

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
ВСЕРОССИЙСКИЙ СЕЛЕКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
САДОВОДСТВА И ПИТОМНИКОВОДСТВА

На правах рукописи

Афанасьева Юлия Владимировна

**ИНТРОДУКЦИЯ И ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ САФЛОРА
КРАСИЛЬНОГО (*CARTHAMUS TINCTORIUS* L.) НА СЕМЕНА
В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО РАЙОНА НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ**

06.01.01 – Общее земледелие, растениеводство

Диссертация

на соискание ученой степени

кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор биологических наук,
профессор Темирбекова С.К.

Москва – 2017

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ САФЛОРА КРАСИЛЬНОГО.....	13
1.1. Народнохозяйственное значение и ареал распространения.....	13
1.1.1. Масличные свойства сафлора красильного.....	18
1.1.2. Использование сафлора как кормовой культуры.....	20
1.1.3. Красильные свойства сафлора.....	21
1.1.4. Использование сафлора красильного в медицине.....	22
1.1.5. Фитомелиоративные свойства сафлора.....	24
1.2 Морфологические и биологические особенности культуры. Основные агротехнические приемы возделывания сафлора.....	25
1.2.1. Сроки посева.....	29
1.2.2. Густота стояния растений сафлора.....	31
1.2.3. Способы посева сафлора.....	33
1.2.4. Уход за посевом.....	35
1.2.5. Уборка сафлора.....	35
1.2.6. Вредители и болезни сафлора.....	36
ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	40
2.1. Методы исследований.....	40
2.1.1. Полевые исследования.....	40
2.1.2. Лабораторные исследования.....	45
ГЛАВА 3. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ САФЛОРА КРАСИЛЬНОГО В ЦЕНТРАЛЬНОМ РАЙОНЕ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ – МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	47
3.1. Почвенно-климатические условия Московской области.....	47
3.2. Агрометеорологические условия 2013-2015 годов исследований.....	48
3.3. Результаты исследований в Московской области.....	55

3.3.1. Технология выращивания сафлора красильного – норма посева, глубина заделки семян, применение гербицидов	55
3.3.2. Фенологические наблюдения и структура урожая сафлора красильного сорт Краса Ступинская.....	61
3.3.3. Эффективность применения гербицидов Дуал Голд и Хармони в посевах сафлора красильного.....	63
3.3.4. Результаты обработки гербицидами коллекционных образцов сафлора красильного.....	73
3.3.5. Результаты обработки гербицидом Хармони производственного посева сорта Краса Ступинская.....	75
3.3.6. Масличность семян сафлора в контрастные годы выращивания.....	76
3.3.7. Влияние выращивания сафлора красильного на содержание подвижных элементов почвы: азота, фосфора, калия в условиях Московской области.....	81
3.3.8. Содержание тяжелых металлов на разных глубинах почвы и в разных органах растений.....	83
3.3.9. Антиоксидантная активность листьев и лепестков сафлора.....	85
3.3.10. Проявление основных болезней на культуре сафлор.....	91
3.3.11. Исследование биологического травмирования на корню энзимной стадии ЭМИС методом электронного сканирующего микроскопирования...	95
3.3.12. Сравнительная характеристика коллекционных образцов сафлора красильного в условиях Московской области	98
ГЛАВА 4. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ САФЛОРА КРАСИЛЬНОГО В НИЖНЕВОЛЖСКОМ РЕГИОНЕ – САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	102
4.1. Почвенно-климатические условия региона.....	102
4.2. Агроклиматические условия 2013-2015 гг.....	102
4.3. Фенологические наблюдения и структура урожая сорта Краса Ступинская.....	106
4.4. Масличность семян сафлора.....	108

4.5. Влияние выращивания сафлора на динамику подвижных элементов почвы: азота, фосфора.....	109
ГЛАВА 5. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ САФЛОРА КРАСИЛЬНОГО В СЕВЕРО-КАВКАЗСКОМ РЕГИОНЕ – РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	111
5.1. Почвенно-климатические условия Ростовской области.....	111
5.2. Агрометеорологические условия 2013-2015 гг.....	112
5.3. Фенологические наблюдения и структура урожая сафлора.....	116
5.4. Масличность семян сафлора.....	117
ГЛАВА 6. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПЕРСПЕКТИВНОЙ МАСЛИЧНОЙ КУЛЬТУРЫ САФЛОРА КРАСИЛЬНОГО СОРТА КРАСА СТУПИНСКАЯ.....	120
ГЛАВА 7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ САФЛОРА В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	137
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	139
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ.....	141
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	142
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	163

ВВЕДЕНИЕ

Н.И. Вавилов придавал особое значение проблеме новых культур, более полному использованию дикой мировой флоры, как в пределах нашей страны, так и за ее пределами. Следуя идеям Н.И. Вавилова, ученые привлекают, изучают и внедряют в производство культуры, ранее неизвестные нашей сельскохозяйственной науке и практике (Горбатенко, 2007).

Было убедительно показано, что в мировом генофонде можно найти формы, отвечающие самым острым нуждам селекции и производства. ВИР имени Н.И. Вавилова с его мировым генофондом внес и может внести еще более существенный вклад в решение таких актуальных народнохозяйственных проблем, как пищевой и кормовой белок, обеспечение России растительным маслом и многих других. В этой связи учеными в значительной степени обследовано и продолжает изучаться генетическое разнообразие не только зерновых, но и масличных и других культур с целью выявления форм, отвечающих самым разнообразным запросам селекции и практики. Для получения пищевого и технического масла интенсивно изучается генофонд масличных культур, традиционных для России – подсолнечника, льна, рапса, рыжика. Вместе с тем, генофонд источников высококачественных масел таких нетрадиционных культур как сафлор красильный, изучен недостаточно. Поэтому проблема интродукции новых культур приобретает все большую актуальность в связи с тем, что обеспечение России растительными маслами, препаратами биологически активных веществ осуществляется в основном за счет импорта (Горбатенко, 2007).

Актуальность темы. В последние годы импорт пищевого растительного масла в стране по данным Минсельхозпрода России составил 35-38 %. Дальнейшее увеличение производства растительного масла за счет расширения площадей возделывания основной масличной культуры: подсолнечника невозможно из-за распространившихся в посевах этой культуры карантинных объектов и невозможности возделывать его в более северных регионах (Шевченко, Зубков, 2011).

Поэтому адаптивная система селекции растений (Жученко, 2000, 2001) направлена на повышение величины и качества урожая сельскохозяйственных культур за счет их лучшего приспособления к условиям окружающей среды, в том числе способности противостоять действию абиотических и биотических стрессоров. Известно, что всемирная мобилизация и адаптация растительных ресурсов лежит в основе «осеверения» земледелия, т.е. продвижение в более северные широты не только биологически возможного, но и экономически оправданного возделывания новых видов сельскохозяйственных растений. За счет «осеверения» были значительно расширены ареалы эффективного возделывания подсолнечника, кукурузы, озимой пшеницы, гороха, рапса, некоторых видов плодовых, ягодных и других культур (Жученко, 2009-2011 г).

Наряду с агротехническими мерами по стабилизации растениеводства, возникает необходимость возделывания нетрадиционных культур, способных адекватно реагировать на изменяющиеся погодные условия. Наиболее перспективной является такая масличная культура как сафлор красильный. По мнению Н.И. Вавилова (1935, 1987), сафлор красильный возник в третьем очаге происхождения культурных растений – в Индийском, Среднеазиатском и Абиссинском. Позднее он был распространен в Испании, Италии, Франции, Германии, Венгрии, Средней и Передней Азии, главным образом в Иране и Индии, Египте, Марокко, Китае, Японии, Северной и Южной Америке, Австралии. Сафлор издавна выращивался для получения красителей и пищевого растительного масла высокого качества. В настоящее время он используется только для получения масла в мире. Площади возделывания сафлора незначительны и сосредоточены в острозасушливых регионах РФ (Шевченко, Зубков, 2011). Продвижение сафлора в северные регионы России представляет научный и практический интерес.

При подборе сортов и разработке технологий их возделывания, наиболее адаптированных к почвенно-климатическим условиям, технической оснащенности и финансовым возможностям конкретного хозяйства, эта культура будет низкзатратной на внутреннем и внешнем рынках. Маслосемена сафлора и

продукция их переработки экспортоустребованы, однако, рынок семян этой культуры пока не сформирован. Несмотря на эффективность и перспективность, сафлор до настоящего времени не нашел широкого распространения в Центральном регионе Российской Федерации. Одной из причин этого является незнание сельхозтоваропроизводителями достоинств культуры и особенностей технологии его выращивания в наших условиях (Ружейникова и др., 2012).

Степень изученности проблемы. Разработкой и совершенствованием технологии возделывания сафлора красильного занимались многие российские ученые: А.И. Купцов (1931), Д.И. Бартенев (1956), В.Г. Картамышев (1997), В.М. Иванов (2010), Ф.Ф. Адамень, И.А. Прошина (2016) и другие. В их работах отмечены наиболее актуальные аспекты возделывания сафлора красильного в южных регионах России, но в условиях дерново-поздolistых почв Центрального региона вопросом разработки агротехники и изучением продуктивности и накопления масличности еще никто не занимался.

Цель исследований: экологическое изучение сафлора красильного в контрастных по почвенно-климатическим условиям регионах РФ, разработка агротехнических приемов возделывания на семена, отбор лучших интродуцированных сортообразцов и форм по морфологическим, биологическим и хозяйственно ценным признакам для выращивания их в условиях Московской области.

Задачи исследований:

1. Изучить фенологические, морфологические и биологические особенности культуры сафлора красильного сорта Краса Ступинская селекции ФГБНУ ВСТИСП и трех перспективных коллекционных образцов из генофонда ВИР и провести их сравнительную оценку в различных по влаге и тепло обеспеченности регионах.
2. Усовершенствовать приемы агротехники возделывания сафлора красильного за счет выбора оптимальной глубины заделки семян, норм высева и применения перспективных гербицидов, не вызывающих угнетение растений.

3. Оценить влияние предшественников и возделываемой культуры на изменение агрохимических показателей плодородия почвы: содержание легкогидролизуемых форм азота, подвижного фосфора, обменного калия в период вегетации.

4. Определить накопление масличности и жирнокислотный состав масла у сорта Краса Ступинская и коллекционных образцов.

5. Определить содержание тяжелых металлов в разных слоях почвы и органах растений.

6. Определить антиоксидантную активность листьев по фазам роста и развития растений и лепестков в фазу цветения сафлора красильного.

7. Оценить интродуцированные сортообразцы по комплексу хозяйственно ценных признаков и провести диагностику основных болезней сафлора красильного.

8. Разработать методические рекомендации по адаптивной технологии возделывания сафлора красильного в контрастных по почвенно-климатическим условиям регионах.

Научная новизна. Впервые изучены биологические, морфологические и фенологические особенности интродуцированной новой культуры сафлора красильного в Центральном, Нижневолжском и Северо-Кавказском регионах. Установлены оптимальные параметры глубины заделки семян – 5-6 см, нормы высева – 300-350 тыс. шт./га или 12-14 кг/га, обеспечивающих высокую продуктивность, масличность и качество семян.

Впервые установлена взаимосвязь влагообеспеченности вегетационных периодов с накоплением масличности и изменением жирнокислотного состава. Масличность (в неочищенных семенах) в регионах составила от 14,5 до 31,2 %, в избыточно влажном 2013 году – 6,4 % в Московской обл. и 8,6 % в Саратовской обл. Жирнокислотный состав выявил высокое содержание олеиновой кислоты у сорта Краса Ступинская – 13,6-16,8 %, линолевой – 68,5-75,7 %. Выход масла в условиях Московской обл. составил 240 кг/га. Урожайность сорта Краса Ступинская в Московской области составила 0,6 т/га, Ростовской области – 0,8

т/га и Саратовской области – 1,2 т/га, при средней массе 1000 семян соответственно по регионам: 40,0 г, 47,3 г и 40,9 г. Вегетационный период при выращивании на семена составил в Московской обл. 105 дней, в Ростовской обл. – 94 дней и в Саратовской обл. – 95 дней.

Установлено, что избыточное увлажнение в период цветения и налива семян повышает вредоносность энзимо-микозного истощения семян (ЭМИС) – биологического травмирования на корню (энзимной стадии) с последующим заселением семян фитопатогеном *Alternaria carthami* Chowdhury.

Впервые в условиях Центрального региона научно обоснована и доказана эффективность гербицидов нового поколения, а именно: сочетания почвенного гербицида Дуал Голд (1,5 л/га) в период от посева до появления всходов и последующая обработка в фазу полных всходов гербицидом системного действия Хармони (5 г/га). В производственных условиях рекомендуется опрыскивание только препаратом Хармони (6-8 г/га) до фазы ветвления культуры. При этом установлен угнетающий эффект на сорный компонент агрофитоценоза и стимулирующее воздействие на основную культуру, которая резко уходит в рост.

Теоретическая и практическая значимость работы определяется важностью конечных результатов, как для агротехники возделывания культуры, так и для селекции и производства. Дано теоретическое обоснование новых подходов в интродукции и осеверении культуры, дан анализ влияния почвенно-климатических условий различных регионов на вегетационный период, показатели качества, урожайность. Установлен почти одинаковый уровень накопления масла и формирования урожая, как в Центральном регионе Российской Федерации, так и в южных регионах. Анализ жирнокислотного состава масла выявил высокое содержание олеиновой и линолевой кислоты у сорта Краса Ступинская и образца ВИР 2933, что представляет особую ценность для использования в пищевых целях и обеспечивает длительность хранения масла. Выявлена высокая антиоксидантная активность листьев и лепестков сафлора красильного, что играет важную роль в защите от абиотических (засуха, переувлажнение) и биотических (болезней, сорняков) стрессоров. Отмечена

закономерность снижения содержания кадмия в семенах сафлора по отношению к другим органам растений: его содержание в семенах в 5-15 раз меньше, чем в листьях и в 3-5 раз меньше, чем в корне. Это свидетельствует о различиях в проявлении барьерных свойствах изученных органов растений сафлора красильного по отношению к кадмию. Научно обоснована и доказана эффективность гербицидов нового поколения. Доказан высокий эффект использования почвенного гербицида Дуал Голд и наложения опрыскивания вегетирующих растений препаратом Хармони. Показано резкое подавление сорной растительности при опрыскивании только препаратом Хармони в фазу ветвления, а также отмечено его стимулирующее воздействие на рост основной культуры в производственных условиях. Выделен исходный материал и предложен для использования в селекционных программах сортотип Молдир (Казахстан). Разработаны (в соавторстве) и предложены для практического использования рекомендации «Адаптивная технология возделывания масличной культуры сафлора красильного сорт Краса Ступинская в биоорганическом сельском хозяйстве», на рус. и англ. языках (2016).

Методология и методы диссертационного исследования. Теория и методология исследований построена с учетом анализа научной литературы отечественных и зарубежных авторов по изучаемой проблеме. Выполнены экспериментальные полевые и лабораторные исследования. Проведен аналитический, статистический и математический анализ полученных результатов исследований. Стандартные и агротехнические методы описаны в соответствующей главе диссертации «Условия проведения, объекты и методы исследований».

Положения, выносимые на защиту:

1. Агротехнические приемы возделывания сафлора красильного (глубина заделки и норма посева семян) в условиях Московской области.
2. Фенологические, морфологические и биологические особенности культуры сафлора красильного в разных экологических регионах.

3. Накопление масличности и жирнокислотный состав масла у сорта Краса Ступинская и коллекционных образцов.

4. Эффективность применения гербицидов нового поколения против сорной растительности.

5. Агрохимическое состояние почвы до посева и после уборки основной культуры.

6. Содержание тяжелых металлов на разных глубинах почвы и в различных органах растений.

7. Антиоксидантная активность листьев в динамике развития и лепестков в фазу цветения сафлора красильного.

8. Развитие болезней на сафлоре красильном

9. Рекомендации по адаптивной технологии выращивания сафлора красильного сорт Краса Ступинская.

Степень достоверности и апробация результатов работы. Достоверность полученных результатов подтверждена многолетним периодом исследований, анализом обширного экспериментального материала, полученного с применением современных методов, лабораторного оборудования и статистической обработки экспериментального материала. Основные положения диссертационной работы были доложены на I-ой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Роль молодых ученых в инновационном развитии сельского хозяйства» (г. Москва, ГНУ ВСТИСП, 2014), на Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов-2014» (г. Москва, МГУ, 2014), на Международной научно-практической конференции для молодых учёных, преподавателей, аспирантов, студентов «Инновационные разработки молодых учёных для развития АПК» (г. Краснодар, ВНИИ риса, пос. Белозерный, 2014), на Международной научно-практической конференции-форуме «Пчела и Человек» (г. Москва, ФГБНУ ВСТИСП, 2015, 2016, 2017), на Международной научно-практической конференции «Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве» (г. Киров, ВНИИ Северо-Востока, 2015) а также на Международной научно-практической конференции «Фундаментальные и

прикладные исследования в биоорганическом сельском хозяйстве России, СНГ и ЕС» (г. Москва, Сколково, 2016), IV-я Всероссийской научно-практической дистанционной конференции с международным участием «Роль молодых учёных в инновационном развитии сельского хозяйства» (Москва, 2017).

Личный вклад автора. Работа является результатом оригинальных исследований. Диссертация содержит фактический материал, полученный автором в 2013-2015 г.г. На 90 % этапы работы были выполнены лично автором. Разработка программы исследований и выбор необходимых методов выполнены при участии научного руководителя.

Автор выражает глубокую благодарность за оказанную помощь в проведении исследований заместителю заведующего отделом биотехнологии и защиты растений ФГБНУ ВСТИСП, доктору сельскохозяйственных наук Головину С.Е., заведующему лабораторно-аналитическим центром агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБНУ ВСТИСП, кандидату биологических наук Коновалову С.Н., заведующей лабораторией технологии возделывания пропашных культур ФГБНУ ВНИИЗК им. И.Г. Калининко, кандидату сельскохозяйственных наук Метлиной Г.В. и доктору сельскохозяйственных наук, профессору РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева Постникову Д.А.

Особую благодарность автор выражает научному руководителю доктору биологических наук, профессору С.К. Темирбековой за постоянную помощь в выполнении исследований и подготовке диссертационной работы.

Публикации. По материалам исследований опубликовано 29 научных работ, из них 6 – в изданиях рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 1 – в базе данных Scopus, 1 – в базе данных Agris.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 165 страницах компьютерного текста, включает 48 таблиц и 38 рисунков (фото и диаграммы). Состоит из введения, семи глав, заключения и предложений производству, списка использованной литературы, включающего 237 источник, в том числе 75 – зарубежных авторов.

ГЛАВА 1. ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ САФЛОРА КРАСИЛЬНОГО

1.1. Народнохозяйственное значение и ареал распространения

В условиях меняющегося климата с тенденцией к более сухому лету и более влажной зиме, несомненно, будут меняться и продолжительность периода вегетации, и обеспеченность растений влагой, и суммы активных и эффективных температур. Адаптация сельскохозяйственных культур к таким изменениям будет происходить за счет замены набора выращиваемых культур более теплолюбивыми и засухоустойчивыми культурами. Всемерная мобилизация растительных ресурсов лежит в основе «осеверения» земледелия, т.е. продвижение в более северные широты не только биологически возможного, но и экономически оправданного возделывания новых видов сельскохозяйственных растений. За счет «осеверения» были значительно расширены ареалы эффективного возделывания подсолнечника, кукурузы, озимой пшеницы, гороха, рапса, некоторых видов плодовых и ягодных культур, бобовых и злаковых трав. Разумеется, по мере достижения биологических границ степень риска экономически оправданного выращивания того или иного вида или сорта возрастает. Однако именно высокая конститутивная устойчивость вида растений к действию абиотических и биотических стрессоров, потенциальную продуктивность которого удалось существенно увеличить, оказывается главным гарантом рентабельного возделывания культуры (Жученко, 2009-2011).

В последнее время в мировом производстве семян основных масличных культур проявляется тенденция к увеличению, что обусловлено повышением спроса на масла растительного происхождения. Благодаря высокой питательной и диетической ценности, они постепенно заменяют животные жиры в питании людей. В развивающейся промышленности, особенно в современных её отраслях - авиации и космонавтике, возникает необходимость применения масел с особыми свойствами, какими обладают растительные (Нечипоренко, 1990).

На наш взгляд, сафлор может служить одной из перспективных культур, которая позволит расширить ассортимент возделываемых масличных культур в условиях Центрального района Нечерноземной зоны (Курило, Постников, Темирбекова, 2011).

В истории современного земледелия сафлор красильный с большим основанием может быть отнесен к числу достаточно старых культур. Еще в далекую древность уходят сведения о возделывании сафлора человеком. В гробнице египетского фараона, правившего страной в XVI в. до н. э., были найдены засохшие цветки сафлора (Минкевич, 1956).

Название сафлора встречается в словаре древнего санскритского языка. В Индии сосредоточено почти все ботаническое разнообразие этой культуры. В Европу он занесен, вероятно, арабами, впервые попал в Испанию, а затем в Италию и Францию. Сафлор, кроме Египта и Индии, был известен в других странах: Эфиопии, Афганистане, Саудовской Аравии, Сирии и Палестине, а в европейской части – в Закавказье и Туркмении. Позже культура сафлора появилась на юге Европы, куда она была занесена, вероятно, арабами и где получила распространение, в основном, на Пиренейском полуострове, а также в южных департаментах Франции, в Италии и на Балканах. О сафлоре как о растении, известном в старину грекам и римлянам, упоминают Диоскорид и Плиний (Минкевич, 1956; Ведмедева и др. 2006; Полушкин, 2007; Адамень, 2016).

Сафлор возделывали вначале как красильное растение, и только впоследствии его стали использовать как растение масличное. С развитием же промышленности анилиновых красителей, большинство красильных культур, в том числе сафлор, как сырье для получения красящих веществ, потеряли свое экономическое значение. Однако все же в дальнейшем сафлор сохранил свое значение как масличное растение (Ведмедева и др. 2006).

Возделывать сафлор в Российской империи начали во второй половине XVIII века. Выращивали его в основном на огородных участках в южных районах – в Астраханской губернии, а чуть позже, и в Таврии. На юге России сафлор со второй половины 18 века выращивали как огородное растение. В то время его

ошибочно называли шафраном. Современное название растения произошло от арабского «усфур» и, изменившись, появилось в русском, немецком и английском языках. Из семян получали хорошее пищевое и осветительное масло. В XIX веке опыты с сафлором для введения его в полевую культуру были заложены на Полотнянской опытной станции, Одесском и Марьинском опытных полях. Результаты этих опытов оказались положительными. Они свидетельствовали о возможности замены подсолнечника сафлором в засушливых местностях России. Посевная площадь сафлора в бывшем СССР достигала 7 тыс. га. Посевы его размещались на богарных землях в Казахстане, Узбекистане, Таджикистане; средняя урожайность семян сафлора составляла 10-12 ц/га. Небольшие площади сафлора были на юге Украины. В последние годы в США на опытной станции в штате Калифорния проводятся селекционные работы по выведению сортов с высоким содержанием линолевой или олеиновой кислот. Получены сорта: Rio, Gila и Frio (Черномаз, 1959; Шахмедов, 2002; Ведмедева и др., 2006).

В настоящее время красящие вещества сафлора заменены анилиновыми красителями, и основным направлением использования сафлора является масличное. Сафлор всегда считали заменителем подсолнечника в засушливых районах Индии, Пакистана, Афганистана, республик Средней Азии, Азербайджана и восточной части Северного Кавказа. Когда в 20-е годы выращивание подсолнечника переживало кризис вследствие массовой гибели растений от моли и заразики, на сафлор стали возлагать большие надежды, которые обоснованы до сего времени (Минкевич, 1956).

Сафлор имеет широкое применение, его можно использовать как масличную, техническую, красящую, лекарственную, кормовую, а также декоративную и медоносную культуру (Иваненко, 1993; Li Dajue and Hans-Henning Mündel, 1996; Пантелеев, 2002; Норов, 2006).

Сафлор красильный – единственный вид очень древнего культурного рода. Предки его до сих пор не найдены. По мнению П.М. Жуковского (1971) этот вид имеет мутагенное происхождение. В работе А.И. Купцова (1931) в историческом очерке утверждается, что родиной культурного сафлора является Абиссиния или

Индия. Этому же мнению придерживается В.П. Самородов (1931). Другие исследователи считают его родиной Ост-Индию (Стебут, 1957), третьи – Египет или Афганистан (Момот, 1938, 1948). По мнению Н.И. Вавилова (1935, 1987), сафлор красильный возник в третьем очаге происхождения культурных растений – Индийском, Среднеазиатском и Абиссинском. Позднее он был распространен в Испании, Италии, Франции, Германии, Венгрии, Средней и Передней Азии, а также главным образом в Иране и Индии, Египте, Марокко, Китае, Японии, Северной и Южной Америке, Австралии.

В настоящее время площадь посевов сафлора красильного занимает на планете более 1 млн. га. Как масличная культура, он культивируется в Европе (Полушкин, 2007; Fortnu, Rideout, Martin, Gooden, 2000; Hayashi Hisayosi, Hanada Kiichi, 1986), Азии (в основном в Иране и Индии и Казахстане) (Беликов, 1973; Подгорный, 1957; Фармакопее США, 2009), в Америке (в Средней и Южной Америке, Канаде, США), в Африке (Абиссинии, Египте, реже в Марокко) (Li Dajue and Hans-Henning Mündel, 1996; Smith, 1996; Ben-Yephet, Nelson, 1999; Bergman, 2007; Fan, 2009; Feng, 2013), в Австралии (Новая Зеландия) (Фисюнов, 1984; Smith, 1996; Yang, 2009; Feng, 2013). Сафлор красильный культивируется в России в небольших объемах в Волгоградской (Марков, 1927; Беляков, 2005; Зубков, 2012), Астраханской областях, в Калмыкии, а также с 30-х годов XX века культивируется на территории Самарской области (ГНУ Самарский НИИ сельского хозяйства РАСХН, пгт. Безенчук и с. Пестровка) (Минкевич, 1939; Комаров, 1939; Зубков, 2012). Наибольший удельный вес производства семян этой масличной культуры приходится на Индию, Мексику и США (Норов, 2005).

По размеру посевных площадей сафлора Индия занимает первое, а по объему производства – второе место в мире. Из-за низкой культуры земледелия урожайность сафлора в этой стране остаётся в пределах 3-5 ц/га (Mahapatra, Singh, Yusuf, 1975).

В Мексике сафлор начали испытывать с 1956 г. В настоящее время, благодаря относительно высокой доходности, эта культура получила широкое распространение в северо-западных районах страны. Средний урожай семян

сафлора здесь в 1975 г. составил 16,29 ц/га, валовой сбор – 531,0 тыс. тонн (Obeso, 1975).

В США первые посевы сафлора относятся к тридцатым годам прошлого столетия. В основном он возделывается в штатах Калифорния и Аризона. Средний урожай зерна в условиях неполивной культуры – 8-13 ц/га, в благоприятные годы при посеве по пару – 22 ц/га (Ashri et al., 1974).

В Китае размещены большие площади, где выращивается сафлор красильный, однако он используется для получения традиционных лекарств, и сведений о производстве семян не имеется (Адамень, Прошина, 2016).

В Испании сафлор начали культивировать с 1962 г, а в 1967 г. посевные площади его достигли 70 тыс.га. В 1968 г. в связи с сильным распространением бактериоза снизились до 10,7 тыс. га, но уже в 1975 г. составляли 30 тыс. га (Лазаричева, 1997).

В Царской России сафлор стал культивироваться со второй половины XVIII века на юге Украины и в Нижнем Поволжье (Черномаз, 1956). По данным автора в 1956 г. общая площадь под сафлором в союзных республиках составляла 15,8 тыс. га, из которых 9,3 тыс. га – в Казахстане, 4,6 тыс. га – в Узбекистане, 1,5 тыс. га – в Таджикистане. Средняя урожайность – 5-10, а при благоприятных условиях 20 ц/га и выше.

По данным Л. Бейлина (1968), общая площадь сафлора по Казахстану в зависимости от года составляла 10,6-13,0 тыс. га, а валовой сбор семян – 1,7-4,4 тыс. тонн, что соответствует урожайности 2,6-4,7 ц/га. Данные, приведенные В.С. Кузнецовым (1986), свидетельствуют о снижении посевных площадей в последующие годы в целом на территории постсоветского пространства. Судя по рекомендациям, выпущенным в Казахстане в 1964 г., основные посевы сафлора сосредоточены в Чимкентской и Джамбульской областях. В те годы их площадь составляла 7,5 тыс. гектаров, а средний урожай семян в предгорной зоне Алма-Атинской области – 19 ц/га. С обретением независимости и переходом на рыночную экономику, площадь занимаемая сафлором в Казахстане, возросла в десятки раз. В 2012 году сафлор возделывался в республике на площади 300-400

тыс. га. ежегодно, и Казахстан вышел на второе место в мире после Индии (Медеубаев, 2014; Мажаев, 2014).

Переработка семян сафлора на масло аналогична переработке семян подсолнечника, и в настоящее время она освоена на ряде маслозаводов Волгоградской, Саратовской и Самарской областей.

Интерес к сафлору с точки зрения агротехнической в начале XXI века в Поволжье вызван главным образом прогнозируемой аридизацией климата и возможностью диверсификации масличных культур с целью снижения доли участия подсолнечника в полевых севооборотах.

В нашей стране на сегодняшний день допускается использование масла из семян сафлора красильного только в качестве компонента для производства биологических активных добавок (БАД) и косметологических средств. В то же время в зарубежных фармакопеях (фармакопея США, Британская Травяная фармакопея, Китайская фармакопея) имеются статьи на сафлоровое масло (Фармакопея США, 2009; Федеральный Реестр Биологически активных добавок (БАДы), 2012; European Pharmacopoeia, 2004).

1.1.1. Масличные свойства сафлора красильного

Говоря о достоинствах сафлора, во-первых, следует отметить его значение как одного из источников мирового производства растительного масла. По своей значимости среди масличных культур в мире он занимает достаточно высокое место после подсолнечника, льна, рыжика, горчицы и широко используется в пищевой и технической промышленности.

По данным И.А. Ленчевского (1935), В.С. Кузнецова (1959), Х. Махмадкулова (1993), М.С. Норова (2005) и др. семена его содержат от 25 до 32 % жира. О более высоком содержании жира в семенах сафлора (34-37 %) сообщают В.О. Гребинский (1938), А.И. Ермаков (1976), В. Ануфриев (1964), С.Г. Лазаричев (1997), а по данным А.А. Гроссгейма (1946), в семенах сафлора содержится всего лишь 19,6 % масла. По сообщению А.Н. Максумова (1965),

абсолютное содержание жира в очищенных семенах сафлора достигает 60 % и оно пригодно в пищу.

П.М. Жуковский (1971) отмечал, что в очищенных семенах сафлора может накапливаться до 60 %, а в неочищенных семенах до 37 % растительного масла. Расширение посевов сафлора в мировом земледелии продиктовано многими факторами, но самое главное – это высокое пищевое качество сафлорового масла. Считается, что оно ценнее подсолнечного по сбалансированному составу ненасыщенных жиров, не имеет заметного привкуса, характерного для подсолнечного масла, и пригодно для лучших сортов маргарина и гидрогенизации.

Сафлор не перестает удивлять аграриев и маслопереработчиков. Согласно исследованиям Казахской академии питания сафлоровое масло содержит 76-82 % жирной полиненасыщенной кислоты – линолевой, получившей название витамина F. Особенность этой кислоты состоит в том, что она не синтезируется в организме, а может поступать только с пищей (Картамышев, 1997; Ружейникова, 2012; Медеубаев, 2014).

Сафлоровое масло также богато витамином E (до 120 мг/кг), полезность которого доказана и общеизвестна (Уваров, 1897; Борковский, 1933; Kummur, Sinha, Rai, 1989; Драгомирецкий, 1997; Нарушев и др., 2012; Шевченко, Зубков, 2011; Bai, 2012; Медеубаев, 2014).

Сафлоровое масло – прекрасный источник магния, витаминов B1, B2, PP. Также содержит витамин K, производные серотонина, каротиноиды. Йодное число 130-155. Плотность сафлорового жира при 15 °C – 913...930 кг/м³, коэффициент преломления при 20 °C – 1,475...1,476, температура застывания – от -13 до -20 °C, кинематическая вязкость при 20 °C – 61-85•10⁻⁶ м²/с. масло сафлора состоит главным образом из пальмитиновой, стеариновой, олеиновой и линолевой кислот, причем основная доля приходится на олеиновую и линолевую кислоты. Высокое содержание олеиновой кислоты в масле сафлора является желательным в случае его использования в пищевой промышленности. Высокое содержание линолевой кислоты – при случае его использования в композициях смол и красителей (Адамень, Прошина, 2016).

1.1.2. Использование сафлора как кормовой культуры

В зоне засушливого земледелия нещипковые (неколючие) сорта сафлора, обладая высокими питательными свойствами, используются как кормовые растения. Сафлор, как кормовая культура, давно привлек внимание, когда встал вопрос об организации прочной кормовой базы в острозасушливых зонах России. Неколючие сорта сафлора обладают высокими питательными свойствами зеленой массы, сена, а также силоса. В 100 кг зеленой массы сафлора при влажности 76,06 % содержится 22,75 кормовых единиц и 2,91 кг переваримого протеина. В 100 кг силоса при влажности 82,78 % – соответственно 15 кормовых единиц и 1,3 кг переваримого протеина (Ануфриев, 1964). Сено сафлора по питательности не уступает люцерновому. По данным А.И. Ковалева (1959), оно содержит 13-14 % белка, 9,0 % сахаров, 6-7 % масла и не более 22 % клетчатки. Более высокое содержание сырого белка в зелёной массе отмечается в корзинках, мелких и крупных листьях, жира – в крупных листьях, клетчатки – в стеблях, безазотистых экстрактивных веществ – в корзинках и боковых побегах, золы – в крупных листьях. По данным Норова М.С. (2001), сено нещипковых (неколючих) сортов и форм сафлора по питательности не уступает люцерновому.

Богат и разнообразен минеральный состав сафлора. По результатам анализов, проведенных в фазе начала образования корзинок в абсолютно-сухой массе, содержится (%): кальция – 1,5; фосфора – 0,66; молибдена – 0,33; хлора – 0,21; натрия – 0,65; калия – 1,73 (Агалина и др., 1967).

При соблюдении технологических требований урожайность зеленой массы неколючих сортов сафлора при укосе в фазе бутонизации – созревания может достигать 25-30 т/га, а сена – более 10 т/га. В благоприятные годы сафлор, скошенный на зеленый корм, хорошо отрастает, отаву можно использовать на выпас мелкому рогатому скоту. На силос сафлор целесообразнее сеять в смеси с подсолнечником или сахарным сорго, в целях получения более сочной и питательной массы.

Отличным кормом для скота и птицы является жмых сафлора, который содержит: масла – 6-7 %, белка – 19 % (из неочищенных семян) и 38 % (из

очищенных семян), крахмала – 24-25 %, в 100 кг его содержится 55 корм. ед. (Уваров, 1897; Минкевич, 1955; Ahmadi, et. al., 1958; Агротехника и химизация масличных культур, 1983; Драгомирецкий, 1997; Новрузов, 1997; Дейнека, 2003).

Семена сафлора в корзинке хорошо закрыты оберткой и не имеют большого привлечения для крупных диких птиц, которые часто расклеывают корзинки подсолнечника. В то же время, вымолоченные из корзинок семена сафлора хорошо поедаются домашними птицами, и их широко используют как компоненты смесей для кормления декоративных птиц (попугаев, канареек и др.). Это направление сейчас является практически основным на рынке семян сафлора, которые вывозятся для этого в Германию (Мажаев, 2014).

1.1.3. Красильные свойства сафлора

Цветки сафлора издавна используются в качестве красильного средства. По данным И.А. Добрынина (1926) в своём составе они имеют два красильных вещества – желтое и красное. Суммарная формула желтого вещества – $C_{24}H_{28}O_{15}$, содержание его в сырье составляет 30 % (Вакулин, 1929). Однако, по мнению И.А. Добрынина (1929) оно не имеет практического значения как красильное вещество, так как хорошо растворяется в воде, легко изменяется на воздухе и выцветает. Второе – красное красящее вещество применяется как краситель, имеющий характерный розовый оттенок. Содержание его в сырье – 0,5 %, суммарная формула – $C_{14}H_{16}O_7$.

Сафлор содержит пигменты (картамон), лигнаны, полисахариды, эфирные масла, жирные масла (арахидоновая кислота, линолевая кислота, линоленовая кислота, пальмитиновая кислота, стеариновая кислота). Краевые цветки содержат картамин, сафлор желтый А и В, сафломин А и С, изокартиамин, изокартамин, гидроксисафлор желтый и известно также содержание нескольких флавоноидов: 6-гидроксикемпферол-3-О-глюкозид, 6-гидроксикемпферол-7-О-глюкозид, кемпферол-3-О-рутинозид и кверцетин 3-О-глюкозид (Cutinq, 1974; Sinqh, Yusuf, 1981; Hayashi Hisayosi, Hanada Kiichi, 1986; Kummur, Sinha, Rai, 1989; Fortnum, Rideout, Martin, Gooden, 2000; Jiang, 2008; Asgarpanah, 2013). Менее ценным считается сафлорогель (жёлтый пигмент), и обычно он легко удаляется путём

промывки лепестков водой.

Картамин (красное вещество) сафлора малорастворимо в воде и совсем не растворяется в диэтиловом эфире, в то же время легко растворяется в спирте и щелочах (Irwin, 1976; Wakil, Gaffar, Masry, 1987; Bockisch, 1998; Jiang, 2010; Bai, 2012). Также в растении содержится ряд других окрашенных веществ в аналогичном диапазоне цветовых оттенков (Irwin, 1976; Wakil, Gaffar, Masry, 1987; Zheng, 1999; Japanese Pharmacopoeia, 2005).

В странах Азии красно-оранжевые венчики цветков сафлора население продолжает широко использовать для окраски тканей. Получаемые при этом краски обладают высокой стойкостью и экологической безопасностью. Краски на основе сафлорового масла применяются в живописи, в производстве ковровых изделий, для окраски мыла и пищевых продуктов (Жубанышева, Титова, 2015).

1.1.4. Использование сафлора красильного в медицине

Инновационное направление использования сафлора в мире (Китай, Индия, США) – цветочные лепестки. Ранее сафлор более знаком как источник целительного растительного масла, но лепестки этого растения довольно давно добавлялись в чай. Они делают вкус чая приятным и необычным. Он рекомендовался на протяжении веков как успокаивающее средство и как лекарство от кишечных болезней (Шостакович, 1969; Ben-Yephet, Nelson, 1999; Ahmadi, et. al., 2008). Цветы содержат питательные вещества и используются в лечении многих заболеваний, в том числе менструальных болей, сердечно-сосудистых нарушений, а также в качестве тонизирующего чая. Кроме того, сафлор препятствует пролиферации (гибели клеток), что может сделать экстракт из него полезным в лечении псориаза и мутагенных заболеваний (Ben-Yephet, Nelson, 1999; Feng, 2013; Жубанышева, Титова, 2015).

Применение в медицине масла и лепестков сафлора является актуальным, т.к. сафлор красильный является одним из 50-ти фундаментальных лечебных растений, используемых в китайском траволечении. В лечебных целях используют цветки, семена и масло семян этого растения. Сафлор красильный

широко произрастает во многих районах Китая и является одним из традиционных китайских лекарственных трав при болезнях сердца и коронарных сосудов (Hayashi Hisayosi, Hanada Kiichi., 1986; Li Dajue and Hans-Henning Mündel., 1996; Zheng, 1999; Zhang, et al., 2005; Jiang, 2010).

Последние исследования американских кардиологов доказали, что этот продукт можно использовать в качестве средства профилактики сердечно — сосудистых болезней. Это обусловлено тем, что сафлоровое масло содержит линоленовую кислоту, которая богата полиненасыщенными кислотами, способствующими профилактике болезней сердца. Ученые утверждают, что ежедневное употребление масла из сафлора в пищу нормализует уровень холестерина, повышает чувствительность к инсулину и уменьшает воспалительные процессы. Масло показало высокую эффективность и в качестве средства, нормализующего вес. Оказалось, что сафлоровое масло уменьшает количество брюшного жира, увеличивая при этом мышечную ткань (Жубанышева, Титова, 2015).

Ученые из Университета штата Огайо проверили эффективность продукта на группе добровольцев, которые принимали по чайной ложке масла ежедневно в течение 4 месяцев. По окончании этого срока у всех участников эксперимента наблюдалось увеличение концентрации гормона адипонектина, регулирующего уровень сахара и жира в организме. Кардиологи считают, что включение в рацион 2/3 чайной ложки сафлорового масла в день позволит снизить риск сердечно — сосудистых заболеваний и предотвратить связанное с менопаузой повышение веса у женщин с диабетом второго типа. Сафлоровое масло обладает гипохолестеринемическим действием, уменьшая количество липопротеинов низкой плотности, улучшает аппетит, оказывает положительные эффекты при некоторых видах опухолей (Жубанышева, Титова, 2015).

Современные фармакологические исследования показали, что сафлор обладает также и антиоксидантными свойствами (Jin et al., 2004). В народной медицине Индии на сафлоровом масле изготавливают смесь для укрепления волос

(Максумов, 1964). В фармацевтической промышленности цветки сафлора используются как носители витамина Е и А (Жубанышева, Титова, 2015).

1.1.5. Фитомелиоративные свойства сафлора

Кроме масличного использования необходимо отметить еще ряд существенных достоинств сафлора. Одним из важных направлений биологизации современных севооборотов является широкое использование специальных фитомелиоративных приемов в земледелии. Актуальным направлением является поиск новых культур, обладающих фитомелиоративными свойствами (Мажаев, 2014). В ряде исследований установлено, что сафлор обладает мелиоративными свойствами, т.е. оструктурирует и улучшает почву (Мажаев, 2014).

Кроме того, исследованиями Постникова Д.А. (2009), Норова М.С. (2006) установлены фитомелиоративные возможности сафлора при заправке его в фазу цветения на зеленое удобрение. Содержание доступного фосфора в почве возрастало на 9 %, обменного калия – на 2 %. Установлено также, что сидерация при использовании сафлора увеличивала микробиологическую активность почвы. Таким образом, при практическом решении задачи воспроизводства почвенного плодородия в биологическом земледелии региона может быть использован фитомелиоративный биопотенциал культуры сафлора.

Цветущий сафлор является прекрасным медоносом – дает до 60 кг душистого полезного меда с 1 гектара в самых засушливых условиях, где другие медоносы даже не выделяют нектар. Сафлор зацветает раньше подсолнечника и длительность его цветения более растянутая. Учитывая все эти преимущества, выгодно выращивать эту культуру в хозяйствах засушливого степного Поволжья, где развито пчеловодство (Мажаев, 2014).

1.2. Морфологические и биологические особенности культуры. Основные агротехнические приемы возделывания сафлора

Сафлор (картамус красильный) – *Carthamus tinctorius* L. относится к семейству Астровые – *Asteraceae*.

Мнения авторов по поводу числа видов сафлора неоднозначны. По данным А.Н. Купцова (1931, 1941), их одиннадцать, С.А. Шостакович (1969) насчитывает девятнадцать, а С.Я. Золотницкая (1965) – двадцать пять видов.

Наиболее широко распространенным видом, по мнению С.А. Шостакович (1969), является *Carthamnus Janatus* – сафлор шерстистый. В книге «Флора СССР» автор приводит 4 дикорастущих и один культурный вид (*Carthamnus tinctorius*). В своде дополнений и изменений к книге С.К. Черепанов (1973) приводит *C. Janatus subsp. turkestanicus*.

Сафлор красильный – однолетнее травянистое растение со стержневой, хорошо развитой корневой системой, углубляющейся в почву до 1,5-2 м, в зависимости от зоны возделывания (Норов, 2005).

Стебель прямостоячий, ветвящийся, голый, высотой до 90 см (Вавилов, 1986). По сообщениям Х. Махмадкулова и др. (1993), в условиях полупустынных пастбищ Таджикистана, где среднее количество осадков в год составляет 146-250 мм, стебель сафлора достигает 100-120 см. В зоне необеспеченной богары Талды-Курганской области Казахстана (Ахшанов, 1972), высота растений сафлора при различных способах и нормах посева заметно не изменяется и составляет в среднем 46-49 см. В условиях же обеспеченной осадками богары Таджикистана рассматриваемый показатель варьирует в больших пределах в зависимости от сроков посева. Так, по данным М.С. Норова (2005), на декабрьских посевах высота растений составляла 113,7 см, а на мартовских – 91,4 см. Высота растений сафлора изменяется и от сортового состава. Исходя из этого, В.Г. Картамышев, В.Г. Шурупов и др. (1997) разделяют три группы сафлора: низкорослые – до 70 см, среднерослые – от 71 до 90, высокорослые – свыше 91 см.

Листья сафлора – простые, сидячие, голые кожистые, ланцетной формы, по краям зубчатые, с острыми шипами или без них (Успенский, 1932; Федоров, 1979;

Фисюнов, 1984). К верхушке стебля они уменьшаются, переходя в листовую обертку соцветия в виде прицветника, и играют немаловажную роль в накоплении урожая семян (Норов, 2005). Изучая зависимость урожая семян от наличия листьев и прицветников, Hayashi Hisayoshi, Hanada Kuchi (1986) установили, что площадь прицветников составляет 5 % от общей площади листьев на главном стебле, а на боковых побегах – примерно 50 %. Удаление прицветников привело к уменьшению числа семян в корзинке на 28 %, а урожая семян – на 36,6 %.

Соцветие сафлора представляет собой корзинку диаметром от 1,5 до 3,5 см. Цветки трубчатые с пяти-раздельным венчиком, в большинстве случаев желтого или оранжевого цвета. Встречаются формы с белыми цветками. Завязь одногнездная, с длинным столбиком. Опыляется преимущественно насекомыми (Минкевич, 1955; Bockisch, 1998; Норов, 2005; Yang, 2009).

Плодом сафлора является семянка (Марков, 1927; Агротехника и химизация масличных культур, 1983; Картамышев, 1997; Дейнека, 2003; Беляков, 2005). Семена белые, голые, обратнойцевидные, глянцевитые, четырехгранные, удлиненные, со слабо выступающими ребрами. Вершина семян тупая, обычно, без хохолка. Также существуют семянки с хохолком из узких пленок. Околоплодник жесткий, как правило, панцирный. Лузга составляет 40-60 % от массы семян. Семена при созревании почти не осыпаются, так как этому препятствуют плотно смыкающиеся внутренние листочки обертки (Норов, 2005).

Сафлор является теплолюбивым, засухоустойчивым растением короткого дня, хорошо приспособленным к сухому континентальному климату. К теплу особенно требователен в фазы цветения и созревания. В данный период развития дождливую погоду переносит хуже, чем засуху, так как при этих условиях цветки плохо оплодотворяются, а корзинка загнивает. Он сравнительно слабо реагирует на удлинение дня при продвижении к северу (Норов, 2005).

Семена сафлора прорастают при температуре +1, +2 °С. На скорость прорастания масличных культур, в том числе сафлора оказывают влияние различные факторы: температура, влажность, свет, химические вещества, различные виды излучения, кислород и др. (Леман, Айхель, 1936; Крокер, Бартон,

1955). Сафлор не боится заморозков. Понижение температуры молодыми растениями данной культуры переносится легко. Всходы в фазе розетки могут переносить морозы до $-15 - -17^{\circ}\text{C}$. Эта способность сафлора выдерживать заморозки позволяет использовать его для подзимних и зимних посевов на Юго-Востоке Европейской части России. При этом посевы сафлора под зиму в теплых регионах бывают урожайнее весенних (Мажаев, 2014).

Температура является одним из основных факторов, влияющих на продолжительность вегетации. Чем выше среднесуточные температуры в период вегетации, тем быстрее созревает сафлор (Мажаев, 2014).

Пребывание проростков в условиях пониженных плюсовых температур замедляет рост и тормозит мобилизацию запасных веществ. Поэтому Л. Бейлин (1968) пишет, что всходы, обычно появляющиеся на 8-10-й дни после посева, при раннем севе и холодной весне появляются на 20-22-й день. По наблюдениям М.С. Норова (2005), также на декабрьских посевах всходы сафлора появились на 25-й день, а на поздних мартовских – на 10-й день.

При прорастании семядоли выносятся на поверхность почвы. Через 65-70 дней после всходов наступает цветение (Норов, 2005), которое продолжается около месяца. Вначале зацветают центральные корзинки, затем боковые. Межфазный период от цветения до созревания семян продолжается 35-40 дней.

Вегетационный период сафлора, по данным Д.С. Васильева, Н.Г. Потеха (1986), составляет 90-120, реже – 150 дней. При этом изменяется в широких пределах в зависимости от сроков сева. При весеннем сроке продолжительность вегетации составляет 110-150, а при осеннем – 200 дней (Подгорный, 1957; Минкевич, Борковский, 1965; Obeso, 1975; Вахрушева, 1997; Драгомирецкий, 1997).

На юге Казахстана (по данным Казахского института каракулеводства, 1964) вегетационный период сафлора длится 109-116 дней. В условиях юга Таджикистана колеблется от 165 до 175 дней (Махмадкулов и др., 1993), а в Центральной части республики – 112-177 дней (Норов, 2005).

Сафлор красильный является перекрестноопыляющимся растением (Уваров, 1897; Минкевич, 1939; Федоров, 1979; Драгомирецкий, 1997; Шотт, 2002; Беляков, 2005). Опыление происходит при помощи насекомых (пчелы).

Достоинством сафлора является его нетребовательность к почве. Он нормально произрастает на малоплодородных землях, в том числе засоленных, однако, милясь с такими почвами, наивысшие урожаи сафлор формирует на черноземных и каштановых почвах. Сафлор весьма чувствителен к глубине обработки пахотного слоя и подпахотного горизонта. Лучшие результаты дает при севе на глубоко вспаханной почве. По механическому составу для него предпочтительнее рыхлые супесчаные или суглинистые почвы. Отрицательно реагирует сафлор на кислые, заболоченные почвы, с высоким уровнем грунтовых вод (Руководство по семеноводству сафлора, 2013).

Вопрос о применении удобрений под сафлор плохо изучен. По исследованиям И.А. Минкевича и В.Е. Борковского (1955) сафлор хорошо отзывается на азотные удобрения и в меньшей степени на фосфор и калий.

Лучшими предшественниками для сафлора являются озимые и яровые колосовые культуры, размещенные по лучшим предшественникам, а также пропашные культуры. В этих условиях формируются глубокие запасы влаги и благоприятный фитосанитарный фон. Допустимо размещение сафлора после кукурузы, рапса и льна, но недопустимо после подсолнечника, сахарной и кормовой свеклы, сорго, которые сильно высушивают почву. Срок возвращения культуры на предыдущее место – 4-5 лет. Сафлор хороший предшественник для яровых колосовых культур, а при благоприятных условиях осени – допустимый предшественник для озимого ячменя и даже озимой пшеницы (Ружейникова и др., 2012).

По данным П.В. Полушкина (2007) в Саратовском Заволжье, соблюдение правильной агротехники пропашного сафлора способствует тому, что, поля после него по чистоте и рыхлости уступают только чистым парам.

Эффективность возделывания сафлора в условиях, где основным лимитирующим фактором является почвенная влага, зависит от способов основной и предпосевной обработки почвы. Однако имеющиеся данные по

способам и глубине основной обработки почвы под сафлор довольно неоднозначны. Результаты научных исследований и практический опыт в схожих с Заволжьем Саратовской области природно-климатических условиях показывают, что максимальная урожайность сафлора достигается классической отвальной глубокой (22-25 см) обработкой почвы. Такая обработка наиболее соответствует строению глубоко проникающей стержневой корневой системе и распространению скелетных и сосущих корней сафлора (Ружейникова и др., 2012).

По мнению Г.Р. Дорожки и В.М. Пенчукова (2011), черноземные и каштановые почвы пахать и глубоко рыхлить не требуется. Объясняется это плотностью этих почв, оказывающей решающее влияние на целый ряд физиологических и биологических факторов их плодородия. После зерновых культур, как основного предшественника сафлора, она, как правило, находится в пределах 1,20-1,25 г/см³, показателях, близких к равновесной плотности. В тоже время, обработка почвы в структуре затрат доходит до 40-50 %, а поэтому снижение затрат на нее сразу существенно сказывается на уменьшении себестоимости и повышении рентабельности производства культуры.

Предпосевная обработка почвы может идти по классической схеме: покровное боронование, культивация с боронованием на глубину заделки семян. Если почва хорошо и вовремя обработана осенью, то весенняя обработка перед посевом проводится очень легко. При наличии комбинированных орудий с широким захватом и совмещении операций по предпосевной обработке почвы, посева, внесения удобрений и прикатывания достигается более высокий агротехнический и экономический эффект (Ружейникова и др., 2012).

1.2.1. Сроки посева

Общеизвестно влияние сроков посева на урожайность полевых культур. Особенно большое значение этот фактор имеет для сафлора, выращиваемого на богарных землях, поскольку очень бурное весеннее нарастание положительных температур вызывает интенсивное испарение почвенной влаги.

По мнению А.Н. Максумова (1965), культура сафлора не требует строго определенного срока сева. Его можно высевать в различных зонах богары с осени до поздней весны. Поздние посевы производятся при наличии свободных земель, а также взамен погибших по тем или иным причинам озимых и ранних яровых культур. Однако во время прорастания его семян, требуется относительно высокая влажность почвы. Автор приводит пример, когда в опыте с посевом сухих семян 25 июня, при 9 % влажности почвы на глубине 10 см, всходы не появились. Также не получены всходы при посеве 28 августа в почву, имевшую влажность 11 %. При проверке оказалось, что семена сафлора наклюнулись и даже дали ростки длиной 1 см, но затем из-за недостатка влаги погибли. Из этого А.Н. Максумов (1965) делает вывод, что для обеспечения полноты всходов посев сафлора необходимо завершать не позднее 25 мая. Ранние и особенно подзимние посевы всегда обеспечивают больший урожай, как семян, так и зеленой массы сафлора. Свои выводы автор аргументирует тем, что при ранних сроках сева цветение сафлора происходит раньше – в период, когда в почве ещё имеется достаточное количество влаги. В это время продолжается накопление урожая, на поздних же посевах оно практически прекращается.

На ранних посевах, по данным В.М. Гильтебрандта (1937) и Я.Г. Момот (1956), сафлор меньше повреждается вредителями, значительно увеличивается урожай семян и их масличность. О повреждении поздних посевов сафлоровой мухой упоминается и в работе Д.К. Касимова, М.Н. Сардорова и др. (2000).

На Волгоградской опытной станции (Черномаз, 1959) при посеве 29 апреля с гектара было получено 10,04 ц семян сафлора, 4 мая – 8,1 ц, 11 мая – 5,6 ц. В.С. Кузнецов и Г.Г. Гатаулина (1986) рекомендуют высевать сафлор в самые ранние сроки, одновременно с яровой пшеницей.

О преимуществе ранневесенних посевов сафлора пишут также А.И. Ермаков и др. (1972) и J. Alessi, J.F. Power, D.C. Zimmerman (1981). В.Г. Картамышева и др. (1992) считают, что при ранних сроках сева сафлора можно получить двойной эффект: повышение урожайности и раннее освобождение полей для последующих культур. В условиях Индии (Maharatra, Singh, Yusuf,

1975; Nimbkar, 2007) оптимальный для сева сафлора период – с конца сентября по конец октября, а для условий Мексики – с 15 ноября до 15 января (Obeso, 1975).

По результатам трехлетних (2005-2007 гг.) исследований В.М. Иванова и В.В. Толмачева (2010) в Заволжье Волгоградской области (Палласовский район) на каштановых тяжелосуглинистых почвах, где гидротермический коэффициент - 0,5, запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы в большей степени определялись погодными условиями и сроками посева. Снижение запасов влаги до критических значений отмечалось при раннем посеве в межфазный период «цветение – созревание», а при поздних посевах – раньше, в «бутонизацию – цветение». Сроки посева значительно повлияли на продолжительность вегетационного периода. На поздних сроках посева длина вегетационного периода сократилась на 13-14 дней по сравнению с ранним посевом, что отрицательно отразилось на урожайности сафлора. Более высокая урожайность при раннем сроке сева реализовывалась, прежде всего, за счет увеличения корзинки, количества маслосемян в ней и, как правило, большей густоты стояния растений.

1.2.2. Густота стояния растений сафлора

Урожайность кормовой массы и семян сафлора во многом зависит от густоты стояния растений в посеве. При её уменьшении улучшаются водный, пищевой и световой режимы, что положительно сказывается на росте и развитии растений, площади листьев, чистой продуктивности фотосинтеза и, в конечном результате, продуктивность каждого растения увеличивается. Однако, учитывая, что величина урожая является произведением средней продуктивности одного растения на число растений на 1 га, хозяйственное преимущество имеют посевы сафлора, где определённое число растений на единице площади приносят больше продукции. Поэтому оптимальную густоту посевов сафлора следует устанавливать для каждой конкретной зоны (Норов, 2005).

Так, В.С. Кузнецов и Г.Г. Гатаулина (1986) рекомендуют высевать на одном гектаре 10-12 кг семян, а В.Н. Степанов (1959) считает, что наилучшие результаты

получаются, если норму высева несколько увеличить, то есть довести до 15 кг на гектар. По данным В. Ануфриева (1964), более высокие урожаи зелёной массы и семян сафлора в зоне достаточного увлажнения формируются при норме 20 кг/га по сравнению с нормой 10 кг/га. В районах же полуобеспеченной и обеспеченной осадками богары, норма высева должна быть соответственно снижена до 10-12 кг/га. Далее он отмечает, что при посеве сафлора в весенние и поздневесенние сроки, норма высева сафлора несколько снижается, по сравнению с подзимним посевом, так как исключается опасность гибели семян и всходов растений в результате неблагоприятных зимних условий.

Д.К. Касымов и др. (1996) сообщают, что при возделывании сафлора на семена, норму высева необходимо устанавливать из расчета 8-12 кг/га, а для получения силосной массы, сена и зеленого корма, с целью увеличения густоты стояния растений, следует увеличить до 14 кг/га. Далее авторы отмечают, что на обеспеченной осадками богаре бывшего Советского района Таджикистана хорошие результаты дают посевы сафлора с густотой 130-200 тыс. растений/га.

В штатах Квинсленд и Новый Южный Уэльс Австралии высокую продуктивность обеспечивают посевы сафлора с нормой 17 кг/га. При посеве же в мае норма высева увеличивается до 28 кг/га (Cutting, 1974). В исследованиях индийских учёных S.M. Nikam., V.A. Patil (1984) при густоте стояния растений сафлора 55, 96 и 148 тыс./га урожайность семян составила соответственно 683, 691 и 710 кг/га, а масса 1000 семян – 46,1, 45,0 и 43,8 г.

Для юго-восточных областей Казахстана Т.С. Ахшанов (1972) предлагает густоту стояния растений в посеве устанавливать из расчета 120 и 160 тыс. на гектар. При этом формируется наибольшее количество корзинок на одном растении и количество семян в корзинке. Соответственно, данные варианты обеспечивают максимальный для этой зоны урожай семян – 7,5-7,9 ц/га. Оптимальной нормой высева семян сафлора для засушливой богары Южного Таджикистана является 20 кг/га (Махмадкулов и др., 1993).

Для условий обеспеченной осадками богары Центрального Таджикистана при посеве в третьей декаде декабря густота стояния растений должна

соответствовать 120 тыс. на гектар. На февральских посевах густота стояния растений снижается до 100, а на поздних мартовских – до 80 тыс/га (Норов, 2005).

В исследованиях В.Б. Нарушева и А.Т. Куанышкалиева (2012) в условиях Южной Правобережной микрозоны Саратовской области (Саратовский район) в 2008-2009 г. максимальная продуктивность маслосемян сафлора была сформирована на широкорядном посеве с междурядьем 45 см при норме высева 350 тыс. шт. всхожих семян/га – 1,65 т/га, при обычном рядовом посеве – 400 тыс. шт. всхожих семян на гектар – 1,53 т/га.

Многолетняя работа по изучению сафлора ведется на Ершовской опытной станции орошаемого земледелия П.В. Полушкиным (2011). В производственных посевах сафлора под его руководством в КФХ «Мария» Дергачевского района Саратовской области на светло-каштановых почвах в 2004-2006 гг. лучшим способом посева оказался черезрядный с междурядьем 30 см при густоте стояния растений 220 тыс. на гектар. Средняя урожайность маслосемян сафлора за годы испытаний составила 15,1 ц/га.

В производственных опытах в ООО «Союз» Безенчукского района Самарской области в 2011 году широкорядные посевы сафлора с междурядьем 70 см и нормой высева 0,2 млн. семян на 1 га обеспечили урожайность 10 ц/га, а сплошные рядовые с междурядьем 15 см и нормой высева 0,8 млн./га – 12 ц/га (Зубков, 2012; Адамень, 2016).

Приведенные результаты исследований и производственных испытаний по выбору способов посева и густоты стояния растений сафлора показывают, что их эффективность определяются почвенно-климатическими условиями, влажностью и засоренностью почвы, хозяйственным назначением, сортовыми особенностями.

1.2.3. Способы посева сафлора

Результаты многочисленных исследований по технологии выращивания сафлора показывают, что урожайность семян и питательная ценность получаемого корма в значительной степени обуславливается способом

размещения растений. При этом необходимо исходить из назначения посевов, а также климатических условий местности.

В частности, Л. Бейлин (1968) указывает, что при раннем сроке необходимо сеять сафлор с междурядьями 45 см, а в хозяйствах с хорошей влагообеспеченностью почв – 30 см. Аналогичного мнения придерживаются и В.В. Невзоров (1951).

А.Н. Максумов и В. Ануфриев (1963) считают, что лучшим способом посева сафлора на корм является сплошной рядовой посев. Получаемый при этом более высокий урожай зелёной массы по сравнению с другими способами (например, с шириной междурядий 30 см и 45 см), авторами объясняется равномерным распределением семян по площади посева и лучшим использованием питательных веществ и влаги. При сплошном посеве формируется оптимальная густота стояния растений, большая их облиственность, а, следовательно, и более высокий урожай. На посевах сафлора с междурядьями 30 см урожай зеленой массы примерно такой же, как и на сплошных рядовых посевах. На урожай же семян, по данным авторов, способ посева не оказывает большого влияния, хотя широкорядный (45 см) является несколько лучшим по сравнению с другими.

Если сафлор размещается на засоренных землях, авторы советуют отдавать предпочтение широкорядному способу. При таком посеве создается возможность борьбы с сорняками путём проведения механизированной обработки междурядий. По наблюдениям Т.С. Ахшанова (1969), среднесезонная засорённость на варианте с шириной междурядий 75 см и нормой высева 240 тыс. семян на гектар составляла 6,5 сорняков на 1 м², тогда как в посевах с междурядьем 45 см и нормой высева 120 тыс. семян на такой же площади оказалось 9 сорняков.

В условиях Пакистана исследованиями по определению наиболее эффективного способа посева сафлора (Qayyum, Kazi, 1988) установлено, что самые высокие растения с наибольшим числом ветвей формируются на посевах с шириной междурядий 60 и 90 см. Но максимальный урожай семян обеспечивает посев с междурядьями 45 см. Увеличение ширины междурядий приводило к снижению урожая семян в 1,9-2,6 раза.

Исследования, проведенные М.С. Норовым (2004) в условиях обеспеченной осадками богары показывают, что по продолжительности межфазных периодов и вегетационного периода в целом между способами посева различий не имеется. При этом наибольшее количество корзинок на одном растении и число семян в корзинке формируются на широкорядных посевах (60-70 см). Самый высокий урожай семян сафлора в среднем за 3 года (17,6 ц/га) обеспечивает вариант с шириной междурядий 60 см при норме высева 120 тыс./га.

1.2.4. Уход за посевом

Уход за посевами сафлора такой, как и за посевами подсолнечника: прикатывание, боронование до и после появления всходов в фазе двух-трех пар настоящих листьев поперек строк и 1-3 междурядные обработки (при высоте растений 6-8 и 8-10 см). Для борьбы с сорной растительностью используют почвенные гербициды из группы ацетохлоров (Трофи 30, КЭ – 2 л/га, Беркут, КЭ – 2 л/га и другие), также Гезагард 500 (3 л/га), Стомп (4 л/га). При значительной засоренности посевов однолетними злаковыми сорняками и падалицей зерновых культур целесообразно применять граминициды, такие как Фюзилад Супер (1,5 л/га), Селект 120 (0,6 л/га), Пантера (1,1 л/га) и другие.

Посевы сафлора могут повреждаться сафлоровой мухой, тлёй, долгоносиком и совкой. Для предупреждения поражения посева в период 4-6 листьев необходима обработка препаратом Кинфос – 0,25 л/га или другим инсектицидом против тли и мухи, а затем в период бутонизации против цветоеда и совки – Диазинон Экспресс, КЭ – 1,5 л/га + Фаскорд, КЭ – 1,15 л/га или другие сочетания инсектицидов в баковых смесях (Ружейникова и др., 2012).

1.2.5. Уборка сафлора

Убирать сафлор можно как прямым комбайнированием, так и отдельным способом. При прямом комбайнировании к уборке приступают при полном созревании, когда все растение и корзинки пожелтеют, и семена полностью созреют (влажность семян не более 14 %).

При значительном засорении посевов сорняками можно проводить двухфазную уборку, валок легко продувается. Наиболее приемлема уборка сафлора прямым комбайнированием при полном высыхании растений. Уборку сафлора на семена проводят зерноуборочными комбайнами (Дон-1200, Енисей, Дон-1500, Сампо 500 и др.). Для снижения дробления семян сафлора частоту вращения молотильного барабана снижают до $7,5-10 \text{ с}^{-1}$, а зазоры на выходе из деки увеличивают до 20-25 мм.

Семенам сафлора не опасен перестой на корню. При полном созревании всех семян ворох наиболее благоприятен для подработки на току. Подработанные на решетных станах и триерах семена хранят при влажности не выше 10 % (Ружейникова и др., 2012).

1.2.6. Вредители и болезни сафлора

Ученые, изучающие особенности роста и развития сафлора (Успенский, 1932; Минкевич, 1965; Thomas, 1970; Mundel et al., 1995; Ben-Yephet and Nelson, 1999; Fortnum et al., 2000), отмечают положительную особенность его: культура мало страдает от болезней и вредителей, в отличие от подсолнечника, который сильно повреждается, особенно ржавчиной и заразихой.

В настоящее время, когда только начинается внедрение культуры на поля Московской области, посевы сафлора практически не повреждаются болезнями и вредителями в связи с тем, что не накоплен опасный для культуры фон.

На сафлоре развиваются 44 вида насекомых, из них 21 вид относится к отряду жесткокрылых (пластинчатоусые, нарывники, листоеды, чернотелки и др.), 11 видов – представители отряда прямокрылых (в основном саранчовые). Наиболее часто на посевах сафлора встречается кузька-крестоносец, туранский прус, гребневка, зимняя и крестовая кобылки, ягодный клоп, окаймленная бронзовка, малый сафлорный долгоносик, большой сафлорный долгоносик, сафлорная муха. Специализированными вредителями сафлора являются 6 видов: большая и малая сафлорные тли, малый и большой сафлорные долгоносики, сафлорная огневка и сафлорная муха (Исмухамбетов, 2008).

Среди них наибольшую опасность представляет сафлорная муха. Особи первого поколения появляются в апреле на сорняках. В середине мая появляется второе поколение уже на сафлоре в фазе конца ветвления – начала бутонизации. Самки откладывают по одному яйцу внутрь бутона. Эмбриональный период развития длится 3-5 дней. Личинки развиваются около 18-20 дней, питаются семенами и превращая содержимое корзинки в полужидкую кашу. В одной корзинке может находиться несколько личинок. Повреждаемость семян личинками очень высокая – от 15 до 83 % в зависимости от диаметра корзинки (Аманов, 2011).

Жуки малого и большого долгоносиков повреждают листья, стебли и листочки обертки корзинки сафлора. После интенсивного питания, которое длится около 15 дней, жуки приступают к откладке яиц. Самки откладывают яйца внутрь соцветий. Отродившиеся личинки питаются завязями и сеянками молочной спелости. Жуки грубо объедают листья по краям и в середине, выгрызают бороздки в стеблях. При повреждении тонкие стебли сгибаются и надламываются. Но долгоносик отдает предпочтение бутонам. Он полностью перегрызает небольшой бутон или выедает его содержимое, оставляя только донце и часть обертки будущей корзинки. Основное внимание необходимо обращать на развитие малого сафлорового долгоносика, так как он способен достигать большой численности. Соотношение малого долгоносика к большому на полях составляет примерно 4:1 (Исмухамбетов, 2008).

Большая и малая тли отмечаются редко. Они обитают на сафлоре, начиная со всходов и до созревания, и высасывают сок из листьев. Сафлоровая огневка также редко встречается на посевах сафлора. Гусеницы повреждают стебель, который в месте повреждения переламывается (Исмухамбетов, 2008).

Среди болезней сафлора наиболее распространены ржавчина, заразиха, фузариоз, септориоз, фитофтороз и корневая гниль. Наиболее опасна на полях сафлора в Саратовской области ржавчина, напоминающая ржавчину подсолнечника. Возбудитель болезни гриб *Puccinia carthami* Corola.

Телейтоспоры сохраняются на растительных остатках. Весной они прорастают и заражают сафлор. Появляющиеся уредоспоры производят заражение летом. К осени образуются телеитоспоры. На обеих сторонах листьев рассеянно появляются округлые порошащиеся каштаново-бурые пустулы. Позднее к осени образуются черные и черно-бурые порошащиеся пустулы (вначале покрытые кожицей листа). Обычно заболевание охватывает сплошь все поле и все растения. Заболевание вызывает сильное общее угнетение растений и снижение урожайности (Ружейникова и др., 2012).

Сафлор сильно страдает от почвенных патогенов, которые могут атаковать семена, всходы и молодые растения во время формирования семян, в результате чего непосредственно или косвенно урожайность и качество теряются.

Семена и всходы загнивают от *Pythium*, а также *Phytophthora*, которые являются одними из наиболее разрушительных почвенных заболеваний сафлора (Heritage et al., 1984; Huang et al., 1992). Исследования показали, что *Pythium ultimum* Trow. – это возбудитель гнили семян и гибели всходов сафлора в Иране и других странах (Ahmadi et al., 2008; Ahmadinejad and Okhovat, 1976; Mundel et al., 1995). Он ограничил производство сафлора не только в Иране, но и в других странах в мире. Возбудитель паразитирует на семенах и вторгается в гипокотиль или первые междоузлия тканей сафлора и вызывает гниение и распад тканей зараженных растений, и, наконец, гибель растения (Kolte, 1985; Thomas, 1970). Несмотря на различные химические фунгициды, используемые для контроля заражения, по аналогии с другими заболеваниями грибов, лучший способ для снижения потерь – это использование в посадке устойчивых сортов.

Комплекс мероприятий по защите сафлора от болезней и вредителей также включает соблюдение правил карантина, проведение агротехнических и химических мероприятий. Важным резервом получения стабильных урожаев является подбор сортов, устойчивых к болезням и вредителям. При завозе семян или импортных грузов необходим тщательный досмотр и обеззараживание их (Ружейникова и др., 2012).

Основой комплексных мероприятий по защите культуры является соблюдение технологии возделывания. Глубокая вспашка способствует снижению численности долгоносиков и других почвенных вредителей. При севе в наиболее ранние сроки растения «уходят» от повреждений вредителями. Регулярное уничтожение сорняков на полях и вблизи них лишает дополнительную кормовой базы и условий для перехода на посевы таких вредителей, как сафлоровая муха и долгоносики (Исмухамбетов, 2008).

На прежнее место в севообороте сафлор должен возвращаться через 5-6 лет. Это способствует освобождению посевов от возбудителей увядания, пятнистостей и других болезней. Требуется тщательная очистка семян и их фитопатологическая экспертиза. Запрещается высевать семена с примесью заразики, а также склероциев возбудителей гнилей (Ружейникова и др., 2012).

ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования выполнены в 2013-2015 годы в Центре генофонда и биоресурсов растений ФГБНУ ВСТИСП, п. Михнево, Ступинском районе, Московской области, а также в ФГБНУ «Всероссийский НИИ зерновых культур им. И.Г. Калининко», г. Зернограде, Ростовской области и в ФГУП "Учхоз "Муммовское" МСХА имени К.А. Тимирязева", с. Ершовка, Саратовской области. Объектом исследований является сафлор красильный – новый сорт Краса Ступинская (ФГБНУ ВСТИСП), а также сорта из коллекции ВИР – Молдир, Молдир 2008, Центр 70 (Казахстан) и ВИР 2933, Шифо, Цамбули и Махалли 260 (Таджикистан).

2.1. Методы исследований

2.1.1. Полевые исследования

Посев проводили при наступлении физической спелости почвы вместе с яровыми культурами: в 2013 году – 11 мая, в 2014 – 3 мая, в 2015 году – 30 апреля. Для посева в 2013 и 2015 г.г. использовали коллекционную сеялку СН-10Ц-01, в 2014 г – селекционную сеялку рядового посева «Клен – 1,5». В 2013 году посев проводили на семенные цели на площади 150 м², в 3-х кратной повторности. Норма высева семян – из расчета 12 кг/га. В 2014-2015 г.г. посев проводили на площади 560 м², в 2-х кратной повторности. Общее число делянок – 144, расположение делянок систематическое, площадь делянки 2 м². Предшественником в Московской области были горчица белая на семена в 2013 году и картофель в 2014 и 2015 г.г. Уборку проводили в фазу полной спелости комбайном Сампо 130.

Схема посева:

Фактор А. Норма высева семян:

I – 10 кг/га или 250 тыс. шт / га.

II – 12 кг/га или 300 тыс. шт / га.

III – 14 кг/га или 350 тыс. шт / га.

Фактор В. Глубина заделки семян:

a – 3-4 см,

b – 5-6 см,

c – 7-8 см,

Фактор С. Применение гербицидов:

1 – Контроль (без применения гербицидов)

2 – Дуал Голд, норма расхода из расчета 1 л/га или 0,2 мл/2 м² – опрыскивание почвы после посева до появления всходов

3 – Дуал Голд, норма расхода из расчета 1,5 л/га или 0,3 мл/2 м² – опрыскивание почвы после посева до появления всходов

4 – Дуал Голд, норма расхода из расчета 2 л/га или 0,4 мл/2 м² – опрыскивание почвы после посева до появления всходов

5 – Хармони, норма расхода из расчета 5 г/га или 0,001 г/2 м² – опрыскивание вегетирующих растений в фазе 2-4 листьев сорняков, до фазы ветвления основной культуры

6 – Дуал Голд, норма расхода из расчета 1 л/га или 0,2 мл/2 м² – опрыскивание почвы после посева до появления всходов один раз + Хармони, норма расхода из расчета 5 г/га или 0,001 г/2 м² – опрыскивание вегетирующих растений в фазе 2-4 листьев сорняков, до фазы ветвления основной культуры

7 – Дуал Голд, норма расхода из расчета 1,5 л/га или 0,3 мл/2 м² – опрыскивание почвы после посева до появления всходов один раз + Хармони, норма расхода из расчета 5 г/га или 0,001 г/2 м² – опрыскивание вегетирующих растений в фазе 2-4 листьев сорняков, до фазы ветвления основной культуры

8 – Дуал Голд, норма расхода из расчета 2 л/га или 0,4 мл/2 м² – опрыскивание почвы после посева до появления всходов один раз + Хармони, норма расхода из расчета 5 г/га или 0,001 г/2 м² – опрыскивание вегетирующих растений в фазе 2-4 листьев сорняков, до фазы ветвления основной культуры

Характеристика гербицидов:

Хармони. Послевсходовый гербицид, с низкой нормой расхода для применения в чистом виде и в смесях против однолетних двудольных сорняков в посевах зерновых колосовых, кукурузы, льна и сои (Кочубеев, 2014).

Действующее вещество – тифенсульфурон-метил (750 г/кг). Этот препарат относится к поколению сульфонилмочевин, без ограничений для культур севооборота. Уникальность в универсальности – его можно использовать на многих культурах в чистом виде и в баковых смесях. Препаративная форма – сухая текучая суспензия.

Основные преимущества препарата Хармони:

- идеально подходит для полей, засорённых крестоцветными сорняками, щирицей, дурнишником и др.;
- высокоселективен для зерновых колосовых культур (от всходов до появления флагового листа) и нетребователен к температуре (работает, начиная с 5 °С);
- усиливает эффект в баковых смесях, благодаря чему можно экономить за счёт снижения дозировок гербицидов.

Хармони быстро разлагается в почве. После применения нет никаких ограничений по высеву последующих культур осенью или следующей весной.

Дуал Голд. Почвенный гербицид против однолетних и целого ряда многолетних сорняков (Применение гербицидов, 2013).

Действующее вещество: С–метолахлор. Препаративная форма: концентрат эмульсии.

Механизм действия Дуал Голд заключается в блокировании процесса отрастания сорняков. У злаковых сорняков действующее вещество проникает через coleoptile, при этом росток скручивается и вслед за этим гибнет. У двудольных сорняков действующее вещество попадает через семядоли, также вызывая их гибель. Таким образом, поглощение препарата происходит в фазу прорастания сорняков, вызывая их гибель еще до появления всходов.

Полностью уничтожает: куриное просо, просо волосовидное, щетинник (виды), росичка (виды), гумай (проростки), щирица (виды), звездчатка средняя,

пастушья сумка, портулак огородный, ромашка (виды), галинсога (виды), яснотка (виды). Частично подавляет: марь белая, дурман, горец (виды), паслен черный, дурнишник.

Превосходство препарата Дуал Голд основывается на его оптимальной продолжительности действия, которая обеспечивает:

- высокую эффективность в течение всего периода вегетации
- подавление второй волны сорняков
- предотвращение позднего засорения сорняками
- практически полное разложение действующего вещества к концу периода вегетации
- отсутствие проблемы с остаточными количествами
- отсутствие ограничений для последующих культур в севообороте
- надежность благодаря отличной толерантности культур

Дуал Голд в 3–8 раз менее летуч, по сравнению с аналогичными гербицидами. Поэтому его можно применять направленно, практически избегая снижения эффективности из-за испарения. В отличие от летучих гербицидов, которые необходимо глубоко заделывать в почву, Дуал Голд в обычных условиях не требует заделывания в почву. Однако, при особенно сухих погодных условиях, неглубокая заделка на 3–5 см усиливает эффект.

При закладке опыта и проведении исследований руководствовались общепринятыми методическими рекомендациями Б.А. Доспехова (1985), П.Н. Константинова (1952), А.А. Кудрявцева (1959), В.И. Сазонова (1962) и «Рекомендациями по методике проведения наблюдений и исследований в полевом опыте» под ред. Б.М. Смирнова (1973).

При оценке хозяйственно ценных признаков сорта Краса Ступинская учитывали следующие показатели:

- дата наступления соответствующих фенологических фаз развития
- высота растений, см
- количество продуктивных стеблей, шт/м²
- количество продуктивных корзинок, шт/м²

- диаметр корзинок, см
- число семян в корзинке, шт
- число семян с одного растения, шт
- вес семян в корзинке, г
- вес семян с одного растения, г
- масса 1000 семян, г
- урожай семян, ц/га или т/га
- лужжистость семян, %.

Учет урожая семян проводился в 2-х кратной повторности, площадь опытной делянки – 2 м².

Учёт густоты стояния растений сафлора красильного проводился 2 раза: 1-й раз при полном появлении всходов, 2-ой раз перед уборкой. Количественные данные по густоте стояния растений (шт./м²) с вариантов опытов в производственные, условные единицы (тыс.шт./га) согласно методике сортоиспытания (1971).

Фенологические и биометрические наблюдения проводили в период вегетации в соответствии с Методикой Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1983).

Отбор почвенных образцов осуществляли по общепринятой методике в соответствии с ГОСТ 174301 – 83.

Учет сорной растительности проводили количественным и количественно – весовым методами на учетных площадках размером 0,25 м², на каждой опытной делянке на 12-й и 30-й день после обработки гербицидами с использованием металлической квадратной рамки 50 × 50 см² согласно методике (Методические указания по проведению производственных испытаний гербицидов, 2004).

Агрометеорологический обзор за 2013-2015 годы сделаны по данным из ЦОС ВИУА (п. Барыбино, 15 км от п. Михнево).

Статистическая обработка результатов исследований выполнена дисперсионным методом по Б.А. Доспехову (1985) с использованием компьютерной программы Microsoft Office Excel 2007, Статистика 6.

2.1.2. Лабораторные исследования

Лабораторные исследования проводили в лаборатории биохимии Центра генофонда и биоресурсов растений, а также Лабораторно-аналитическом центре агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБНУ ВСТИСП.

Общую антиоксидантную активность водных и спиртовых экстрактов в листьях и лепестках сафлора красильного сорт Краса Ступинская в 2013-2015 г.г. определяли по общепринятой методике «Определение антиоксидантной активности» (Blois, 1958) на спектрофотометре Heliosa методом DPPH (Gutterigge et.al. 1986; Хасанов, 2004). Этот физико-химический метод основан на взаимодействии веществ-антиоксидантов со стабильным хромогенрадикалом 2,2-дифенил-1-пикрилгидразилом. Листья отбирались со средней части побега, с контрольных делянок в разные фазы вегетации растений, лепестки с центральных цветков в фазу цветения. Навески листьев измельчали, готовили экстракты дистиллированной водой и метанолом при непрерывном перемешивании на встряхивателе в течение 12 часов. Полученные растворы фильтровали через обеззоленный фильтр. В качестве фонового раствора использовали 0,0025 % раствор DPPH. Общую антиоксидантную активность рассчитывали как относительную величину и определяли соотношением экстинкции при определенном времени протекания реакции (10 минут).

Определение масличности (массовой доли жира) в семенах сафлора красильного проводили в соответствии с ГОСТ 10857-64 «Семена масличные. Методы определения масличности» (экстракционный метод с использованием аппарата Сокслета) в лаборатории Московского филиала ГНУ ВНИИЖ Россельхозакадемии и Московском НИИСХ «Немчиновка».

Определение жирнокислотного состава проводили по ГОСТ Р 51483 «Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров индивидуальных жирных кислот к их сумме», ГОСТ Р 51486 «Масла растительные и жиры животные. Получение метиловых эфиров жирных кислот».

Определение pH солевой вытяжки проводили по методу ЦИНАО (ГОСТ

26483-91). Определение гумуса проводили по методу Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91). Определение подвижных форм фосфора и калия в почве проводили по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26207-84). Определение щелочногидролизуемого азота проводили по Корнфилду (в модификации ЦИНАО). Содержание тяжёлых металлов в почвенных и растительных образцах определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии с пламенной атомизацией на спектрометре «Спектр 5-4». Растительные образцы анализировали на содержание валовых, почвенные – подвижных форм (1 М HNO_3 вытяжка) тяжёлых металлов, биологическое травмирование (энзимную стадию ЭМИС) – на аналитическом сканирующем электронном микроскопе JEOL JSM-6010LA.

ГЛАВА 3. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ САФЛОРА КРАСИЛЬНОГО В ЦЕНТРАЛЬНОМ РАЙОНЕ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ – МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

3.1. Почвенно-климатические условия Московской области

Московская область расположена в Центральной части Южно-таежно-лесной почвенно-климатической зоны (Центральном Нечерноземье). Климат умеренно влажный, умеренно континентальный. Среднегодовое количество осадков составляет 450-800 мм, увлажнение в нормальные по осадкам годы достаточное. Вероятность избыточно влажных лет 25-40 %, полужасушливых и засушливых 12-20 %. Суммы температур более 10 °С убывают от 2100 °С на юго-востоке и востоке, до 1900 °С на северо-западе, вегетационный период (выше +10°С), соответственно укорачивается от 140-145 до 120-125 дней (Федорин и др., 1981).

Почвенный покров опытного участка представлен почвами дерново-подзолистого типа, характеризующимися общими особенностями: повышенной кислотностью – 4,5-5,6, низким содержанием гумуса (2,25 %), малой мощностью гумусового горизонта, не насыщенностью поглощающего комплекса основаниями, бедностью кальцием, низкими валовыми запасами азота, фосфора, калия. Содержание доступного фосфора в пахотном горизонте дерново-подзолистой почвы в Московской области на опытном участке составило 18,5-19,5 мг/100 г воздушно-сухой почвы, щелочногидролизуемого азота – 9,29-10,74 мг/100 г и калия – 17,81-19,78 мг/100 г. Хорошо выражен подзолистый горизонт. Подстилающая порода – моренный суглинок. Эрозионные процессы слабо выражены.

По влагообеспеченности и тепловым ресурсам Московская область пригодна для возделывания почти всех сельскохозяйственных культур умеренного пояса. По годовому количеству осадков (от 450 до 800 мм) зона относится к районам достаточного увлажнения. Около 70 % годового количества осадков приходится на теплый период, что создает благоприятные условия для роста и развития растений. Ступинский район (на территории которого проведены

полевые опыты) относится ко второму (II) агроклиматическому району, который занимает центральную часть области и входит в подрайон 11 а – с дерново-подзолистыми суглинистыми почвами. Почва промерзает до 50-75 см на открытых территориях и до 30-50 см на защищенных. Полное оттаивание почвы в среднем бывает 21-29 апреля. Физическая спелость почвы наступает у суглинистых почв, в среднем 20 мая, а у супесчаных – 18 мая. Продолжительность безморозного периода составляет 120-135 дней, что является достаточным для полного созревания возделываемых культур. Устойчивый снежный покров образуется к 25 ноября – 2 декабря, а средняя высота снежного покрова составляет 35 см, который может продержаться до 137-143 дней. Гидротермический коэффициент равен 1,3-1,4. В течение года на территории Московской области главенствуют северо- и юго-западные ветры (Агроклиматический справочник по Московской области, 1954.).

3.2. Агрометеорологические условия 2013-2015 годов исследований

3.2.1. Агрометеорологические условия вегетационного периода 2013 года

Среднесуточные температуры воздуха I и II декады мая (13,2 и 19,9 °С соответственно) превышают среднемноголетние данные на 3,5 и 8,5 °С, показатели III декады мая (+17,1 °С) ниже нормы на 2 °С. В мае самая низкая температура воздуха отмечена (+3,3 °С) – 2 мая, самая высокая (30,2 °С) – 16 мая.

В первой декаде мая выпало 26 мм осадков, что выше нормы на 12 мм или на 46,1 %. В дальнейшем дожди разной интенсивности выпадали ежедневно с 14 мая и до конца месяца. Всего за месяц выпало 131 мм осадков, что превысило среднемноголетние показатели в 2,7 раз (норма 49 мм).

Среднесуточные температуры воздуха в июне (19,9 °С) выше нормы на 4,5 °С, с пределом колебания минимальных температур от +8,2 до +18,3 °С, максимальных от +15,1 до +30,7 °С. Осадки различной интенсивности выпадали регулярно, каждую декаду отмечали по 3 дня с осадками, сумма осадков за месяц (34 мм) оказалась ниже среднемноголетних показателей (63 мм) на 29 мм или 46 %.

Первая декада июля характеризовалась высокими температурами воздуха: минимальными – от +14,2 до +17,4 °С, максимальными – от +24,1 до +29,5 °С. Среднесуточные показатели (+21,5 °С) превышали среднемноголетние на 4,1 °С. В II и III декадах отмечено снижение температуры. Минимальные температуры воздуха колебались от + 10,5 до +15,3 °С, максимальные – от +15,0 до +25,6 °С, среднесуточные показатели температуры воздуха за II и III декады (+17,8 °С) – на уровне нормы (+18 °С). Средняя температура июля месяца составила 19,0 °С, при норме – 17,7 °С. В течение месяца отмечено 21 день с осадками. За месяц выпало 105,5 мм, что на 27,5 мм или 35,2 % выше нормы (78 мм).

В августе минимальные температуры воздуха колебались от +10,0 до +17,9 °С, максимальные – от +21,2 до +30,2 °С, среднесуточные показатели месяца - +18,1 °С, выше среднемноголетних на 2,1 °С. В течение месяца отмечали 13 дней с осадками. В течение I декады выпало 36,8 мм (+9,8 мм от нормы). Во II декаду – 11 мм, в III декаду – 16,6 мм (ниже нормы на 13 и 6,4 мм, при норме 24,0 и 23,0 мм).

Период вегетации яровых культур характеризовался избыточным количеством осадков, превышающим среднемноголетние показатели. Весной 2013 года осадки превышали в 2 раза среднемноголетнюю норму, летом – в 1,2 выше нормы. Из-за обильного снежного покрова и ливневых дождей, прошедших весной, дерново-подзолистая почва, подстилаемая глинистой породой п. Михнево была переуплотнена и перенасыщена влагой.

Из-за переувлажненности почвы в конце апреля – начале мая возникли трудности с подготовкой почвы к весенне-полевым работам. Посев сафлора проведен в сравнительно поздние сроки 10-13 мая. Всходы отмечены на пятый-шестой день. С 14 мая начался период ливневых дождей, который продлился до конца месяца. Избыточное количество осадков в сочетании с благоприятным температурным режимом в июле-августе нарушили процесс налива семян. Культура сафлор сформировала низкий урожай плохого качества. Сумма положительных температур выше +5 °С в 2013 году составила – 2264,8 °С, вегетационный период в 2013 году характеризовался влажной погодой – ГТК (гидротермический коэффициент) = 1,6. Агрометеорологические условия 2013

года можно охарактеризовать как неблагоприятные для всех сельскохозяйственных культур (табл. 1, 2, рис. 1, 2).

3.2.2. Агрометеорологические условия вегетационного периода 2014 года

Вегетационный период 2014 года характеризовался высокими среднесуточными температурами в сочетании с недостатком влаги в почве, сумма осадков за период вегетации составила 175,4 мм, на 88,6 мм или на 33,5 % ниже многолетних данных (264 мм), табл. 1, 2, рис. 1, 2.

Из-за обильного снежного покрова и ливневых дождей, прошедших весной и летом 2013 года, дерново-подзолистая почва, подстилаемая глинистой породой, была переуплотнена и перенасыщена влагой – весной 2014 года. Из-за переувлажненности почвы в конце апреля – начале мая 2014 года возникли трудности с подготовкой почвы к весенне-полевым работам.

Посев сафлора проведен в сравнительно поздние сроки – 11 мая. Всходы отмечены на пятый-шестой день. С 14 мая начался период ливневых дождей, который продлился до конца месяца.

В мае погодные условия были благоприятны для роста и развития растений. Среднесуточная температура была на уровне среднемноголетних значений – 15,5 °С. Осадки выпадали в виде кратковременных ливней, что способствовало образованию почвенной корки, которая затрудняла появление всходов, при этом полевая всхожесть семян снизилась на 50 %. В мае выпало осадков 26,1 мм, что составило 52 % от нормы (49 мм).

В июне среднесуточная температура составила 16,2 °С. Количество выпавших осадков – 75,9 мм были на уровне среднемноголетних значений. Рост и развитие растений в июне были благоприятными, контрастных изменений погодных условий не отмечено.

В июле среднесуточная температура воздуха была на 2,8 °С выше среднемноголетних значений и составила 20,5 °С. Количество выпавших осадков в июле составило 21,6 мм при среднемноголетнем значении 78,0 мм. Высокая

температура и недостаток осадков вызвало воздушную и почвенную засуху, что, однако, не помешало хорошему развитию растений сафлора красильного.

В августе среднесуточная температура воздуха была на 2,9 °С выше средне многолетних значений и составила 18,9 °С. Количество выпавших осадков в августе составило 51,8 мм при средне многолетнем значении 74,0 мм. Погодные условия в августе способствовали более раннему созреванию сельскохозяйственных культур и снижению развития основных заболеваний.

В первой декаде сентября наблюдалась высокая среднесуточная температура 14,1 °С при средне многолетней 12,4 °С (рисунок 1). Количество выпавших осадков 19,6 мм соответствовало средне многолетним нормам данного периода (рис. 2). Погодные условия в начале сентября позволили качественно и своевременно провести уборку сафлора красильного. Сумма положительных температур выше +5 °С в 2014 году составила – 2194,2 °С, вегетационный период в 2014 году характеризовался засушливой погодой – ГТК (гидротермический коэффициент) = 0,9.

В целом, агрометеорологические условия 2014 года были благоприятными для развития культуры сафлора, что способствовало получению урожая с хорошим качеством. Отмечено незначительное проявление болезней и поражение вредителями растений сафлора, не нанесшее культуре опасных повреждений (табл. 1, 2, рис. 1, 2).

3.2.3. Агрометеорологические условия вегетационного периода 2015 года

Вегетационный период 2015 года характеризовался пониженными среднесуточными температурами в начале вегетации в сочетании с избыточным количеством влаги в почве. Сумма осадков за период вегетации (май-август) составила 548,3 мм, на 284,3 мм выше средней многолетней нормы 264 мм.

Весна была благоприятной для роста и развития сельскохозяйственных культур. Среднемесячная температура воздуха в мае была выше на 2,4 °С (13,8 °С) средне многолетней нормы (11,4 °С). Количество выпавших осадков в мае месяце превысило норму на 150,9 мм (при норме 49 мм) или на 307 %.

Летние месяцы – июнь, июль и август – были теплыми и достаточно влажными. В июне среднесуточная температура воздуха составила 17,9 °С, что превысило норму на 2,5 °С (норма 15,4 °С), в июле среднесуточная температура воздуха составила 18,4 °С, что на 0,7 °С выше нормы (17,7 °С), в августе 20,3 °С, что на 4,3 °С выше нормы (16,0 °С). Осадков при теплой погоде выпало: в июне – 131,1 мм, что выше нормы на 68,1 мм (норма 63 мм), в июле – 190,7 мм, что превышает норму на 112,7 мм (норма 78 мм), в августе – 26,6 мм, что на 47,4 мм ниже нормы (74,0 мм). Вегетация сельскохозяйственных культур в летний период проходила при повышенной температуре – 18,9 °С (норма 16,0 °С), достаточном количестве осадков 348,4 мм (норма в летний период 215 мм) (таб. 1, 2, рис. 1, 2). Сумма положительных температур выше +5 °С в 2015 году составила – 1976,5 °С, вегетационный период в 2015 году характеризовался влажной погодой – ГТК (гидротермический коэффициент) = 1,7.

Таким образом, по погодным условиям вегетационный период 2013 года для культуры сафлор отмечен как умеренно-влажный в начале вегетации, но с сильным переувлажнением в конце вегетации, что неблагоприятно сказалось на созревании и качестве урожая сафлора. В целом, 2014 и 2015 годы были благоприятными по температурному режиму и количеству выпавших осадков в фазы активного развития растений, что способствовало их лучшему росту, а фаза налива семян отмечена сухой и теплой погодой в 2014 году, что отразилось на урожае и его хорошем качестве.

Таблица 1 – Средняя температура воздуха по декадам за 2013-2015 годы, °С
(Московская область, метеостанция ЦОС ВИУА)

Месяц	Декада	Средняя многолетняя норма	2013	2014	2015
1	2	3	4	5	6
Май	I	9,7	13,2	10,2	11,6
	II	11,4	19,9	16,2	11,3
	III	19,1	17,1	20,2	18,6
	среднее	11,4	16,7	15,5	13,8

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Июнь	I	11,4	18,6	20,8	16,7
	II	15,4	18,9	14,1	17,9
	III	16,4	22,2	13,6	19,2
	среднее	15,4	19,9	16,2	17,9
Июль	I	17,4	21,5	19,8	19,6
	II	17,9	10,1	20,3	16,1
	III	17,9	16,4	21,4	19,5
	среднее	17,7	19,0	20,5	18,4
Август	I	17,2	19,7	22,4	19,6
	II	16,1	18,6	19,7	25,5
	III	14,6	16,0	14,5	16,0
	среднее	16,0	18,1	18,9	20,3

Таблица 2 – Средние суммы осадков за период вегетации по декадам за 2013-2015 годы, мм (Московская область, метеостанция ЦОС ВИУА)

Месяц	Декада	Средняя многолетняя норма	2013	2014	2015
Май	I	14,0	26,0	10,3	29,1
	II	16,0	0	3,5	65,5
	III	19,0	105,0	12,3	105,3
	сумма	49,0	131,0	26,1	199,9
Июнь	I	19,0	12,0	1,2	0
	II	21,0	22,0	30,1	11,2
	III	23,0	0	44,6	119,9
	сумма	63,0	34,0	75,9	131,1
Июль	I	25,0	29,8	1,0	66,4
	II	26,0	13,3	17,8	84,0
	III	27,0	62,4	1,9	40,3
	сумма	78,0	105,5	21,6	190,7
Август	I	27,0	36,8	34,4	2,0
	II	24,0	11,0	11,9	20,4
	III	23,0	16,6	5,5	4,2
	сумма	74,0	64,3	51,8	26,6
Сумма за вегетационный период		264	334,8	175,4	548,3

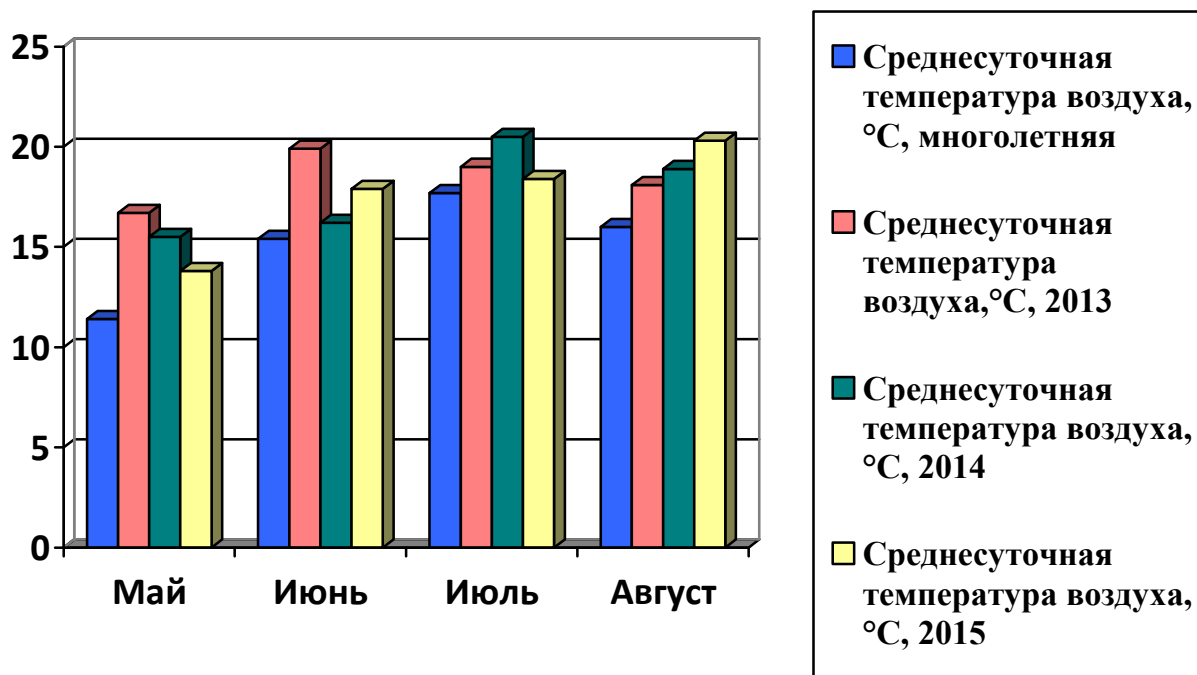


Рисунок 1. Среднесуточная температура воздуха по месяцам за период вегетации 2013-2015 годы, °C

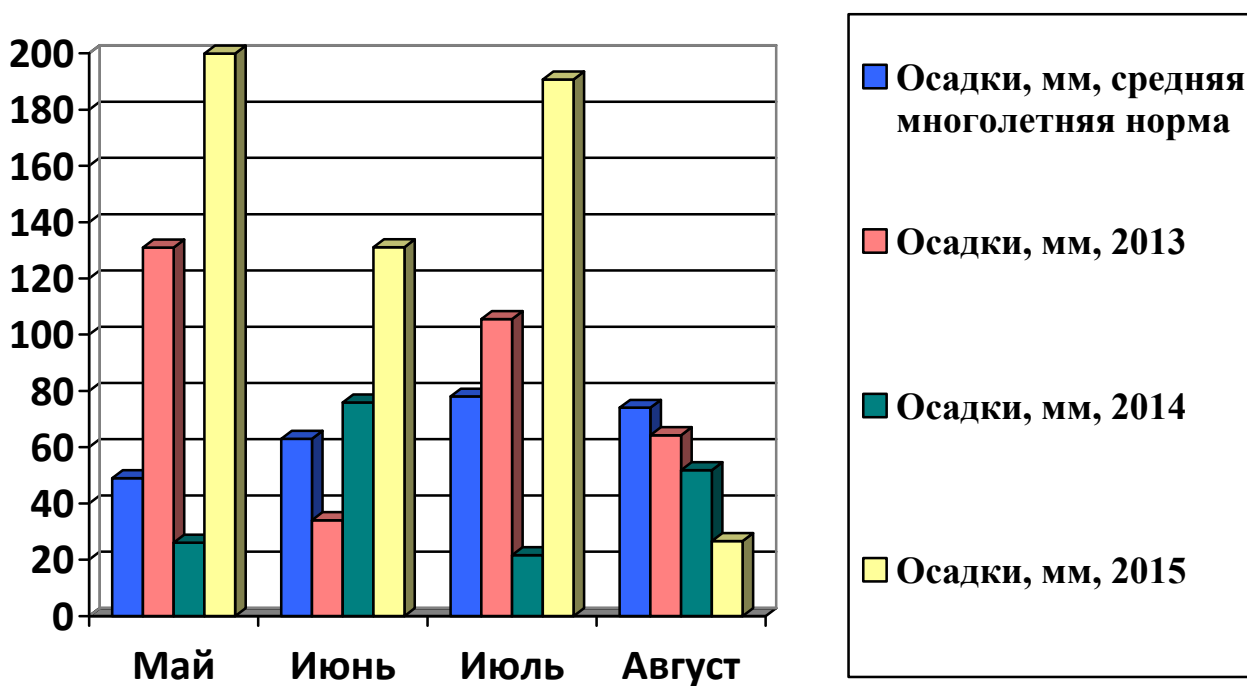


Рисунок 2. Сумма осадков за период вегетации 2013-2015 годы, мм.

3.3. Результаты исследований в Московской области

3.3.1. Технология выращивания сафлора красильного – норма высева, глубина заделки семян, применение гербицидов

Норма высева. В исследованиях были использованы следующие нормы высева семян:

I – 10 кг/га или 250 тыс. шт/га.

II – 12 кг/га или 300 тыс. шт/га.

III – 14 кг/га или 350 тыс. шт/га.

Получены следующие результаты:

В 2013 году посев производили с нормой высева семян 12 кг/га или 300 тыс. шт/га. Густота стояния растений составила 13,0 растений на 1 м², высота растений находилась в пределах 64,7 см, количество продуктивных ветвей на 1 м² – 48 шт, количество продуктивных корзинок на одном растении – 5,4 шт, диаметр корзинок – 2,7 см. Количество семян с одного растения – 639,6 шт, вес семян – 12,1 г. Масса 1000 семян – 18,9 г, урожайность – 157,3 г/м² или 0,2 т/га.

В 2014 году показатели структуры урожая были следующими:

при норме высева 10 кг/га или 250 тыс. шт/га густота стояния растений составила 6,8 раст/м², высота растений в среднем от 56,0 до 57,0 см., количество продуктивных ветвей на 1 м² – 76,8 шт, количество продуктивных корзинок на 1 растении – 12,4 шт, диаметр корзинок – 2,5 см. Количество семян с 1 растения составило 452,1 шт, вес семян – 18,8 г. Масса 1000 семян составила 43,3 г, урожайность – 143,1 г/м² или 0,1 т/га (табл. 3).

При норме высева 12 кг/га или 300 тыс. шт/га густота стояния составила 11,3 растений/м², высота растений – 58,7 см., количество продуктивных ветвей на 1 м² – 134,2 шт, количество продуктивных корзинок на 1 растении – 11,3 шт, диаметр корзинок – 2,6 см. Количество семян с 1 растения – 598,4 шт. вес семян – 22,2 г. Масса 1000 семян – 37,1 г, урожайность – 258,5 г/м² или 0,3 т/га.

При норме высева 14 кг или 350 тыс. шт/га густота стояния составила 16,8 растений/м², высота растений – 56,6 см, количество продуктивных ветвей на 1 м²

– 170,6 шт, количество продуктивных корзинок на 1 растении – 9,8 шт, диаметр корзинок – 2,5 см. Количество семян с 1 растения – 425,3 шт, вес семян – 18,9 г. Масса 1000 семян – 44,4 г, урожайность – 328,1 г/м² или 0,3 т/га.

Структура элементов продуктивности 2015 года:

при норме высева 10 кг/га или 250 тыс. шт/га густота стояния составила 9,4 растений/м², высота растений в среднем составила 70,5 см, количество продуктивных ветвей на 1 м² – 112,7 шт, количество продуктивных корзинок на 1 растении – 14,7 шт, диаметр корзинок – 2,6 см. Количество семян с 1 растения – 488,0 шт, вес семян – 16,4 г. Масса 1000 семян – 33,2 г, урожайность – 140,9 г/м² или 0,1 т/га (табл. 3).

При норме высева 12 кг/га или 300 тыс. шт/га густота стояния составила 14,8 растений/м², высота растений – 74,4 см, количество продуктивных ветвей на 1 м² – 101,9 шт, количество продуктивных корзинок на 1 растении – 7,6 шт, диаметр корзинок – 2,6 см. Количество семян с 1 растения составило – 291,8 шт, вес семян – 9,7 г. Масса 1000 семян – 33,9 г, урожайность – 140,4 г/м² или 0,1 т/га.

При норме высева 14 кг или 350 тыс. шт/га густота стояния составила 20,2 растений/м², высота растений – 79,1 см, количество продуктивных ветвей на растении составило – 100,6 шт, количество продуктивных корзинок – 7,5 шт, диаметр корзинок – 2,8 см. Количество семян с 1 растения – 300,0 шт, вес семян – 10,3 г. Масса 1000 семян – 35,0 г, урожайность – 214,8 г/м² или 0,2 т/га.

Данные таблицы 3 показывают, что показатели элементов структуры урожая и урожайность 2014-2015 годов при норме высева 10 кг/га и количестве растений 250 тыс. шт/га почти идентичны: количество продуктивных корзинок варьировало от 12,4 до 14,7 шт на одном растении, урожайность составила 143,1 и 140,9 г/м² или 0,14 т/га. При количестве растений 350 тыс. шт/га или норме высева 14 кг/га в 2014 и 2015 году получен урожай 328,1 и 214,8 г/м² или соответственно 0,3 и 0,2 т/га. В условиях 2014 года при норме высева 12 кг/га и количестве растений 300 тыс. шт/га и норме высева 14 кг/га и количестве растений 350 тыс. шт/га получены семена с высокой массой 1000 семян – 37,1-44,4 г. При этом урожайность составила 258,5 и 328,1 г/м² или 0,3 т/га.

Таблица 3 – Структура элементов продуктивности сорта Краса Ступинская,
Московская обл., 2013-2015 г.г.

Год	Норма высева, тыс. шт./га (кг/га)	Количество растений на 1 м², шт	Количество ветвей на 1 м², шт			Высота растений, см	На 1 растение в среднем				Масса 1000 семян, г	Урожайность, г/м²
			всего	В том числе:			Количество продуктивных корзинок, шт	Диаметр корзинок, см	Число семян, шт	Вес семян, г		
				продуктивных	непродуктивных							
2013	300 (12 кг)	13,0	72	48	24	64,7	5,4	2,7	639,6	12,1	18,9	157,3
2014	250 (10 кг)	6,8	88,5	76,8	11,7	56,0	12,4	2,5	452,1	18,8	43,3	143,1
	300 (12 кг)	11,3	152,9	134,2	18,7	58,7	11,3	2,6	598,4	22,2	37,1	258,5
	350 (14 кг)	16,8	202,0	170,6	31,4	56,6	9,8	2,5	425,3	18,9	44,4	328,1
2015	250 (10 кг)	9,4	127,7	112,7	15,0	70,5	14,7	2,6	488,0	16,4	33,2	140,9
	300 (12 кг)	14,8	111,3	101,9	9,4	74,4	7,6	2,6	291,8	9,7	33,9	140,4
	350 (14 кг)	20,2	108,3	100,6	7,7	79,1	7,5	2,8	300,0	10,3	35,0	214,8

Таблица 4 – Элементы продуктивности сорта Краса Ступинская при разной норме
высева семян, Московская обл., 2014-2015 годы

Норма высева, тыс. шт./га (кг/га)	Количество растений на 1 м ² , шт	Количество ветвей на 1 м ² , шт			Высота растений, см	На 1 растение в среднем				Масса 1000 семян, г	Урожайность, г/м ²
		всего	В том числе:			Количество продуктивных корзинок, шт	Диаметр корзинок, см	Число семян, шт	Вес семян, г		
			продуктивных	непродуктивных							
250 (10 кг)	8,1	108,1	94,7	13,4	63,2	13,5	2,5	470,0	17,6	38,2	142,0
300 (12 кг)	13,0	132,1	118,0	14,0	66,5	9,4	2,6	445,1	15,9	35,5	199,4
350 (14 кг)	18,5	155,1	135,6	19,5	67,8	8,6	2,6	362,6	14,6	39,7	271,4

Результаты наших исследований показали, что урожайность при норме высева семян 12-14 кг/га или 300-350 тыс. шт/га имела большее значение в сравнении с нормой высева 10 кг/га и составила в среднем 199,4 и 271,4 г/м² или 0,2 и 0,3 т/га (табл. 4).

Глубина заделки семян. Элементы продуктивности посевов сафлора также заметно различались по вариантам глубины заделки семян.

Использована следующая глубина заделки семян:

а – 3-4 см,

б – 5-6 см,

с – 7-8 см,

В 2014 году при испытании различной глубины заделки семян, при разной густоте стояния растений и нормах высева семян провели анализ элементов структуры урожая. При этом получены следующие данные:

при глубине заделки семян 3-4 см и норме высева 10 кг/га или 250 тыс. шт/га количество корзинок на одном растении составило 9,2 шт, количество выполненных семян – 469,2 шт, масса 1000 семян – 43,2 г, урожай – 141,3 г/м². При глубине заделки семян 5-6 см и 7-8 см, норме высева 10 кг/га получены соответственно: 9,9 и 10,7 шт корзинок на одном растении, 418,7 и 470,5 шт семян, масса 1000 семян – 44,6 и 42,1 г, урожай – 128,5 и 159,6 г/м² или 0,1 т/га (табл. 5).

При глубине заделки семян 3-4 см и норме высева семян 12 кг/га или 300 тыс. шт/га количество корзинок на одном растении составило 10,8 шт, количество выполненных семян – 467,5 шт, масса семян с одного растения – 20,7 г, масса 1000 семян – 44,2 г, урожай – 238,1 г/м² или 0,2 т/га. При глубине заделки семян 5-6 и 7-8 см и норме высева семян 12 кг/га показатели элементов продуктивности выглядели следующим образом: количество корзинок на одном растении – 11,3 и 11,8 шт, количество выполненных семян – 532,0 и 495,7 шт, масса семян с одного растения – 24,1 и 21,9 г, масса 1000 семян – 45,3 и 44,1 г и урожай – 278,0 и 259,4 г/м² или 0,3 т/га, соответственно.

При глубине заделки 3-4 см и норме высева семян 14 кг/га или 350 тыс. шт/га получены следующие показатели элементов продуктивности: количество

корзинок на одном растении составило 10,6 шт, количество выполненных семян – 437,9 шт, масса семян с одного растения – 20,5 г, масса 1000 семян – 42,7 г, урожай – 354,2 г/м² или 0,4 т/га. Анализ результатов полученных при глубине заделки 5-6 и 7-8 см показал меньшее количество корзинок и вес семян с одного растения и урожай, но большую массу 1000 семян и количество выполненных семян при глубине заделки 5-6 см в сравнении с глубиной заделки 7-8 см – 9,9 шт, 19,1 г, 46,8 г и 323,5 г/м² или 0,3 т/га, соответственно. При этом урожайность составила 0,3 т/га. При глубине заделки семян 7-8 см получены наименьшие результаты – количество корзинок на одном растении составило 9,0 шт, количество выполненных семян – 391,2 шт, масса семян с одного растения – 17,3 г, урожай – 306,5 г/м² или 0,3 т/га.

Таблица 5 – Влияние глубины заделки семян и норм высева на элементы продуктивности растений сорта Краса Ступинская в условиях Московской области, 2014 г.

Норма высева, тыс. шт./га (А)	Глубина заделки семян, см (В)	Количество корзинок на 1 растение, шт.	Количество выполненных семян на 1 растение, шт.	Масса семян с одного растения, г	Масса 1000 семян, г	Урожай, г/м ²
250 (10 кг/га)	3-4	9,2	469,2	17,8*	43,2	141,3*
	5-6	9,9	418,7*	18,7	44,6	128,5*
	7-8	10,7	470,5	19,8	42,1*	159,6*
300 (12 кг/га)	3-4	10,8	467,5	20,7	44,2	238,1
	5-6	11,3*	532,0*	24,1*	45,3	278,0
	7-8	11,8*	495,7*	21,9*	44,1	259,4
350 (14 кг/га)	3-4	10,6	437,9	20,5	42,7*	354,2*
	5-6	9,9	446,8	19,1	46,8*	323,5
	7-8	9,0*	391,2*	17,3*	44,2	306,5
$\bar{X}_{\text{ср}} \pm t_{05} * S_{\text{ср}}$		10,3±0,72	458,8±31,92	19,9±1,63	44,1±1,07	243,2±63,62

*- существенное отклонение от доверительного интервала при 95% значимости.

Таким образом, полученные данные (табл. 5) свидетельствуют о формировании более высокой массы 1000 семян – 44,6, 45,3 и 46,8 г и среднего урожая – 128,5 (0,1 т/га), 278,0 (0,3 т/га) и 323,5 (0,3 т/га) г/м² при глубине заделки

семян 5-6 см во всех трех нормах высева – 10, 12 и 14 кг/га. Глубина заделки семян 5-6 см в 2014 году является наиболее оптимальным вариантом для всех норм высева семян и густоты стояния растений в сравнении с 3-4 и 7-8 см.

При анализе показателей элементов продуктивности урожая 2015 года получены аналогичные 2014 году результаты (табл. 6). А именно: интегральные показатели, такие как количество корзинок на одном растении, масса 1000 семян и урожай, были наивысшими при глубине заделки семян 5-6 см и при всех нормах высева – 10, 12 и 14 кг/га и густоте стояния растений – 250, 300 и 350 тыс. шт/га. Масса 1000 семян составила 33,9, 33,9 и 35,2 г, урожай – 142,0, 148,9 и 153,7 г/м², соответственно (табл. 6).

Таблица 6 – Влияние глубины заделки и норм высева на элементы продуктивности растений сорта Краса Ступинская в условиях Московской области, 2015 г.

Норма высева, тыс. шт./га (А)	Глубина заделки семян, см (В)	Количество корзинок на 1 растении, шт.	Количество выполненных семян на 1 растении, шт.	Масса семян с одного растения, г	Масса 1000 семян, г	Урожай, г/м ²
250 (10 кг/га)	3-4	12,9	431,8	14,5	33,1	140,3
	5-6	14,3*	436,0	19,2*	33,9	142,0
	7-8	16,7*	589,5*	15,7	32,5	140,5
300 (12 кг/га)	3-4	8,5	262,1	10,6	32,8	125,2*
	5-6	7,2	320,4	8,5*	33,9	148,9
	7-8	7,1	291,8	10,0	31,8	147,1
350 (14 кг/га)	3-4	5,8*	238,4*	7,6*	31,4	135,2*
	5-6	5,9*	233,0*	8,2*	35,2	153,7
	7-8	10,5	414,7	15,2	37,8*	351,8*
$X_{cp} \pm t_{05} * S_{xcp}$		9,87±3,03	357,5±91,45	12,04±3,1	33,6±1,5	164,96±54,22

*- существенное отклонение от доверительного интервала при 95% значимости.

Результаты исследований 2014 и 2015 г.г. показывают, что посев семян на глубину 5-6 см способствует получению большей урожайности семян сафлора красильного сорт Краса Ступинская, чем при посеве на глубине 3-4 или 7-8 см (табл. 7).

Таблица 7 – Влияние глубины заделки семян и норм высева на элементы продуктивности растений сорта Краса Ступинская в условиях Московской области, среднее за 2014-2015 г.

Норма высева, тыс. шт/га (А)	Глубина заделки семян, см (В)	Количество корзинок на 1 растение, шт.	Количество выполненных семян на 1 растение, шт.	Масса семян с одного растения, г	Масса 1000 семян, г	Урожай, г/м ²
250 (10 кг/га)	3-4	11,1	427,3	17,3	38,1	134,5
	5-6	12,1	530,0	16,7	39,2	150,8
	7-8	13,7	450,5	19,5	37,3	140,8
300 (12 кг/га)	3-4	9,6	364,8	14,6	38,5	192,6
	5-6	9,2	426,2	17,1	39,0	204,1
	7-8	9,4	393,7	15,9	38,5	201,6
350 (14 кг/га)	3-4	8,2	338,1	13,3	37,0	238,6
	5-6	7,9	339,9	14,3	41,0	244,7
	7-8	9,7	402,9	16,5	41,0	329,2
$X_{cp} \pm t_{05} * S_{xcp}$		10,1 $\pm$ 1,44	408,15 $\pm$ 46,3	16,13 $\pm$ 1,4	38,8 $\pm$ 1,08	204,1 $\pm$ 47,32

Выявлено, что наиболее оптимальным агротехническим приёмом следует считать глубину заделки семян 5-6 и 7-8 см (в сравнении 3-4 см) и норму высева 12-14 кг/га или 300-350 тыс. шт./га, при которых достигается стабильно высокие показатели элементов продуктивности и стабильно высокий урожай.

3.3.2. Фенологические наблюдения и структура урожая сафлора красильного сорт Краса Ступинская

Первые всходы в 2013 году появились через 5 дней (16 мая), полные всходы – 17 мая, в 2014 году – через 11 дней (14 мая) после посева, полные всходы – 24 мая, в 2015 году – через 12 дней (12 мая), полные всходы – 18 мая. Бутонизация в 2013 году отмечена 1 июля, т.е. через 45 дней, в 2014 году – 14 июля, через 51 день, и в 2015 году – 10 июля (через 53 дня). Полное цветение отмечено в 2013 году 19 июля (через 62 дня), в 2014 году – 26 июля (через 63 дня), в 2015 году – 27 июля (через 70 дней). Цветение было дружное и длилось в 2013 году – 30 дней, в 2014 – 24 дня, в 2015 – 26 дней. Начало созревания семян сафлора красильного в

2015 году отмечено 15 августа, в 2014 году – 13 августа, в 2013 году – 12 августа. Полное созревание в 2013 году наступило – 19 августа, в 2014 году – 3 сентября, в 2015 году – 30 августа (табл. 8).

Таблица 8 – Прохождение фенологических фаз растениями сафлора красильного сорт Краса Ступинская в 2013-2015 г.г.

Год	Посев	Всходы		Бутонизация		Цветение		Созревание		Вегетационный период, дн.	Урожайность, т/га
		начало	полное	начало	полное	начало	полное	начало	полное		
2013	11/V	16/V	17/V	27/VI	1/VII	14/VII	19/VII	12/VIII	19/VIII	94	0,4
2014	3/V	14/V	24/V	4/VII	14/VII	21/VII	26/VII	13/VIII	3/IX	102	0,8
2015	30/IV	12/V	18/V	26/VI	10/VII	20/VII	27/VII	15/VIII	30/VIII	104	0,8

Вегетационный период от полных всходов до полного созревания сафлора в 2013 году составил – 94 дня, в 2014 году – 102 дня, в 2015 году – 104 дня. Уборку растений в 2013 году проводили комбайном Сампо-130 – 23 августа, в 2014 году уборку проводили 9 сентября вручную. В 2015 году уборку провели позже оптимального срока созревания из-за своевременного отсутствия техники – 26 сентября комбайном Сампо-130.

Урожай семян сафлора сорт Краса Ступинская в 2013 году с площади 150 м² составил – 0,4 т/га. В 2014 году урожай семян с площади 560 м² составил – 0,8 т/га. В 2015 году урожай семян с площади 560 м² составил – 0,8 т/га. Влажность семян при взвешивании составляла 12,0 %.

Лузжистость семян является одним из показателей хозяйственной оценки культуры. Высокий процент содержания лузги (до 50%) характерен для сафлора. Чем меньше лузги, тем выше хозяйственная ценность сорта. В результате исследований установлено, что на лузжистость семян норма высева и глубина заделки не оказывает влияние. Содержание лузги в семенах сафлора сорта Краса Ступинская в 2013 году составило 48,9 %, в 2014 году – 56,4 %, в 2015 году – 56,3 %.

3.3.3. Эффективность применения гербицидов Дуал Голд и Хармони в посевах сафлора красильного

Использовали следующую схему применения гербицидов на сорте Краса Ступинская:

- 1 – Контроль (без применения гербицидов)
- 2 – Дуал Голд, норма расхода из расчета 1 л/га или 0,2 мл/2 м² – опрыскивание почвы после посева до появления всходов
- 3 – Дуал Голд, норма расхода из расчета 1,5 л/га или 0,3 мл/2 м² – опрыскивание почвы после посева до появления всходов
- 4 – Дуал Голд, норма расхода из расчета 2 л/га или 0,4 мл/2 м² – опрыскивание почвы после посева до появления всходов
- 5 – Хармони, норма расхода из расчета 5 г/га или 0,001 г/2 м² – опрыскивание вегетирующих растений в фазе 2-4 листьев сорняков, до фазы ветвления основной культуры
- 6 – Дуал Голд, норма расхода из расчета 1 л/га или 0,2 мл/2 м² – опрыскивание почвы после посева до появления всходов один раз + Хармони, норма расхода из расчета 5 г/га или 0,001 г/2 м² – опрыскивание вегетирующих растений в фазе 2-4 листьев сорняков, до фазы ветвления основной культуры
- 7 – Дуал Голд, норма расхода из расчета 1,5 л/га или 0,3 мл/2 м² – опрыскивание почвы после посева до появления всходов один раз + Хармони, норма расхода из расчета 5 г/га или 0,001 г/2 м² – опрыскивание вегетирующих растений в фазе 2-4 листьев сорняков, до фазы ветвления основной культуры
- 8 – Дуал Голд, норма расхода из расчета 2 л/га или 0,4 мл/2 м² – опрыскивание почвы после посева до появления всходов один раз + Хармони, норма расхода из расчета 5 г/га или 0,001 г/2 м² – опрыскивание вегетирующих растений в фазе 2-4 листьев сорняков, до фазы ветвления основной культуры

Обработку посевов сафлора красильного сорт Краса Ступинская гербицидом Дуал Голд проводили 8 мая, на пятый день после посева до появления всходов культуры на площади 240 м². Опрыскивание препаратом Хармони провели 6

июня, когда высота сорных растений достигла 10 см. Учет сорняков проводили на 12-й и 30-й день после обработки гербицидами.

Характеристика основных видов сорных растений в 2014 и 2015 г.г. При обследовании посевов необходимо отмечать фенофазы сорняков, фиксировать это отдельно по каждому виду в ведомости фенологических наблюдений или в ведомости учета сорняков. Проведен анализ видового состава сорных растений в посевах сафлора красильного за период вегетации 2014 года. Использовали глазомерно-числовой метод, который заключается в оценке обилия сорняков по их абсолютной численности на единице площади. Это позволяет определять засоренность на любой сельскохозяйственной площади и в посевах любой культуры (Васильев, Баздырев, Туликов и др., 2014). Среди сорных растений на посевах сафлора красильного преобладали такие виды двудольных растений: марь белая (*Chenopodium album* L.) – 10,6 %, дымянка аптечная (*Fumaria officinalis* L.) – 10,4 %, аистник цикutowидный (*Erodium cicutarium* (L.) L'Her.) – 9,6 %, ярутка полевая (*Thlaspi arvense* L.) – 7,4 %, галинсога мелкоцветная (*Galinsoga parviflora* Cav.) – 6,8%, горец шероховатый (*Polygonum scabrum* Moench) – 5,2 %, крестовник обыкновенный (*Senecio vulgaris* L.) – 5,2 %, ромашка ободранная (*Matricaria perforata* Merat) – 4,4 %, пастушья сумка обыкновенная (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic.) – 2,8 %, из однодольных: ежовник обыкновенный (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) – 7,6 % и другие, видовой состав которых был незначителен и представлен на рис. 3.

Применения гербицидов в 2014 году в опытах вызвало резкое снижение темпов роста у двудольных сорняков (дымянка аптечная, марь белая, ромашка продырявленная, аистник цикutowидный) и ежовник обыкновенный (рис. 4). Уменьшение численности сорных растений следует отнести на счет эффективного комбинированного действия гербицидов. В контрольном варианте без обработки прогрессировали однолетние и двулетние двудольные растения (дымянка аптечная – 11,1 %, ежовник обыкновенный – 7,8 %, аистник цикutowидный – 11,2 %, марь белая – 13,8 %).

Рисунок 3. Видовой состав сорных растений в посевах сафлора красильного на 12 день после комбинированной обработки гербицидами в %, 2014 г.

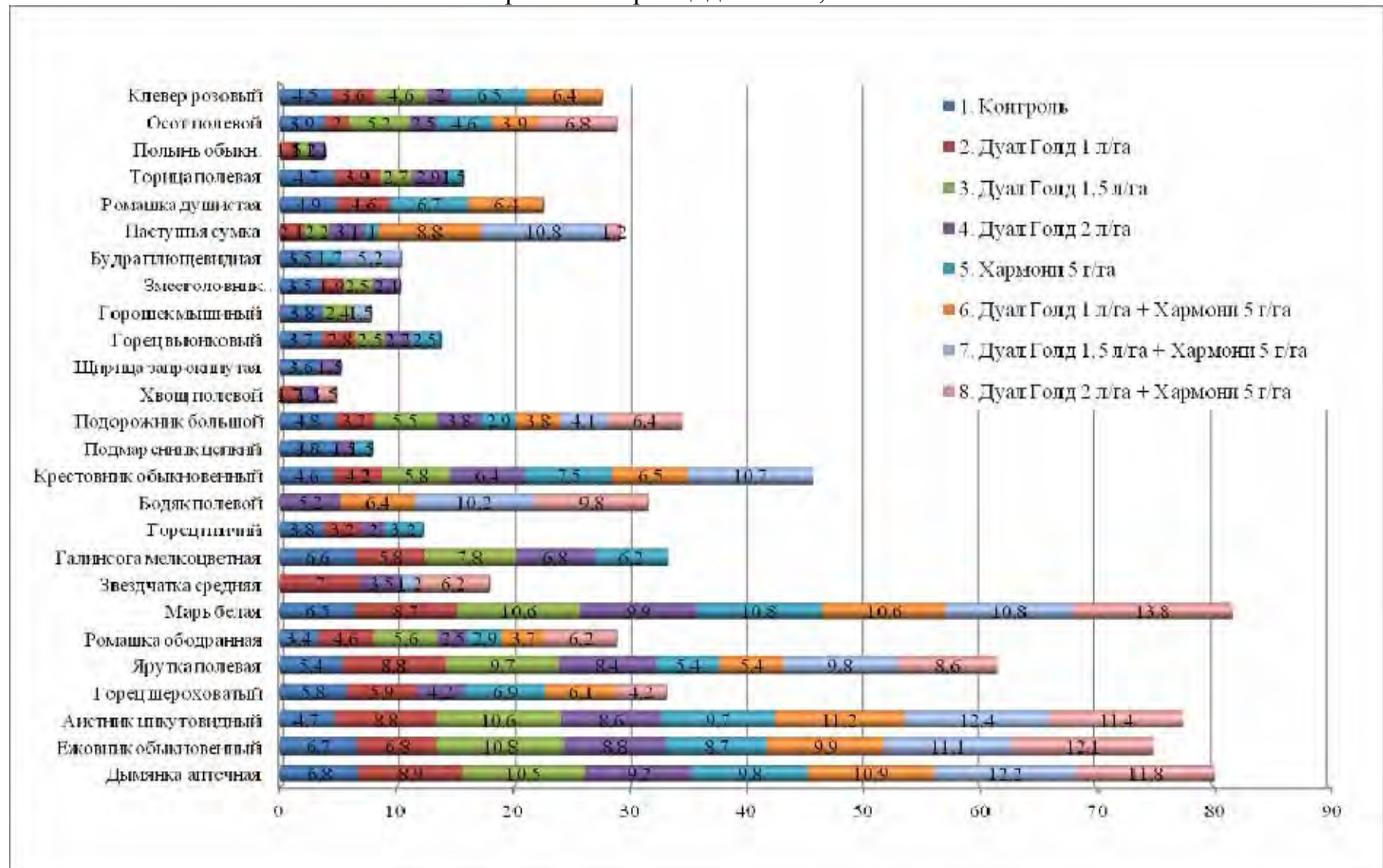
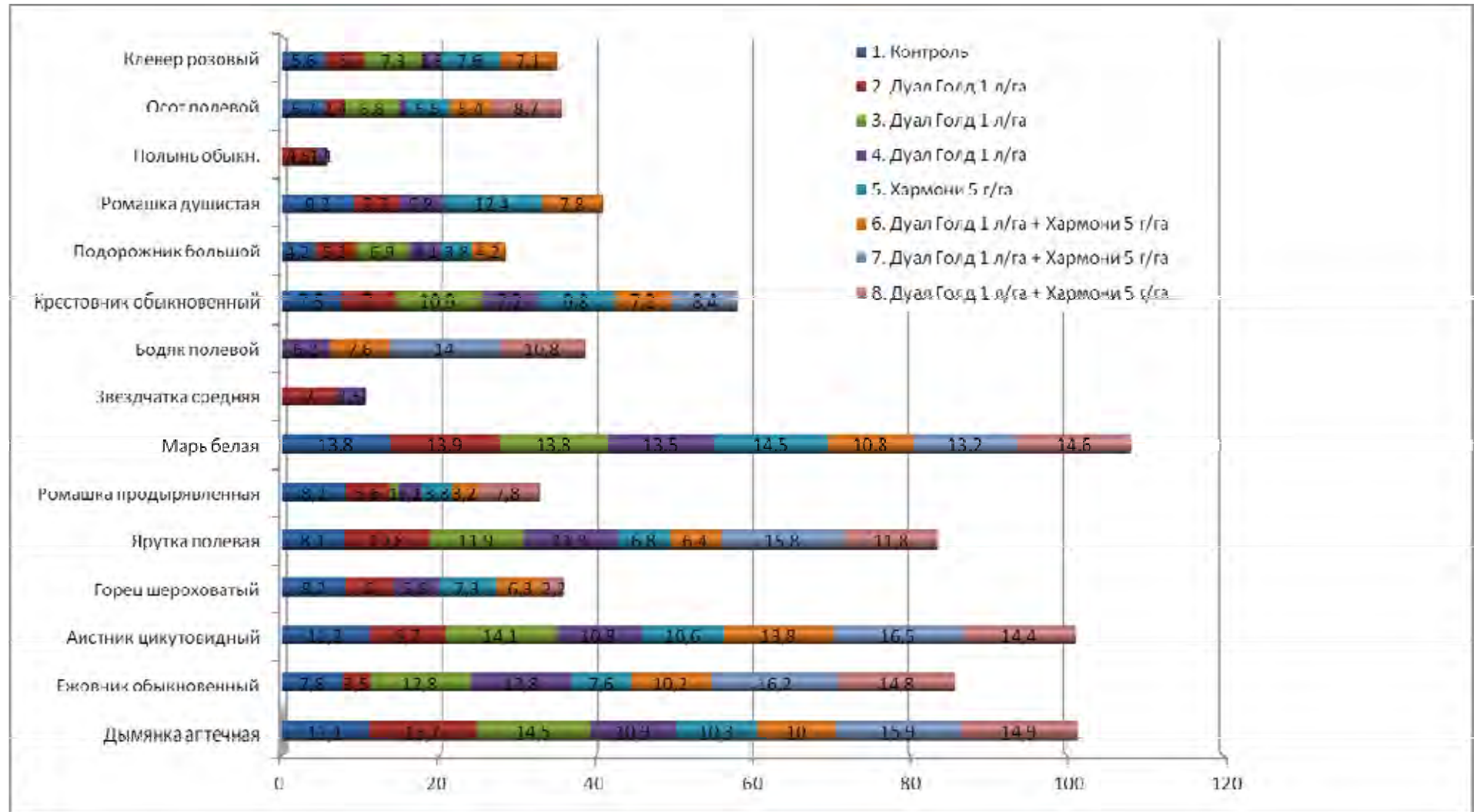


Рисунок 4. Видовой состав сорных растений в посевах сафлора красильного на 30 день после комбинированной обработки гербицидами в %, 2014 г.



Наиболее высокая эффективность применения гербицидов 2014 году была отмечена при сочетании Дуал Голд (1,5 л/га) + Хармони (5 г/га). При этом подавление сорных растений на 30 день после обработки гербицидом составило 56,7 % по отношению к контролю (табл. 9).

Таблица 9 – Влияние гербицидов Дуал Голд (почвенный) в комбинировании с Хармони (опрыскивание вегетирующих растений) на количество и сухую массу сорных растений в посевах сафлора сорт Краса Ступинская, 2014 г.

Вариант	12 дней после обработки				30 дней после обработки			
	Кол-во сорняков, раст./м ²	%	сухая биомасса сорняков, г/м ²	%	Кол-во сорняков, раст./м ²	%	сухая биомасса сорняков, г/м ²	%
Контроль	29,8	100	25,6	100	27,9	100	33,06	100
Дуал Голд 1 л/га	26,4	88,5	14,06	54,9	26,3	94,3	24,60	74,4
Дуал Голд 1,5 л/га	27,8	93,2	19,07	74,4	25,8	92,4	32,07	97,0
Дуал Голд 2 л/га	26,8	89,9	21,5	83,9	23,9	85,4	29,81	90,1
Хармони 5 г/га	27,7	92,9	18,65	72,8	26,8	96,0	29,04	87,8
Дуал Голд 1 л/га + Хармони 5 г/га	26,0	87,2	14,58	56,9	15,8	56,6	23,82	72,0
Дуал Голд 1,5 л/га + Хармони 5 г/га	23,9	80,2	14,16	55,3	12,1	43,3	15,65	47,3
Дуал Голд 2 л/га + Хармони 5 г/га	25,3	84,8	14,96	58,4	14,9	53,4	20,04	60,6
Хср±t05 *Sхср	26,72±3,24		17,85±4,91		21,68±2,93		26,04±3,01	

Эффективность использования Дуал Голд (2 л/га) + Хармони (5 г/га) была в пределах 46,6 %, в то время как вариант Дуал Голд (1 л/га) + Хармони (5 г/га) оказался менее эффективным, подавление сорняков на 30 день после обработки составило – 43,3 % по отношению к контролю. Использование одного препарата Хармони (5 г/га) привело к приостановке роста засыханию

растений и снижению абсолютно сухой биомассы всех сорняков. Применение одного препарата Дуал Голд не оказало достаточного эффекта.

В 2015 году на посевах сафлора присутствовали следующие виды сорных растений: из двудольных – марь белая (*Chenopodium album* L.) – 6,4 %, марь сизая (*Chenopodium glaucum* L.) – 10,2 %, звездчатка средняя (*Stellaria media* (L.) Vill.) – 9,9 %, горец птичий (*Polygonum aviculare* L.) – 8,1 %, аистник цикutowидный (*Erodium cicutarium* (L.) L'Her.) – 4,1 %, галинсога мелкоцветная (*Galinsoga parviflora* Cav.) – 3,4 %, горец шероховатый (*Polygonum scabrum* Moench) – 8,0 %, просвирник обыкновенный (*Malva neglecta* Wallr.) – 4,5 %, ромашка ободранная (*Matricaria chamomilla* L.) – 4,5 %, пастушья сумка обыкновенная (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic.) – 5,3 %, а также из однодольных – ежовник обыкновенный (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) – 11,1 % и другие, видовой состав которых был незначителен и представлен на рисунке 5. В 2015 году применение гербицида подавило и вызвало сильное угнетение двудольных сорных растений, которые постепенно засохли (рис. 6).

Рисунок 5. Видовой состав сорных растений в посевах сафлора красильного на 12 день после комбинированной обработки гербицидами в %, 2015 г.

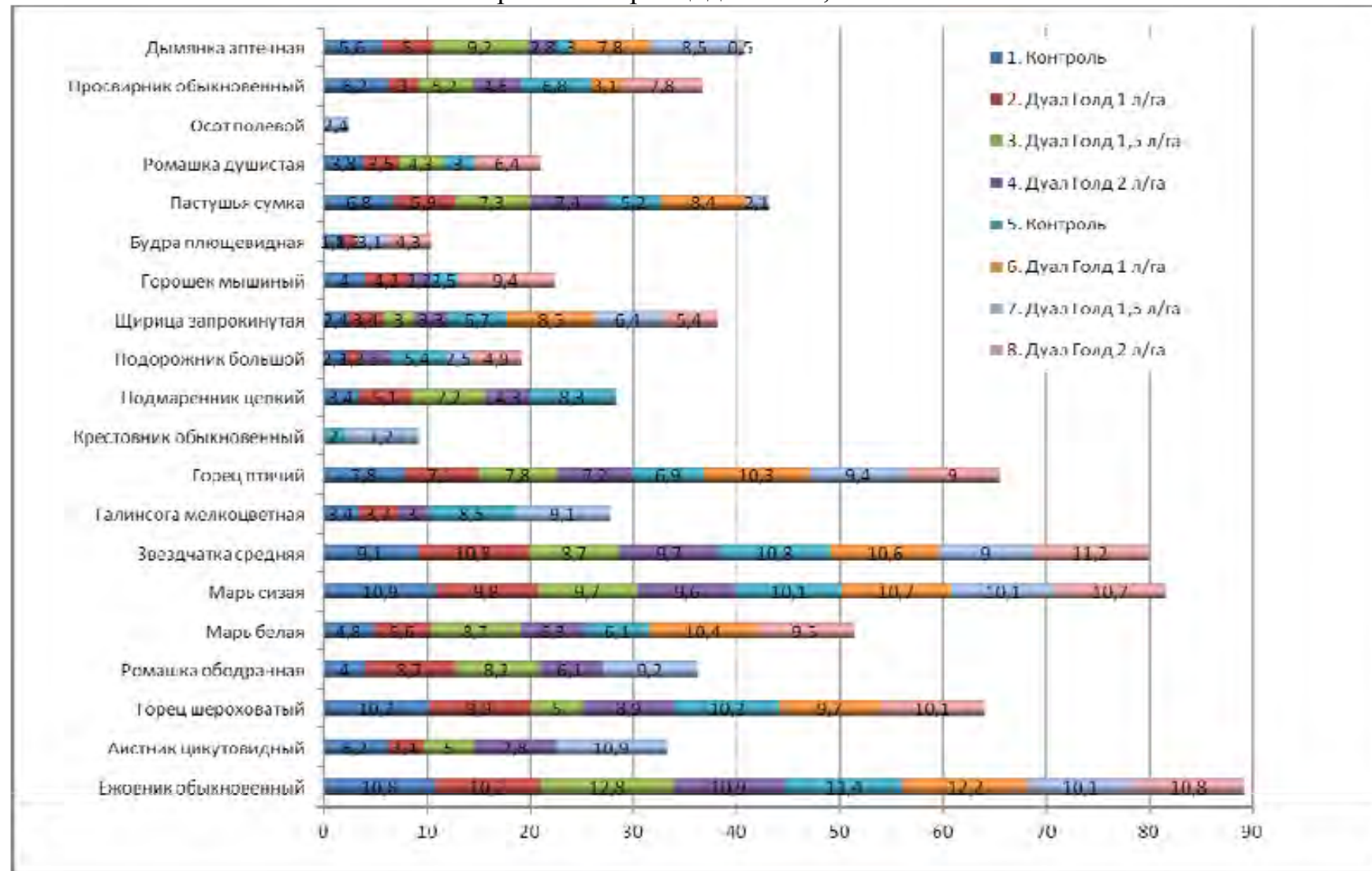
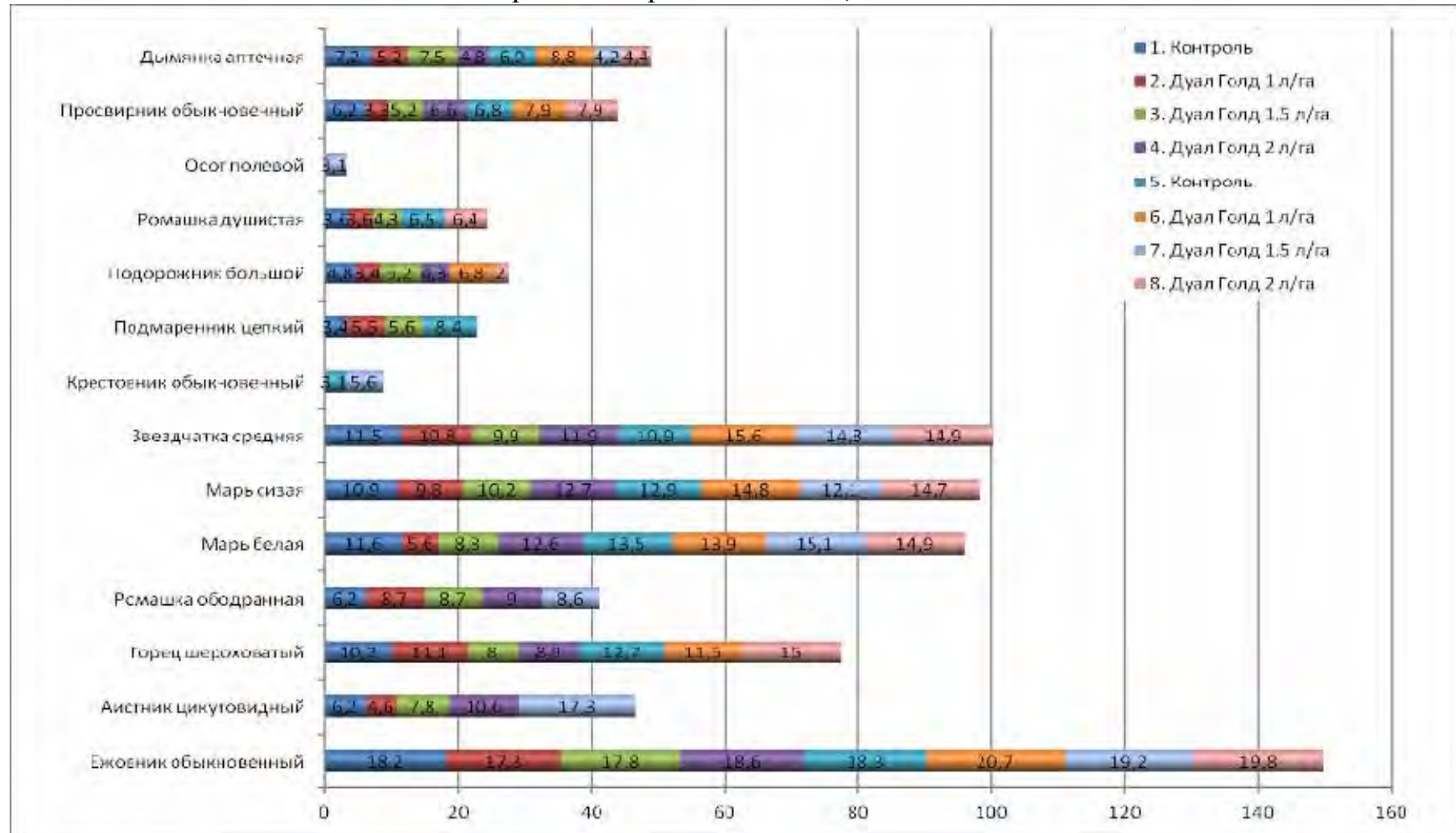


Рисунок 6. Видовой состав сорных растений в посевах сафлора красильного на 30 день после комбинированной обработки гербицидами в %, 2015 г.



В 2015 году наибольшая эффективность была отмечена в варианте Дуал Голд (1,5 л/га) + Хармони (5 г/га). Снижение численности сорняков на 30 день после обработки составило 31,6 % по отношению к контролю. Повышение нормы применения гербицида Дуал Голд до 2 л/га также способствовало уничтожению сорняков, как и при норме 1,5 л/га – 17,9 %, поэтому экономически выгодно использование препарата с небольшой нормой 1,5 л/га, (табл. 10).

Таблица 10 – Влияние гербицидов Дуал Голд (почвенный) на количество и сухую массу сорных растений в посевах сафлора сорт Краса Ступинская, 2015 г.

Вариант	12 дней после обработки				30 дней после обработки			
	Кол-во сорняков в, раст./м ²	%	сухая биомасса сорняков, г/м ²	%	Кол-во сорняков, раст./м ²	%	сухая биомасса сорняков, г/м ²	%
Контроль	25,8	100	35,6	100	27,9	100	43,6	100
Дуал Голд 1 л/га	27,4	106,2	24,1	67,6	26,3	94,2	34,6	79,3
Дуал Голд 1,5 л/га	26,8	103,8	39,1	109,8	22,8	81,7	42,7	97,9
Дуал Голд 2 л/га	24,8	96,1	31,5	88,4	21,9	78,4	39,8	91,2
Хармони 5 г/га	28,7	111,2	38,6	108,4	26,8	96,0	39,4	90,3
Дуал Голд 1 л/га + Хармони 5 г/га	24,0	93,0	29,6	83,1	23,8	85,3	33,8	77,5
Дуал Голд 1,5 л/га + Хармони 5 г/га	23,9	92,6	31,2	87,6	19,1	68,4	35,6	81,6
Дуал Голд 2 л/га + Хармони 5 г/га	25,3	98,0	35,9	100,8	22,9	82,1	36,4	83,5
Хср±t05 *Sхср	25,8±1,4		33,2±4,2		23,9±2,4		38,2±3,09	

На основании полученных данных можно заключить, что использование одного препарата Дуал Голд оказало меньшую эффективность на уничтожение сорных растений, в среднем по данным 2014-2015 г.г. на 17,9 %. Применение гербицида Дуал Голд с нормой внесения 1,5 л/га в сочетании с препаратом Хармони с нормой 5 г/га оказалось более эффективным и составило в среднем 44,1 % по отношению к контролю (табл. 11).

Таблица 11 – Влияние гербицидов Дуал Голд (почвенный) и Хармони на количество и сухую массу сорных растений в посевах сафлора сорт Краса Ступинская, 2014-2015 гг.

Варианты опыта	12 дней после обработки				30 дней после обработки			
	Кол-во сорняков, раст./м ²	%	сухая биомасса сорняков, г/м ²	%	Кол-во сорняков, раст./м ²	%	сухая биомасса сорняков, г/м ²	%
Контроль	27,8	100	30,6	100	27,9	100	38,3	100
Дуал Голд 1 л/га	26,9	96,7	19,1	62,4	26,3	94,2	29,6	77,3
Дуал Голд 1,5 л/га	27,3	98,2	29,1	95,1	24,3	87,1	37,4	97,6
Дуал Голд 2 л/га	25,8	92,8	26,5	86,6	22,9	82,1	34,8	90,8
Хармони 5 г/га	28,2	101,4	28,6	93,4	26,8	96,0	34,2	89,2
Дуал Голд 1 л/га + Хармони 5 г/га	25,0	89,9	22,1	72,2	19,8	70,9	28,8	75,2
Дуал Голд 1,5 л/га + Хармони 5 г/га	23,9	85,9	22,7	74,2	15,6	55,9	25,6	66,8
Дуал Голд 2 л/га + Хармони 5 г/га	25,3	91,0	25,4	83,0	18,9	67,7	28,2	73,6
Хср±t05 *Sхср	26,2±1,26		25,5±3,3		22,8±3,6		32,1±3,9	

В 2014 и 2015 году проведен анализ семян сафлора сорт Краса Ступинская на масличность и содержание белка после обработки растений гербицидами (табл. 12).

Таблица 12 – Содержание белка и масличность семян сорта Краса Ступинская, 2014-2015 гг.

Варианты	Белок, %		Масличность, %	
	2014	2015	2014	2015
Контроль	17,9	16,4	21,7	15,3
Дуал Голд 1 л/га	17,7	15,1	22,1	13,6
Дуал Голд 1,5 л/га	17,4	15,6	20,9	17,2
Дуал Голд 2 л/га	17,4	17,1	22,3	17,5
Хармони 5г	18,8*	15,6	20,7	16,4
Дуал Голд 1 л/га + Хармони 5г	18,4	15,0	22,1	13,8
Дуал Голд 1,5 л/га + Хармони 5г	17,2	15,0	21,4	15,3
Дуал Голд 2 л/га + Хармони 5г	16,2*	14,7	20,3	14,4
Хср±t05 *Sхср	17,7±0,73	15,5±0,68	22,0±2,86	15,4±1,24

Следует отметить высокое содержание белка от 16,2 до 18,4 %, и высокое накопление масла от 20,3 до 22,3 % в 2014 году, когда количество выпавших осадков в период вегетации составило 175,4 мм при норме 264 мм, среднемесячная температура – 17,7 °С при норме 15,1 °С. В 2015 году содержание белка в семенах сафлора по вариантам составило от 14,7 до 17,1 %, а накопление масла – от 13,8 до 17,5 %, при количестве осадков за период вегетации – 548,3 мм при норме 264 (в период созревания семян выпало только 4 % от общей суммы осадков) и среднемесячной температуре 17,6 °С. В варианте опрыскивания вегетирующих растений препаратом Хармони 5 г/га отмечено некоторое повышение масличности до 1 % в сравнении с контролем (табл. 12).

Требуются дальнейшие исследования по изучению влияния гербицидов на показатели качества семян.

3.3.4. Результаты обработки гербицидами коллекционных образцов сафлора красильного

В 2014 году обработку посевов сафлора красильного трех сортов (Молдир, Молдир 2008 и ВИР 2933) почвенным гербицидом Дуал Голд проводили 19 мая, на 7 день после посева до появления всходов культуры на площади 300 м². Вторую обработку – наложение опрыскивания препаратом Хармони провели 6 июня до начала ветвления сафлора красильного, когда высота сорных растений достигла 10 см. Учет сорняков проводили на 12-й и 30-й день после обработки препаратом Хармони (табл. 13).

Учет в 2014 году видового состава сорных растений показал, что преобладающим видом является ежовник обыкновенный (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) – 80 %, в незначительном количестве встречались дымянкa аптечная (*Fumaria officinalis* L.) – 5 %, выюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.) – 5 %, марь белая (*Chenopodium album* L.) – 5 % и другие, видовой состав которых был представлен в единичных экземплярах. После применения гербицидов в опытных вариантах отмечено подавление роста ежовника обыкновенного и мари белой.

Снижение численности сорных растений на 30 день после обработки гербицидами составило от 16,1 до 18,9 % по отношению к контролю (таблица 13).

Таблица 13 – Влияние гербицидов Дуал Голд (почвенный) при комбинировании с Хармони (опрыскивание по вегетирующим растениям) на количество и сухую массу сорных растений, 2014-2015 г.г.

Варианты	12 дней после обработки				30 дней после обработки			
	Кол-во сорняков, шт./м ²	%	сухая биомасса сорняков, г/м ²	%	Кол-во сорняков, шт./м ²	%	сухая биомасса сорняков, г/м ²	%
2014								
Молдир (Дуал Голд 1,5 кг/га + Хармони 5 г/га)	17,5	89,2	1,72	84,7	13,1	83,9	20,8	84,2
Молдир (контроль)	19,6	100	2,03	100	15,6	100	24,7	100
Молдир 2008 (Дуал Голд 1,5 кг/га + Хармони 5 г/га)	21,5	87,7	1,18	53,1	15,2	83,1	26,4	90,4
Молдир 2008 (контроль)	24,5	100	2,22	100	18,3	100	29,2	100
ВИР 2933 (Дуал Голд 1,5 кг/га + Хармони 5 г/га)	14,0	84,8	0,82	29,4	12,0	81,1	15,5	83,3
ВИР 2933 (контроль)	16,5	100	2,79	100	14,8	100	18,6	100
2015								
ВИР 2933 (контроль)	37	100	33,6	100	35	100	25,6	100
ВИР 2933 (Хармони 5 г/га)	35	94,5	25,3	75,2	29	82,8	16,5	64,4

В 2015 году опрыскивание препаратом Хармони (5 г/га) провели 8 июля в фазу бутонизации сафлора красильного.

Учет видового состава сорных растений в 2015 году показал, что преобладающим видом является ежовник обыкновенный (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) – 82 %, в незначительном количестве встречались марь сизая (*Chenopodium glaucum* L.) – 5 %, ромашка аптечная (*Matricaria chamomilla* L.) – 5 % и другие, видовой состав которых представлен в единичных экземплярах. После применения гербицидов в опытных вариантах отмечено подавление роста ежовника обыкновенного и мари сизой.

Применение послевсходового гербицида Хармони (5 г/га) привело к остановке роста и развития сорных растений. При этом подавление сорных растений на 30 день после обработки гербицидом составило 17,2 % по отношению к контролю (табл. 13).

В 2014 году провели анализ влияния применения гербицидов на накопление масла и содержание белка в семенах сафлора разных сортов. Из таблицы 14 следует, что обработка почвенным гербицидом и опрыскивание препаратом Хармони не оказывает существенного влияния на содержание белка и накопление масла, однако отмечено незначительное превышение показателей в опытном варианте.

Таблица 14 – Содержание белка и масличность семян коллекционных образцов сафлора красильного, 2014 г.

Варианты	Белок, %	Масличность, %
Молдир (контроль)	17,6	23,8
Молдир (Дуал Голд 1,5 + Хармони 5)	17,7	24,0
Молдир 2008 (контроль)	16,4	22,0
Молдир 2008 (Дуал Голд 1,5 + Хармони 5)	16,5	22,2
ВИР 2933 (контроль)	16,5	21,6
ВИР 2933(Дуал Голд 1,5 + Хармони 5)	16,7	21,7
НСР ₀₅	0,1	0,1

Из изученных трех коллекционных образцов по хозяйственно ценным признакам выделился сортообразец Молдир.

3.3.5. Результаты обработки гербицидом Хармони производственного посева сорта Краса Ступинская

6 июня 2014 года проводили опрыскивание препаратом Хармони (6 г/га) по вегетирующим растениям на производственных посевах сафлора красильного сорта Краса Ступинская общей площадью – 26 га. Обработку проводили в фазу всходов – начало ветвления основной культуры и высоте сорных растений – 8-10 см. До обработки количество сорных растений было в пределах 60 шт./м².

Количество сорных растений после обработки составило 58 шт./м². Препарат «затормозил» рост сорных растений при высоте 8-10 см, но не уничтожил их. После обработки культура пошла в рост, и сорняки остались под покровом листьев основной культуры. При этом высота растений основной культуры составила 80-90 см. Видовой состав сорной растительности после обработки представляли двудольные: ромашка лекарственная (60 %), марь белая (10 %), полынь обыкновенная (10 %), щавель курчавый (5 %) и другие, количество которых было незначительно.

В условиях производственного посева 2014 года (26 га) сорт Краса Ступинская отличается высокой масличностью и в контрольном, и в опытном варианте – 30,1-30,5 %. Выход масла в опытном варианте составил – 240 кг/га, в контрольном – 180 кг/га. Урожай без применения гербицида составил 0,45 т/га, с применением гербицида Хармони – 0,65 т/га (табл. 15).

Таблица 15 – Качественные показатели семян сорта Краса Ступинская в производственном посеве на площади 26 га, 2014 г.

№	Варианты	Белок, %	Масличность, %	Выход масла, кг /га	Урожай, т/га
1	Хармони (6г/га)	17,1	30,5	240	0,65
2	Контроль (без обработки)	17,0	30,1	180	0,45

3.3.6. Масличность семян сафлора в контрастные годы выращивания

Анализ семян 5 репродукций, начиная с 2010 по 2015 годы сафлора красивого сорт Краса Ступинская, выращенного в Московской области показал значительное влияние агроклиматических факторов на их масличность (табл. 16).

В 2010 острозасушливом году, отличающемся повышенной температурой воздуха – 18,8 °С (средняя многолетняя – 15,1 °С) и пониженным количеством осадков – 154,4 мм за вегетацию, накопление массовой доли жира в семенах составило – 31,2 %, а в более влажном 2011 году – 285,5 мм осадков за вегетацию, температурой 17,8 °С, в 2012 году (оптимально теплом, менее влажном) – 245,8 мм за вегетацию, температурой 17,8 °С составила соответственно 29,0 и 22,3 %. В

2013 году, когда осадков за вегетацию выпало 334,8 мм при норме 264 мм (основное количество осадков пришлось на период налива семян) и температуре 18,4 °С, массовая доля жира составила всего 6,4 %, в 2014 году количество осадков за вегетацию составило 175,4 мм, среднемесячная температура – 17,7 °С, масличность составила 30,2 % у сорта Краса Ступинская. Выход масла у сорта Краса Ступинская с 1 га в 2014 году составило 240 кг. В 2015 году масличность семян сорта Краса Ступинская составила – 30,9 % при температуре 17,6 °С и количестве выпавших за вегетацию осадков – 548,3 мм (табл. 16).

Таблица 16 – Влияние агроклиматических факторов на масличность семян сафлора сорт Краса Ступинская, %, 2010-2015 г.г.

Год	Масличность (массовая доля жира),%	Осадки, мм		Температура, t °С	
		Среднее за вегетацию	+/- к норме	Средняя за вегетацию	+/- к норме
2010	31,2	154,4	-109,6	18,8	+3,7
2011	29,0	285,5	+21,5	17,8	+2,7
2012	22,3	245,8	-18,2	17,8	+2,7
2013	6,4	334,8	+70,8	18,4	+3,3
2014	30,2	175,4	-88,6	17,7	+2,6
2015	30,9	548,3	+284,3	17,6	+2,5

Примечание: Среднее многолетнее количество осадков за вегетацию – 264 мм; средняя многолетняя температура воздуха – 15,1 °С

В результате наших исследований выявлена зависимость содержания массовой доли жира в семенах сафлора от агроклиматических факторов. Избыток влаги в период цветения и созревания сафлора снижает масличность семян, в то время как сухая и теплая погода способствует большему накоплению массовой доли жира в семенах сафлора. Масличность шести репродукций семян сафлора (2010-2015 гг.) составила в среднем 25,0 % (табл. 16). Полученные данные свидетельствуют о возможности выращивания семян сафлора красильного для получения масла в условиях Московской области.

Проводили определение масличности образцов: Шифо, Цамбули, Махалли 260, ВИР 2933 урожая 2013 года (репродукции из Таджикистана) и образца Центр

70 (репродукции из Казахстана) для сравнения с сортом Краса Ступинская урожая 2012 и 2013 года (репродукции из Московской, Саратовской и Ростовской областей) (табл. 17). Массовая доля жира на сухое вещество у южных образцов была в пределах от 29,4 до 32,1 %. Масличность сорта Краса Ступинская из Московской и Ростовской области в 2012 году составила 22,92 и 14,5 %. В избыточно влажный 2013 год масличность сафлора, выращенного в Московской и Саратовской областях составила – 6,36 и 8,05 %, в Ростовской области – 19,02 %. Данные таблицы 17 показывают возможность получения в условиях Московской области в благоприятные по увлажнению годы высоких показателей масличности сорта Краса Ступинская. Они близки к показателям масличности традиционных сортов, выращенных на юге.

Таблица 17 – Сравнительная характеристика сортов сафлора красильного по масличности семян, 2012-2013 г.г.

Название сорта	Происхождение	Год репродукции	Наименование показателя		
			Масличность (массовая доля жира),%	Массовая доля влаги, %	Масличность (массовая доля жира), в расчете на сухое вещество, %
Краса Ступинская	Московская обл.	2012	22,92	5,97	24,38
Краса Ступинская	Ростовская обл.	2012	14,5	6,27	15,47
Краса Ступинская	Московская обл.	2013	6,36*	6,82	6,83*
Краса Ступинская	Саратовская обл.	2013	8,05*	6,87	8,64*
Краса Ступинская	Ростовская обл.	2013	19,02	6,33	20,31
Шифо	Таджикистан	2013	30,08	4,98	31,66
Цамбули	Таджикистан	2013	29,74	5,16	31,36
ВИР 2933	Таджикистан	2013	30,48	5,11	32,12
Махалли 260	Таджикистан	2013	27,88	5,18	29,40
Центр 70	Казахстан	2013	28,76	5,47	30,42

* - нетипичный, избыточно влажный год.

Проводили сравнительную характеристику образцов сафлора по жирнокислотному составу: Краса Ступинская, ВИР 2933 и Махалли 260 (репродукции Таджикистан) (табл. 18).

Определение жирнокислотного состава у сортов Краса Ступинская репродукции Московской области и Махалли 260 репродукции Таджикистан выявило близкие значения соотношения жирных кислот. Содержание миристиновой кислоты одинаковое – 0,1 %. В тоже время, оба сортообразца в сравнении с образцом ВИР 2933, отличались меньшим содержанием диненасыщенной линолевой кислоты – 75,7 % и 75,6 % соответственно, против – 80,1 % и большим содержанием мононенасыщенной олеиновой кислоты – 13,6 – 13,2 % (в 2013 г) соответственно, против – 10,7 %. Все исследованные масла у сортообразцов характеризуются очень высоким содержанием линолевой кислоты. Также отмечено более высокое содержание насыщенных жирных кислот – пальмитиновой и стеариновой у сортов Краса Ступинская и Махалли 260 (7,7 – 2,0 % и 7,6 – 2,6 % соответственно), у ВИР 2933 – 6,9 и 1,5 %. Следует отметить, что в 2014 г сорт Краса Ступинская имела в составе 16,89 % олеиновой и 65,88 % линолевой кислоты.

Таблица 18 – Жирнокислотный состав масла сафлора красильного в %, 2013-2014 г.г.

Наименование жирных кислот	Массовая доля жирных кислот, % к сумме жирных кислот				
	ВИР 2933, 2013 г	Махалли 260, 2013 г	Краса Ступинская, 2013 г	Краса Ступинская, 2014 г	Норма в соответствии с ГОСТ 30623-98
C _{14:0} (миристиновая)	Следы	0,1	0,1	Следы	До 1,0
C _{16:0} (пальмитиновая)	6,9	7,6	7,7	9,94	2,0-10,0
C _{16:1} (пальмитолеиновая)	Следы	0,2	0,1	0,26	До 0,5
C _{18:0} (стеариновая)	1,5	2,6	2,0	2,48	1,0-10,0
C _{18:1} (олеиновая)	10,7	13,2	13,6	16,89	7,0-42,0
C _{18:2} (линолевая)	80,1	75,6	75,7	65,88	55,0-81,0
C _{18:3} (линоленовая)	0,2	0,2	0,1	0,5	До 1,0
C _{20:0} (арахиновая)	0,3	0,3	0,4	0,3	До 0,5
C _{20:1} (гондоиновая)	0,3	0,2	0,3	0,2	До 0,5

Полученные данные представляют особую ценность масла для использования в пищевых целях. Анализ жирнокислотного состава масла сортов ВИР 2933, Махалли 260 и Краса Ступинская показал практически идентичный жирнокислотный состав по процентному содержанию жирных кислот (табл. 18). Результаты анализа свидетельствуют о роли генотипа не только в накоплении масла, но и в формировании жирнокислотного состава независимо от места выращивания. Жирнокислотный состав всех исследованных масел различной репродукции находится в пределах, установленных ГОСТом 30623-98.

Проведен анализ семян на масличность у трех коллекционных образцов сафлора красильного Молдир, Молдир 2008 и ВИР 2933 в сравнении с сортом Краса Ступинская, выращенных в Московской области в 2014 году (табл. 19).

Таблица 19 – Масличность семян коллекционных образцов сафлора красильного в Московской обл., 2014 г.

Показатель	Сортообразец			
	Молдир	Молдир 2008	ВИР 2933	Краса Ступинская
Масличность (массовая доля жира),%	24,0	22,2	21,7	30,2

В 2014 году выпадение осадков за вегетацию составило 175,4 мм, среднемесячная температура – 17,7 °С, масличность составила у образцов Молдир – 24,0, Молдир 2008 – 22,2 и ВИР 2933 – 21,7 % соответственно. Масличность семян у сорта Краса Ступинская – 30,2 %. Результат сравнительного анализа семян 4 сортообразцов сафлора по накоплению масла в зависимости от агроклиматических условий подтвердил роль генотипа в проявлении качества. По накоплению масла на первом месте стоит сорт Краса Ступинская, за ним – Молдир, что позволяет их рекомендовать для использования в селекции (табл. 19).

3.3.7. Влияние выращивания сафлора красильного на содержание подвижных элементов почвы: азота, фосфора, калия в условиях Московской области

В условиях Московской области сафлор красильный обладает рядом уникальных свойств в сравнении с традиционными сидеральными культурами: горчицей белой, люпином узколистным (Курило, Темирбекова, 2010).

Запашка сафлора в фазу бутонизации вызывает возрастание биологической активности почвенной микрофлоры. Важно отметить, что наибольшее значение по микробной биомассе зафиксировано в варианте с сафлором – 269 мкг/г почвы, а в варианте с люпином аналогичный показатель составил только 218,04 мкг/г (Курило, Темирбекова, 2010).

После сидерации в пахотном горизонте отмечается тенденция к увеличению содержания доступных элементов питания: фосфора и калия, органического углерода (2,2 % – до посева, 2,3 % – после уборки). Это позволяет эффективнее реализовать потенциал плодородия при возделывании последующей культуры. По нашим данным, использование зелёной массы сафлора способствует снижению засоренности посевов последующей за ним зерновой культуры (полбы голозерной) до 62 % в течение двух лет. Санитарная функция у посевов сафлора в севооборотах выше, чем у традиционных сидеральных культур (горчица белая, люпин узколистный) (Курило, Темирбекова, 2010; Темирбекова, Афанасьева, 2015).

Как фитомелиоративная культура, он обеспечивает положительный баланс фосфора в почве. При сидерации, в результате ферментативного разложения запаханной массы сафлора, в пахотный горизонт почвы возвращаются в доступной для последующих культур форме важнейшие биофильные элементы: фосфор – 44,9, калий – 204,1 и азот – 189,1 кг/га, соответственно, и меньшее поступление азота в почву после люпина узколистного (138,5 кг/га) напрямую связано с формированием меньшей надземной массы у этой культуры (Курило, Темирбекова, 2010; Темирбекова, Афанасьева, 2015).

Выращивание сафлора способствует накоплению подвижных форм биофильных элементов в почве (табл. 20). Содержание доступного фосфора в

пахотном горизонте дерново-подзолистой почвы в контрастные по погодным условиям годы выращивания (2013-2015 г.г.) повышалось от 4,5 % в 2013 году до 39 % в 2014 году, в 2015 – на 1 %; калия – в 2013 году на 1,9 %, в 2014 году – 2,52 %, в 2015 году – на 8,64 %; щелочногидролизующего азота – в 2013 году повысилось на 4,65 %, в 2014 году – на 1,45 %, в 2015 – увеличение на 0,2 %. Таким образом, результаты исследований, проведенные в 2013-2015 г.г. показали повышение содержания основных макроэлементов в почве после уборки урожая сафлора красильного: фосфора, щелочногидролизующего азота и калия (табл. 20).

Таблица 20 – Влияние выращивания сафлора на содержание азота, фосфора и калия в почвенных образцах до и после уборки культуры на опытном участке, 2013-2015 г.г.

Год	До или после сафлора	рН солевая вытяжка	Гумус, %	N легкогидролизующий	P ₂ O ₅	K ₂ O
				В мг/100 г воздушно-сухой почвы		
зерновой севооборот						
2013	До посева	4,5	2,25	12,18	35,00	17,81
	После уборки	4,4	2,27	16,83	39,50	19,78
овощной севооборот						
2014	До посева	4,2	2,83	9,29	27,00	8,36
	После уборки	5,6	3,16	10,74	66,00	10,88
2015	До посева	5,7	3,02	6,15	18,50	34,31
	После уборки	5,7	3,52	6,35	19,50	42,95

Из таблицы 21 видно, что до посева и после уборки культуры сафлор сорта Молдир и ВПР 2933 почвенные образцы имели различия по содержанию азота, фосфора и калия. А именно: после уборки сафлора отмечено повышение азота на 1,75, фосфора – на 9,0, калия – на 22 мг/100г воздушно-сухой почвы. Последующая за сафлором культура пшеница яровая в 2015 году для своего роста