегетации значительно снизили урожай зеленой массы в опыте. К фазе цветения растения сафлора, в среднем по вариантам, накопили по 4,97 и 5,71 т/га для сорта Астраханский 747 и Ершовский 4 соответственно.

2018 год по погодным условиям был более благоприятным, чем 2019 год. Небольшое количество осадков в первые фазы развития растений компенсировалось отсутствием высоких температур. Это позволило сформировать среднее количество сырой массы в опыте. Сырая биомасса в опыте в 2018 году в среднем по вариантам составила 7,89 т/га для сорта Астраханский 747 и 8,65 т/га для сорта Ершовский 4.

По результатам математической обработки данных, наибольший результат сырой биомассы получен в среднем за 3 года исследований

Таблица 6 - Влияние агрохимикатов на урожайность сырой надземной биомассы у изучаемых сортов сафлора, т/га

Агрохимикаты	2018 г.			2019 г.			2020 г.			Среднее за 2018 -2020 гг.		
	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В
Контроль (1)	5,86	7,08	6,47	2,99	3,92	3,45	9,86	11,08	10,47	6,24	7,36	6,80
Эпин Экстра (1)	7,55	7,77	7,66	4,50	4,86	4,68	11,63	12,18	11,91	7,89	8,27	8,08
Циркон (1)	7,86	9,08	8,47	5,19	6,11	5,65	12,28	13,27	12,77	8,44	9,49	8,97
Мелафен (1)	7,22	7,16	7,19	4,33	4,20	4,27	11,37	11,38	11,38	7,64	7,58	7,61
Силиплант (1)	6,93	7,94	7,43	3,84	5,02	4,43	11,30	12,36	11,83	7,36	8,44	7,90
Контроль (2)	7,23	7,86	7,54	4,13	4,79	4,46	11,38	11,95	11,67	7,58	8,20	7,89
Эпин Экстра (2)	8,32	8,90	8,61	5,55	5,76	5,65	12,86	13,00	12,93	8,91	9,22	9,06
Циркон (2)	7,83	9,12	8,47	5,00	6,24	5,62	12,16	13,50	12,83	8,33	9,62	8,97
Мелафен (2)	8,30	7,52	7,91	5,45	4,77	5,11	12,92	12,25	12,59	8,89	8,18	8,53
Силиплант (2)	8,23	10,73	9,63	5,47	7,96	6,72	12,49	15,56	13,88	8,73	11,42	10,07
Эпин Экстра + Силиплант	9,27	9,80	9,53	6,28	6,78	6,53	13,46	14,63	14,05	9,67	10,40	10,04
Циркон + Силиплант	9,98	11,11	10,55	6,76	8,14	7,45	14,40	15,93	15,17	10,38	11,73	11,05
Мелафен + Силиплант	7,91	8,58	8,24	5,00	5,99	5,50	12,08	13,23	12,65	8,33	9,27	8,80
Силиплант + Эпин Экстра	8,05	8,39	8,22	5,05	5,71	5,38	12,31	12,57	12,44	8,47	8,89	8,68
Силиплант + Циркон	8,04	9,79	8,91	5,45	6,78	6,11	12,65	14,30	13,47	8,71	10,29	9,50
Силиплант + Мелафен	7,67	7,32	7,50	4,52	4,35	4,43	12,08	11,79	11,94	8,09	7,82	7,95
Средняя по фактору А	7,89	8,65		4,97	5,71		12,20	13,04		8,35	9,14	
F частных средних	142,830			314,995			69,968			180,162		
Fф по фактору А	484,684			1040,448			246,395			618,974		
Fф по фактору В	227,183			514,474			111,535			290,030		
Fф по А+В	35,632			67,152			16,640			41,039		
НСР ₀₅ для частных средних	0,268			0,182			0,435			0,251		
НСР ₀₅ по фактору А	0,067			0,046			0,109			0,063		
НСР ₀₅ по фактору В	0,190			0,129			0,308			0,177		
НСР ₀₅ по АВ	0,268			0,182			0,435			0,251		

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.

Наиболее полно процесс формирования урожая описывает величина накопления сухого вещества в растении. Основное содержание сухой биомассы приходится на формирующийся или уже сформированный урожай маслосемян сафлора.

На скорость формирования сухого вещества оказывают значительное воздействие различные факторы. Основное влияние оказывают погодные условия года возделывания. Они могут влиять как в положительную, так и в отрицательную сторону. При неблагоприятных факторах накопление сухого вещества происходит медленно или приостанавливается на небольшой срок. Применение агрохимикатов позволяет снизить влияние факторов внешней среды и ускорить выход растений сафлора красильного из стрессового периода.

Накопление сухой массы происходит постоянно вплоть до полной спелости семян. В сравнении с сырой массой растения сухое вещество в первые фазы роста растений сафлора невелико. Однако при наступлении фазы цветения в растениях отмечается значительное накопление сухого вещества за счет формирования урожая маслосемян сафлора. Максимальное значение параметра достигается к полной спелости семян.

Наименьшую сухую надземную массу растения сафлора красильного имеют в фазу стеблевания. Это связано с низкими темпами формирования надземных органов растений. В связи с этим процессом величина сухой биомассы культуры не велика (таблица 7).

Таблица 7 - Динамика нарастания сухой массы растений по фазам развития у изучаемых сортов сафлора
(в среднем за 2018-2020 гг.), т/га

Агрехимикаты	Стеблевание			Ветвление			Бутонизация		
	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В
Контроль (1)	0,81	0,91	0,86	1,22	1,45	1,34	1,45	1,71	1,58
Эпин Экстра (1)	1,16	1,17	1,17	1,69	1,83	1,76	1,96	2,06	2,01
Циркон (1)	1,16	1,46	1,31	1,78	2,06	1,92	2,14	2,33	2,24
Мелафен (1)	1,05	1,04	1,04	1,60	1,57	1,58	1,88	1,84	1,86
Силиплант (1)	1,01	1,19	1,10	1,53	1,81	1,67	1,85	2,10	1,98
Контроль (2)	1,09	1,10	1,10	1,30	1,62	1,46	1,79	1,91	1,85
Эпин Экстра (2)	1,23	1,32	1,28	1,85	2,01	1,93	2,20	2,34	2,27
Циркон (2)	1,15	1,32	1,24	1,68	2,01	1,84	1,98	2,35	2,16
Мелафен (2)	1,24	1,12	1,18	1,85	1,68	1,76	2,16	1,89	2,03
Силиплант (2)	1,24	1,66	1,45	1,75	2,51	2,13	2,12	2,79	2,45
Эпин Экстра + Силиплант	1,46	1,48	1,47	2,01	2,23	2,12	2,38	2,54	2,46
Циркон + Силиплант	1,54	1,74	1,64	2,13	2,61	2,37	2,45	2,88	2,66
Мелафен + Силиплант	1,17	1,45	1,31	1,66	2,01	1,84	1,98	2,38	2,18
Силиплант + Эпин Экстра	1,19	1,23	1,21	1,79	1,85	1,82	2,11	2,16	2,13
Силиплант + Циркон	1,21	1,42	1,31	1,73	2,18	1,95	2,01	2,54	2,27
Силиплант + Мелафен	1,13	1,06	1,09	1,71	1,53	1,62	2,04	1,88	1,96
Средняя по фактору А	1,18	1,29		1,71	1,94		2,03	2,23	
F частных средних		300,301			251,797			179,197	
Fф по фактору А		739,514			1146,821			609,327	
Fф по фактору В		496,525			365,905			272,691	
Fф по А+В		74,797			75,021			57,027	
НСР ₀₅ для частных средних		0,034			0,054			0,065	
НСР ₀₅ по фактору А		0,008			0,014			0,016	
НСР ₀₅ по фактору В		0,024			0,038			0,046	
НСР ₀₅ по АВ		0,034			0,054			0,065	

Продолжение таблицы 7

Агрохимикаты	Цветение			Плодообразование			Полная спелость		
	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В
Контроль (1)	1,81	2,31	2,06	3,08	3,51	3,30	4,62	5,24	4,93
Эпин Экстра (1)	2,55	2,72	2,63	3,81	4,07	3,94	5,19	5,43	5,31
Циркон (1)	2,80	3,27	3,04	4,18	4,63	4,41	5,48	6,15	5,81
Мелафен (1)	2,44	2,41	2,42	3,68	3,88	2,78	5,01	5,16	5,09
Силиплант (1)	2,31	2,80	2,56	3,54	4,00	3,77	4,93	5,59	5,26
Контроль (2)	2,41	2,69	2,55	3,70	4,00	3,85	5,32	5,88	5,60
Эпин Экстра (2)	3,01	3,15	3,08	4,23	4,54	4,39	5,92	5,97	5,95
Циркон (2)	2,75	3,33	3,04	4,01	4,65	4,33	5,96	6,30	6,13
Мелафен (2)	3,00	2,68	2,84	3,29	3,86	3,58	5,71	5,89	5,80
Силиплант (2)	2,93	4,14	3,54	4,28	5,22	4,75	6,26	7,19	6,72
Эпин Экстра + Силиплант	3,35	3,68	3,51	4,49	5,00	4,74	6,13	6,68	6,41
Циркон + Силиплант	3,67	4,28	3,98	5,05	5,68	5,36	6,67	7,49	7,08
Мелафен + Силиплант	2,75	3,17	2,96	4,04	4,54	4,29	6,13	6,04	6,09
Силиплант + Эпин Экстра	2,81	3,00	2,90	4,02	4,31	4,16	5,59	6,16	5,88
Силиплант + Циркон	2,92	3,63	3,27	4,46	5,11	4,78	6,27	6,51	3,36
Силиплант + Мелафен	2,64	2,52	2,58	3,95	4,38	4,16	5,58	5,67	5,62
Средняя по фактору А	2,76	3,11		3,99	4,46		5,67	6,08	
F частных средних	268,272			229,942			10,265		
Fф по фактору А	919,144			1231,735			34,809		
Fф по фактору В	432,043			380,869			17,751		
Fф по А+В	61,113			12,229			1,143		
НСР ₀₅ для частных средних	0,093			0,107			0,0557		
НСР ₀₅ по фактору А	0,022			0,027			0,139		
НСР ₀₅ по фактору В	0,065			0,076			0,394		
НСР ₀₅ по АВ	0,093			0,107			F _T > F _ф		

Так у сорта Астраханский 747 на контрольном варианте опыта в среднем за 3 года было получено 0,81 т/га, а на опытных участках с сортом Ершовский 4 - 0,91 т/га.

Наибольшие значения при формировании сухой массы получены на варианте с обработкой семян Цирконом с последующей обработкой Силиплантом. К полной фазе стеблевания растений на этом варианте получен урожай сухой массы 1,54 т/га у сорта Астраханский 747 и 1,74 т/га у сорта Ершовский 4.

В фазу ветвления растений нарастание сухого вещества продолжается. В среднем за период исследований по всем вариантам прирост составил 0,53 и 0,64 т /га для сортов Астраханский 747 и Ершовский 4 соответственно.

Наибольшее значение отмечалось на сорте Ершовский 4 в варианте с обработкой Цирконом + Силиплантом – 2,61 т/га.

В фазе бутонизации нарастание сухой массы растений сафлора продолжилось. Основной прирост массы связан с формированием бутонов у растений. В среднем величина прироста по вариантам составила: у сорта Астраханский 747 – 0,33 т/га, а у сорта Ершовский 4 – 0,30 т/га. В целом темпы нарастания сухой массы растениями был ниже нарастания сырой массы.

В период цветения растений происходит формирование будущего урожая семян сафлора красильного.

В среднем по вариантам регистрируется тенденция к накоплению сухого вещества растениями. Так в среднем прирост по вариантам на сорте Астраханский 747 составил 0,73 т/га. Сорт Ершовский 4 опережал Астраханский 747 по темпам нарастания сухой биомассы. Величина прироста составила в среднем 0,88 т/га. Значительное увеличение сухой массы обусловлено формированием генеративных частей сафлора.

На заключительных фазах развития растений сафлора происходит значительное увеличение сухой биомассы за счет формирования урожая маслосемян (таблица 7, 8).

Таблица 8 - Влияние агрохимикатов на урожайность сухой надземной биомассы у изучаемых сортов сафлора в годы

Агрохимикаты	2018 г.			2019 г.			2020 г.			Среднее за 2018 -2020 гг.		
	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В
Контроль (1)	4,28	5,33	4,80	2,76	3,06	2,91	6,81	7,34	7,08	4,62	5,24	4,93
Эпин Экстра (1)	4,71	5,51	5,11	3,31	3,19	3,25	7,55	7,59	7,57	5,19	5,43	5,31
Циркон (1)	5,52	6,20	5,86	3,33	3,89	3,61	7,58	8,36	7,97	5,48	6,15	5,81
Мелафен (1)	5,23	5,91	5,57	3,17	2,96	3,06	6,64	6,60	6,62	5,01	5,16	5,09
Силиплант (1)	4,85	5,79	5,32	2,90	3,50	3,20	7,04	7,47	7,25	4,93	5,59	5,26
Контроль (2)	5,53	5,60	5,56	3,01	3,71	3,36	7,43	8,32	7,87	5,32	5,88	5,60
Эпин Экстра (2)	5,72	5,52	5,62	3,87	4,20	4,03	8,17	8,20	8,19	5,92	5,97	5,95
Циркон (2)	5,51	6,20	5,86	4,03	4,12	4,07	8,33	8,59	8,46	5,96	6,30	6,13
Мелафен (2)	5,43	5,77	5,60	3,40	3,86	3,63	8,30	8,04	8,17	5,71	5,89	5,80
Силиплант (2)	5,74	6,98	6,36	4,22	4,71	4,47	8,82	9,87	9,34	6,26	7,19	6,72
Эпин Экстра + Силиплант	5,28	6,80	6,04	4,28	4,55	4,41	8,82	8,70	8,76	6,13	6,68	6,41
Циркон + Силиплант	6,10	7,29	6,69	4,65	4,95	4,80	9,25	10,22	9,74	6,67	7,49	7,08
Мелафен + Силиплант	5,65	5,78	5,72	4,25	4,16	4,20	8,49	8,19	8,34	6,13	6,04	6,09
Силиплант + Эпин Экстра	5,03	5,98	5,51	3,92	3,87	3,89	7,83	8,62	8,22	5,59	6,16	5,88
Силиплант + Циркон	5,76	5,86	5,81	4,23	4,72	7,47	8,81	8,96	8,88	6,27	6,51	3,36
Силиплант + Мелафен	5,15	5,76	5,45	3,54	3,48	3,51	8,04	7,76	7,90	5,58	5,67	5,62
Средняя по фактору А	5,34	6,02		3,68	3,93		7,99	8,30		5,67	6,08	
F частных средних	81,542			171,207			73,150			10,265		
Fф по фактору А	802,651			248,547			77,655			34,809		
Fф по фактору В	89,535			316,735			134,486			17,751		
Fф по А+В	25,474			20,523			11,514			1,143		
HCP ₀₅ для частных средних	0,189			0,128			0,277			0,0557		
HCP ₀₅ по фактору А	0,047			0,032			0,069			0,139		
HCP ₀₅ по фактору В	0,134			0,090			0,196			0,394		
HCP ₀₅ по АВ	0,189			0,128			0,277			F _r > F _φ		

исследований, т/га

Так средняя прибавка составила 1,23 и 1,35 т/га для сортов Астраханский 747 и Ершовский 4 соответственно.

На лучшем варианте Циркон + Силиплант прирост составил 1,38 т/га у сорта Астраханский 747 и 1,40 т/га у сорта Ершовский 4.

За весь полевой эксперимент растения сафлора красильного возделывались в различных по погодным условиям годам. Условия каждого года значительно варьировали по основным показателям климата, таким как атмосферные осадки, влажность воздуха, температура воздуха.

Так в 2020 году сложившиеся погодные условия были наиболее благоприятными для роста и развития растений сафлора.

Это позволило сформировать наибольшую сухую биомассу в опыте. Средним по погодным условиям был 2018 год. Недостаток влаги с небольшой засухой не позволил сортам сафлора проявить весь потенциал роста. Наименее благоприятным годом в опыте стал 2019 год. Длительные периоды повышенной температуры воздуха и недостаток влаги не позволили сформировать значительной сухой биомассы.

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.

По результатам полевого опыта выявлены особенности изменения формирования надземной массы растений сафлора в опыте. 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 (рисунок 5).

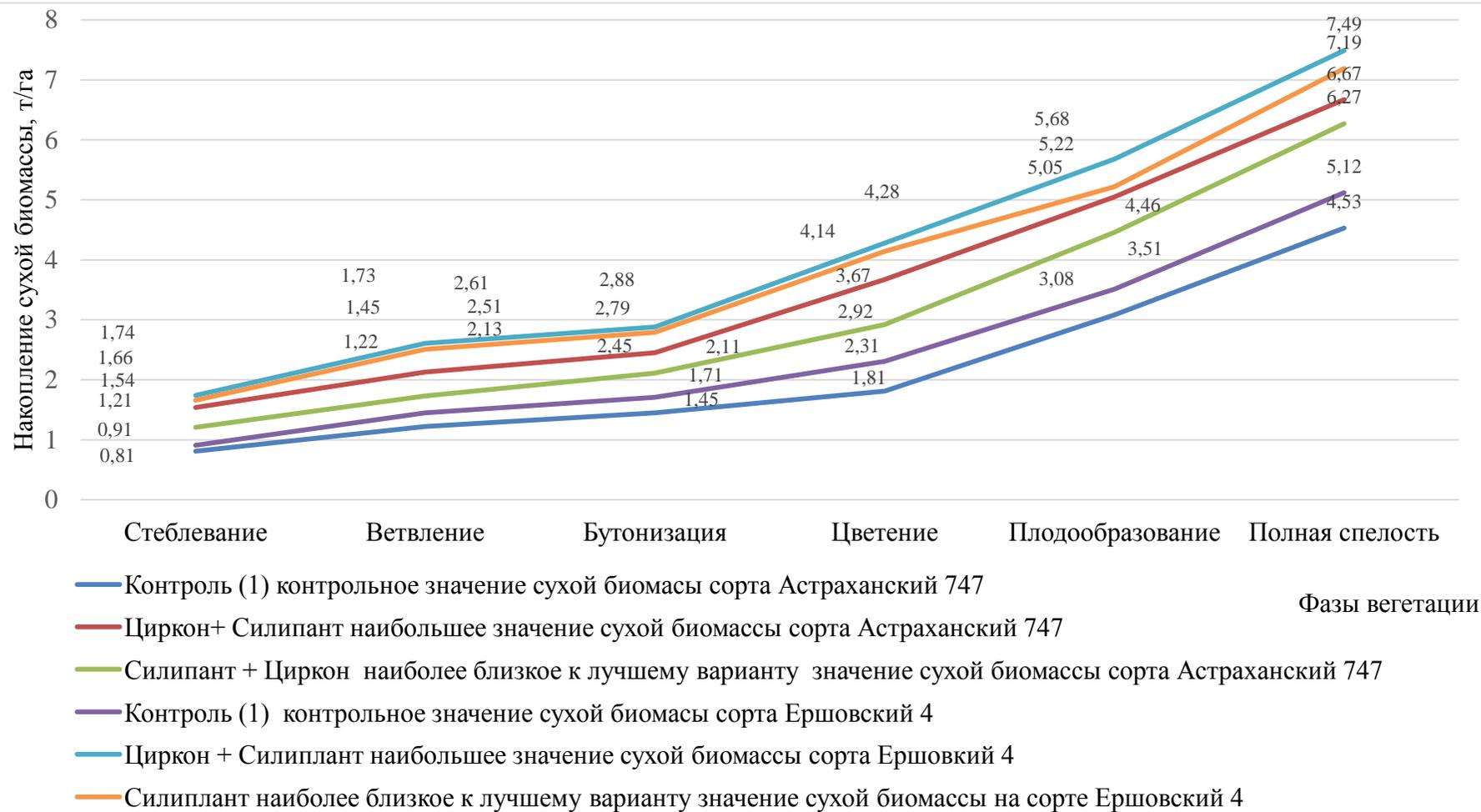


Рисунок 5 - Схема динамики нарастания сухой биомассы в опыте в контрольном и наиболее урожайных, по сухому веществу, вариантах на сортах Астраханский 747 и Ершовский 4 (в среднем за 2018 -2020 гг.)

Динамика накопления сырой и сухой биомассы различна. В начале вегетационного периода наблюдается формирования сочных побегов с минимальным образованием сухого вещества. К концу формирования урожая преобладает сухая биомасса, состоящая в основном из сформированного урожая.

3.4 Особенности формирования листовой поверхности и продуктивности фотосинтеза посевов сафлора

Происходящие процессы фотосинтеза на протяжении всей вегетации сафлора напрямую влияют на наиболее ценный урожай сафлора – маслосемяна. Хорошо сформированный листовой аппарат растения позволяет максимально эффективно использовать солнечную радиацию для формирования мощных корзинок и в дальнейшем – урожая [85,86].

При проведении опытных посевов сафлора в полевом эксперименте нами изучались основные показатели растения, позволяющие определить величину фотосинтетического потенциала (ФП) и чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ). Одним из основных показателей является площадь листовой поверхности.

Процесс нарастания площади листьев у растений сафлора начинается с момента всходов и доходит до максимума к фазе цветения. Увеличение площади листовой поверхности в опыте в первые фазы развития сафлора не велико. После развития хорошо сформированной стержневой корневой системы происходит заметное увеличение темпов роста площади листьев. Максимальные показатели достигаются к полной фазе цветения. На этом этапе верхние листья полностью сформированы, а нижний ярус листовых пластинок еще не начал отмирать. После окончания цветения происходит снижение площади листовой поверхности растений за счет отмирания нижних наиболее старых листьев (таблица 9, рисунок 6).

Таблица 9 - Влияние агрохимикатов на нарастание площади листьев у сортов сафлора красильного

Агрохимикаты	Стеблевание			Ветвление			Бутонизация		
	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В
Контроль (1)	10,6	11,3	10,9	14,6	17,1	15,8	20,7	24,8	22,8
Эпин Экстра (1)	10,3	11,9	11,1	15,3	17,8	16,6	21,6	22,7	22,2
Циркон (1)	11,8	12,1	12,0	16,6	18,1	17,4	22,9	24,4	23,7
Мелафен (1)	11,4	11,5	11,5	16,9	17,8	17,4	22,4	22,9	22,7
Силиплант (1)	10,9	11,6	11,3	16,4	17,4	16,9	21,8	22,5	22,2
Контроль (2)	11,1	12,3	11,7	16,2	18,6	17,4	22,9	24,4	23,7
Эпин Экстра (2)	12,5	12,9	12,7	17,7	19,0	18,4	23,1	24,6	23,9
Циркон (2)	12,9	13,4	13,2	19,6	19,6	19,6	24,4	25,2	24,8
Мелафен (2)	12,3	13,2	12,8	19,5	19,2	19,4	25,1	26,8	26,0
Силиплант (2)	13,2	13,7	13,5	19,2	20,9	20,1	25,5	26,5	26,0
Эпин Экстра + Силиплант	13,8	14,2	14,0	19,6	21,1	20,4	26,8	28,9	27,9
Циркон + Силиплант	14,7	14,9	14,8	19,8	21,9	20,9	26,9	28,4	27,7
Мелафен + Силиплант	13,8	13,1	13,4	19,1	20,6	19,9	25,6	26,1	25,9
Силиплант + Эпин Экстра	12,4	13,4	12,9	18,7	19,9	19,3	24,3	25,1	24,7
Силиплант + Циркон	12,9	13,9	13,4	18,6	20,4	19,5	25,9	26,8	26,4
Силиплант + Мелафен	12,6	13,2	12,9	18,8	19,7	19,3	24,2	25,9	24,4
Средняя по фактору А	12,3	12,9		17,9	19,3		24,0	25,3	
F для частных средних		94,346			95,224			39,273	
F _ф по фактору А		189,105			523,318			136,119	
F _ф по фактору В		173,138			151,047			67,952	
F _ф по А+В		9,237			10,862			4,138	
НСР ₀₅ для частных средних		0,338			0,492			0,884	
НСР ₀₅ по А		0,085			0,123			0,221	
НСР ₀₅ по В		0,239			0,348			0,625	
НСР ₀₅ по А+В		0,338			0,492			0,884	

(в среднем за 2018 - 2020 гг.), тыс. м²/га

Продолжение таблицы 9

Агрохимикаты	Цветение			Плодообразование			Полная спелость		
	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В
Контроль (1)	25,2	29,0	27,1	18,1	21,9	20,0	5,2	5,9	5,6
Эпин Экстра (1)	26,4	29,3	27,9	19,6	22,4	21,0	5,1	5,7	5,4
Циркон (1)	28,2	30,9	29,5	21,5	23,7	22,6	5,4	6,3	5,9
Мелафен (1)	27,6	29,8	28,7	21,7	22,5	22,1	5,8	6,1	6,0
Силиплант (1)	26,9	29,4	28,2	20,8	22,6	21,7	5,0	5,6	5,3
Контроль (2)	28,2	31,3	29,8	21,9	23,8	22,9	5,1	6,7	5,9
Эпин Экстра (2)	29,9	32,0	31,0	22,5	24,4	23,4	5,5	6,7	6,1
Циркон (2)	31,8	32,8	32,3	23,7	24,7	24,2	6,1	6,9	6,5
Мелафен (2)	31,9	32,7	32,3	23,7	24,3	24,0	6,6	6,2	6,4
Силиплант (2)	32,4	34,5	33,5	24,5	25,6	25,1	6,2	6,6	6,4
Эпин Экстра + Силиплант	33,0	35,9	24,4	24,8	26,4	25,6	6,9	7,5	7,2
Циркон + Силиплант	33,2	35,3	34,3	25,3	27,1	26,2	6,7	7,6	7,2
Мелафен + Силиплант	33,2	34,5	33,9	24,6	25,5	25,1	6,1	6,4	6,3
Силиплант + Эпин Экстра	30,9	33,1	32,0	23,7	24,7	24,2	6,6	6,6	6,6
Силиплант + Циркон	31,4	34,2	32,8	23,9	25,4	24,6	6,9	6,6	6,8
Силиплант + Мелафен	31,2	33,3	32,2	23,1	25,1	24,1	6,3	6,9	6,6
Средняя по фактору А	30,1	32,4		22,7	24,4		6,0	6,5	
F частных средних		3,958			77,391			103,575	
Fф по фактору А		23,344			456,220			541,607	
Fф по фактору В		6,453			122,617			147,042	
Fф по А+В		0,169			6,909			30,907	
НСР ₀₅ для частных средних		3,783			0,620			0,185	
НСР ₀₅ по фактору А		0,946			0,155			0,046	
НСР ₀₅ по фактору В		2,675			0,438			0,131	

HCP ₀₅ по АВ	$F_T > F_\Phi$	0,620	0,185
-------------------------	----------------	-------	-------

К созреванию семян сафлора происходит значительное снижение листовой поверхности. Это обусловлено тем, что листовая поверхность представлена в основном верхним ярусом.

Наименьшие параметры площади листьев в полевом опыте получены в фазу стеблевания. Так в среднем по вариантам площадь листьев на сорте Астраханский 747 составила 12,3 тыс. м²/га, а на сорте Ершовский 4 – 12,9 тыс. м²/га. Наилучший результат в стеблевание получен на сорте Ершовский 4 с применением Циркон + Силиплант – 14,7 тыс. м²/га. Листовой аппарат в фазу стеблевания на сорте Астраханский 747 был развит слабее. Максимальная величина отмечена на варианте с обработкой Цирконом + Силиплантом и составила 14,9 тыс. м²/га.

К моменту наступления фазы ветвления, величина площади листьев возросла по всем вариантам на 48 процентов. На сорте Астраханский 747 средний прирост достигал величины 5,6 тыс. м²/га. Величина прироста на сорте Ершовский 4 составила 6,4 тыс. м²/га. На лучшем варианте с обработкой Циркон + Силиплант на сорте Астраханский 747 показатель площади листьев составил 19,8 тыс. м²/га. На аналогичном варианте у сорта Ершовский 4 величина площади листьев составляла 21,1 тыс. м²/га. Различие между сортами составило 1,3 тыс. м²/га.

Значение прироста площади листьев, наблюдаемое в фазу бутонизации, составило 6,1 тыс. м²/га на двух сортах. Средняя величина листовой поверхности по всем вариантам составила 24,7 тыс. м²/га. Наилучшие результаты получены при обработке Эпин Экстра + Силиплант 28,9 тыс. м²/га на сорте Ершовский 4. Вариант с обработкой Циркон + Силиплант на сорте Ершовский 4 составил 28,4 тыс. м²/га.

На момент максимума в фазу цветения растений средняя величина площади листьев составила 23,5 тыс. м²/га по всем вариантам. Величина прироста составила 6,1 и 7,0 тыс. м²/га для сортов Астраханский 747 и Ершовский 4 соответственно (таблица 10).

Агрохимикаты	2018 г.			2019 г.			2020 г.			Среднее за 2018 – 2020 гг		
	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В
Контроль (1)	24,5	31,0	27,8	10,3	14,3	12,3	40,8	41,6	41,2	25,2	29,0	27,1
Эпин Экстра (1)	23,4	31,2	27,3	13,4	14,4	13,9	42,5	42,4	42,5	26,4	29,3	27,9
Циркон (1)	27,3	29,5	28,4	15,2	17,7	16,4	42,0	45,4	43,7	28,2	30,9	29,5
Мелафен (1)	28,9	31,3	30,1	12,2	13,4	12,8	41,7	44,6	43,2	27,6	29,8	28,7
Силиплант (1)	24,7	30,1	27,4	14,1	14,2	14,2	42,0	44,0	43,0	26,9	29,4	28,2
Контроль (2)	23,8	30,7	27,3	12,9	14,2	13,5	47,8	49,1	48,5	28,2	31,3	29,8
Эпин Экстра (2)	26,6	30,6	28,6	16,5	16,3	16,4	46,5	49,2	47,9	29,9	32,0	31,0
Циркон (2)	27,1	31,2	29,2	16,0	18,2	17,1	52,4	49,1	50,7	31,8	32,8	32,3
Мелафен (2)	30,1	30,3	30,2	15,9	15,2	15,5	49,7	52,6	51,2	31,9	32,7	32,3
Силиплант (2)	31,3	32,4	31,9	17,2	18,4	17,8	48,8	52,6	50,7	32,4	34,5	33,5
Эпин Экстра + Силиплант	28,8	36,3	32,5	18,7	19,5	19,1	51,5	51,8	51,7	33,0	35,9	24,4
Циркон + Силиплант	30,2	36,9	33,6	19,9	19,3	19,6	49,5	49,8	49,7	33,2	35,3	34,3
Мелафен + Силиплант	31,4	33,5	32,5	16,2	18,5	17,4	52,1	51,6	51,9	33,2	34,5	33,9
Силиплант + Эпин Экстра	27,8	30,2	29,0	16,9	15,6	16,3	47,9	53,6	50,7	30,9	33,1	32,0
Силиплант + Циркон	26,1	33,2	29,7	15,8	17,0	16,4	52,2	52,3	52,3	31,4	34,2	32,8
Силиплант + Мелафен	30,0	31,7	30,8	15,2	15,4	15,3	48,3	52,7	50,5	31,2	33,3	32,2
Средняя по фактору А	27,6	31,9		15,4	16,4		47,2	48,9		30,1	32,4	
F частных средних	82,549			130,191			53,129			3,958		
Fф по фактору А	2268,152			190,264			70,186			23,344		
Fф по фактору В	65,964			232,001			97,255			6,453		
Fф по А+В	26,761			24,376			7,865			0,169		
HCP ₀₅ для частных средних	0,988			0,553			1,582			3,783		
HCP ₀₅ по фактору А	0,247			0,138			0,395			0,946		
HCP ₀₅ по фактору В	0,699			0,391			1,118			2,675		
HCP ₀₅ по АВ	0,988			0,553			1,582			Fт > Fф		

Таблица 10 - Влияние агрохимикатов на площадь листовой поверхности у изучаемых сортов сафлора, тыс. м²/га

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.

После прохождения фазы цветения растениями сафлора происходит снижение листовой поверхности. Снижение наблюдалось по всем вариантам и составило в среднем по вариантам 7,7 тыс. м²/га. Наиболее результативные варианты в фазу плодообразования на сорте Астраханский 747 получены в варианте с обработкой Циркон + Силиплант – 25,3 тыс. м²/га. Сорт Ершовский 4 был более результативен – 27,1 тыс. м²/га на варианте Циркон + Силиплант.

К моменту созревания произошло значительное отмирание нижнего и среднего яруса листьев сафлора. По всем вариантам наблюдалось снижение в среднем на 17,3 тыс. м²/га. При общем снижении в 16,7 тыс. м²/га на сорте Астраханский 747 лучший вариант составил 7,6 и 7,5 тыс. м²/га для вариантов Циркон + Силиплант и Эпин Экстра + Силиплант соответственно.

В результате проведенного опыта были выявлены особенности формирования листовой поверхности по годам исследования. Так наиболее благоприятным для развития фотосинтезирующего аппарата растений сафлора был 2020 год. Лучший вариант на сорте Астраханский 747 был с двукратной обработкой Цирконом – 52,4 тыс. м²/га. Прирост по сравнению с контролем составил 11,6 тыс. м²/га. Сорт Ершовский 4 был более урожаен. Наибольшая площадь листовой пластинки достигалась на варианте с применением Силиплант + Эпин Экстра - 53,6 тыс. м²/га. Различия с контрольным вариантом составили 12,0 тыс. м²/га.

Менее благоприятный, чем 2020 год был 2018. Величина площади листьев составила 31,4 тыс. м²/га на сорте Астраханский 747 с применением Мелафен + Силиплант. Более урожайным был сорт Ершовский 4. На лучшем варианте при применении Циркон + Силиплант достигались значения 36,9

тыс. м²/га листовой поверхности. Прирост по вариантам составил 6,9 и 5,9 тыс. м²/га соответственно.

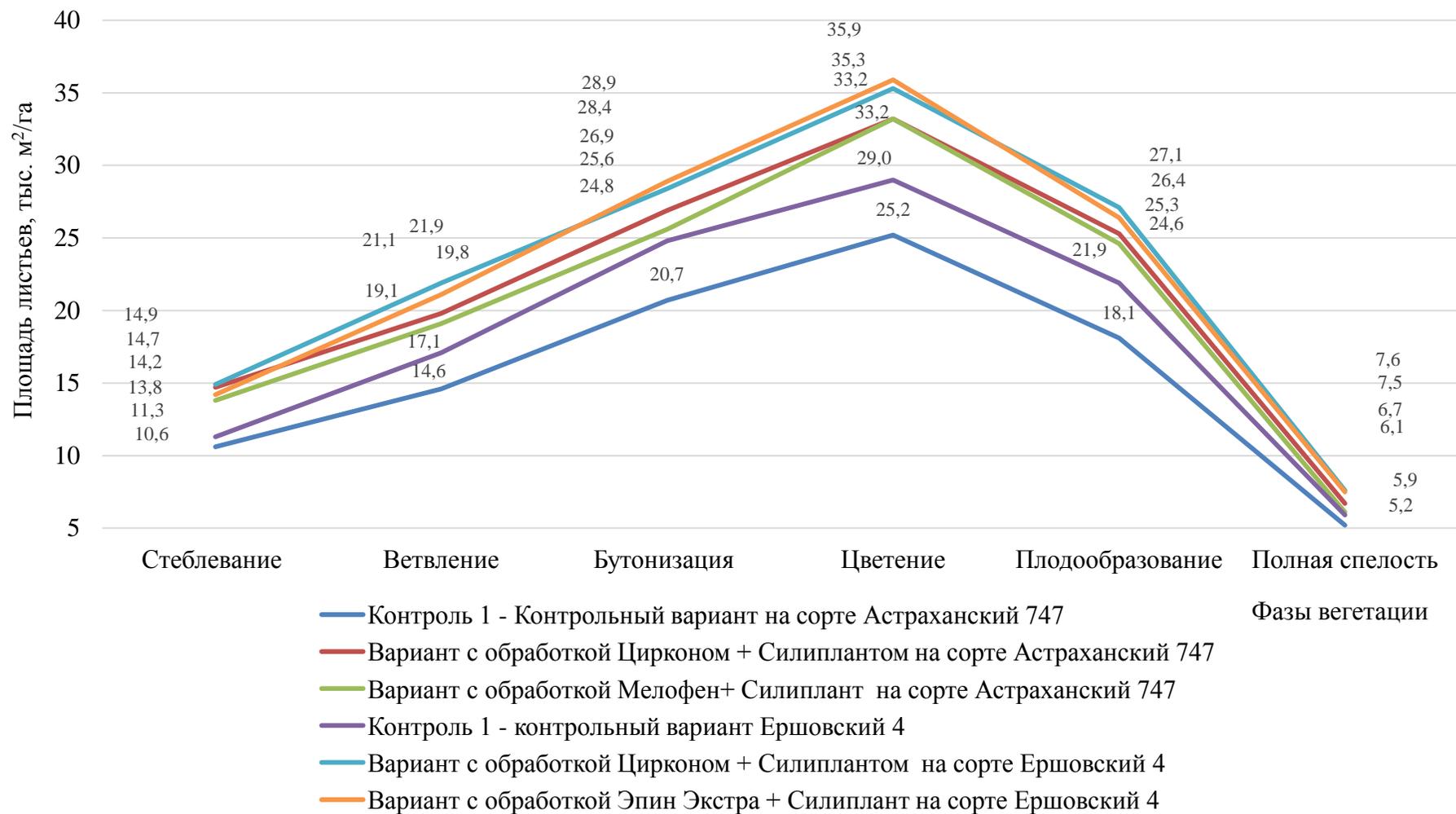


Рисунок 6 - Схема динамики нарастания площади листьев в опыте в контрольном и наибольших по листовой поверхности вариантах на сортах Астраханский 747 и Ершовский 4 (в среднем за 2018 - 2020 гг.)

Наименее благоприятный по погодным условиям был 2019 год. В результате применения агрохимикатов получено 19,9 тыс. м²/га при обработке препаратами Циркон + Силиплант на сорте Астраханский 747 и 19,5 тыс. м²/га с применением Эпин Экстра + Силиплант при возделывании сорта Ершовский 4. Прирост составил 9,6 и 5,2 тыс. м²/га соответственно.

Как видно на графике, нарастание листовой поверхности растений сафлора происходит до фазы цветения и равномерными темпами. В эти фазы идет формирование хорошо развитой надземной зеленой массы растений сафлора. При прохождении фазы цветения у растений замедляются ростовые процессы, формирующие вегетативные части растений.

К наступлению фазы плодообразования начинают отмирать самые старые нижние листья. Этот ярус листовой поверхности не участвует в формировании урожая маслосемян. При дальнейшей вегетации к моменту созревания семян происходит значительное усыхание листьев на нижнем и среднем ярусе растений. Верхний ярус участвует в накоплении сухого вещества до полной спелости семян.

При возделывании сельскохозяйственных культур основой продукционного процесса растений является фотосинтетическая деятельность (Ничипорович А.А. 1961). Интенсификация этого процесса возможна за счет: прибавки количества листовой поверхности на единицу площади, увеличения продолжительности жизнедеятельности листьев и создания благоприятных условий для фотосинтеза.

Одним из методов увеличения фотосинтетической деятельности является применение по вегетирующим растениям агрохимикатов в фазу бутонизации. При обработке растений увеличивается сохранность нижнего яруса листьев, что способствует сохранению ассимиляционной поверхности растений на протяжении вегетации.

Максимальная величина фотосинтетического потенциала (ФП), наблюдаемого в опыте, составила 1776 тыс. м²/га*сут. на сорте Астраханский 747 с применением Мелафен + Силиплант (таблица 12). Больше значение

Таблица 12 - 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	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4
Контроль (1)	25,2	29,0	27,1	4,62	5,24	4,93	1323	1580
Эпин Экстра (1)	26,4	29,3	27,9	5,19	5,43	5,31	1399	1611
Циркон (1)	28,2	30,9	29,5	5,48	6,15	5,81	1494	1699
Мелафен (1)	27,6	29,8	28,7	5,01	5,16	5,09	1462	1653
Силиплант (1)	26,9	29,4	28,2	4,93	5,59	5,26	1452	1631
Контроль (2)	28,2	31,3	29,8	5,32	5,88	5,60	1494	1705
Эпин Экстра (2)	29,9	32,0	31,0	5,92	5,97	5,95	1584	1760
Циркон (2)	31,8	32,8	32,3	5,96	6,30	6,13	1685	1804
Мелафен (2)	31,9	32,7	32,3	5,71	5,89	5,80	1690	1798
Силиплант (2)	32,4	34,5	33,5	6,26	7,19	6,72	1733	1932
Эпин Экстра + Силиплант	33,0	35,9	24,4	6,13	6,68	6,41	1765	1992
Циркон + Силиплант	33,2	35,3	34,3	6,67	7,49	7,08	1759	1941
Мелафен + Силиплант	33,2	34,5	33,9	6,13	6,04	6,09	1776	1914
Силиплант + Эпин Экстра	30,9	33,1	32,0	5,59	6,16	5,88	1653	1820
Силиплант + Циркон	31,4	34,2	32,8	6,27	6,51	3,36	1679	1881
Силиплант + Мелафен	31,2	33,3	32,2	5,58	5,67	5,62	1653	1831
Средняя по фактору А	30,1	32,4		5,67	6,08			
F частных средних	3,958			10,265				
Fф по фактору А	23,344			34,809				
Fф по фактору В	6,453			17,751				
Fф по А+В	0,169			1,143				
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	Fт > Fф			Fт > Fф				

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

Чистая продуктивность фотосинтеза напрямую влияет на формирование урожая маслосемян сафлора. По результатам эксперимента было математически выведено значение чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) на всех вариантах полевого эксперимента.

Проведя исследование литературных и технологических данных можно предположить, что создание наиболее благоприятных условий для усвоения культурой солнечной энергии составляет наиболее важный аспект производства сельскохозяйственной продукции и позволяет максимизировать результативность сельскохозяйственных растений при наименьших затратах.

В течение трех лет исследования (2018-2020 гг.) нами определялись основные показатели (ФП) посевов сафлора красильного. Формирование фотосинтезирующей поверхности листьев культуры определяет процессы накопления сухой биомассы растений сельскохозяйственных культур. Наши результаты показали, что формирование площади листьев в динамике на посевах сафлора красильного имеет особенность. После появления всходов площадь листовой поверхности в посевах увеличивается медленно, затем с фазы бутонизации темпы ее увеличения заметно возрастают. К моменту полного цветения растений сафлора площадь листьев достигает максимальной величины, в дальнейшем происходит уменьшение из-за отмирания листьев нижнего и среднего ярусов.

На контрольном варианте сорта Астраханский 747 чистая продуктивность фотосинтеза составила 3,49 г/м²*сут. Величина фотосинтеза контрольных делянок сорта Ершовский 4 была ниже 3,32 г/м²*сут.

Максимальное значение ЧПФ в опыте составила 3,86 г/м²*сут. на сорте Ершовский 4 (рисунок 7). Менее результативным был сорт Астраханский 747. На лучшем варианте с применением Циркон + Силиплант ЧПФ составила 3,79 г/м²*сут.

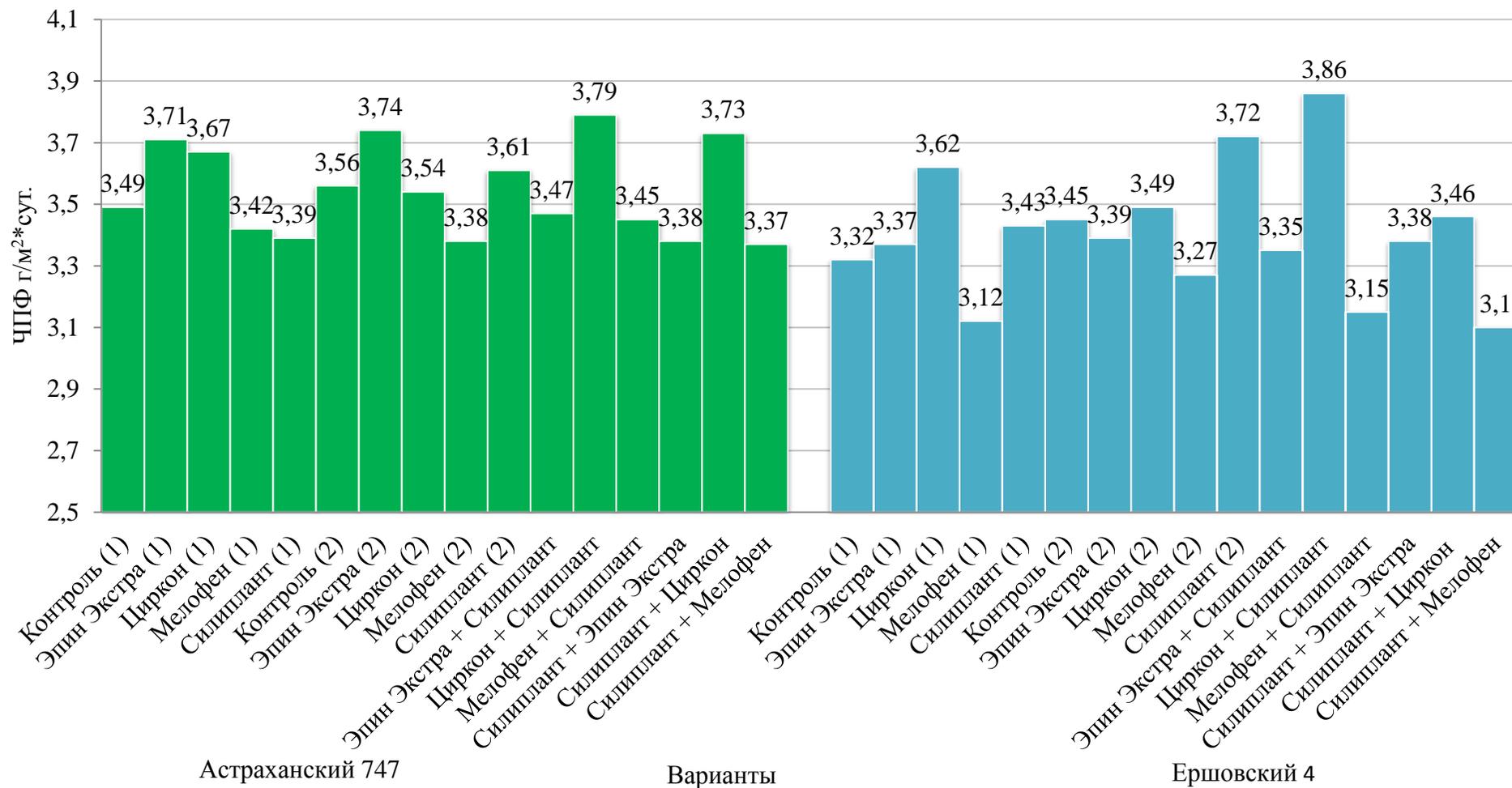


Рисунок 7 - Чистая продуктивность фотосинтеза (в среднем за 2018 -2020 гг.), г/м²*сут.

Корреляционно-регрессионный анализ сопряженных данных выявил, что площадь листьев в период максимума в цветение (x_1) и фотосинтеический потенциал посевов (x_2) сафлора находятся в достоверной высокой положительной линейной связи с урожайностью культуры (Y) вне зависимости от изучаемого сорта. Линейная связь выражается следующими уравнениями и графиками (рисунок 8,9):

Для сорта Астраханский 747 ($n = 16$, для интервала урожайности 1,26-1,74 т/га)

$$Y = 0,0148 + 0,049x_1 \quad R = 0,844$$

$$Y = 0,057 + 9 \cdot 10^{-4}x_2 \quad R = 0,850$$

Для сорта Ершовский 4 ($n = 16$, для интервала урожайности 1,43-1,89 т/га)

$$Y = 0,131 + 0,054 x_1; \quad R = 0,747$$

$$Y = 0,051 + 9 \cdot 10^{-4}x_2 \quad R = 0,751$$

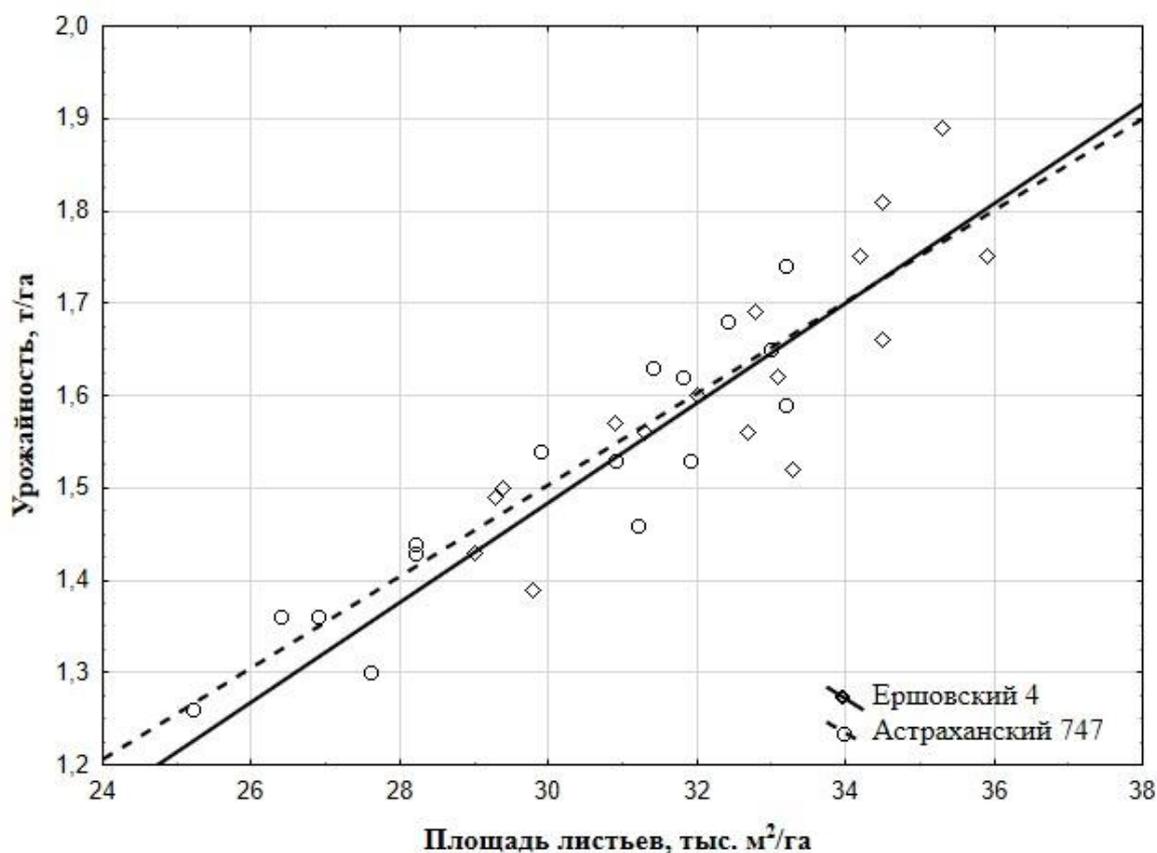


Рисунок 8 - Линейная регрессия зависимости урожайности сафлора от площади листьев (в среднем за 2018 -2020 гг.)

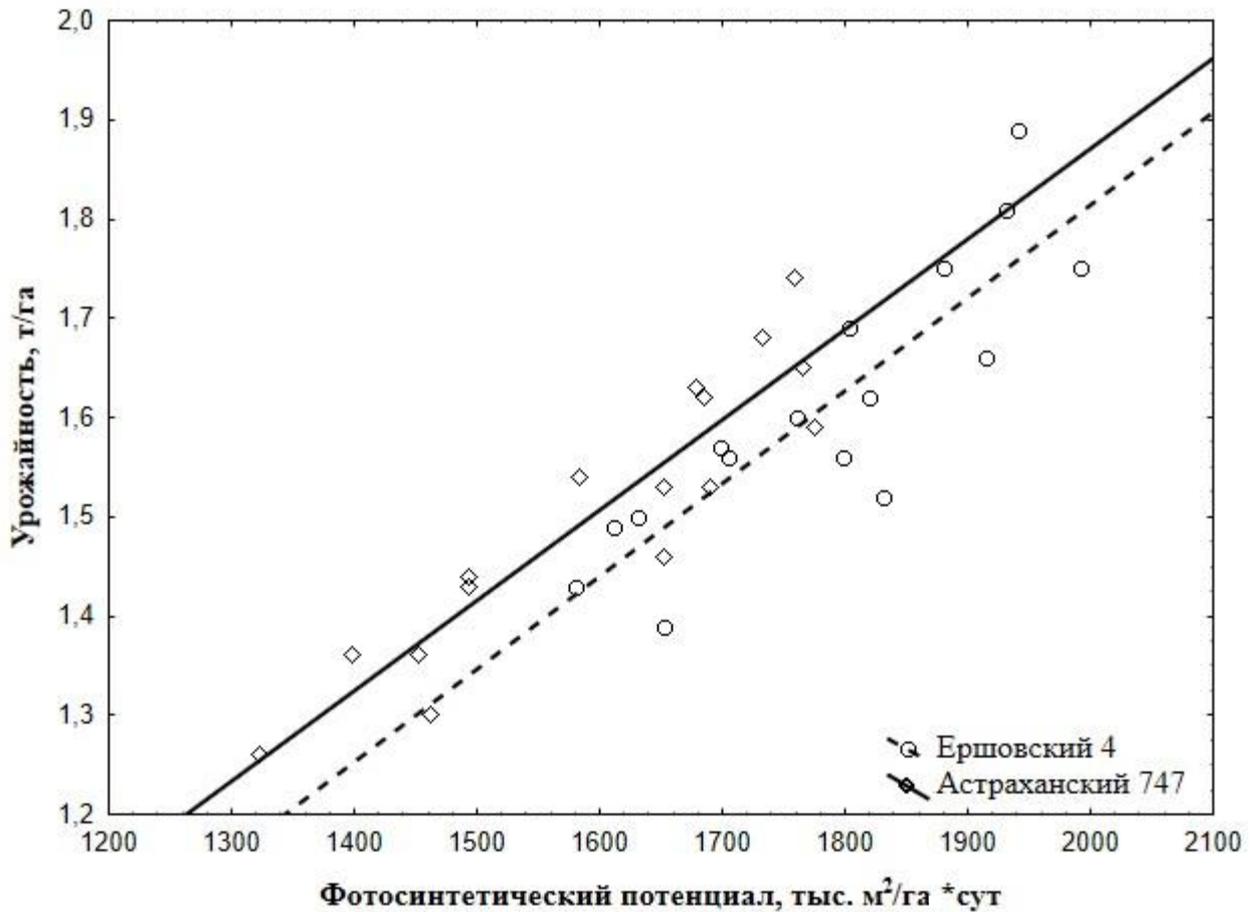


Рисунок 9 - Линейная регрессия зависимости урожайности сафлора от фотосинтетического потенциала посевов (в среднем за 2018 -2020 гг.)

Таким образом, применение агрохимикатов способствует росту урожайности на 49 –54 кг/га на каждую дополнительную тыс. листьев/га. Увеличение фотосинтетического потенциала на каждые 100 тыс. м²/га*сут. за счет агрохимии позволяет увеличить урожайность на 0,09 т/га.

4 ВЛИЯНИЕ АГРОХИМИКАТОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОДУКТИВНОСТИ САФЛОРА КРАСИЛЬНОГО В САРАТОВСКОМ ПРАВОБЕРЕЖЬЕ

4.1 Формирование густоты стояния растений в посевах сафлора красильного

При возделывании сельскохозяйственных культур в различных погодных условиях проявляются особенности формирования продуктивности посевов. Наиболее значимые показатели для растений сафлора красильного являются: густота растений, сохранившееся растения сафлора к уборке, количества ветвей и корзинок с 1 растения, наполненность корзинок сафлора выполненными семенами, масса 1000 маслосемян сафлора. Важнейшим пунктом возделывания сафлора является норма высева. Не оптимальные параметры возделывания сафлора могут значительно влиять в меньшую сторону на продуктивность посевов сафлора.

Изучая различные литературные источники по нормам высева, пришли к наиболее оптимальной норме в 300 тыс. всхожих. семян на 1 га. Эта норма высева позволяет сформировать незагущенный посев сафлора красильного.

Посев сафлора в опыте осуществлялся в наиболее благоприятное время для начала прорастания семян. Глубина посева составила 5 - 6 см, что соответствовало верхнему слою влаги. Это позволило подтвердить, что для нерастянутых по времени всходов требуется влияние двух важнейших погодных факторов – хорошо прогретый верхний слой почвы и наличие в нем влаги для набухания семени.

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.

Наиболее благоприятный по условиям всходов для сафлора красильного был 2020 год (таблица 13).

Таблица 13 – Влияние агрохимикатов на количество взошедших растений сафлора, шт./м²

Агрохимикаты	2018 г.			2019 г.			2020 г.		
	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В
Контроль (1)	21,5	22,3	21,9	20,5	21,0	20,8	23,0	22,9	22,9
Эпин Экстра (1)	21,6	21,7	21,7	20,5	20,8	20,7	23,2	23,3	23,3
Циркон (1)	21,9	22,5	22,2	20,8	21,3	21,1	23,5	23,5	23,5
Мелафен (1)	22,4	21,6	22,0	20,8	21,7	21,3	23,0	22,6	22,8
Силиплант (1)	21,7	21,8	21,8	20,9	21,5	21,2	23,2	23,1	23,2
Контроль (2)	22,0	22,4	22,2	21,4	21,6	21,5	23,5	22,6	23,1
Эпин Экстра (2)	21,8	22,1	22,0	21,2	21,5	21,4	23,3	23,6	23,5
Циркон (2)	22,7	21,9	22,3	21,8	21,6	21,7	23,9	24,2	24,1
Мелафен (2)	22,3	21,6	22,0	21,6	21,7	21,6	23,2	23,9	23,6
Силиплант (2)	22,7	23,5	23,1	22,2	23,4	22,8	23,6	24,0	23,8
Эпин Экстра + Силиплант	22,7	23,4	23,1	22,6	23,2	22,9	23,2	23,3	23,3
Циркон + Силиплант	23,2	24,8	24,0	22,9	24,4	23,7	24,1	24,1	24,1
Мелафен + Силиплант	21,8	22,2	22,0	21,3	22,6	22,0	23,3	23,4	23,4
Силиплант + Эпин Экстра	21,4	21,5	21,5	21,2	21,2	21,2	23,2	23,3	23,3
Силиплант + Циркон	22,1	22,6	22,4	21,8	22,6	22,2	23,7	24,0	23,9
Силиплант + Мелафен	21,8	21,6	21,7	20,9	21,0	21,0	23,5	23,8	23,7
Средняя по фактору А	22,1	22,3		21,4	22,0		23,4	23,5	
F частных средних	7,779			12,898			2,226		
Fф по фактору А	6,863			36,879			0,669		
Fф по фактору В	12,512			22,327			3,727		
Fф по А+В	3,106			1,870			0,828		
НСР ₀₅ для частных средних	0,734			0,709			0,788		
НСР ₀₅ по фактору А	0,184			0,177			Fт > Fф		
НСР ₀₅ по фактору В	0,519			0,501			0,557		
НСР ₀₅ по АВ	0,734			0,709			Fт > Fф		

Достаточное количество влаги и хорошо прогретый верхний слой почвы позволил сформировать дружные всходы сафлора. Густота на момент полных всходов варьировала с 22,6 до 24,2 шт./м²(таблица 14).

В менее благоприятный 2018 год полевая всхожесть изменялась с 21,4 до 24,8 шт./м². По сравнению с 2020 годом снижение густоты всходов обусловлено неравномерным прогреванием верхнего слоя почвы.

В наименее благоприятный по погодным условиям 2019 год густота стояния растений значительно снижалась 20,5 – 24,4 шт./м². Основной причиной снижения всхожести сафлора в 2019 год служит подгнивание семян сафлора в хорошо увлажненной холодной почве. В целом, влияние оптимальных сроков высева позволило получить крепкие дружные всходы во все годы исследований.

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.

Полевая всхожесть в опыте по сортам различалась. Величина колебания в среднем составила по вариантам и по годам опыта с 72,3 до 78,0% на сорте Астраханский 747. Результаты полевой всхожести на сорте Ершовский 4 были выше. Значения колебались с 73,0 до 81,3%. По результатам эксперимента выявлено, что полевая всхожесть семян сафлора красильного была высокой.

В процессе роста и развития растений сафлора густота стояния растений уменьшалась. Это связано с гибелью растений в опыте на протяжении всей вегетации. 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 (рисунок 10).

Таблица 14 – 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			Сохранность, %	
	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4
Контроль (1)	21,7	22,1	21,9	72,3	73,7	16,5	17,8	17,2	76,0	80,5
Эпин Экстра (1)	21,8	21,9	21,9	72,7	73,0	18,0	17,9	18,0	82,6	81,7
Циркон (1)	22,1	22,4	22,3	73,7	74,7	18,8	19,4	19,1	85,1	86,6
Мелафен (1)	22,1	22,0	22,0	73,7	73,3	17,9	17,6	17,8	81,0	80,0
Силиплант (1)	21,9	22,1	22,0	73,0	73,7	17,6	18,4	18,0	80,4	83,3
Контроль (2)	22,3	22,2	22,3	74,3	74,0	17,8	18,6	18,2	79,8	83,8
Эпин Экстра (2)	22,1	22,4	22,3	73,7	74,7	18,7	18,9	18,8	84,6	84,4
Циркон (2)	22,8	22,6	22,7	76,0	75,3	19,7	19,6	19,7	86,4	86,7
Мелафен (2)	22,4	22,4	22,4	74,7	74,7	19,2	17,9	18,5	85,7	79,9
Силиплант (2)	22,8	23,6	23,3	76,0	78,7	20,5	21,4	20,9	89,9	90,7
Эпин Экстра + Силиплант	22,8	23,3	23,1	76,0	77,7	20,1	20,2	20,2	88,2	86,7
Циркон + Силиплант	23,4	24,4	24,0	78,0	81,3	21,9	23,1	22,5	93,6	94,7
Мелафен + Силиплант	22,1	22,7	22,4	73,7	75,7	19,6	19,6	19,6	88,7	86,3
Силиплант + Эпин Экстра	21,9	22,0	22,0	73,0	73,3	18,8	18,7	18,8	85,8	85,0
Силиплант + Циркон	22,5	23,1	22,8	75,0	77,0	20,1	20,3	20,2	89,3	87,9
Силиплант + Мелафен	22,1	22,1	22,1	73,7	73,7	17,5	18,3	17,9	79,2	82,8
Средняя по фактору А	22,3	22,6				18,9	19,2			
F частных средних		5,081					8,891			
Fф по фактору А		9,231					3,505			
Fф по фактору В		9,054					17,147			
Fф по А+В		0,831					0,994			
HCP ₀₅ для частных средних		0,755					1,329			
HCP ₀₅ по фактору А		0,189					F _T > F _ф			
HCP ₀₅ по фактору В		0,534					0,940			
HCP ₀₅ по АВ		F _T > F _ф					F _T > F _ф			

Растения сорта Ершовский 4 были более жизнеспособные. Густота растений на момент уборки сорта Ершовский 4 составляла 17,6 – 23,1 шт./м².

Значение густоты растений, дошедших к уборке, варьировало по годам. Наименьшее число погибших растений наблюдалось в благоприятном 2020 году с 18,3 – 24,4 шт./м². Наибольшее выпадение вегетирующих растений оказывалось в засушливый 2019 год с 14,3 - 21,0 шт./м². Подсчет густоты растений погибших в 2018 году показал средние результаты в опыте с 16,4 – 23,8 шт./м² (таблица 15).

Процент дошедших растений к уборке называется сохранность. Значения величины по разным вариантам варьировала. Сохранность изменялась с 76,0% - 94,7%.

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%. В целом по опыту сохранность растений сафлора была высокая.

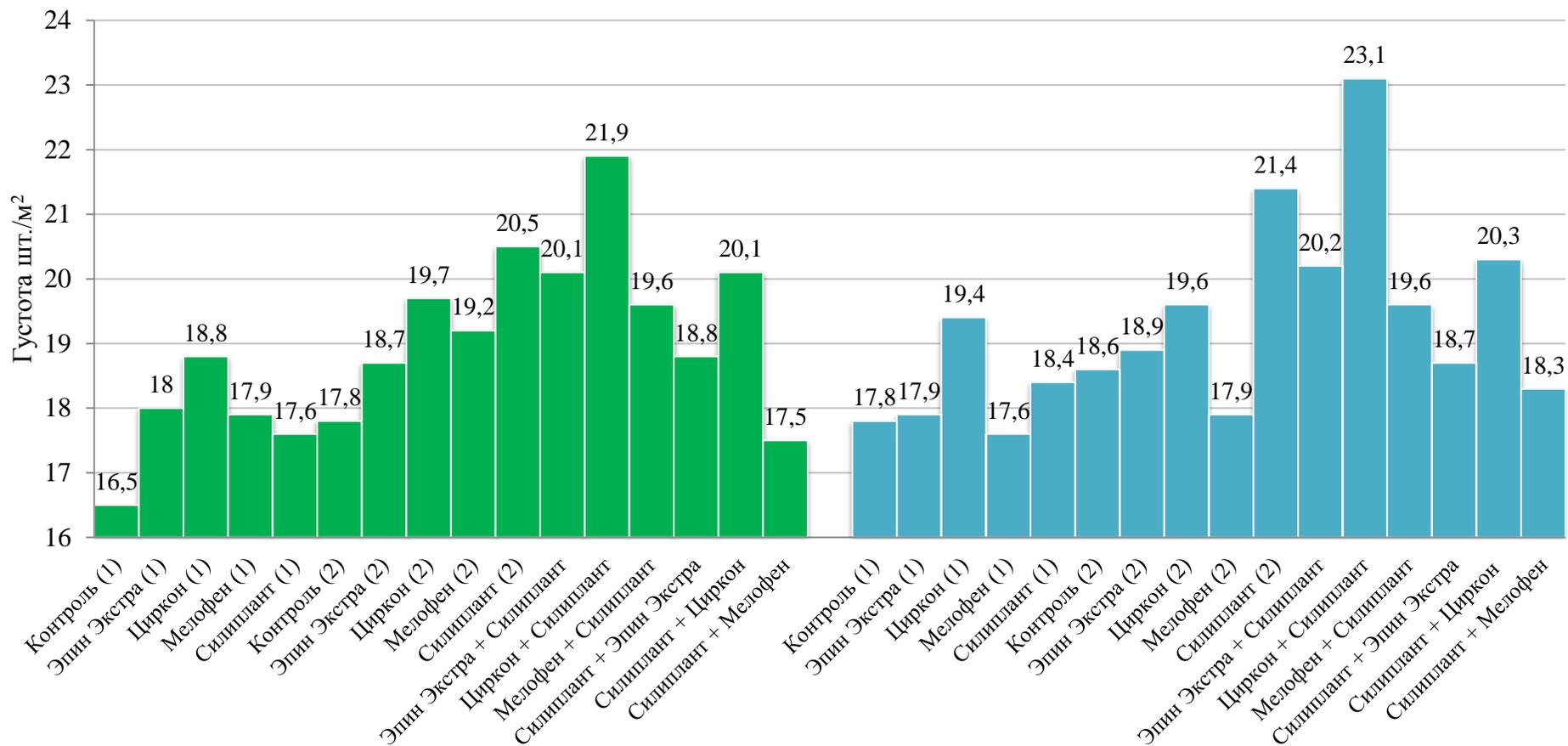
В результате проведенного математического анализа установлено, что на величину сохранности растений в наших опытах влияли как погодные условия года возделывания, так и применение агрохимикатов. Во влажный 2020 год величина сохранности была выше, чем в засушливый 2019. Выявлено и влияние изучаемых приемов на сохранность растений. Самый низкий показатель сохранности отмечен на контрольном варианте (без применения агрохимикатов) – 76,0% у сорта Астраханский 747. На сорте Ершовский 4 наименьшее значение наблюдается при применении препарата Мелафен - 80,0%.

Максимальная сохранность растений была достигнута на варианте с применением Циркона для обработки семян + Силипланта для обработки посевов. Сохранность растений повысилась до 93,6% у сорта Астраханский

747 и до 94,7% у сорта Ершовский 4, т.е. она соответственно на 17,6 и 14,2% превышала показатель контроля.

Таблица 15 – Влияние агрохимикатов на количество растений сафлора к уборке, шт./м²

Агрохимикаты	2018 г.			2019 г.			2020 г.		
	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В
Контроль (1)	16,6	18,2	17,4	14,3	16,0	15,2	18,7	19,3	19,0
Эпин Экстра (1)	17,8	17,4	17,6	16,7	16,6	16,6	19,4	19,8	19,6
Циркон (1)	19,1	19,1	19,1	17,2	18,8	18,0	20,0	20,4	20,2
Мелафен (1)	19,5	17,7	18,6	16,0	16,1	16,0	18,3	19,0	18,7
Силиплант (1)	18,6	17,8	18,2	15,5	17,9	16,7	18,7	19,6	19,1
Контроль (2)	16,4	18,5	17,5	16,7	17,8	17,3	20,4	19,5	20,1
Эпин Экстра (2)	17,5	18,3	17,9	17,6	17,5	17,6	20,9	21,0	21,0
Циркон (2)	19,3	19,3	19,3	17,2	17,7	17,4	22,6	21,9	22,3
Мелафен (2)	19,6	16,9	18,3	17,9	16,2	17,1	20,1	20,5	20,3
Силиплант (2)	20,6	22,1	21,4	18,4	19,2	18,8	22,4	22,9	22,7
Эпин Экстра + Силиплант	19,5	20,5	20,0	18,6	17,6	18,1	22,3	22,6	22,5
Циркон + Силиплант	21,7	23,8	22,7	19,9	21,0	20,5	24,2	24,4	24,3
Мелафен + Силиплант	20,1	18,9	19,5	17,2	17,7	17,4	21,6	22,1	21,9
Силиплант + Эпин Экстра	16,9	18,3	17,6	17,9	17,1	17,5	21,6	20,7	21,2
Силиплант + Циркон	19,2	20,5	19,9	18,6	18,1	18,4	22,6	22,3	22,5
Силиплант + Мелафен	18,3	16,8	17,5	15,0	16,9	16,0	19,3	21,2	20,3
Средняя по фактору А	18,8	19,0		17,2	17,6		20,8	21,1	
Г частных средних	52,707			42,771			41,029		
Гф по фактору А	6,423			39,879			8,847		
Гф по фактору В	87,717			70,876			80,205		
Гф по А+В	20,784			14,858			3,999		
НСР ₀₅ для частных средних	0,646			0,587			0,706		
НСР ₀₅ по фактору А	0,162			0,147			0,177		
НСР ₀₅ по фактору В	0,457			0,415			0,499		
НСР ₀₅ по АВ	0,646			0,587			0,706		



Астраханский 747

Варианты

Ершовский 4

Рисунок 10 - Влияние приемов возделывания на густоту стояния растений сафлора в период уборки (среднее за 2018-2020 гг.)

Результаты исследований показали, что всходы по вариантам и сохранность растений к моменту уборки по всем вариантам были на высоком уровне. Это позволило сформировать хороший агроценоз сафлора красильного без просеивов.

4.2 Особенности структуры урожая сафлора красильного

Основная задача возделывания сафлора – получение высококачественного урожая с последующей экономической реализацией урожая или переработкой в готовую продукцию.

Применение агрохимикатов оказало значительное влияние на элементы продуктивности растений сафлора в засушливых условиях степной зоны.

В нашем полевом опыте на протяжении всего времени исследования определялись основные элементы продуктивности сафлора красильного (таблица 16, рисунки 11,12).

В течении всей вегетации проводился учет количества ветвей, корзинок на опытных участках. К фазе полной спелости семян определялись: число семян на 1 растение, масса семян с 1 растения, масса 1000 семян.

Подсчеты структуры продуктивности растений сафлора позволил определить качество получаемых маслосемян.

Количество сформированных корзинок в контрольном варианте за 2018 - 2020 гг. у сорта Астраханский 747 составило 12,4 шт. и 14,2 шт. у сорта Ершовский 4.

Наибольшие результаты получены при применении препарата Циркон с последующей обработкой Силиплантом. 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.

Таблица 16 – Влияние агрохимикатов на структуру урожая сафлора (средняя за 2018-2020 гг.)

Агрохимикаты	Густота шт./м ²			Число ветвей на 1 растении, шт.			Число корзинок на 1 растении, шт.		
	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В
Контроль (1)	16,5	17,8	17,2	13,6	15,4	14,5	12,4	14,2	13,3
Эпин Экстра (1)	18,0	17,9	18,0	13,9	15,7	14,8	12,8	14,5	13,7
Циркон (1)	18,8	19,4	19,1	13,8	16,2	15,0	13,0	15,1	14,1
Мелафен (1)	17,9	17,6	17,8	13,9	16,2	15,1	12,6	15,4	14,0
Силиплант (1)	17,6	18,4	18,0	14,3	17,4	15,9	13,1	16,3	14,7
Контроль (2)	17,8	18,6	18,2	13,8	15,9	14,8	12,6	15,2	13,9
Эпин Экстра (2)	18,7	18,9	18,8	14,5	16,5	15,5	14,0	15,3	14,7
Циркон (2)	19,7	19,6	19,7	15,9	16,9	16,4	15,2	15,6	15,4
Мелафен (2)	19,2	17,9	18,5	15,8	16,6	16,2	14,9	15,3	15,1
Силиплант (2)	20,5	21,4	20,9	16,4	17,0	16,7	15,4	15,8	15,6
Эпин Экстра + Силиплант	20,1	20,2	20,2	16,7	17,3	17,0	15,1	16,0	15,6
Циркон + Силиплант	21,9	23,1	22,5	17,3	18,8	18,1	16,4	17,7	17,1
Мелафен + Силиплант	19,6	19,6	19,6	16,2	17,4	16,8	15,4	16,7	16,1
Силиплант + Эпин Экстра	18,8	18,7	18,8	16,6	17,4	17,0	15,2	16,2	15,7
Силиплант + Циркон	20,1	20,3	20,2	16,7	17,1	16,9	15,3	16,5	15,9
Силиплант + Мелафен	17,5	18,3	17,9	16,3	16,8	16,6	15,1	15,9	15,5
Средняя по фактору А	18,9	19,2		15,4	16,8		14,3	15,7	
F частных средних	8,891			70,429			86,418		
Fф по фактору А	3,505			678,372			830,724		
Fф по фактору В	17,147			86,713			104,861		
Fф по А+В	0,994			13,614			18,355		
НСР ₀₅ для частных средних	1,329			0,439			0,400		
НСР ₀₅ по фактору А	F _T > F _ф			0,110			0,100		
НСР ₀₅ по фактору В	0,940			0,310			0,283		
НСР ₀₅ по АВ	F _T > F _ф			0,439			0,400		

Продолжение таблицы 16

Агрохимикаты	Число семян с 1 растения, шт.			Масса семян с 1 растения, г			Масса 1000 семян, г		
	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В
Контроль (1)	133	152	142,8	5,38	6,27	5,83	42,5	40,9	41,72
Эпин Экстра (1)	147	168	157,6	6,38	6,97	6,67	42,8	41,6	42,22
Циркон (1)	157	173	16,2	6,70	7,24	6,97	42,8	42,2	42,52
Мелафен (1)	131	146	138,3	5,66	6,21	5,93	43,4	42,2	42,80
Силиплант (1)	149	169	159,0	6,50	7,03	6,76	43,5	42,4	42,95
Контроль (2)	142	161	151,5	6,28	6,86	6,57	43,8	42,2	43,00
Эпин Экстра (2)	167	179	172,8	7,17	7,40	7,29	42,9	41,6	42,25
Циркон (2)	170	192	181,0	7,48	7,83	7,66	43,2	41,4	42,28
Мелафен (2)	157	164	160,3	6,73	7,08	6,91	43,8	42,3	43,03
Силиплант (2)	176	192	183,8	7,81	8,34	8,08	44,6	42,9	43,73
Эпин Экстра + Силиплант	169	183	176,3	7,57	8,04	7,80	44,9	43,2	44,05
Циркон + Силиплант	184	215	199,8	8,27	9,31	8,79	44,8	43,2	44,03
Мелафен + Силиплант	167	177	172,0	7,40	7,73	7,57	44,3	43,1	43,72
Силиплант + Эпин Экстра	162	173	167,5	6,93	7,39	7,16	43,3	43,3	43,33
Силиплант + Циркон	172	192	181,7	7,60	8,08	7,84	43,8	42,2	42,98
Силиплант + Мелафен	151	168	159,7	6,72	7,05	6,88	44,0	42,1	43,02
Средняя по фактору А	158,5	175,1		6,91	7,43		43,66	42,30	
F частных средних		7,002			6,152			7,253	
Fф по фактору А		47,300			19,910			109,020	
Fф по фактору В		10,958			11,188			6,823	
Fф по А+В		0,359			0,199			0,899	
HCP ₀₅ для частных средних		19,208			0,923			1,037	
HCP ₀₅ по фактору А		4,802			0,231			0,259	
HCP ₀₅ по фактору В		13,582			0,653			0,733	
HCP ₀₅ по АВ		Fт > Fф			Fт > Fф			Fт > Fф	

По результатам данных, полученных в опыте, количество корзинок на растениях сафлора меньше, чем число ветвей.

На контрольных вариантах сортов Астраханский 747 и Ершовский 4 количество корзинок составило 12,4 шт. и 14,2 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.

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.

Значение массы семян с 1 растения - важный показатель биологической урожайности растений сафлора в опыте.

На вариантах, обработанных водой без применения сельскохозяйственной химии, 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.

После уборки урожая в средней пробе по вариантам определялась масса 1000 зерен сафлора. 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. Применение агрохимии позволило незначительно увеличить массу 1000 маслосемян сафлора. В целом опыт показал, что величина массы 1000 зерен соответствует особенностям сорта и применение химических веществ не оказывает существенного влияния на массу 1000 семян.

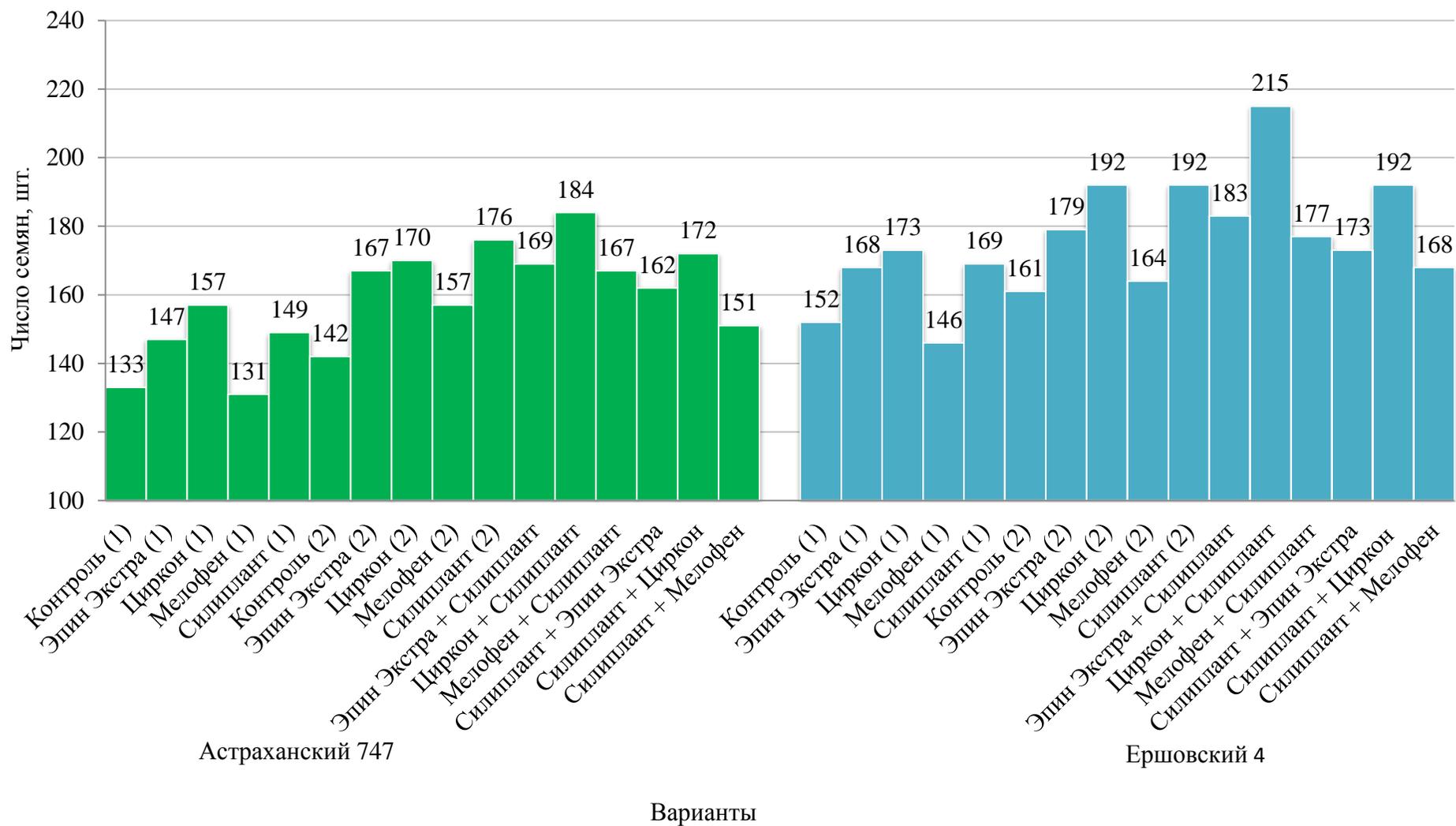


Рисунок 11 - Число семян на 1 растении (в среднем за 2018 -2020 гг.)

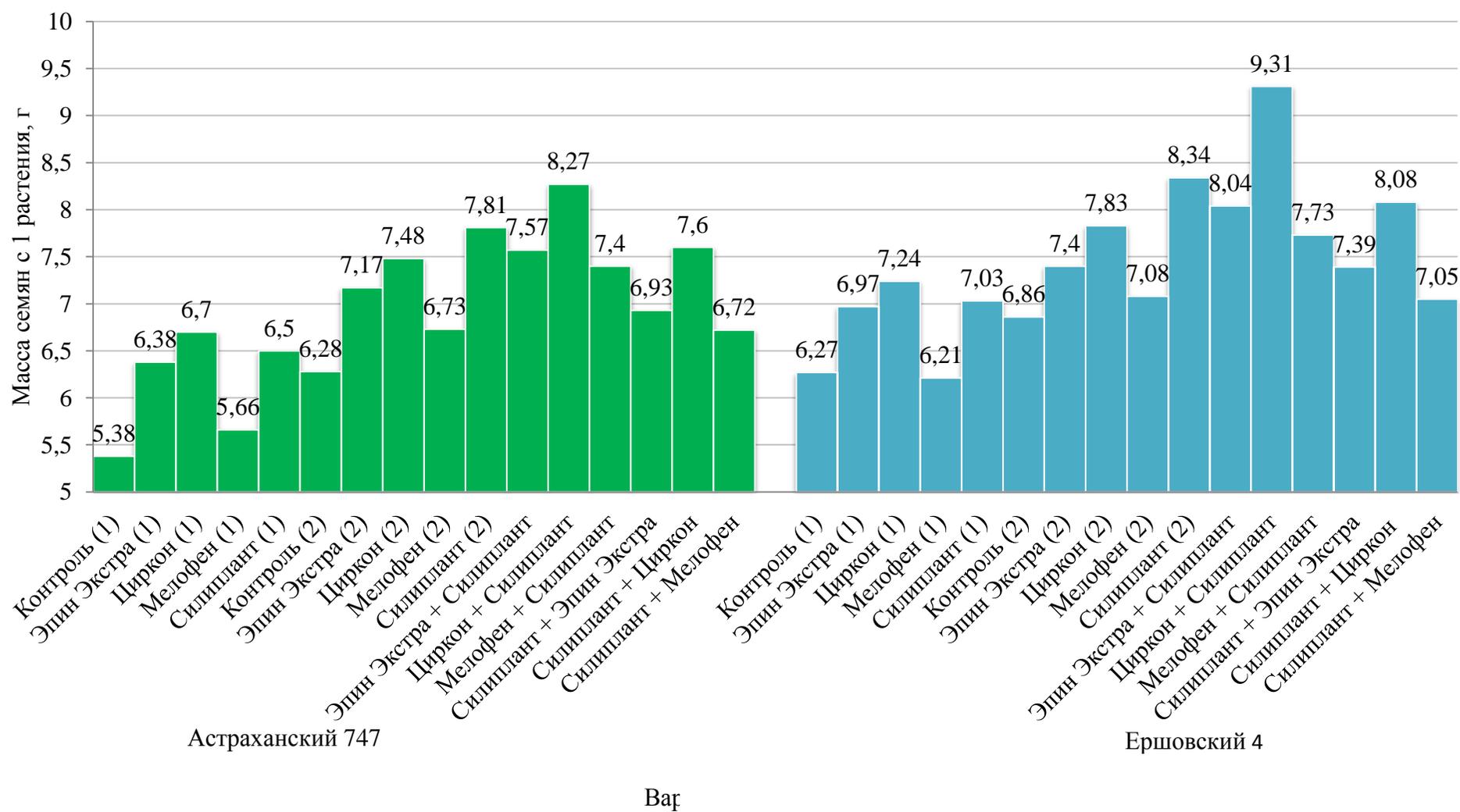


Рисунок 12 - Масса семян с 1 растения (в среднем за 2018 -2020 гг.)

Применение агрохимикатов позволило значительно улучшить качество получаемой готовой продукции в опыте и не оказывало значительного влияние на крупность семян, обусловленную сортовыми особенностями сафлора.

4.3 Урожайность сортов сафлора в зависимости от применения агрохимикатов

Проведенные исследование литературных источников по возделыванию сортов сафлора показывают, что культура дает ранний и стабильный урожай маслосемян в условиях засухи.

В работах Н. И. Мажаева в условиях зоны Саратовского Заволжья сафлор красильный дает стабильные урожаи даже при неблагоприятных условиях [120].

А. В. Попов в опыте на территории Сарпинской низменности в рисовом севообороте пришел к выводу, что на остатках влаги от возделывания риса, урожайность сортов сафлора составила от 1,03 т/га до 1,78 т/га на разных сортах. Автор рекомендует возделывать сафлор как мало энергоемкую и многоцелевую культуру [22,56,146,147].

Урожайность - важный показатель оценки эффективности применения технологии возделывания культуры. Количественное выражение урожая напрямую связано со сложившимися погодными условиями года. При благоприятных условиях величина увеличивается и, наоборот, при неблагоприятных - уменьшается. Применение агрохимикатов позволяет снизить влияние абиотических факторов среды на продуктивность культуры.

Возделывание культуры в опыте осуществлялось с 2018 по 2020 год (таблица 17, рисунок 13 - 16). Среди них наибольшие результаты показал 2020 год. Наименее благоприятным был 2019 год. Средним по погодным условиям стал 2018 год.

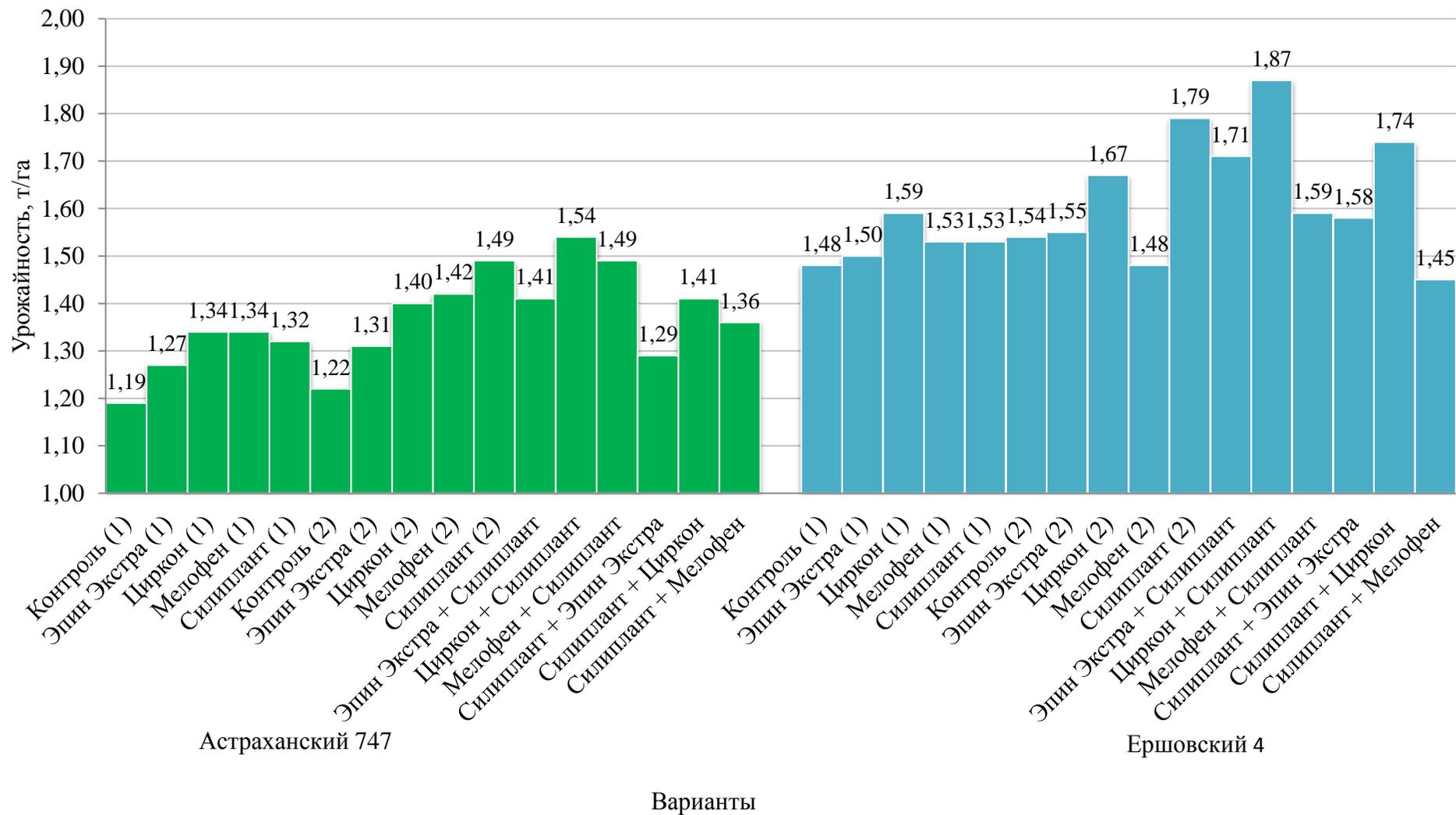


Рисунок 13 - Урожайность маслосемян сафлора в 2018 году

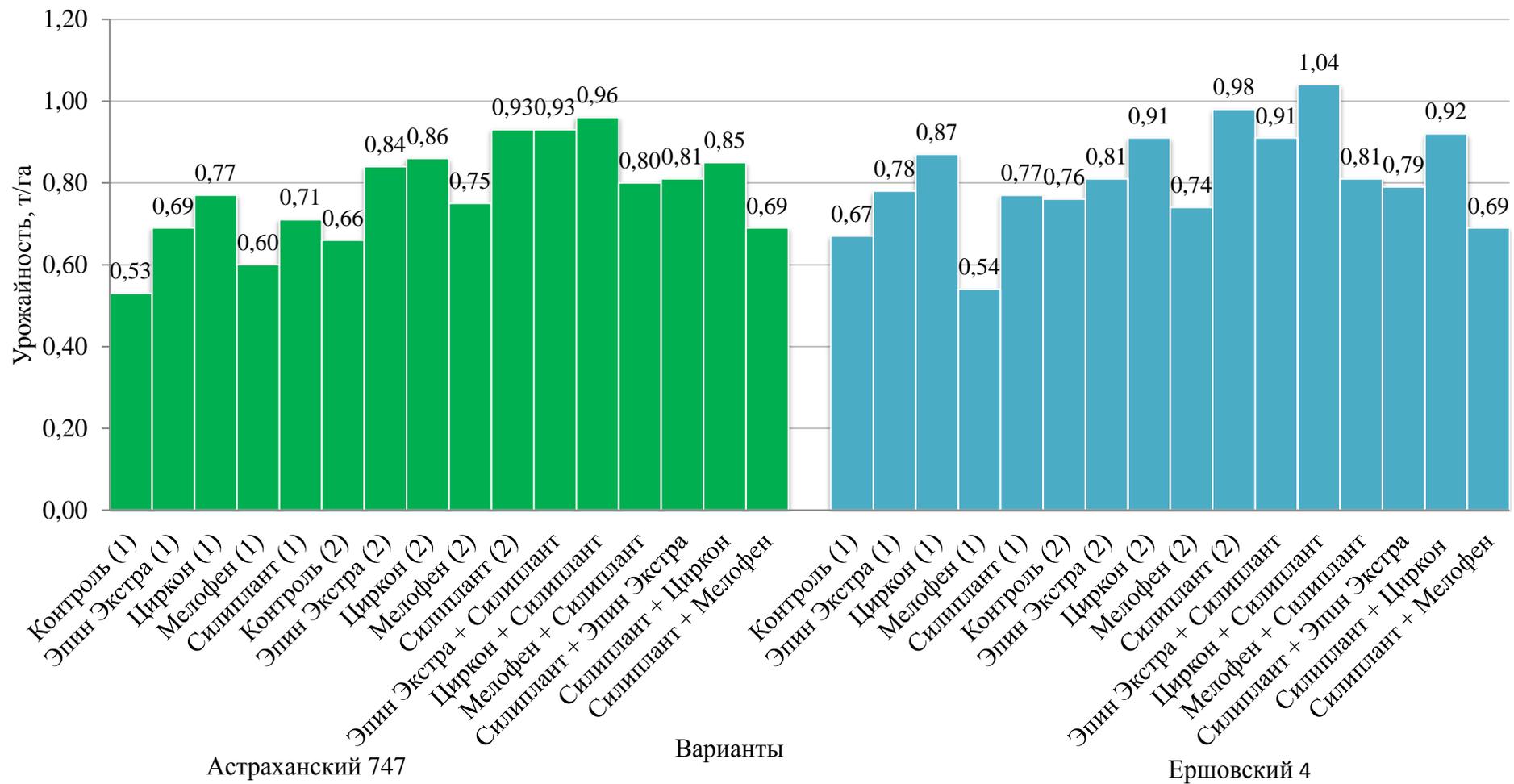


Рисунок 14 - Урожайность маслосемян сафлора в 2019 году

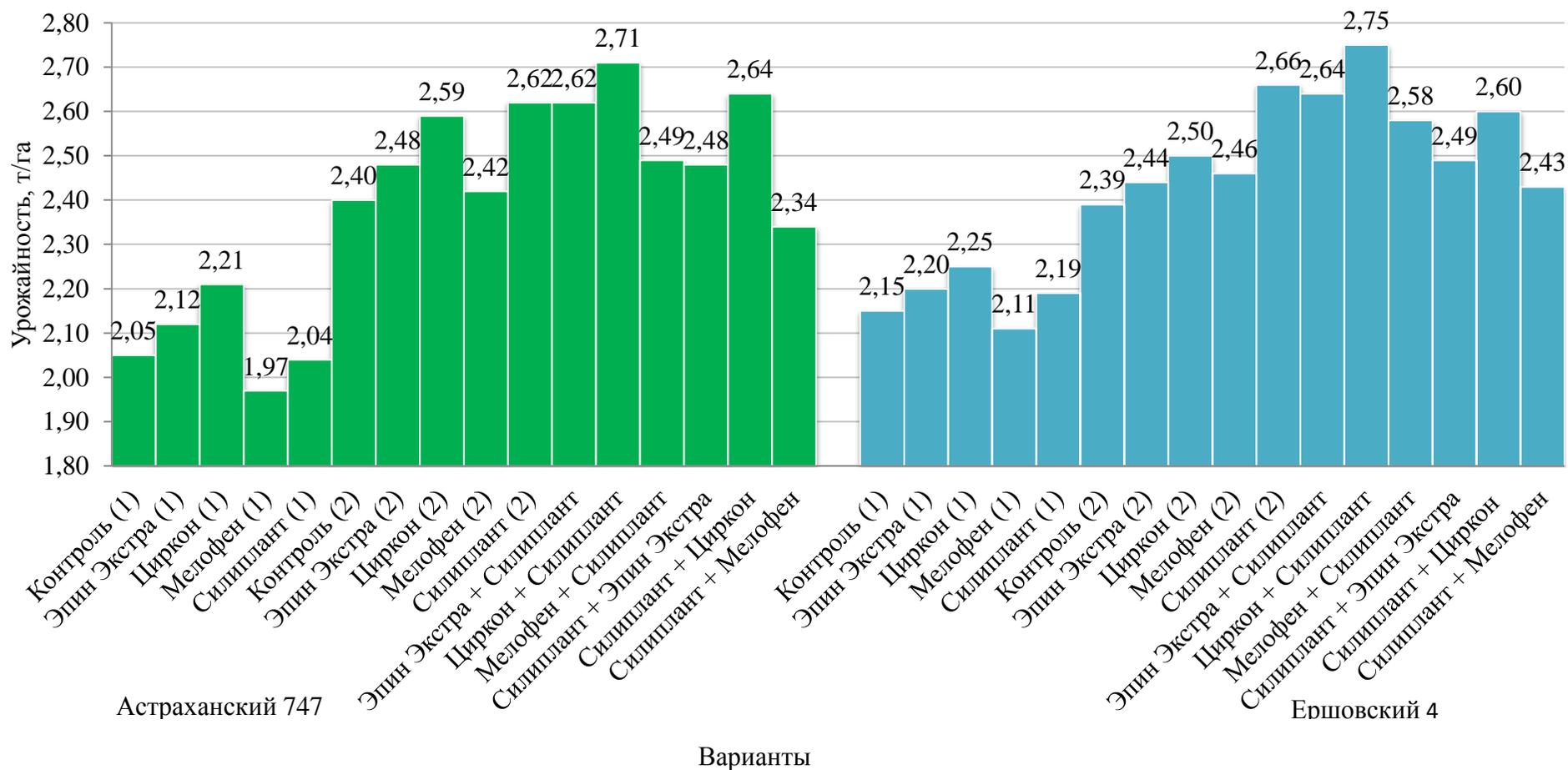


Рисунок 15 - Урожайность семян сафлора в 2020 году

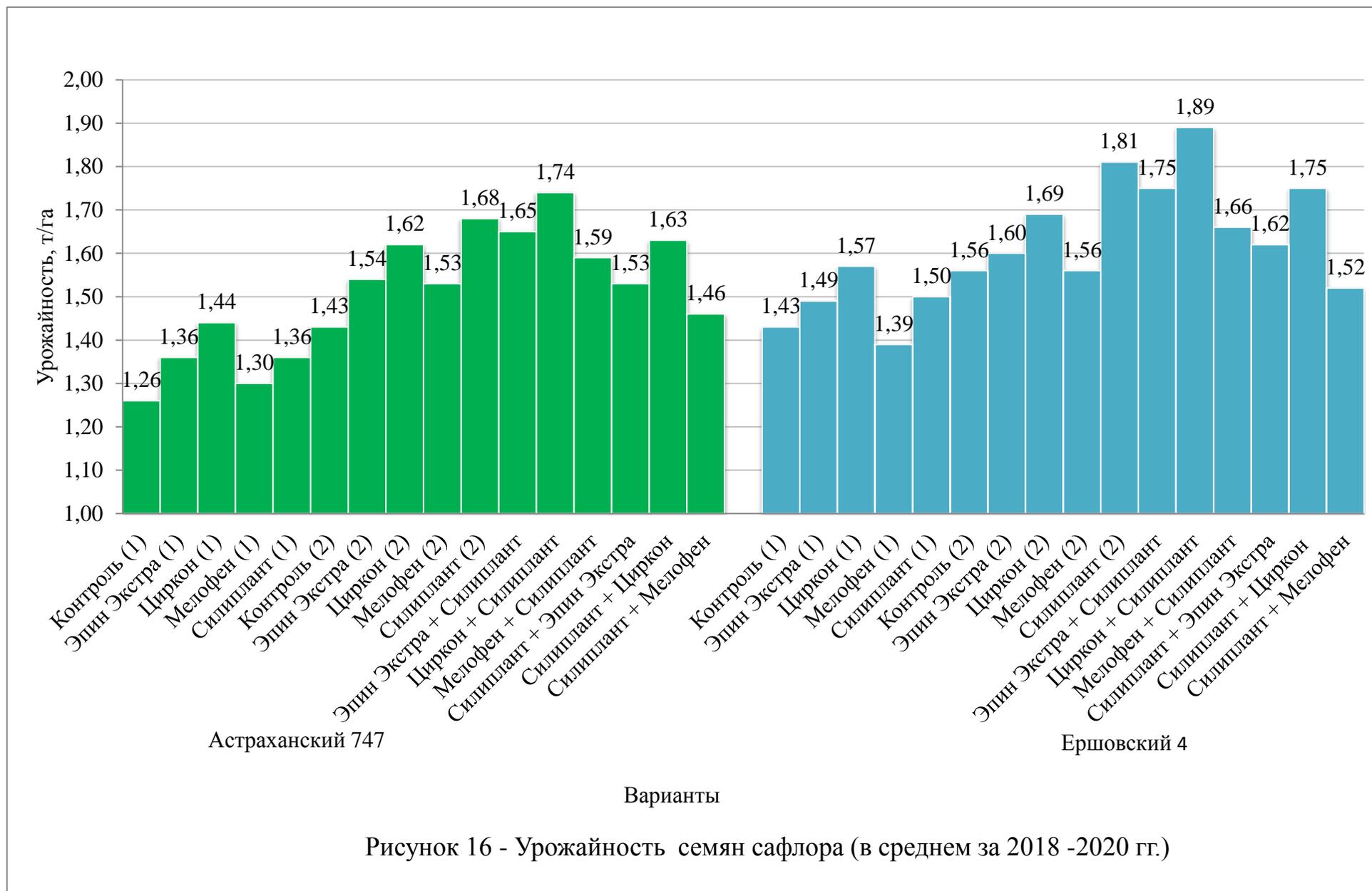


Таблица 17 – Влияние агрохимикатов на биологическую урожайность сортов сафлора в условиях Саратовского Правобережья, т/га

Агрохимикаты	2018 г.			2019 г.			2020 г.			Среднее за 2018 -2020 гг.		
	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В
Контроль (1)	1,19	1,48	1,33	0,53	0,67	0,60	2,05	2,15	2,10	1,26	1,43	1,34
Эпин Экстра (1)	1,27	1,50	1,39	0,69	0,78	0,73	2,12	2,20	2,16	1,36	1,49	1,43
Циркон (1)	1,34	1,59	1,47	0,77	0,87	0,82	2,21	2,25	2,23	1,44	1,57	1,50
Мелафен (1)	1,34	1,53	1,43	0,60	0,54	0,57	1,97	2,11	2,04	1,30	1,39	1,35
Силиплант (1)	1,32	1,53	1,42	0,71	0,77	0,74	2,04	2,19	2,12	1,36	1,50	1,43
Контроль (2)	1,22	1,54	1,38	0,66	0,76	0,71	2,40	2,39	2,40	1,43	1,56	1,50
Эпин Экстра (2)	1,31	1,55	1,43	0,84	0,81	0,82	2,48	2,44	2,46	1,54	1,60	1,57
Циркон (2)	1,40	1,67	1,53	0,86	0,91	0,88	2,59	2,50	2,54	1,62	1,69	1,65
Мелафен (2)	1,42	1,48	1,45	0,75	0,74	0,75	2,42	2,46	2,44	1,53	1,56	1,54
Силиплант (2)	1,49	1,79	1,64	0,93	0,98	0,96	2,62	2,66	2,64	1,68	1,81	1,75
Эпин Экстра + Силиплант	1,41	1,71	1,56	0,93	0,91	0,92	2,62	2,64	2,63	1,65	1,75	1,70
Циркон + Силиплант	1,54	1,87	1,71	0,96	1,04	1,00	2,71	2,75	2,73	1,74	1,89	1,81
Мелафен + Силиплант	1,49	1,59	1,54	0,80	0,81	0,80	2,49	2,58	2,53	1,59	1,66	1,62
Силиплант + Эпин Экстра	1,29	1,58	1,44	0,81	0,79	0,80	2,48	2,49	2,48	1,53	1,62	1,57
Силиплант + Циркон	1,41	1,74	1,57	0,85	0,92	0,89	2,64	2,60	2,62	1,63	1,75	1,69
Силиплант + Мелафен	1,36	1,45	1,40	0,69	0,69	0,69	2,34	2,43	2,38	1,46	1,52	1,49
Средняя по фактору А	1,36	1,60		0,77	0,81		2,39	2,43		1,51	1,61	
F частных средних	80,036			134,720			57,365			27,079		
Fф по фактору А	1366,802			101,413			16,885			110,820		
Fф по фактору В	62,894			257,340			114,843			47,987		
Fф по А+В	11,394			14,320			2,585			0,990		
HCP ₀₅ для частных средних	0,051			0,030			0,080			0,079		
HCP ₀₅ по фактору А	0,013			0,007			0,020			0,020		
HCP ₀₅ по фактору В	0,036			0,021			0,057			0,056		
HCP ₀₅ по АВ	0,051			0,030			0,080			F _т > F _б		

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 0,6 и 0,66 т/га соответственно по сравнению с контролем.

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.

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

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%.

Лучшим вариантом на двух сортах является технология возделывания сафлора с обработкой семян Цирконом с последующей обработкой Силиплантом в фазу бутонизации растений.

Проведенные исследования показали, что в зоне Саратовского Правобережья можно успешно выращивать такую масличную культуру, как сафлор. Он может ежегодно формировать урожайность на приемлемом, экономически выгодном, уровне в условиях недостатка влаги. Применение агрохимикатов на посевах сафлора позволяют повысить выход готовой продукции семян.

4.4 Влияние агрохимикатов на показатели качества маслосемян сафлора

При возделывании любой сельскохозяйственной культуры, технологические приемы должны применяться не только для повышения урожайности культуры, но и для улучшения показателей качества продукции. Основным показателем качества сафлора является содержание жира. Его количество в семянках сафлора может достигать до 40 %.

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 18).

На контрольных вариантах содержание жира в среднем за три года исследований у сорта Астраханский 747 составило 35,2% и 36,3% - у сорта Ершовский 4.

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.

Практически такое же содержание жира в маслосеменах сафлора у обоих изучаемых сортов было отмечено и на варианте опыта, где выполнялась предпосевная обработка семян препаратом Циркон с последующей обработкой в фазу бутонизации препаратом Силиплант: 37,6% у сорта Астраханский 747 и 37,9% у сорта Ершовский 4.

Анализируя полученные результаты содержания жира по годам исследования можно сделать вывод, что наибольшее количество жира

Таблица 18 – 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	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В	Астраханский 747	Ершовский 4	Средняя по фактору В
Контроль (1)	35,4	36,4	35,9	36,4	37,7	37,3	33,9	34,7	34,3	35,2	36,3	35,8
Эпин Экстра (1)	36,1	36,7	36,4	37,8	38,1	38,0	34,6	35,5	35,1	36,2	36,8	36,5
Циркон (1)	35,3	36,7	36,0	37,4	37,7	37,6	34,8	34,7	34,8	35,8	36,4	36,1
Мелафен (1)	36,1	36,5	36,3	38,2	38,7	38,5	35,2	35,9	35,6	36,5	37,0	36,8
Силиплант (1)	36,2	36,3	36,2	38,1	38,4	38,3	35,8	35,7	35,8	36,7	36,8	36,8
Контроль (2)	36,8	36,1	36,4	37,7	38,3	38,0	34,6	35,4	35,0	36,4	36,6	36,5
Эпин Экстра (2)	36,4	36,5	36,5	38,5	38,1	38,3	35,5	35,6	35,5	36,8	36,7	36,8
Циркон (2)	36,5	36,4	36,4	38,2	38,4	38,3	34,6	35,7	35,2	36,4	36,8	36,6
Мелафен (2)	37,4	37,8	37,6	39,4	39,7	39,5	36,4	36,4	36,4	37,7	38,0	37,9
Силиплант (2)	36,7	36,7	36,7	38,8	38,9	38,9	35,8	35,9	35,9	37,1	37,2	37,1
Эпин Экстра + Силиплант	36,6	36,1	36,3	38,6	38,2	38,4	35,9	35,2	35,6	37,0	36,5	36,8
Циркон + Силиплант	38,0	37,9	37,3	38,9	39,4	39,2	35,9	36,4	36,2	37,6	37,9	37,8
Мелафен + Силиплант	37,0	37,7	37,4	39,3	38,6	39,0	36,1	35,4	35,7	37,5	37,2	37,4
Силиплант + Эпин Экстра	36,4	36,9	36,7	38,2	37,4	37,8	35,3	34,8	35,1	36,6	36,4	36,5
Силиплант + Циркон	37,8	37,5	37,6	38,6	38,3	38,5	35,4	35,5	35,4	37,3	37,1	37,2
Силиплант + Мелафен	37,4	37,9	37,7	38,9	38,7	38,8	35,3	35,5	35,4	37,2	37,4	37,3
Средняя по фактору А	36,6	36,9		38,3	38,4		35,3	35,5		36,8	36,9	
F частных средних	2,665			2,103			1,982			8,012		
Fф по фактору А	2,888			0,459			1,790			7,024		
Fф по фактору В	4,536			3,649			3,121			14,380		
Fф по А+В	0,779			0,667			0,856			1,710		
HCP ₀₅ для частных средних	1,221			1,295			1,180			0,589		
HCP ₀₅ по фактору А	F _T > F _φ			F _T > F _φ			F _T > F _φ			0,147		
HCP ₀₅ по фактору В	0,863			0,916			0,834			0,416		
HCP ₀₅ по АВ	F _T > F _φ											

получено в 2019 году. Наименьшее качество маслосемян получено в 2020 году. Содержание жира по года варьировало в интервале от 2,5% до 3%.

Корреляционно-регрессионный анализ сопряженных данных выявил, что между содержанием сырого жира и полученной в опыте урожайностью (У, т/га) существовала достоверная сильная зависимость ($n = 16$). Все взаимосвязи выражаются следующими уравнениями нелинейной регрессии.

Сорт Астраханский 747

$$СЖ_a = 40,9 - 11,3У + 5,98 У^2 \quad R = 0,652$$

$$СЖ_b = 27,2 + 26,1У - 14,8 У^2 \quad R = 0,586$$

$$СЖ_c = 36,5 - 2,36 У + 0,773 У^2 \quad R = 0,612$$

Сорт Ершовский 4

$$СЖ_a = 102 - 80,2 У + 24,5 У^2 \quad R = 0,584$$

$$СЖ_b = 45,6 - 19,2 У + 12,5 У^2 \quad R = 0,493$$

$$СЖ_c = 54,1 - 16,4 У + 3,58 У^2 \quad R = 0,565$$

a - 2018 год b - 2019 год c - 2020 год

Экстремумы функций зависимости содержания сырого жира от урожайности сафлора для сорта Астраханский 747 находятся в пределах 0,77 – 2,21 т/га, для сорта Ершовский 4 – 0,84 – 2,45 т/га в зависимости от условий года. Подобная продуктивность культуры в опыте получена при использовании агрохимикатов. Таким образом, применение агрохимикатов способствует не только росту урожайности культуры, но и увеличивает содержание жира в семенах сафлора.

5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ ПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ САФЛОРА КРАСИЛЬНОГО В САРАТОВСКОМ ПРАВОБЕРЕЖЬЕ

5.1 Экономическая эффективность

Экономическая эффективность любого разработанного и рекомендуемого приема технологии возделывания сельскохозяйственной культуры оценивается по его влиянию на улучшение конечных показателей сельскохозяйственного производства, главным из которых является прирост полученной прибыли за счет повышения урожайности, улучшения качества продукции, уменьшения производственных и трудовых затрат, снижения себестоимости производства продукции.

Расчеты экономической эффективности рекомендуемых нами приемов выращивания сафлора выполнялись согласно общепризнанным методикам М.М. Горянского, С.И. Мартиросова, А.А. Черняева [115,177,178]. При этом в наших исследованиях анализировались такие важнейшие экономические показатели, как стоимость урожая с 1 гектара в тыс. рублей, общие технологические затраты средств на 1 гектар в тыс. рублей, чистый доход в тыс. рублей с 1 гектара, рентабельность в %, себестоимость выращивания 1 тонны маслосемян в тыс. рублей (таблица 19).

Общие затраты были подсчитаны в соответствии с технологическими картами. Реализационная стоимость маслосемян сафлора рассчитывалась по рыночным ценам 2018 - 2020 годов (15 тыс. руб./т).

Наши исследования показали, что возделывание сафлора экономически оправдано, так как эта культура имеет небольшую норму высева и большой коэффициент семенного размножения, но при этом дает высокие и стабильные урожай даже в засушливых условиях.

Таблица 19 - Экономическая эффективность рекомендуемых приемов выращивания сафлора
(в среднем за 2018-2020 гг.)

грохимикаты	Стоимость урожая, руб.		Общие затраты на 1 га, руб.		Себестоимость на 1 т, руб.		Чистый доход, руб.		Рентабельность, %	
	Астраханский 747	Ершовский 4	Астраханский 747	Ершовский 4	Астраханский 747	Ершовский 4	Астраханский 747	Ершовский 4	Астраханский 747	Ершовский 4
Контроль (1)	18900	21450	8250	8250	6548	5888	10650	13200	129	157
Эпин Экстра (1)	20400	22350	8555	8515	6290	5829	11845	13835	138	159
Циркон (1)	21600	23550	8584	8544	5961	5550	13016	15006	152	172
Мелафен (1)	19500	20850	8490	8450	6531	6173	11010	12400	130	145
Силиплант (1)	20400	22500	8964	8934	6591	6069	11436	13566	128	149
Контроль (2)	21450	23400	8420	8380	5888	5481	13030	15020	155	176
Эпин Экстра (2)	23100	24000	8940	8830	5805	5625	14160	15170	158	169
Циркон (2)	24300	25350	8917	8817	5504	5318	15383	16533	173	184
Мелафен (2)	22950	23400	8920	8780	5830	5737	14030	14620	157	163
Силиплант (2)	25200	27150	9899	9859	5904	5546	15301	17291	154	172
Эпин Экстра + Силиплант	24750	26250	9459	9389	5733	5462	15291	16861	162	176
Циркон + Силиплант	26100	28350	9498	9478	5476	5105	16602	18872	174	196
Мелафен + Силиплант	23850	24900	9394	9294	5908	5701	14456	15606	154	165
Силиплант + Эпин Экстра	22950	24300	9339	9259	6097	5820	13611	15041	146	160
Силиплант + Циркон	24450	26250	9388	9338	5760	5433	15062	16912	160	178
Силиплант + Мелафен	21900	22800	9264	9154	6345	6141	12636	13646	136	146

В условиях степной зоны Саратовского Правобережья наивысшие показатели экономической эффективности обеспечило сочетание применения препарата Циркон для предпосевной обработки семян с последующей обработкой растений агрохимикатом Силиплант в фазу бутонизации. Наилучшие показатели на данном варианте были у нового сорта сафлора Ершовский 4 - при средней урожайности в 1,89 т/га отмечается максимальная величина условного чистого дохода – 18872 рубля с 1 гектара, наивысший уровень рентабельности – 196% и наименьшая себестоимость – 5105 рублей за 1 тонну маслосемян.

У традиционного сорта сафлора Астраханский 747 на варианте Циркон + Силиплант также были наилучшие экономические показатели, но ниже, чем у сорта Ершовский 4 - при среднемноголетней урожайности в 1,74 т/га была получена величина условного чистого дохода – 16.602 рубля с 1 гектара, уровень рентабельности – 174% и наименьшая себестоимость – 5479 рублей за 1 тонну маслосемян.

5.2 Биоэнергетическая эффективность

В условиях нестабильного экономического рынка общепризнанным методом, научной оценки производства растениеводческой продукции является анализ биоэнергетической эффективности – соотношение энергии, аккумулированной в выращенной продукции, к энергии, затраченной на ее производство. Этот метод позволяет в любой экономической ситуации сопоставимо выразить как прямые затраты энергии на возделывание культуры, так и энергию, заключающуюся в средствах производства и полученной продукции. Биоэнергетическая оценка позволяет сравнить эффективность различных технологий в растениеводстве с точки зрения расхода энергии и выявить пути ее экономии (таблица 20).

Таблица 20 – Биоэнергетическая эффективность рекомендуемых приемов выращивания сафлор
(в среднем за 2018 - 2020 гг.)

Агрохимикаты	Содержание совокупной энергии в урожае, МДж/га		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	Астраханский 747	Ершовский 4
Контроль (1)	45990	52195	16120	16120	29870	36075	1,85	2,24
Эпин Экстра (1)	49640	54385	16496	16350	33144	38035	2,01	2,33
Циркон (1)	52560	57305	16785	16639	35775	40666	2,13	2,44
Мелафен (1)	47450	50735	16271	16125	31179	34610	1,92	2,15
Силиплант (1)	49640	54750	16701	16592	32939	38158	1,97	2,30
Контроль (2)	52195	56940	16741	16595	35454	40345	2,12	2,43
Эпин Экстра (2)	56210	58400	17163	16762	39047	41638	2,28	2,48
Циркон (2)	59130	61685	17450	17085	41680	44600	2,39	2,61
Мелафен (2)	55845	56940	17117	16606	38728	40334	2,26	2,43
Силиплант (2)	61320	66065	18085	17939	43235	48126	2,39	2,68
Эпин Экстра + Силиплант	60225	63875	17771	17515	42454	46360	2,39	2,65
Циркон + Силиплант	63510	68985	18096	18023	45414	50962	2,51	2,83
Мелафен + Силиплант	58035	60590	17546	17181	40489	43409	2,31	2,53
Силиплант + Эпин Экстра	55845	59130	17333	17041	38512	42089	2,22	2,47
Силиплант + Циркон	59495	63875	17695	17512	41800	46363	2,36	2,65
Силиплант + Мелафен	53290	55480	17071	16670	36219	38810	2,12	2,33

Биоэнергетическая оценка рекомендуемых в опыте приемов выращивания сафлора в степной зоне Саратовского Правобережья проводилась по методикам В.В. Коринца (1992), ВГСХА (1992), РАСХН (1995) и Г.С. Посыпанова (1997) [1,71,12,149]. В качестве важнейших биоэнергетических показателей рассчитывались: накопление энергии в урожае, затраты совокупной энергии на возделывание культуры, приращение энергии и коэффициент энергетической эффективности [139,198].

По результатам наших исследований наивысшие показатели биоэнергетической эффективности при выращивании сафлора красильного в зоне Саратовского Правобережья обеспечило сочетание применения агрохимиката Циркон для предпосевной обработки семян с последующей обработкой растений препаратом Силиплант в фазу бутонизации. Наилучшие показатели на данном варианте были у нового сорта сафлора Ершовский 4 – приращение совокупной энергии – 50926 МДж/га; коэффициент энергетической эффективности – 2,83.

У традиционного сорта сафлора Астраханский 747 на варианте Циркон + Силиплант также были наилучшие биоэнергетические показатели, но ниже, чем у сорта Ершовский 4 - приращение совокупной энергии – 45414 МДж/га; коэффициент энергетической эффективности – 2,51.

Применение агрохимикатов в опыте на посевах сафлора показали высокую экономическую и значительную биоэнергетическую эффективность в засушливой зоне Саратовского Правобережья.

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 посеvy 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 обработкой семян Цирконом с последующей обработкой растений Силиплантом. Величина составила на сорте Ершовский 4 - 7,49 т/га и 6,67 т/га на сорта 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 чернозема южного Саратовского Правобережья, можно отметить заметное влияние агрохимикатов на продуктивность сортов сафлора. По результатам полевого эксперимента сорт Ершовский 4 на варианте с обработкой Цирконом + Силиплант среднемноголетняя 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 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 препаратом 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 ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамов, Н.В. Биоэнергетическая оценка севооборотов для хозяйств зерновой специализации / Н.В. Абрамов, Г.П. Селюкова // Аграрная наука, 1998 – №2 – С.20-22.
2. Агроклиматический справочник по Саратовской области - Л.: Гидрометеиздат, 1958 – 227 с.
3. Агрономия / В.Д. Муха, Н.И. Картамышев, И.С. Коченев и др. Под ред. В.Д. Мухи – М.: Колос, 2001. – 504 с.
4. Адаптивная технология возделывания сафлора в условиях Саратовской области: Рекомендации производству / Составители: Ружейникова Н.М., Кулева Н.Н., Зайцев А.Н. - Саратов, 2012. - 30 с.
5. Адаптация топливной аппаратуры тракторных двигателей для работы на биотопливе. Рекомендации производству / Составители Б.П. Загородских, А.А. Кожевников. – Саратов, 2011. – 24 с.
6. Аринушкина, Е.В. Руководство по химическому анализу почв. 2 изд. перераб. и доп. – М.: Изд-во Московского ун-та, 1979. – 487 с.
7. Азембаев, А.А. Лекарственные растения, применяемые в восточной и академической медицине / А.А. Азембаев, Н.Е. Тегисбаев, А.Е. Кусниева, М.А. Баймурзина, Г.К. Адибаева // Учебник.- Алматы: Нур-Принт, 2011. – 178с.
8. Алексеев, А. Н. Стимуляторы и регуляторы роста растений / А. Н.Алексеев. // Цветники. – 2006. - № 2. - С. 40 - 41.
9. Аманов, Ш.Б. Об экономических порогах вредоносности вредителей сафлора / Ш.Б. Аманов // Агро21 - Изд-во Агрорус, 2013. - №10-12. - С. 22-23.
10. 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.
- 11.Артюшенко, З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Плод / З.Т. Артюшенко, А.А. Федоров. - Ленинград: изд. Наука, 1986. - 300с.
 - 12.Арыстангулов, С.С. Водопотребление сафлора в зависимости от сроков посева в условиях пустынно-степной зоны юго-востока Казахстана// Вестник науки АТУ им. С. Сейфулина. - 2009.- №3.- С.3-8.
 - 13.Ахшанов, Т.С. Сроки, способы и нормы высева сафлора на необеспеченной богаре / Т.С. Ахшанов // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. - 1972. - № 10. - С. 17-19.
 14. Баздырев, Г.И. Сорные растения и меры борьбы с ними в современном земледелии / Г.И. Баздырев, Л.И. Зотов, В.Д. Полин. - М.: Изд-во МСХА, 2004. - 228 с.
 15. Беляков, А.М. Сафлор сорт Камышинский 73 / А.М. Беляков // Кормопроизводство. - 2005. - № 11. – С. 2.
 16. Беляков, А.М. Технология возделывания сафлора красильного в сухостепной зоне темно-каштановых почв в ООО «Им. Куйбышева» Серафимовичского района Волгоградской области / А.М. Беляков, В.И. Леонтьев, Е.Н. Рябова // “ПОЛЕ деятельности”. - 2013. - №10. С.68-71.
 - 17.Бейлан, Л. Сафлор в Казахстане / Л. Бейлан // Зерновые и масличные культуры. - 1968. - №7. - С. 43-44.
 - 18.Бейдеман И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ / И.Н. Бейдеман. – Новосибирск, 1974. - 154 с.
 19. Биологическая и хозяйственная эффективность бицидов на яровом рапсе в условиях Юга Нечерноземной зоны / С. А. Девяткин, Т. Ф. Девяткина, Е. О. Обмолова [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 9. – С. 27-29.
 20. Богосорьянская, Л.В. Совершенствование технологии возделывания сафлора красильного при капельном орошении в условиях Северного

- Прикаспия: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата с.-х. наук / Л.В. Богосорьянская. - Астрахань, 2009. - 22 с.
21. Богосорьянская, Л. В. Влияние макро- и микроудобрений на урожай и качество семян сафлора красильного / Л. В. Богосорьянская // Плодородие. – 2009. – № 2(47). – С. 14-15.
 22. Бородычев, В.В. Адаптивные технологии возделывания сопутствующих культур рисовых севооборотов Сарпинской низменности / В.В. Бородычев, Э.Б. Дедова, С.Б. Адьяев, Г.Н. Кониева, И.А. Ниджляева. - Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2012 – 224 с.
 23. Бурунов, А.Н Формирование урожая яровой пшеницы при применении микроудобрительной смеси Мегамикс на разных уровнях минерального питания в лесостепи Среднего Поволжья: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата с.-х. наук / А.Н. Бурунов. - Самарская государственная сельскохозяйственная академия. – Кинель, 2016, - 16с.
 24. Бучинский, И. Е. Засухи и суховеи И. Е. Бучинский. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 214 с.
 25. Бурлакова, Л.В. Углеводный состав жмыхов масличных культур / Л.В. Бурлакова, А.П. Юн, Д.В. Бабин // масличные культуры: науч. тех. ВНИИ масличных культур. – Краснодар, 2006, Вып.2. – С.151.
 26. Бунтяков, С.И. Агрохимические показатели почв / С.И. Бунтяков, В.Ф. Узун // Агрохимическая характеристика почв СССР (Районы Поволжья). – М.: Наука, 1966. – Т.VI. – С.48-56.
 27. Быстриков, Ф.В. Корневая система культурных растений конкурентов / Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. – М., 1931 – Т.27 – Вып. 5. – С.71-109.
 28. Вавилов, П.П. Растениеводство / П.П. Вавилов. - М.: Агропромиздат, 1986. - С. 40-42.

29. Вавилов, Н.И. Избранные труды. Проблемы происхождения, географии, генетики, селекции растений, растениеводства и агрономии / Н.И. Вавилов. – Москва - Ленинград изд-во «Наука», 1965. -786 с.
30. Вавилов, Н.И. Проблема новых культур / Н.И. Вавилов // Избранные труды. М., 1965. - Т.5. С.537-563
31. Вавилов Н.И. Происхождение и география культурных растений/ Н.И. Вавилов –Л.: Наука, 1987 – 438с.
32. Вакуленко, В.В. Регуляторы роста растений. / В. В. Вакуленко, О. А. Шаповал //Агро XXI, – 1999, – № 3. – С 3-4.
33. Васильев, И.П. Практикум по земледелию / И.П. Васильев, А.М. Туликов, Г.И. Баздырев // Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений. - М.: Колосс, 2004. - 424 с.
34. Вахрушева, Т.Е. Влияние погодных условий на особенности цветения сафлора в Ленинградской области / Т.Е. Вахрушева, Л.Ф.Харитоновна // Материалы докл. Второго междунар. симпоз. Новые и нетрадиц. растения и перспективы их практ. использ. - Пушкино, 1997. - Т.5. - С. 619-620.
35. Верзилов, В. Ф. Регуляторы роста растений и их применение в сельском хозяйстве / В. Ф. Верзилов. – М.: Наука, 1971. – 144 с.
36. Воронов, С. И. Влияние норм высева на продуктивность сафлора красильного / С. И. Воронов, Ю. Н. Плескачев, Д. А. Магомедова, И. В.
37. Воробьева, С.В. Критерии углеводного питания жвачных животных России – 2005 – №2 – С.47-48.
38. Киричкова // Проблемы развития АПК региона. – 2020. – № 2(42). – С. 27-30.
39. Гамбург, К.З. Регуляторы роста растений / С.З. Гамбург, О.Н. Кулаева, Г.С. Муромцев, Л.Д. Прусакова, Д.И. Чкаников. – К.: Колос, 1979. – С. 246.
40. Гаммерман, А. Ф. Лекарственные растения (Растения-целители): Справ. пособие / А.Ф. Гаммерман, Г.Н. Кадаев, А.А. Яценко-Хмелевский // 4-е изд., испр. и доп. - М.: Высш. шк., 1990. - 544с.

41. Герасимова, Е.В. Подбор сортов и применение биостимуляторов роста при возделывании картофеля в условиях орошения степной зоны Южного Урала: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата с.-х. наук / Е.В. – Оренбургский государственный аграрный университет. – Усть-Кинельский, 2018. – 16с.
42. Горлова, Л. А. Применение регуляторов роста для повышения зимостойкости и урожайности рапса озимого в условиях центральной зоны Краснодарского края / Л. А Горлова, В. В Сердюк., О. А Сердюк // АгроФорум. – 2019. – № 8. – С. 76-78.
43. 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.
44. Горбунов, О. Почву очистит сафлор / О. Горбунов // Изобретатель и рационализатор. - 2012. - № 11. - С. 8-9.
45. Государственный стандарт ГОСТ 10855-64 «Семена масличные. Методы определения лужистости».
46. Государственный стандарт ГОСТ 30623-98 «Масла растительные и маргариновая продукция. Жирнокислотный состав конкретных растительных масел и маргаринов (по группам)». Приложение В. - С. 123–129.
47. Гребинский, С.О. Биохимия сафлора / С.О. Гребинский // Биохимия культурных растений. - М.-Л., 1938. - Т.3. - С. 332-342.
48. Гудимо, В.В. Применение баковых смесей гербицидов и регуляторов роста на посевах клевера паннонского в лесостепи Среднего Поволжья: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата с.-х. наук / В.В. Гудимо. – Пензенская сельскохозяйственная академия. - Пенза, 2013 – 16с.
49. Гущина В.А. Экономическая оценка эффективности возделывания ярового рапса в лесостепи среднего Поволжья / В.А. Гущина, А.С. Лыкова // Нива Поволжья, 2012. – №. 2. – С. 99-103.

50. Данилович, К.Н. Физиология семян/ К.Н. Данилович // М.: Наука, 1982. 202 с.
51. Дворецкий, С.А. Эффективность применения гербицидов и регуляторов роста в посевах озимой пшеницы / С. А. Дворецкий, Т. Ф. Девяткина, Д. В. Бочкарев, Н. В. Смолин // Нива Поволжья. – 2012. – № 4(25). – С. 15-19.
52. Дейнека, В.И. Анализ растительных масел с использованием ВЭЖХ/ В.И. Дейнека, Н.Г. Габрук, Г.М. Фофанов, Л.А. Манохина, Н.А. Сидельникова // Журнал аналитической химии. - 2003. - Т. 58. - № 12. - С. 1294-1300.
53. Деревицкий, Н.Ф. Опытное дело в растениеводстве / Н.Ф. Деревицкий. – Кишинев, 1962. – 616с.
54. Добрынин, И.А. Сафлор / И.А. Добрынин // Естественные органические вещества. - Л.: Научное химико-технологич. изд-во, 1929. - С. 117-120.
55. Де Вит, К.Т. Моделирование биологических систем // Моделирование роста и продуктивности с.-х. культур. – Л.: Россельхозиздат, 1986 – 320 с.
56. Дедова, Э.Б. Агрэкологическое сортоиспытание сафлора красильного в условиях рисового севооборота Сарпинской низменности / Э.Б. Дедова, А.В. Попов // Современные энерго - и ресурсосберегающие экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства: сборник науч. тр. / под ред. Н.В. Бышова. – Вып. 12. – Рязань. - ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. - С. 37-40.
57. Денисов, Е.П. Рекомендации по адаптации технологии прямого посева в Саратовской области/ Е.П. Денисов, В.Б. Нарушев, А.П. Солодовников, Д.А. Уполовников, и др.- Саратов. - 2012.- 16 с.
58. Дорожкина, Л. А. Циркон, эпин-экстра и силиплант в инновационных технологиях возделывания зерновых культур / Л.А. Дорожкина, П.Е. Пузырьков, Н.И. Добрева, В.Н. Рыбина // Зерновое хозяйство России. – 2011. – № 4. – С. 75-86.
59. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. - М.: Агропромиздат, 1985. – 352 с.
60. Дояренко, А.Г. Факторы жизни растений. – М.: Колос. 1966. – 280 с.

61. Дублянская, Н.Ф. Биохимические особенности основных масличных культур СССР / Н.Ф. Дублянская, А.Г. Малышева // Масличные и эфиромасличные культуры. – М.: Колос, 1964. – С.12-15.
62. Ефремова, Ю.В. Агробиологические основы интенсификации технологии возделывания озимой пшеницы на черноземе, выщелоченном при применении биостимуляторов роста: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата с.-х. наук / Ю.В. Ефремова. – Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина. – Орел, 2017 - 16с.
63. Жученко, А.А. Адаптивный потенциал культурных растений (Экологические основы). – Кишинев: Штиница, 1988. – С.12-21.
64. Жученко, А.А. Адаптивное растениеводство (Эколого-генетические основы). – Кишинев: Штиница, 1990. – 432 с.
65. Жученко, А.А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства. – М.: Пушино, 1994. – 148 с.
66. Жученко, А.А. Ресурсосбережение – путь к рентабельному земледелию // АПК: Экономика, управление – 1996 – №11. – С.8-13.
67. Жученко, А.А. Фундаментальные и прикладные научные приоритеты адаптивной интенсификации растениеводства в XXI веке. – Саратов, 2000. – 275 с.
68. Жученко, А.А. Адаптивная система селекции растений (Эколого-генетические основы): Монография. – М.: Изд-во РУДН, 2001. Т.1. – 561 с.
69. Загородских, Б.П. Биотопливо для дизелей на основе сафлорового масла / Б.П. Загородских, М.К. Тохиян, А.А. Кожевников, В.А. Чугунов // Нива Поволжья. – Пенза, 2009. – №4(13). – С. 71-74.
70. Загородских, Б.П. Сафлоровое масло вместо рапсового / Б.П. Загородских, А.А. Кожевников, С.А. Фадеев // Сельский механизатор. – М., 2010. – №6. – С. 34-35.

71. Захаренко, В. А. Энергетические затраты в сельскохозяйственном производстве / В. А. Захаренко // Сельское хозяйство за рубежом. – 1983. – № 5. – С. 2–6.
72. Зеленцов, И.А. Приемы технологии возделывания нута в условиях лесостепи среднего Поволжья: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата с.-х. наук / И.А. Зеленцов. - Пензенская сельскохозяйственная академия. – Пенза, 2014 – 16с.
73. Землинский, С.Е. Лекарственные растения СССР / С.Е. Землинский.- М.: Медгиз, 1951. - 524 с.
74. Злотников, А. К. Альбит на подсолнечнике / А. К. Злотников, К. М. Злотников // Земледелие. – 2009 – №8. – С. 25
75. Золоторев, Д.В. Формирование урожайности и посевных качеств семян озимой пшеницы при использовании нестицидов в условиях лесостепи Среднего Поволжья: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата с.-х. наук / Д.В. Золоторев. - Пензенская сельскохозяйственная академия. - Пенза, 2013 – 16с.
76. Зубков, В.В. Рекомендации по возделыванию перспективных масличных культур озимого рыжика и сафлора красильного / В.В. Зубков. - Самара: ОГУ Самара АРИС, 2012. - 19 с.
77. Зубков, В.В. Перспективы использования масла семян сафлора красильного в пищевой и фармацевтической промышленности / В.В. Зубков, А.В. Милехин, В.А. Куркин, А.В. Харисова, И.А. Платонов, Л.В. Павлова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - 2014. - т.16. - №5(3). - С. 1135-1139.
78. Иваненко, Е.Н. Перспективные образцы сафлора для использования в кормовых целях / Е.Н. Иваненко, О.Ф. Поляничко // Науч. техн. бюл. ВИР. - 1993. - Вып. 232. - С. 34 - 40.
79. Иванов, В. М. Урожайность и качество маслосемян сафлора красильного в зависимости от технологии посева в Волгоградском Заволжье / В. М. Иванов, В. В. Толмачев // Известия Нижневолжского

- агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2010. – № 4(20). – С. 35-42.
80. Иванов, В.М. Сроки, нормы и способы посева сафлора в Волгоградском Заволжье / В.М. Иванов, В.В. Толмачев // Аграрный вестник Урала. - 2010. - №7. - С. 72-74.
81. Иванов, С.Л. Маслообразование в растениях / С.Л. Иванов // Успехи сов. Биологии. - 1946. - Т. 22. - Вып. 2. - С. 181– 196.
82. Исмухамбетов, Ж.Д. Вредители сафлора / Ж.Д. Исмухамбетов // Защита и карантин растений. - 2008. - №2. - С. 57-58.
83. Камышанов, И.Г. Влияние норм высева и биологически активных веществ на урожайность и качество зерна сортов ячменя на каштановых почвах Волгоградской области: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата с.-х. наук / И.Г. Камышанов. – Волгоградский государственной сельскохозяйственной академии. - Волгоград, 2007 – 16с.
84. Картамышев, В.Г. Селекция масличных культур в зоне недостаточного увлажнения / В.Г. Картамышев, В.В. Картамышева, В.Г. Шурупов // Стратегия адаптивной селекции полевых культур в связи с глобальным потеплением климата. - Саратов, 2004. - С. 369-373.
85. Каргин, В.И. Влияние биопрепаратов на формирование урожайности озимых культур и посевные качества семян / В.И. Каргин, А.А. Ерофеев, И.А. Латышова, и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 6. – С. 25-27.
86. Каргин, В. И. Изменение фотосинтетической деятельности посевов ячменя в зависимости от сроков внесения био - и гуминовых препаратов / В. И. Каргин, В. Е. Камалихин, Р. А. Захаркина // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 2(46). – С. 52-57.
87. Кильянова, Т. В. Влияние микробиологических удобрений на продуктивность сафлора красильного / Т. В. Кильянова, Н. В. Сафина // Агромир Поволжья. – 2018. – № 4(32). – С. 33-36.

88. Кирюшин, В. И. Актуальные проблемы и противоречия развития земледелия / В. И. Кирюшин // Земледелие. – 2019. – № 3. – С. 3-7.
89. Кирюшин, В. И. Экологические основы земледелия / В. И. Кирюшин – М.: Колос, 1996. – 396 с.
90. Кислов, А.В. Перспективы возделывания новых масличных культур в степной зоне Южного Урала / А.В. Кислов [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2014. - №2(46). - ч. 1. - С. 44-46.
91. Классификация и диагностика почв СССР. - М.: Колос, 1977. - 224 с.
92. Конопля, Н. Особенности выращивания сафлора и защита посевов от сорняков / Н. Конопля, О. Курдюкова, Е. Жердева // Главный агроном. - 2013. - № 12. - С. 32-33.
93. Константинов, П.Н. Основы сельскохозяйственного опытного дела / П.Н. Константинов. – М., Сельхозгиз, 1952. – С.5-143.
94. Коржавина, Н.Ю. Эффективность предпосевной обработки семян микроудобрениями ЖУСС и подкормки азотными удобрениями при возделывании озимой пшеницы в лесостепи Поволжья: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата с.-х. наук / Н.Ю. Коржавина. – Самарская государственная сельскохозяйственная академия. – Усть-Кинельский, 2017 - 16с.
95. Кошелева, И. К. Оптимизация приемов возделывания кукурузы на зерно в условиях лесостепи Среднего Поволжья: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата с.-х. наук / И.К. Кошелева. - Самарская государственная сельскохозяйственная академия. - Усть-Кинельский, 2018 – 16с.
96. Кузнецов, В.С. Масличные и эфиромасличные культуры. Растениеводство / В.С. Кузнецов. - М: Агропромиздат, 1979. - С. 388-429.
97. Кузнецов, В. С. Масличные и эфирно–масличные культуры // В.С. Кузнецов, Г.Г. Гатаулина // Растениеводство. - М., 1986. - С. 338-428.

98. Кузнецов, Н.И. 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.
99. Куркин, В.А. Фармакогнозия: учебник для студентов фармацевтических вузов (факультетов) / В.А. Куркин // 2-е изд., перераб. и доп. – Самара: ООО «Офорт», ГОУ ВПО «СамГМУ Росздрава», 2007. - 1239 с.
100. Кушнир, А.С. Технология возделывания сафлора / А.С. Кушнир. - Волгоград: Нижне-Волжский НИИСХ, 2002. - 216 с.
101. Курылева А.Г. Реакция яровой пшеницы и ячменя на фунгициды и биологические препараты в Среднем Предуралье: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата с.-х. наук / А.Г. Курылева. - Ижевская государственная сельхоз академия. - Пермь, 2012 – 16с.
102. Лавронов, Г.А. Опыты по агротехнике масличных культур / Г.А. Лавронов // В кн: “Полевые культуры на богаре Узбекистана”. - Ташкент, 1948. - С. 116-129.
103. Лазаричева С.Г, Возделывание сафлора за рубежом / С.Г. Лазаричева // Достижения науки и передовой опыт в сельском хозяйстве. - 1977. - сер.1. - №8. - С. 46-51.
104. Леус, Т.В. Наследование колючек и формы обертки у некоторых образцов сафлора красильного / Т.В. Леус // Вестник Харьковского национального университета им. В.Н. Каразина. - 2012. - Вып.15. - С. 99-102.
105. Лукаткин, А. С. Влияние регуляторов роста на проявления токсического действия гербицидов на растения / А. С. Лукаткин, А. С. Семенова, А. А. Лукаткин // Агрехимия. – 2016. – № 1. – С. 73-95.
106. 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.
107. Максумов, А.Н. Некоторые итоги изучения культуры сафлора на богаре Таджикистана / А.Н. Максумов, В.Д. Ануфриев // Изв. АН Тадж. ССР. Отд. биол. Наук. - 1963. - Вып. 3(14). - С. 25-38.
108. Марков, П.А. Разведение горчицы, рыжика и сафлора / П.А. Марков. - М.Л.: Огиз, 1927. - 37 с.
109. Мелихов, В.В. Возделывание сафлора красильного в рисовом севообороте Сарпинской низменности / В.В. Мелихов, А.В. Попов, Э.Б. Дедова, А.А. Дедов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – Волгоград, 2016. - №3. – С. 42-49.
110. Мелихов, В.В. Технология возделывания сафлора красильного в рисовых агроландшафтах Сарпинской низменности /В.В. Мелихов, А.В. Попов//Российская сельскохозяйственная наука, Москва. – 2017. - №2, Стр.21-25.
111. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. - М.: Колос, 1971. - Вып. 1-3. - 719 с.
112. Методика биоэнергетической оценки эффективности технологий в орошаемом земледелии / Под ред. Л.Г. Прищепа, Б.Б. Шумакова, И.П. Макарова. – Москва, 1989. - 80 с.
113. Медведев П.Ф. Новые культуры. / П.Ф. Медведев – Краснодар, 1940. – 109 с.
114. 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. – Т. 15. – № 3(56). – С. 43-52.
115. Минаков, И.А. Экономика сельского хозяйства / И.А. Минаков. - М.: Колос, 2000. - 327 с.

116. Минкевич И.А. Масличные культуры. / И.А. Минкевич, В.Е. Борковский. - М.: Сельхозгиз, 1952. – 580 с.
117. Миркин, Б. М. О роли биологического разнообразия в повышении адаптивности сельскохозяйственных экосистем / Б. М. Миркин, Л. Г. Наумова, Р. М. Хазиахметов // С.-х. биология. – 2003. – № 5. – С. 83–92.
118. Момот Я.Г. Культура сафлора в Узбекистане / Я.Г. Момот. - Ташкент, 1956. – 29 с.
119. Морозов, В.К. Масличные культуры / В.К. Морозов. - Саратов: Облгиз, 1947. - 88 с.
120. Нарушев, В.Б. Изучение приемов возделывания сафлора в Саратовской области// В.Б. Нарушев, Куанышкалиев А.Т., Мажаев Н.И., Желмуханов Т.А. В сборнике: научное обеспечение АПК. Материалы науч.-практ. конф. специализированной агропромышленной выставки «Саратов-Агро 2012». Под ред. И.Л. Воротникова. 2012.- С.42-43.
121. Нарушев, В.Б. Расширение биоразнообразия возделываемых масличных культур в степном Поволжье/ В.Б. Нарушев, А.Т. Куанышкалиев, Д.А. Горшеин, Н.И. Мажаев// Вестник Саратовского госагроуниверситета. - 2012. - №10. - С. 59-61.
122. Нарушев, В.Б. Инновационные приемы формирования высокопродуктивных агроценозов сафлора в Саратовском Заволжье/ В.Б. Нарушев, А.Т. Куанышкалиев, Н.И. Мажаев, Т.А. Желмуханов// Инновации и инвестиции. - 2014. - №7.- С. 19-22.
123. Нарушев, В. Б. Разработка технологии возделывания сафлора в Саратовском Левобережье / В. Б. Нарушев, Н. И. Мажаев, Т. А. Желмуханов // Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы: VII Всероссийская научно-практическая конференция, Саратов, 18–22 марта 2013 года / Под редакцией И.Л. Воротникова. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2013. – С. 50-51.

124. Нарциссов, В.П. Научные основы систем земледелия. – М.: Колос, 1982. – 328 с.
125. Научные основы эффективного применения удобрений в Поволжье и Оренбургской области. – Саратов: Прив. кн. изд-во, 1983 – 166 с.
126. Ничипорович, А.А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах: Методы и задачи учета в связи с формированием урожаев / А.А. Ничипорович, Л.Е. Строганова, С.Н. Чмора [и др.]. - М.: Изд-во АН СССР, 1961. - 135 с.
127. Ничипорович, А.А. Фотосинтез и вопросы продуктивности растений / А.А. Ничипорович. - М.: Изд-во АН СССР, 1963. - 159 с.
128. Ничипорович, А.А. Фотосинтез и урожай / А.А. Ничипорович. - М.: Знание, 1966. - 148 с.
129. Ничипорович, А.А. Физиология фотосинтеза и продуктивность растений / А.А. Ничипорович // Физиология фотосинтеза. - М.: Наука, 1982. - С. 7-33.
130. Норов, М.С. Рекомендации по возделыванию сафлора на богарных землях Республики Таджикистан / М.С. Норов, Т.С. Нурзуллоев. - Душанбе, 2001. - 10 с.
131. Норов, М.С. Продуктивность и кормовые достоинства сафлора при различных сроках посева и густоты стояния растений / М.С. Норов // Сб. научных трудов НПО «Зироаткор». - Душанбе, 2002. - С. 85-90.
132. Норов, М.С. Научное обоснование технологии выращивания сафлора на богаре Центрального Таджикистана. Автореферат дисс. доктор с-х наук / М.С. Норов. - Москва, 2006. – 41 с.
133. Облащикова, И.Р. Улучшение термоокислительной стабильности смазочных материалов на основе растительных жиров / И.Р. Облащикова, И.А. Иванов, А.Е. Груздев // Тезисы 5-ой научно-технической конференции «Актуальные проблемы состояния и развития нефтегазового комплекса России», Секция 4. - М., 2003. - С. 31.

134. Осипов, А.А. Влияние элементов технологии возделывания на урожайность и качество зерна озимой пшеницы на Юго-Западе центрального региона России: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата с.-х. наук / А. А. Осипов. - Брянский государственный аграрный университет. - Брянск, 2018 – 16с.
135. Панасин, В.И. Сравнительная эффективность регуляторов роста Карамба Турбо и Оптима Дуо при возделывании озимого рапса / В. И. Панасин, Д. А. Рымаренко // Земледелие. – 2017. – № 5. – С. 24-26.
136. Панасин, В.И. Урожайность озимого рапса при использовании регулятора роста Карамба Турбо / В. И. Панасин, Д. А. Рымаренко, В. В Долинина. // Плодородие. – 2014. – № 1 (76). – С. 13-14.
137. Панасюга, А.П. Влияние морфорегуляторов на продуктивность горчицы белой. / А.П. Панасюга, П. А. Саскевич, В. Р. Кажарский // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии – 2017. – №1 – С 33-37.
138. Пантелеев, В.А. Сафлор красильный / В.А. Пантелеев // Газета «Волга». - 2002. - №3.
139. Паршин, В.А. Биоэнергетическая оценка технологий возделывания сельскохозяйственных культур / В.А. Паршин, М.М. Оконов, Т.И. Бакинова. - Элиста: АПП «Джангар», 1997. -160 с.
140. Петров, П.П. Продуктивность, посевные качества и урожайные свойства семян озимой тритикале под влиянием регуляторов роста и некорневых подкормок в Среднем Предуралье: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата с.-х. наук / П.П. Петрова. – Ижевская государственная сельхоз академия - Пенза, 2016 – 16с.
141. Петрушин, В.В. Эффективность гуминовых препаратов при выращивании сельскохозяйственных культур / В.В. Петрушин, Х.А. Пискунова, А.В. Федорова. // Агрехимический вестник. – 2002. - № 1. - С. 14-15.

142. Плечев, Д.В. Влияние минеральных удобрений и регуляторов роста на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата с.-х. наук / Д.В. Плечев. – Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия имени П.А. Столыпина. - Пенза, 2016 – 16с.
143. Полушкин, П.В. Режим орошения и динамика влажности почвы под сафлором красильным / П.В. Полушкин // Экологические проблемы в АПК, сб. науч. работ. - Саратов, 2006. - С. 231-234.
144. Полушкин, П.В. Рекомендации по технологии выращивания сафлора на орошаемых землях Саратовского Заволжья / П.В. Полушкин, Л.А. Серова.- Саратов: Мустанг Плюс, 2006. - 14 с.
145. Полушкин, П.В. Влияние водного режима и густоты стояния на продуктивность сафлора красильного на светло-каштановых почвах Саратовского Заволжья. Автореферат дисс. канд. с.-х. наук / П.В. Полушкин. - Саратов, 2007. - 18 с.
146. Попов, А.В. Опыт возделывания сафлора красильного в рисовом севообороте сарпинской низменности / А.В. Попов, А.А. Дедов // Мелиорация и водное хозяйство: проблемы и пути решения. Материалы международной научно-практической конференции. Том I. – М.: Изд. ВНИИА, 2016. - С. 385-387.
147. Попов, А.В. Урожайность сафлора красильного в рисовом севообороте Сарпинской низменности / А.В. Попов, А.А. Дедов // Материалы международной научно-практической Интернет-конференции «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования» - ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия». – Солёное Займище, 2016. - С.2278 - 2282.
148. Полевой опыт / Под ред. Н.Г. Найдина. – М.: Колос, 1968. – 328 с.

149. Посыпанов, Г.С. Растениеводство / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Г.В. Коренев и др. - М.: Колос, 1997. – 447с.
150. Потапова, Н. В. Влияние регуляторов роста на снижение вредного действия биотических факторов в посевах озимой пшеницы в условиях юга Нечерноземной зоны: специальность 06.01.01 "Общее земледелие, растениеводство": автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Потапова Наталья Васильевна. – Пенза, 2013. – 19 с.
151. Праздничкова, Н.В. Совершенствование технологии возделывания яровой твердой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата с.-х. наук / Н.В. Праздничкова. - Самарская государственная сельскохозяйственная академия. - Самара, 2005 – 16с.
152. Прозоров, Е. Сафлор (*Carthamus tinctorius*) - самая засухоустойчивая масличная культура / Е. Прозоров // Главный агроном. - 2012. - №12. - С. 30-32.
153. Рудометова, Н.В. Перспективы использования сафлора как источника натуральных пищевых красителей / Н.В. Рудометова и др. // Хранение и переработка сельхозсырья. - 2006. - №10. - С. 73-75.
154. 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.
155. Рыбакова, О.В. Оценка качества растительных масел и масляных экстрактов, применяемых в фармации / О.В. Рыбакова, Е.Ф. Сафонова, А.И. Сливкин // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. - 2007. - №2. - С. 174-177.
156. Руденко, М.И. Определение фаз развития сельскохозяйственных растений. – М.: МОИП, 1950. – 151 с.

157. Савельев, А. С. Эффективность применения регуляторов роста в снижении вредоносности стрессовых факторов и паразитарных болезней в посевах зерновых культур в условиях лесостепи юга Нечерноземной зоны: специальность 06.01.07 "Защита растений": диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Савельев Андрей Сергеевич. – Саранск, 2007. – 230 с.
158. Савенков, В. П. Эффективность применения регуляторов роста растений и гуминовых удобрений при возделывании ярового рапса / В. П. Савенков // Повышение эффективности селекции, семеноводства и технологии возделывания рапса и других масличных капустных культур: сборник научных докладов на международном координационном совещании по рапсу. – Липецк: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2016. – С. 151-162.
159. Сагитов, А.О. Чай из сафлора и его полезные свойства / А.О. Сагитов, А.А. Азембаев // Вестник КАЗНМУ. - 2013. - №3. – С. 156 -158.
160. Сазанов, В.И. Сельскохозяйственное опытное дело в растениеводстве и его методика. – М.: Изд-во сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов, 1962. – 112 с.
161. Самылина, И.А., Фармакогнозия. Атлас: учебное пособие: в 2-х томах / И.А. Самылина, О.Г. Аносова. - М.: ГЭОТАР–Медиа, 2007. - Т.2. - С. 140-146.
162. 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. – Т. 21. – № 6(92). – С. 95-100.
163. Селянинов, Г.Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата / Г.Т. Селянинов // в кн.: Мировой агроклиматический справочник. - Л.- М., 1937. С. 5 -27.
164. Семеноведение и стандартизация масличных культур // Сборник научных трудов ВНИИ масличных культур. - Краснодар, 1989. - 138 с.

165. Семикова, Е.Н. Приемы возделывания яровой тритикале в лесостепи Среднего Поволжья: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата с.-х. наук / Е.Н Семикова. - Пензенская сельскохозяйственная академия. – Пенза, 2010 – 16с.
166. Серебряков, А.А. Влияние способов основной обработки черного пара и регуляторов роста растений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы на светло-каштановых почвах Волгоградской области: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата с.-х. наук / А.А. Серебряков. – Волгоградский государственный аграрный университет. - Волгоград, 2015 – 16с.
167. Серебряков, В.Ф. Сравнительная продуктивность сортов озимой пшеницы в зависимости от применения регуляторов роста растений на светло-каштановых почвах волгоградской области: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата с.-х. наук / В.Ф. Серебряков. - Волгоградский государственный аграрный университет. - Волгоград, 2013 – 16с.
168. Синеговская, В.Т. Продуктивность посевов сои в зависимости от совместного применения гербицидов и биологически активных веществ в Приамурье В.Т.Синеговская, Г.П.Чепелев Дальневосточный аграрный вестник. –2018.– № 2 (46).– С. 44-51.
169. Синская, Е.Н. Историческая география культурной флоры / Е.Н. Синская. - Л., 1969. – 149 с.
170. Синьков, А. А. Влияние регуляторов роста на ограничение абиотических и биотических стрессов при выращивании озимой пшеницы на черноземе выщелоченном юга Нечерноземья: автореферат на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / А. А Синьков. – Саратов, 2011. – 16 с.
171. Синягин, И.И. Площади питания растений / И.И. Синягин. М.: Россельхозиздат, 1975. - 383 с.

172. Смирнов, Б.Н. Рекомендации по методике проведения наблюдений и исследований в полевом опыте / Б.Н. Смирнов, П.Г. Кабанов, Б.В. Попов, А.И. Щетинин. – Саратов, Приволжское книжное изд-во. 1973. – 206 с.
173. Смолин, Н. В. Влияние регуляторов роста на зараженность озимой ржи бурой ржавчиной и мучнистой росой / Н. В. Смолин, А. С. Савельев // Защита и карантин растений. – 2007. – № 6. – С. 30-31.
174. Соболева, Н.М. Применение гумата «Плодородие» в Вологодской области / Н.М. Соболева, В.М. Кушнарченко. // Агрехимический вестник. - 2002. - № 1. - С.25.
175. Совершенствование технологии возделывания ярового рапса на маслосемена в условиях юга Нечерноземной зоны / С. А. Девяткин, Т. Ф. Девяткина, Р. Ф. Баторшин, Д. В. Бочкарев // Зерновое хозяйство России. – 2020. – № 4(70). – С. 19-22.
176. Федеральный Реестр Биологически активных добавок (БАДы) (Электронный ресурс), электрон. дан. 2018. – URL: <http://www.ros-med.info/bad>.
177. Типовые нормы выработки и расхода топлива на механизированные полевые работы в сельском хозяйстве. Т.2 / Всесоюзн. науч.-исслед. ин-т экономики сел. хоз-ва (ВНИЭСХ). - М.: Агропромиздат, 1990. - 272 с.
178. Типовые нормы выработки и расхода топлива на механизированные полевые работы в сельском хозяйстве. Т.1 / Всесоюзн. науч.-исслед. ин-т экономики сел. хоз-ва (ВНИЭСХ). - М.: Агропромиздат, 1990. - 352 с.
179. Тооминг, Х.Г. Математическое моделирование структуры и продукционного процесса фотосинтеза / Х.Г. Тооминг // Общая биология. - 1974. - Вып.35. - №2 - С. 181-185.
180. Тюкина Е.В. Антистрессовое действие регуляторов роста при использовании гербицидов на растения озимой пшеницы / Е.В. Тюкина, Т.Ф. Девяткина, Т.С. Колмыкова, Д.В. Бочкарев // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2013. – № 5. – С. 41-45.

181. Тюкина, Е. В. Адаптационная роль регуляторов роста в снижении неблагоприятных абиотических факторов на озимой пшенице в условиях Среднего Поволжья: специальность 06.01.01 "Общее земледелие, растениеводство": диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Тюкина Е. В. – Саранск, 2013. – 182 с.
182. Узьянбаев, А. Х. Эффективность применения гуми-90 совместно с наземными гербицидами / А. Х. Узьянбаев [и др.] // Тезисы Второй Всероссийской конференции «Гуминовые вещества в биосфере». Уфа. – 2008. – С. 33
183. Фролова, Е.Ю. Влияние регуляторов роста и микроэлементов на морфофизиологические показатели и урожайность яровой пшеницы в лесостепи Поволжья: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата с.-х. наук / Е.Ю. Фролова. – Пензенский государственный университет. - Пенза, 2016 – 16с.
184. Цыганов, А. Р. Урожайность и качество семян рапса ярового в зависимости от применения микроудобрений и регуляторов роста / А. Р. Цыганов, А. С. Мастеров, Е. А. Плевко // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – №4. – С. 100-104
185. Чекалин, С.Г. Сафлор в севооборотах в аспекте диверсификации растениеводства / С.Г. Чекалин // Аналитическая справка. - Уральск, 2003 – 7 с.
186. Черномаз, П.А. Масличные и эфирно-масличные культуры / П.А. Черномаз // Растениеводство. - М., 1959. - С. 296-343.
187. Чирков, С.В. Влияние приемов использования регуляторов роста на урожайность яровой пшеницы в Предуралье: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата с.-х. наук / С.В. Чирков. – Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д.Н. Прянишникова. - Пермь, 2009 – 16с.

188. Шаповал, О. А. Регуляторы роста растений в практике сельского хозяйства. / О. А. Шаповал, В. В. Вакуленко, Л. Д. Прусакова, И. П. Можарова // – М: ВНИИА, – 2009, –с. 60
189. Шевелуха В.С., Регуляторы роста растений в сельском хозяйстве / В.С. Шевелуха, В.М Ковалев, Л.Г. Груздев, И.К. Блиновский // Вестник с.-х. науки. 1985. – №9. – С.57–65.
190. Шахмедов, И.Ш. Особенности возделывания красильного сафлора в Астраханской области / И.Ш. Шахмедов, Е.В. Полякова // Технологические основы экономического развития сельского социума. - М.: Изд-во «Современные тетради», 2001. - С. 460 - 464.
191. Шахмедов, И.Ш. Рекомендации по возделыванию сафлора в Астраханской области. / И.Ш. Шахмедов, Е.Н. Григоренкова и др. - Астрахань: ВНИИОБ, 2002. – С. 371-373.
192. Шахмедов, И.Ш. Рекомендации по возделыванию сафлора в Астраханской области / И.Ш. Шахмедов, В.П. Зволинский, Е.И. Костыренко, В.Кузнецова // Высокие технологии в аграрном комплексе. – М.: Изд.-во “Современные тетради”, 2002. - С. 371-373.
193. Шахмедов, И.Ш. Рекомендации по возделыванию сафлора. Видовое разнообразие и динамика развития природных и производственных комплексов Нижней Волги / И.Ш. Шахмедов [и др.] // Прикасп. науч.-исслед. ин-т арид. Земледелия. – М., 2003. - Т.1. - С. 493-499.
194. 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.
195. Шмаков, П.Ф. Масличные культуры: биологические особенности, технология производства, сорта, состав, питательность и использование при кормлении крупного рогатого скота / П.Ф. Шмаков, И.А. Лошкомойников, А.Н. Пузиков, Г.Н. Кузнецова, Р.С. Поляков, и др.– Омск, 2013. – С. 11–24.

196. Шотт, П.Р. Сафлор красильный - ценная масличная и лекарственная культура / П.Р.Шотт // Пища. Экология. Качество. - Новосибирск, 2002. - С. 299-301.
197. Шпаар, Д. Возобновляемое растительное сырье / Под общей редакцией Д. Шпаара. - Санкт-Петербург, Пушкин, 2006. - 382 с.
198. Энергетическая оценка эффективности приемов возделывания полевых культур: учебное пособие / Э. Ф. Вафина, П. Ф. Сутыгин. - Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016. - 62 с.
199. Юров, М.И. Формирование урожайности и качества зерна голозерного ячменя при использовании регуляторов роста и гербицидов в условиях лесостепи Среднего Поволжья: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата с.-х. наук / М.И. Юров. - Пензенская сельскохозяйственная академия. - Пенза, 2013 - 16с.
200. Янов, В.И. Практикум по растениеводству: Учебное пособие / В.И. Янов. - Элиста: ЗАОр НПП «Джангар», 2007. - 384 с.
201. Alessi, J. Effects of seeding date and population on water – use efficiency and safflower yield / J. Alessi, F. Power, D.C. Zimmerman. - «Agron J», 1982. - №5. - P. 783-787.
202. Armstrong, E.L.; Nicol, H.I. Reducing height and lodging in rapeseed with growth regulators. Aust. J. Exp. Agric. 1991. – V. 31. –P. 245–250.
203. Asgarpanah, J. Phytochemistry, pharmacology and medicinal properties of *Carthamus tinctorius* L. / J. Asgarpanah, N. Kazemivash // Chin J Integr Med. – 2013. - Vol. 19, -№2. - P. 153-159.
204. Ashri, A. Evaluation of the World Collection of safflower? *Cartamus tinctorius* L. IV. Yield and yield components and their relationships / A. Ashri. – crop Sc., 1974. – 16. - P. 799-802.
205. Baylis, A.D., Hutley-Bull, P.D. The effects of a paclobutrazol based growth regulator on the yield, quality and ease of management of oilseed rape. Ann. Appl. Biol. 1991. – V. 118. – P. 445-452.

206. Choi, H.G. Constituents of flowers of *Carthamus tinctorius* L. and their antioxidant activity / H.G. Choi, Y. Jiang, S.H. Park, A.R. Son, S.H. Lee. - Korean Journal of Pharmacognosy, 2011. - Vol. 42. - №2. - P. 110-116.
207. Foster R., Williamson C. S., Lunn J. Culinary oils and their health effects // Journal compilation. British Nutrition Bulletin. 2009. - № 34. - P. 44-47.
208. Ijaz M., Mahmood K., Honermeier B. Interactive Role of Fungicides and Plant Growth Regulator (Trinexapac) on Seed Yield and Oil Quality of Winter Rapeseed // Agronomy 2015. - № 5, P. 435-446.
209. Jackon, K. Safflower growing / K. Jackon, J. Herbison. - Queensland Agr. J., 1973. - P. 282-290.
210. Kende H., Zeevaart J. The five " Classical" plant hormones //The plant cell. - 1997. - T. 9. - №. 7. - P. 1197.
211. Kerschberger, M. Ermittlung optimaler pH- Werte und pH- Stufen der Ackerboden für Pflanzenproduktion / M. Kerschberger, D. Richter // Archiv Ackerund Pflanzenbau und Bodenkunde, 1982. - V. 26. - № 3. - P. 153-158.
212. Knowles, P.F. High oleic acid content in new safflower, UC-1 / P.F. Knowles, A.B. Hill, F.E. Ruckman. - California Agriculture, 1965. - №19. - P. 12-15.
213. Knowles, P.F. Safflower tests at the west side Field Station / P.F. Knowles, C. Ritenovz, R. Hoover. - Agron Hotes, 1969. - Jan/Febr. - P. 17-20.
214. Liu, J.X. Hyperspectral characteristics of *Carthamus tinctorius* in Xinjiang region / J.X. Liu, Z. Guo, G. Li, J.W. Yue. - Zhongguo Zhong Yao Za Zhi, 2013. - Vol. 38. - №9. - P. 1335-1339.
215. Luster D.G., Miller P.A. Triazole plant growth regulator binding to native an detergent-solubilized plant microsomal cytochrome. // Pestic. Biochem. Physiol. - 1993. - V. 46. - P. 27-39.
216. Rademacher W., Bucci T. New plant growth regulators: High risk investment? // Hort Technol. 2002. - № 12 (1). - P. 64-67.
217. Rajala A., Peltonen-Sainio P. Manipulating yield potential in cereals using plant growth regulators. // Plant Growth Regulators in Agriculture and

Horticulture: Their Role and Commercial Uses” (Amarjit S. Basra, ed.). Food product Press, an imprint of The Haworth Press, 2000. – P. 27–35.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1 Длина вегетации в среднем за 2018-2020 гг.

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А*В)-R

Число градаций фактора А = 2 Число градаций фактора В = 16

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	97.00	99.00	120.00	105.33
2	96.00	100.00	121.00	105.67
3	96.00	100.00	121.00	105.67
4	96.00	100.00	121.00	105.67
5	98.00	101.00	124.00	107.67
6	97.00	99.00	121.00	105.67
7	96.00	100.00	121.00	105.67
8	96.00	100.00	121.00	105.67
9	96.00	100.00	121.00	105.67
10	97.00	101.00	122.00	106.67
11	97.00	101.00	123.00	107.00
12	96.00	101.00	122.00	106.33
13	97.00	101.00	123.00	107.00
14	98.00	101.00	122.00	107.00
15	97.00	100.00	123.00	106.67
16	96.00	100.00	121.00	105.67
17	99.00	104.00	124.00	109.00
18	100.00	104.00	125.00	109.67
19	100.00	104.00	125.00	109.67
20	101.00	105.00	128.00	111.33
21	101.00	105.00	126.00	110.67
22	99.00	104.00	124.00	109.00
23	100.00	104.00	125.00	109.67
24	100.00	104.00	125.00	109.67
25	100.00	104.00	125.00	109.67
26	103.00	105.00	127.00	111.67
27	101.00	105.00	127.00	111.00
28	100.00	105.00	126.00	110.33
29	101.00	105.00	127.00	111.00
30	100.00	104.00	125.00	109.67
31	101.00	104.00	126.00	110.33
32	100.00	104.00	125.00	109.67

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	НСР
Общее	12206.656	95			
Блоки	11764.562	2	5882.281	20075.320*	
Варианты	423.927	31	13.675	46.671*	0.881
Фактор А	372.042	1	372.042	1269.721*	0.220
Фактор В	41.125	15	2.742	9.357*	0.623
Взаим. АВ	10.760	15	0.717	2.448*	0.881
Остат.	18.167	62	0.293		
Средние по фактору А: (Sa=			0.078)		
106.19; 110.12;					
Средние по фактору В: (Sb=			0.221)		
107.17; 107.67; 107.67; 108.50; 109.17; 107.33; 107.67; 107.67;					
107.67; 109.17; 109.00; 108.33; 109.00; 108.33; 108.50; 107.67;					

Приложение 2 Высота растений в среднем за 2018-2020 гг.

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А*В)-R

Число градаций фактора А = 2 Число градаций фактора В = 16

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	63.30	64.50	74.40	67.40
2	66.20	62.70	76.90	68.60
3	64.70	63.60	75.70	68.00
4	63.80	58.80	74.20	65.60
5	68.90	59.50	77.60	68.67
6	63.80	63.00	73.90	66.90
7	66.20	61.40	77.00	68.20
8	66.20	65.40	76.20	69.27
9	67.10	62.60	73.40	67.70
10	70.10	66.50	76.80	71.13
11	70.90	63.90	77.10	70.63
12	73.50	68.40	79.90	73.93
13	70.20	65.60	77.50	71.10
14	70.00	64.80	74.10	69.63
15	68.20	62.80	74.60	68.53
16	67.60	65.50	75.00	69.37
17	66.10	62.40	77.00	68.50
18	69.30	68.10	81.00	72.80
19	65.70	64.60	80.30	70.20
20	68.30	57.20	76.70	67.40
21	70.30	70.30	80.50	73.70
22	67.90	66.40	79.20	71.17
23	67.00	64.80	73.40	68.40
24	70.60	67.30	82.00	73.30
25	70.50	63.10	80.70	71.43
26	70.40	64.60	82.10	72.37
27	71.90	69.60	75.30	72.27
28	76.10	71.70	84.20	77.33
29	67.80	63.70	76.70	69.40
30	68.60	65.90	75.90	70.13
31	69.80	64.70	76.50	70.33
32	69.80	68.00	80.20	72.67

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	НСР
Общее	3511.249	95			
Блоки	2701.005	2	1350.503	357.460*	
Варианты	576.005	31	18.581	4.918*	3.165
Фактор А	126.490	1	126.490	33.480*	0.791
Фактор В	375.365	15	25.024	6.624*	2.238
Взаим. АВ	74.150	15	4.943	1.308	
Остат.	234.240	62	3.778		
Средние по фактору А: (Sa= 0.281)					
69.04; 71.34;					
Средние по фактору В: (Sb= 0.794)					
67.95; 70.70; 69.10; 66.50; 71.18; 69.03; 68.30; 71.28;					
69.57; 71.75; 71.45; 75.63; 70.25; 69.88; 69.43; 71.02;					

Приложение 3 Сырая биомасса в среднем 2018 - 2020 гг.

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А*В)-R

(А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 2

Число градаций фактора В = 16

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	5.86	2.99	9.86	6.24
2	7.55	4.50	11.63	7.89
3	7.86	5.19	12.28	8.44
4	7.22	4.33	11.37	7.64
5	6.93	3.84	11.30	7.36
6	7.23	4.13	11.38	7.58
7	8.32	5.55	12.86	8.91
8	7.83	5.00	12.16	8.33
9	8.30	5.45	12.92	8.89
10	8.23	5.47	12.49	8.73
11	9.27	6.28	13.46	9.67
12	9.98	6.76	14.40	10.38
13	7.91	5.00	12.08	8.33
14	8.05	5.05	12.31	8.47
15	8.04	5.45	12.65	8.71
16	7.67	4.52	12.08	8.09
17	7.08	3.92	11.08	7.36
18	7.77	4.86	12.18	8.27
19	9.08	6.11	13.27	9.49
20	7.16	4.20	11.38	7.58
21	7.94	5.02	12.36	8.44
22	7.86	4.79	11.95	8.20
23	8.90	5.76	13.00	9.22
24	9.12	6.24	13.50	9.62
25	7.52	4.77	12.25	8.18
26	10.73	7.96	15.56	11.42
27	9.80	6.78	14.63	10.40
28	11.11	8.14	15.93	11.73
29	8.58	5.99	13.23	9.27
30	8.39	5.71	12.57	8.89
31	9.79	6.78	14.30	10.29
32	7.32	4.35	11.79	7.82

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	НСР			
Общее	995.553	95						
Блоки	861.762	2	430.881	18186.607*				
Варианты	132.321	31	4.268	180.162*	0.251			
Фактор А	14.665	1	14.665	618.974*	0.063			
Фактор В	103.072	15	6.871	290.030*	0.177			
Взаим. АВ	14.585	15	0.972	41.039*	0.251			
Остат.	1.469	62	0.024					
Средние по фактору А: (Sa=	0.022)							
	8.35;	9.14;						
Средние по фактору В: (Sb=	0.063)							
	6.80;	8.08;	8.97;	7.61;	7.90;	7.89;	9.06;	8.97;
	8.53;	10.07;	10.04;	11.05;	8.80;	8.68;	9.50;	7.95;

Приложение 4 Сухая биомасса в среднем за 2018 - 2020 гг.

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А*В)-R

(А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 2

Число градаций фактора В = 16

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	4.28	2.76	6.81	4.62
2	4.71	3.31	7.55	5.19
3	5.52	3.33	7.58	5.48
4	5.23	3.17	6.64	5.01
5	4.85	2.90	7.04	4.93
6	5.53	3.01	7.43	5.32
7	5.72	3.87	8.17	5.92
8	5.51	4.03	8.33	5.96
9	5.43	3.40	8.30	5.71
10	5.74	4.22	8.82	6.26
11	5.28	4.28	8.82	6.13
12	6.10	4.65	9.25	6.67
13	5.65	4.25	8.49	6.13
14	5.03	3.92	7.83	5.59
15	5.76	4.23	8.81	6.27
16	5.15	3.54	8.04	5.58
17	5.33	3.06	7.34	5.24
18	5.51	3.19	7.59	5.43
19	6.20	3.89	8.36	6.15
20	5.91	2.96	6.60	5.16
21	5.79	3.50	7.47	5.59
22	5.60	3.71	8.32	5.88
23	5.52	4.20	8.20	5.97
24	6.20	4.12	8.59	6.30
25	5.77	3.86	8.04	5.89
26	6.98	4.71	9.87	7.19
27	6.80	4.55	8.70	6.68
28	7.29	4.95	10.22	7.49
29	5.78	4.16	8.19	6.04
30	5.98	3.87	8.62	6.16
31	5.86	4.72	8.96	6.51
32	5.76	3.48	7.76	5.67

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	НСР		
Общее	347.982	95					
Блоки	303.510	2	151.755	1297.491*			
Варианты	37.220	31	1.201	10.265*	0.557		
Фактор А	4.071	1	4.071	34.809*	0.139		
Фактор В	31.143	15	2.076	17.751*	0.394		
Взаим. АВ	2.006	15	0.134	1.143			
Остат.	7.252	62	0.117				
Средние по фактору А: (Sa=	0.049)						
5.67;	6.08;						
Средние по фактору В: (Sb=	0.140)						
4.93;	5.31;	5.81;	5.09;	5.26;	5.60;	5.95;	6.13;
5.80;	6.72;	6.41;	7.08;	6.09;	5.88;	6.39;	5.62;

Приложение 5. Площадь листьев
 ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А*В)-R
 (А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 2

Число градаций фактора В = 16

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	24.50	10.30	40.80	25.20
2	23.40	13.40	42.50	26.43
3	27.30	15.20	42.00	28.17
4	28.90	12.20	41.70	27.60
5	24.70	14.10	42.00	26.93
6	23.80	12.90	47.80	28.17
7	26.60	16.50	46.50	29.87
8	27.10	16.00	52.40	31.83
9	30.10	15.90	49.70	31.90
10	31.30	17.20	48.80	32.43
11	28.80	18.70	51.50	33.00
12	30.20	19.90	49.50	33.20
13	31.40	16.20	52.10	33.23
14	27.80	16.90	47.90	30.87
15	26.10	15.80	52.20	31.37
16	30.00	15.20	48.30	31.17
17	31.00	14.30	41.60	28.97
18	31.20	14.40	42.40	29.33
19	29.50	17.70	45.40	30.87
20	31.30	13.40	44.60	29.77
21	30.10	14.20	44.00	29.43
22	30.70	14.20	49.10	31.33
23	30.60	16.30	49.20	32.03
24	31.20	18.20	49.10	32.83
25	30.30	15.20	52.60	32.70
26	32.40	18.40	52.60	34.47
27	36.30	19.50	51.80	35.87
28	36.90	19.30	49.80	35.33
29	33.50	18.50	51.60	34.53
30	30.20	15.60	53.60	33.13
31	33.20	17.00	52.30	34.17
32	31.70	15.40	52.70	33.27

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	НСР
Общее	17681.826	95			
Блоки	16684.650	2	8342.325	1545.046*	
Варианты	662.413	31	21.368	3.958*	3.783
Фактор А	126.042	1	126.042	23.344*	0.946
Фактор В	522.646	15	34.843	6.453*	2.675
Взаим. АВ	13.725	15	0.915	0.169	
Остат.	334.763	62	5.399		
Средние по фактору А: (Sa=	0.335)				
	30.09; 32.38;				
Средние по фактору В: (Sb=	0.949)				
	27.08; 27.88; 29.52; 28.68; 28.18; 29.75; 30.95; 32.33;				
	32.30; 33.45; 34.43; 34.27; 33.88; 32.00; 32.77; 32.22;				

Приложение 6 Густота во всходы за 2018 – 2020 гг.

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А*В)-R

(А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 2

Число градаций фактора В = 16

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	21.50	20.50	23.00	21.67
2	21.60	20.50	23.20	21.77
3	21.90	20.80	23.50	22.07
4	22.40	20.80	23.00	22.07
5	21.70	20.90	23.20	21.93
6	22.00	21.40	23.50	22.30
7	21.80	21.20	23.30	22.10
8	22.30	21.40	23.90	22.53
9	22.30	21.60	23.20	22.37
10	22.30	21.10	23.30	22.23
11	22.40	21.30	23.20	22.30
12	21.70	20.90	23.00	21.87
13	21.80	20.60	23.30	21.90
14	21.40	21.20	23.20	21.93
15	22.10	21.00	23.70	22.27
16	21.80	20.90	23.50	22.07
17	22.30	20.90	22.60	21.93
18	21.70	20.80	23.30	21.93
19	22.50	21.30	23.50	22.43
20	21.60	21.70	22.60	21.97
21	21.80	21.50	23.10	22.13
22	22.40	21.60	22.80	22.27
23	22.10	21.20	23.40	22.23
24	21.60	21.40	24.00	22.33
25	21.40	21.30	23.40	22.03
26	23.10	21.40	24.00	22.83
27	22.40	21.30	23.30	22.33
28	22.80	21.00	23.50	22.43
29	22.20	21.80	23.40	22.47
30	21.70	21.20	23.30	22.07
31	22.00	21.60	24.00	22.53
32	21.60	21.00	23.80	22.13

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	НСР
Общее	90.562	95			
Блоки	77.628	2	38.814	345.257*	
Варианты	5.965	31	0.192	1.712*	0.546
Фактор А	0.664	1	0.664	5.907*	0.136
Фактор В	3.643	15	0.243	2.160*	0.386
Взаим. АВ	1.657	15	0.110	0.983	
Остат.	6.970	62	0.112		
Средние по фактору А: (Sa= 0.048)					
22.09; 22.25;					
Средние по фактору В: (Sb= 0.137)					
21.80; 21.85; 22.25; 22.02; 22.03; 22.28; 22.17; 22.43;					
22.20; 22.53; 22.32; 22.15; 22.18; 22.00; 22.40; 22.10;					

Приложение 7 Густота в уборку средняя за 2018 -2020 гг.

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А*В)-R

(А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 2

Число градаций фактора В = 16

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	16.60	14.30	18.70	16.53
2	17.80	16.70	19.40	17.97
3	19.10	17.20	20.00	18.77
4	19.50	16.00	18.30	17.93
5	18.60	15.50	18.70	17.60
6	16.40	16.70	20.40	17.83
7	17.50	17.60	20.90	18.67
8	19.30	17.20	22.60	19.70
9	19.60	17.90	20.10	19.20
10	20.60	18.40	22.40	20.47
11	19.50	18.60	22.30	20.13
12	21.70	19.90	24.20	21.93
13	20.10	17.20	21.60	19.63
14	16.90	17.90	21.60	18.80
15	19.20	18.60	22.60	20.13
16	18.30	15.00	19.30	17.53
17	18.20	16.00	19.30	17.83
18	17.40	16.60	19.80	17.93
19	19.10	18.80	20.40	19.43
20	17.70	16.10	19.00	17.60
21	17.80	17.90	19.60	18.43
22	18.50	17.80	19.50	18.60
23	18.30	17.50	21.00	18.93
24	19.30	17.70	21.90	19.63
25	16.90	16.20	20.50	17.87
26	22.10	19.20	22.90	21.40
27	20.50	17.60	22.60	20.23
28	23.80	21.00	24.40	23.07
29	18.90	17.70	22.10	19.57
30	18.30	17.10	20.70	18.70
31	20.50	18.10	22.30	20.30
32	16.80	16.90	21.20	18.30

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	НСР
Общее	427.553	95			
Блоки	202.544	2	101.272	151.961*	
Варианты	183.690	31	5.925	8.891*	1.329
Фактор А	2.336	1	2.336	3.505	
Фактор В	171.414	15	11.428	17.147*	0.940
Взаим. АВ	9.940	15	0.663	0.994	
Остат.	41.319	62	0.666		
Средние по фактору А: (Sa=	0.118)				
	18.93; 19.24;				
Средние по фактору В: (Sb=	0.333)				
	17.18; 17.95; 19.10; 17.77; 18.02; 18.22; 18.80; 19.67;				
	18.53; 20.93; 20.18; 22.50; 19.60; 18.75; 20.22; 17.92;				

Приложение 8 Число ветвей среднее за 2018 -2020 гг.

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А*В)-R

(А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 2

Число градаций фактора В = 16

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	13.90	8.90	18.00	13.60
2	13.90	9.60	18.20	13.90
3	13.80	9.40	18.20	13.80
4	14.20	9.30	18.20	13.90
5	14.20	9.60	19.20	14.33
6	13.90	8.80	18.60	13.77
7	14.80	9.80	18.90	14.50
8	16.10	11.10	20.50	15.90
9	16.10	11.00	20.30	15.80
10	16.20	11.90	21.10	16.40
11	16.90	11.50	21.70	16.70
12	17.00	12.40	22.50	17.30
13	16.40	11.60	20.70	16.23
14	16.40	11.60	21.80	16.60
15	16.70	11.90	21.50	16.70
16	16.00	11.80	21.10	16.30
17	15.40	10.80	20.00	15.40
18	15.90	11.10	20.20	15.73
19	16.40	11.60	20.70	16.23
20	16.20	11.20	21.20	16.20
21	17.90	12.40	21.90	17.40
22	15.60	11.40	20.70	15.90
23	16.50	11.70	21.30	16.50
24	17.20	11.90	21.60	16.90
25	16.40	11.90	21.40	16.57
26	17.00	12.20	21.90	17.03
27	17.50	12.40	22.00	17.30
28	18.80	14.00	23.60	18.80
29	17.20	12.50	22.40	17.37
30	17.60	12.40	22.30	17.43
31	17.30	12.40	21.60	17.10
32	17.00	12.10	21.30	16.80

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	НСР
Общее	1592.180	95			
Блоки	1429.027	2	714.514	9833.042*	
Варианты	158.648	31	5.118	70.429*	0.439
Фактор А	49.294	1	49.294	678.372*	0.110
Фактор В	94.515	15	6.301	86.713*	0.310
Взаим. АВ	14.839	15	0.989	13.614*	0.439
Остат.	4.505	62	0.073		
Средние по фактору А: (Sa= 0.039)					
15.36; 16.79;					
Средние по фактору В: (Sb= 0.110)					
14.50; 14.82; 15.02; 15.05; 15.87; 14.83; 15.50; 16.40;					
16.18; 16.72; 17.00; 18.05; 16.80; 17.02; 16.90; 16.55;					

Приложение 9 Число корзинок с 1 растения в среднем за 2018 -2020 гг.
 ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А*В)-R
 (А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 2
 Число градаций фактора В = 16
 Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	12.30	8.00	16.90	12.40
2	12.90	7.90	17.60	12.80
3	12.70	8.40	17.90	13.00
4	12.70	8.10	17.00	12.60
5	13.00	8.30	18.00	13.10
6	12.60	8.00	17.20	12.60
7	13.70	9.60	18.70	14.00
8	15.40	10.10	20.10	15.20
9	15.20	10.20	19.30	14.90
10	15.60	10.60	20.00	15.40
11	15.40	10.30	19.60	15.10
12	16.60	11.40	21.20	16.40
13	15.60	10.80	19.90	15.43
14	15.40	10.60	19.70	15.23
15	15.30	10.70	19.90	15.30
16	15.40	10.30	19.60	15.10
17	14.20	9.90	18.50	14.20
18	14.50	10.10	18.90	14.50
19	15.40	10.50	19.40	15.10
20	15.20	10.60	20.30	15.37
21	16.30	11.50	21.10	16.30
22	15.50	10.30	19.80	15.20
23	15.10	10.70	20.10	15.30
24	15.60	10.80	20.40	15.60
25	15.50	10.50	19.90	15.30
26	15.80	11.20	20.40	15.80
27	16.20	11.40	20.50	16.03
28	17.90	13.00	22.20	17.70
29	16.70	11.70	21.70	16.70
30	16.70	11.20	20.70	16.20
31	16.20	12.00	21.30	16.50
32	15.70	11.10	20.90	15.90

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	НСР
Общее	1561.733	95			
Блоки	1396.150	2	698.075	11555.568*	
Варианты	161.837	31	5.221	86.418*	0.400
Фактор А	50.184	1	50.184	830.724*	0.100
Фактор В	95.020	15	6.335	104.861*	0.283
Взаим. АВ	16.633	15	1.109	18.355*	0.400
Остат.	3.745	62	0.060		

Средние по фактору А: (Sa= 0.035)
 14.29; 15.73;

Средние по фактору В: (Sb= 0.100)

13.30; 13.65; 14.05; 13.98; 14.70; 13.90; 14.65; 15.40;
 15.10; 15.60; 15.57; 17.05; 16.07; 15.72; 15.90; 15.50;

Приложение 10 Число семян с 1 растения в среднем за 2018 -2020 гг.

Идентификатор расчета:1

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А*В)-R

(А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 2

Число градаций фактора В = 16

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	120.00	60.00	219.00	133.00
2	137.00	84.00	221.00	147.33
3	147.00	94.00	231.00	157.33
4	132.00	71.00	191.00	131.33
5	143.00	82.00	223.00	149.33
6	124.00	71.00	232.00	142.33
7	138.00	102.00	261.00	167.00
8	148.00	99.00	264.00	170.33
9	142.00	84.00	245.00	157.00
10	150.00	111.00	267.00	176.00
11	140.00	104.00	264.00	169.33
12	163.00	115.00	275.00	184.33
13	156.00	97.00	249.00	167.33
14	137.00	91.00	259.00	162.33
15	148.00	100.00	267.00	171.67
16	144.00	84.00	225.00	151.00
17	153.00	76.00	226.00	151.67
18	168.00	94.00	242.00	168.00
19	171.00	103.00	245.00	173.00
20	162.00	64.00	213.00	146.33
21	169.00	93.00	244.00	168.67
22	160.00	84.00	238.00	160.67
23	171.00	101.00	264.00	178.67
24	189.00	109.00	277.00	191.67
25	163.00	86.00	242.00	163.67
26	186.00	120.00	269.00	191.67
27	183.00	107.00	260.00	183.33
28	199.00	125.00	322.00	215.33
29	173.00	93.00	264.00	176.67
30	164.00	89.00	265.00	172.67
31	189.00	107.00	279.00	191.67
32	162.00	80.00	263.00	168.33

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	НСР
Общее	437986.938	95			
Блоки	399144.812	2	199572.406	1433.790*	
Варианты	30212.209	31	974.587	7.002*	19.208
Фактор А	6583.750	1	6583.750	47.300*	4.802
Фактор В	22879.584	15	1525.306	10.958*	13.582
Взаим. АВ	748.875	15	49.925	0.359	
Остат.	8629.916	62	139.192		

Средние по фактору А: (Sa= 1.703)

158.56; 175.12;

Средние по фактору В: (Sb= 4.817)

142.33; 157.67; 165.17; 138.83; 159.00; 151.50; 172.83; 181.00;

160.33; 183.83; 176.33; 199.83; 172.00; 167.50; 181.67; 159.67;

Приложение 11 Масса семян с 1 растения в среднем за 2018 -2020 гг.
 ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А*В)-R

(А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 2

Число градаций фактора В = 16

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	5.24	2.35	8.56	5.38
2	5.88	3.32	9.93	6.38
3	6.05	3.89	10.15	6.70
4	5.95	2.90	8.14	5.66
5	6.07	3.40	10.03	6.50
6	5.36	2.97	10.51	6.28
7	6.11	4.18	11.23	7.17
8	6.36	4.00	12.08	7.48
9	6.34	3.56	10.29	6.73
10	6.89	4.41	12.14	7.81
11	6.37	4.28	12.06	7.57
12	7.43	4.96	12.41	8.27
13	7.15	3.96	11.08	7.40
14	5.86	3.65	11.28	6.93
15	6.47	4.10	12.24	7.60
16	6.27	3.47	10.42	6.72
17	6.33	2.87	9.61	6.27
18	7.15	3.67	10.09	6.97
19	7.36	4.15	10.22	7.24
20	7.06	2.57	8.99	6.21
21	7.24	3.82	10.03	7.03
22	6.86	3.37	10.36	6.86
23	7.04	4.03	11.14	7.40
24	7.85	4.32	11.33	7.83
25	6.96	3.56	10.73	7.08
26	8.01	4.86	12.16	8.34
27	7.86	4.54	11.71	8.04
28	8.67	5.12	14.15	9.31
29	7.32	3.94	11.94	7.73
30	7.09	3.67	11.42	7.39
31	8.06	4.31	11.86	8.08
32	6.81	3.26	11.07	7.05

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	НСР		
Общее	899.531	95					
Блоки	818.243	2	409.121	1271.878*			
Варианты	61.345	31	1.979	6.152*	0.923		
Фактор А	6.404	1	6.404	19.910*	0.231		
Фактор В	53.981	15	3.599	11.188*	0.653		
Взаим. АВ	0.960	15	0.064	0.199			
Остат.	19.943	62	0.322				
Средние по фактору А: (Sa=			0.082)				
6.91;	7.43;						
Средние по фактору В: (Sb=			0.232)				
5.83;	6.67;	6.97;	5.93;	6.76;	6.57;	7.29;	7.66;
6.91;	8.08;	7.80;	8.79;	7.57;	7.16;	7.84;	6.88;

Приложение 12 Биологическая урожайность в 2018 году
 ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А*В)-R

(А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 2

Число градаций фактора В = 16

Число блоков R = 4

Таблица исходных данных

	1	2	3	4	Средняя
1	1.15	1.20	1.23	1.18	1.19
2	1.27	1.21	1.28	1.32	1.27
3	1.33	1.31	1.37	1.34	1.34
4	1.35	1.33	1.35	1.33	1.34
5	1.35	1.25	1.29	1.37	1.32
6	1.27	1.18	1.20	1.23	1.22
7	1.30	1.30	1.35	1.28	1.31
8	1.43	1.41	1.37	1.39	1.40
9	1.38	1.45	1.44	1.42	1.42
10	1.53	1.46	1.48	1.50	1.49
11	1.44	1.38	1.40	1.42	1.41
12	1.56	1.51	1.52	1.57	1.54
13	1.43	1.52	1.49	1.50	1.49
14	1.32	1.28	1.30	1.27	1.29
15	1.37	1.44	1.38	1.44	1.41
16	1.37	1.35	1.32	1.40	1.36
17	1.49	1.45	1.52	1.44	1.48
18	1.44	1.55	1.53	1.49	1.50
19	1.62	1.56	1.60	1.59	1.59
20	1.59	1.50	1.51	1.50	1.53
21	1.55	1.58	1.49	1.51	1.53
22	1.54	1.59	1.51	1.52	1.54
23	1.57	1.58	1.52	1.52	1.55
24	1.69	1.62	1.72	1.65	1.67
25	1.49	1.44	1.51	1.48	1.48
26	1.83	1.84	1.75	1.74	1.79
27	1.68	1.69	1.73	1.73	1.71
28	1.92	1.85	1.89	1.83	1.87
29	1.56	1.61	1.62	1.56	1.59
30	1.61	1.60	1.55	1.55	1.58
31	1.77	1.72	1.76	1.69	1.74
32	1.38	1.48	1.46	1.48	1.45

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	НСР		
Общее	3.393	127					
Блоки	0.003	3	0.001	0.654			
Варианты	3.268	31	0.105	80.036*	0.051		
Фактор А	1.800	1	1.800	1366.802*	0.013		
Фактор В	1.243	15	0.083	62.894*	0.036		
Взаим. АВ	0.225	15	0.015	11.394*	0.051		
Остат.	0.122	93	0.001				
Средние по фактору А: (Sa= 0.005)							
1.36;	1.60;						
Средние по фактору В: (Sb= 0.013)							
1.33;	1.39;	1.47;	1.43;	1.42;	1.38;	1.43;	1.53;
1.45;	1.64;	1.56;	1.71;	1.54;	1.44;	1.57;	1.40;

Приложение 13 Биологическая урожайность в 2019 году
 ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А*В)-R

(А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 2

Число градаций фактора В = 16

Число блоков R = 4

Таблица исходных данных

	1	2	3	4	Средняя
1	0.54	0.55	0.52	0.52	0.53
2	0.70	0.68	0.70	0.68	0.69
3	0.76	0.75	0.79	0.76	0.77
4	0.57	0.61	0.61	0.61	0.60
5	0.72	0.70	0.70	0.72	0.71
6	0.68	0.65	0.67	0.65	0.66
7	0.86	0.80	0.82	0.87	0.84
8	0.87	0.84	0.89	0.83	0.86
9	0.74	0.76	0.77	0.74	0.75
10	0.95	0.92	0.94	0.91	0.93
11	0.91	0.92	0.94	0.94	0.93
12	0.98	0.94	0.97	0.96	0.96
13	0.80	0.82	0.78	0.79	0.80
14	0.82	0.79	0.83	0.81	0.81
15	0.87	0.83	0.84	0.86	0.85
16	0.70	0.68	0.67	0.71	0.69
17	0.68	0.66	0.68	0.65	0.67
18	0.77	0.77	0.80	0.76	0.78
19	0.88	0.84	0.90	0.86	0.87
20	0.56	0.53	0.53	0.53	0.54
21	0.79	0.78	0.75	0.75	0.77
22	0.78	0.78	0.74	0.74	0.76
23	0.78	0.83	0.81	0.82	0.81
24	0.91	0.86	0.92	0.95	0.91
25	0.76	0.73	0.72	0.75	0.74
26	0.95	1.02	0.96	1.00	0.98
27	0.88	0.93	0.93	0.91	0.91
28	1.05	1.06	1.02	1.02	1.04
29	0.84	0.79	0.79	0.82	0.81
30	0.77	0.80	0.81	0.78	0.79
31	0.88	0.95	0.94	0.92	0.92
32	0.70	0.70	0.68	0.68	0.69

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	НСР			
Общее	1.929	127						
Блоки	0.001	3	0.000	0.540				
Варианты	1.886	31	0.061	134.720*	0.030			
Фактор А	0.046	1	0.046	101.413*	0.007			
Фактор В	1.743	15	0.116	257.340*	0.021			
Взаим. АВ	0.097	15	0.006	14.320*	0.030			
Остат.	0.042	93	0.000					
Средние по фактору А: (Sa= 0.003)								
	0.77;	0.81;						
Средние по фактору В: (Sb= 0.008)								
	0.60;	0.73;	0.82;	0.57;	0.74;	0.71;	0.82;	0.88;
	0.75;	0.96;	0.92;	1.00;	0.80;	0.80;	0.89;	0.69;

Приложение 14 Биологическая урожайность 2020 года
 ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А*В)-R
 (А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 2
 Число градаций фактора В = 16
 Число блоков R = 4

Таблица исходных данных

	1	2	3	4	Средняя
1	2.07	2.03	1.99	2.11	2.05
2	2.12	2.18	2.08	2.10	2.12
3	2.21	2.10	2.23	2.30	2.21
4	1.87	2.01	1.99	2.01	1.97
5	2.12	2.00	2.02	2.03	2.04
6	2.42	2.47	2.35	2.37	2.40
7	2.54	2.46	2.50	2.43	2.48
8	2.64	2.62	2.54	2.54	2.59
9	2.49	2.37	2.35	2.45	2.42
10	2.67	2.57	2.63	2.62	2.62
11	2.54	2.67	2.58	2.67	2.62
12	2.73	2.66	2.75	2.71	2.71
13	2.54	2.56	2.44	2.42	2.49
14	2.39	2.53	2.48	2.50	2.48
15	2.67	2.69	2.59	2.59	2.64
16	2.33	2.30	2.39	2.32	2.34
17	2.09	2.19	2.18	2.15	2.15
18	2.16	2.18	2.22	2.22	2.20
19	2.30	2.27	2.21	2.23	2.25
20	2.07	2.13	2.15	2.07	2.11
21	2.21	2.15	2.17	2.23	2.19
22	2.49	2.32	2.34	2.41	2.39
23	2.42	2.42	2.51	2.39	2.44
24	2.55	2.45	2.48	2.53	2.50
25	2.48	2.39	2.51	2.46	2.46
26	2.71	2.63	2.68	2.63	2.66
27	2.53	2.71	2.69	2.64	2.64
28	2.78	2.72	2.78	2.72	2.75
29	2.63	2.46	2.53	2.68	2.58
30	2.42	2.51	2.56	2.47	2.49
31	2.63	2.55	2.68	2.52	2.60
32	2.45	2.36	2.50	2.41	2.43

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP		
Общее	6.135	127					
Блоки	0.006	3	0.002	0.646			
Варианты	5.824	31	0.188	57.365*	0.080		
Фактор А	0.055	1	0.055	16.885*	0.020		
Фактор В	5.641	15	0.376	114.843*	0.057		
Взаим. АВ	0.127	15	0.008	2.585*	0.080		
Остат.	0.305	93	0.003				
Средние по фактору А: (Sa= 0.007)							
2.39;							
2.43;							
Средние по фактору В: (Sb= 0.020)							
2.10;	2.16;	2.23;	2.04;	2.12;	2.40;	2.46;	2.54;
2.44;	2.64;	2.63;	2.73;	2.53;	2.48;	2.62;	2.38;

Приложение 15 Средняя биологическая урожайность за 2018 -2020 гг.
 ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А*В)-R
 (А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 2
 Число градаций фактора В = 16
 Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

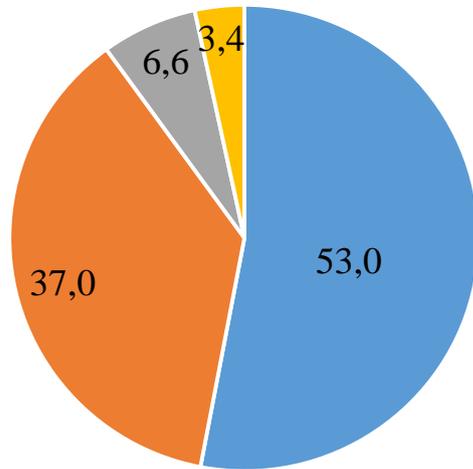
	1	2	3	Средняя
1	1.19	0.53	2.05	1.26
2	1.27	0.69	2.12	1.36
3	1.34	0.77	2.21	1.44
4	1.34	0.60	1.97	1.30
5	1.32	0.71	2.04	1.36
6	1.22	0.66	2.40	1.43
7	1.31	0.84	2.48	1.54
8	1.40	0.86	2.59	1.62
9	1.42	0.75	2.42	1.53
10	1.49	0.93	2.62	1.68
11	1.41	0.93	2.62	1.65
12	1.54	0.96	2.71	1.74
13	1.49	0.80	2.49	1.59
14	1.29	0.81	2.48	1.53
15	1.41	0.85	2.64	1.63
16	1.36	0.69	2.34	1.46
17	1.48	0.67	2.15	1.43
18	1.50	0.78	2.20	1.49
19	1.59	0.87	2.25	1.57
20	1.53	0.54	2.11	1.39
21	1.53	0.77	2.19	1.50
22	1.54	0.76	2.39	1.56
23	1.55	0.81	2.44	1.60
24	1.67	0.91	2.50	1.69
25	1.48	0.74	2.46	1.56
26	1.79	0.98	2.66	1.81
27	1.71	0.91	2.64	1.75
28	1.87	1.04	2.75	1.89
29	1.59	0.81	2.58	1.66
30	1.58	0.79	2.49	1.62
31	1.74	0.92	2.60	1.75
32	1.45	0.69	2.43	1.52

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP		
Общее	44.730	95					
Блоки	41.983	2	20.992	1823.062*			
Варианты	2.033	31	0.066	27,079*	0.079		
Фактор А	0.268	1	0.268	110,820*	0.024		
Фактор В	1.729	15	0.115	47,987*	0.056		
Взаим. АВ	0.037	15	0.002	0,990			
Остат.	0.714	62	0.012				
Средние по фактору А: (Sa= 0.015)							
1.51;	1.61;						
Средние по фактору В: (Sb= 0.044)							
1.34;	1.43;	1.50;	1.35;	1.43;	1.50;	1.57;	1.65;
1.54;	1.75;	1.70;	1.81;	1.62;	1.57;	1.69;	1.49;

Приложение 16

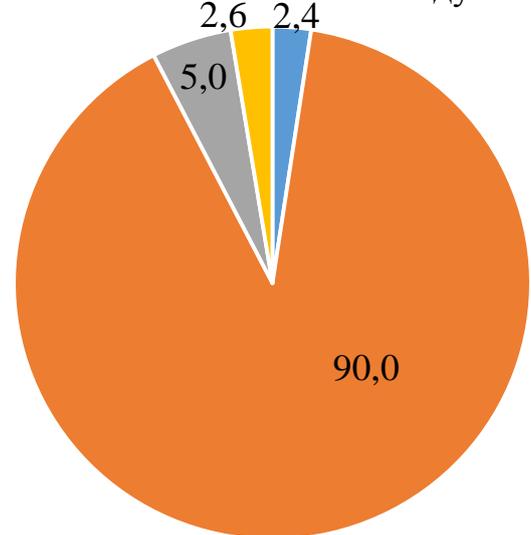
Вклад факторов в общую изменчивость урожайности маслосемян в 2018 году



- Фактор А
- Фактор В
- Взаимодействие АВ
- Не учтенные факторы

Приложение 17

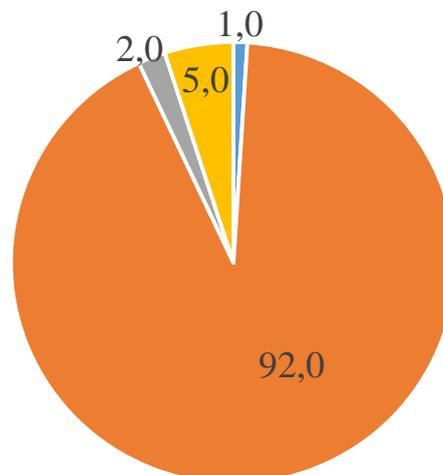
Вклад факторов в общую изменчивость урожайности маслосемян в 2019 году



- Фактор А
- Фактор В
- Взаимодействие АВ
- Не учтенные факторы

Приложение 18

Вклад факторов в общую изменчивость урожайности маслосемян в 2020 году



- Фактор А
- Фактор В
- Взаимодействие АВ
- Не учтенные факторы

Приложение 19 Содержание жира средняя за 2018 -2020 гг.
 ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А*В)-R

(А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 2

Число градаций фактора В = 16

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	35.40	36.40	33.90	35.23
2	36.10	37.80	34.60	36.17
3	35.30	37.40	34.80	35.83
4	36.10	38.20	35.20	36.50
5	36.20	38.10	35.80	36.70
6	36.80	37.70	34.60	36.37
7	36.40	38.50	35.50	36.80
8	36.50	38.20	34.60	36.43
9	37.40	39.40	36.40	37.73
10	36.70	38.80	35.80	37.10
11	36.60	38.60	35.90	37.03
12	38.00	38.90	35.90	37.60
13	37.00	39.30	36.10	37.47
14	36.40	38.20	35.30	36.63
15	37.80	38.60	35.40	37.27
16	37.40	38.90	35.30	37.20
17	36.40	37.70	34.70	36.27
18	36.70	38.10	35.50	36.77
19	36.70	37.70	34.70	36.37
20	36.50	38.70	35.90	37.03
21	36.30	38.40	35.70	36.80
22	36.10	38.30	35.40	36.60
23	36.50	38.10	35.60	36.73
24	36.40	38.40	35.70	36.83
25	37.80	39.70	36.40	37.97
26	36.70	38.90	35.90	37.17
27	36.10	38.20	35.20	36.50
28	37.90	39.40	36.40	37.90
29	37.70	38.60	35.40	37.23
30	36.90	37.40	34.80	36.37
31	37.50	38.30	35.50	37.10
32	37.90	38.70	35.50	37.37

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	HCP
Общее	179.658	95			
Блоки	139.036	2	69.518	531.156*	
Варианты	32.508	31	1.049	8.012*	0.589
Фактор А	0.919	1	0.919	7.024*	0.147
Фактор В	28.232	15	1.882	14.380*	0.416
Взаим. АВ	3.357	15	0.224	1.710	
Остат.	8.115	62	0.131		
Средние по фактору А: (Sa=	0.052)				
	36.75; 36.94;				
Средние по фактору В: (Sb=	0.148)				
	35.75; 36.47; 36.10; 36.77; 36.75; 36.48; 36.77; 36.63;				
	37.85; 37.13; 36.77; 37.75; 37.35; 36.50; 37.18; 37.28;				

Приложение 20

СПРАВКА

Дана аспиранту очного обучения кафедры «Растениеводство, селекция и генетика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова» Милованову Ивану Владимировичу в том, что разработанные им приемы применения стимуляторов роста и микроудобрений при возделывании сафлора внедрены в 2020 году на площади 100 гектаров в ИП Глава крестьянского фермерского хозяйства Шишкин Александр Александрович Татищевского района Саратовской области. Эффективность внедрения составила 12,0 тыс. руб./га.

Руководитель ИП Глава
КФХ «Шишкин А.А.»
Татищевского района
Саратовской области

