

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ П.А. СТОЛЫПИНА»**

На правах рукописи

ЧЕРНОВ РОМАН ВАЛЕРЬЕВИЧ

**СОЗДАНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА
ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ШАЛФЕЯ ИСПАНСКОГО (*SALVIA HISPANICA* L.), ЧИА
В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор **Н.Г. Казыдуб**

Омск – 2024

Оглавление

Введение.....	5
1 Шалфей испанский (<i>Salvia hispanica</i> L.) как объект исследований (обзор литературы).....	14
1.1 Эфиромасличные и пряно-ароматические растительные ресурсы, история их интродукции.....	14
1.2 Происхождение и ареал распространения шалфея испанского.....	24
1.3 Систематика, морфобиологические особенности и отношение к факторам внешней среды шалфея испанского.....	27
1.4 Биохимические особенности и практическое использование шалфея испанского в отраслях народного хозяйства.....	30
1.5 Направления, методы (отбор, интродукция, мутагенез) и результаты селекции шалфея испанского.....	46
1.6 Особенности агротехнологии шалфея испанского.....	51
2 Условия, объект и методика проведения исследований.....	56
2.1 Почвенно-климатическая характеристика южной лесостепи Омской области.....	56
2.2 Метеорологические условия в годы проведения исследований.....	59
2.3 Объекты и методика исследований.....	64
3 Оценка коллекционного материала шалфея испанского с целью выделения образцов для селекционной практики.....	71
3.1 Начальный этап селекционных работ при интродукции культуры в учебно-опытном хозяйстве Омского ГАУ.....	71
3.2 Онтогенез интродуцентов в условиях южной лесостепи Западной Сибири.....	80
3.3 Лабораторная, полевая всхожесть и сохранность растений.....	87
3.4 Продолжительность вегетационного периода коллекционных образцов.....	94
3.5 Морфометрические показатели коллекционных образцов.....	98
3.6 Элементы продуктивности выделенных коллекционных образцов.....	101

3.7	Содержание сахарозы в зеленой массе и проростках семян коллекционных образцов.....	103
3.8	Характеристика перспективных выделенных форм по хозяйственно-ценным признакам в условиях южной лесостепи Западной Сибири.....	106
3.9	Оценка декоративной ценности выделенных образцов.....	117
3.10	Перспективность интродукции коллекционных образцов.....	122
3.11	Показатели корреляционной зависимости и кластерного анализа хозяйственно-ценных признаков.....	124
3.12	Элементы зональной агротехнологии возделывания новых форм культуры в условиях южной лесостепи Западной Сибири.....	135
4	Экономическая эффективность возделывания созданных форм в условиях южной лесостепи Западной Сибири.....	140
	Заключение.....	144
	Рекомендации для практической селекции и производства	147
	Список используемой литературы.....	148
	ПРИЛОЖЕНИЯ.....	174
	Приложение А Примечание к шкале для оценки интродукционной устойчивости травянистых растений (Трулевич, 1991).....	175
	Приложение Б Примерная карточка оценки декоративной ценности сортов (Былов, 1971).....	177
	Приложение В Лабораторная всхожесть семян коллекционных образцов шалфея испанского, %.....	180
	Приложение Г Сохранность растений коллекционных образцов шалфея испанского, %.....	181
	Приложение Д Даты наступления основных фенологических фаз и продолжительность вегетационного периода образцов шалфея испанского при семенном посеве и переселении в зимнюю теплицу УНПЛ «Садоводство», 2019-2022 гг.....	182

Приложение Е Содержание сахарозы в проростках семян коллекционных образцов шалфея испанского, %.....	183
Приложение Ж Даты наступления основных фенологических фаз и продолжительность вегетационного периода выделенных образцов шалфея испанского при семенном посеве, 2020-2022 гг.....	184
Приложение З Корреляционная зависимость хозяйственно-ценных признаков культуры шалфей испанский, 2020 г.....	185
Приложение И Корреляционная зависимость хозяйственно-ценных признаков культуры шалфей испанский, 2021 г.....	186
Приложение К Корреляционная зависимость хозяйственно-ценных признаков культуры шалфей испанский, 2022 г.....	187
Приложение Л Variables - PCA, 2020 г.....	188
Приложение М Variables - PCA, 2021 г.....	189
Приложение Н Variables - PCA, 2022 г.....	190
Приложение О PCA – Biplot, 2020 г.....	191
Приложение П PCA – Biplot, 2021 г.....	192
Приложение Р PCA – Biplot, 2022 г.....	193
Приложение С Справка о внедрении научных результатов в селекционный процесс.....	194
Приложение Т Справка о внедрении результатов диссертационной работы в образовательный процесс.....	196
Приложение У Уведомление о приеме заявки на государственное сортоиспытание и выдачу патентата на селекционное достижение	197
Приложение Ф Сертификат соответствия требованиям производства органической продукции.....	199

Введение

На волне импортозамещения в аграрной сфере все чаще вспоминают о малораспространенных или хорошо забытых культурах, таких как шалфей испанский (*Salvia hispanica* L.), или чиа. Также интенсивно увеличивается спрос на полезные, функциональные, органического происхождения и другие продукты из линейки «правильного питания» при общей обеспокоенности населения своим здоровьем, связанной с пандемией COVID-19. Ряд источников массовой информации позиционируют семена чиа как продукт питания нового поколения.

На данный момент шалфей испанский набирает популярность, т.к. представляет важный биологический ресурс для интенсификации сельскохозяйственного производства, решения проблемы получения полноценных, сбалансированных по аминокислотному составу продуктов питания. Родиной шалфея испанского считается Центральная и Южная Мексика. Первые селекционные исследования по возобновлению культурного возделывания чиа были начаты в 1991 г. в Аргентине. В 2009 г. Евросоюз счел его семена перспективным видом пищи (European Commission Regulation, 2009). На сегодняшний день шалфей испанский в мире на коммерческой основе выращивается примерно на площади в 400 тыс. га.

При использовании семян шалфея испанского в рационе питания будут решены сразу две проблемы XXI века – голод и несбалансированное питание, что прописывается в Доктрине производственной безопасности РФ (Доктрина, 2020). Научные исследования подтверждают потенциальные положительные эффекты компонентов культуры в снижении ряда хронических заболеваний. Таким образом, семена чиа являют собой достойный питательный продукт, который может стать частью ежедневного рациона.

На сегодняшний день шалфей испанский на коммерческой основе в мире выращивается примерно на площади в 400 тыс. га. В Российской Федерации нет занятых под посев культуры площадей, семена завозят из таких стран, как Израиль, Франция, Китай, Таиланд и др. (Государственный реестр, 2023).

Актуальность. Культура обладает огромным потенциалом как источник питательных и биологически активных веществ, вызывая большой интерес для науки и пищевой промышленности. На территории РФ нет занятых площадей под культурой из-за отсутствия форм, способных цвести при продолжительности светового дня от 12 до 14 часов и образовывать семена за пределами рекомендуемых для их возделывания широт.

В нашей стране исследования данной культуры ограничены лишь биологической стороной: изучением морфобиологических особенностей, ее использованием в декоративных целях. Масштабных исследований по интродукции, урожайности и рентабельности возделывания, введению культуры в севообороты на сегодняшний день нет.

Подбор исходного материала и создание новых форм шалфея испанского будет способствовать расширению ареала возделывания культуры и даст возможность аграрным предприятиям производить собственный органический продукт, обеспечив сырьем (семена, зеленая масса) местную пищевую, перерабатывающую, фармацевтическую, косметическую и другие отрасли промышленности.

Поиск подходящего генетического материала шалфея испанского – это первый шаг при интродукции и дальнейшей возможности выращивания культуры в условиях южной лесостепи Западной Сибири.

Степень разработанности темы. Интродукция как целенаправленный процесс известна с начала становления древних цивилизаций. Научные основы доместики и дальнейшей селекционной работы над пряно-ароматическими, эфиромасличными и лекарственными растениями были заложены в XIX веке. Основоположниками интродукционной работы в нашей стране являются Э.Л. Регель, Н.И. Вавилов, К.И. Максимович, А.Н. Введенский, А.Н. Краснов, В.И. Липский, Е.В. Вульф, П.Н. Крылов и другие. На данный момент продолжателями их деятельности являются А.И. Морозов, А.А. Кочетов, Е.Ф. Тюрина, И.В. Черных, Ш.К. Хуснидинов, Е.С. Васфилова, Г.П. Семенова, О.О. Дзюба, Е.Н. Кравченко,

Н.Н. Окладникова, Ж.Н. Шишлова, О.В. Комина, П.Ф. Кононков, М.С. Гинс, В.К. Гинс, О.В. Гладышева и многие другие.

Интродукцией, изучением морфобиологических особенностей и улучшением генетического материала различных видов из рода шалфей в России и за рубежом в разное время занимались и продолжают Т.Ю. Гладилина, И.В. Шилова, Н.А. Петрова, Н.А. Леонова, Т.Е. Мирошниченко, А.В. Кузнецова, М.У. Джамбетова, Е.И. Демьянова, О.К. Кустова, Е.В. Байкова и другие. В частности, шалфея испанского – Н.Г. Казыдуб, А.В. Поварницына, А.В. Шитикова, S.J. Grimes, T.D. Phillips, V. Hahn, F. Capezzone, S. Graeff-Hönninger, W. Coates, R. Ayerza и др.

Цель исследований – оценка хозяйственно-ценных признаков генофонда коллекционных образцов шалфея испанского (*Salvia hispanica* L.), и создание на ее основе нового исходного материала для селекции в условиях южной лесостепи Западной Сибири.

Задачи исследования:

- изучить хозяйственно-ценные признаки коллекционных образцов культуры;
- определить и охарактеризовать этапы онтогенеза коллекционных образцов в южной лесостепи Западной Сибири;
- создать новые адаптивные высокопродуктивные формы культуры для селекции;
- определить биохимический состав и питательную ценность семян и зеленой массы коллекционных образцов шалфея испанского;
- дать оценку декоративной ценности новых форм культуры;
- оценить успешность интродукции культуры и возможность внедрения в производство ее новых форм;
- дать экономическую оценку эффективности новых форм.

Научная новизна. Впервые определены и изучены биологические, морфологические и фенологические особенности коллекционных образцов шалфея испанского (*Salvia hispanica* L.) в условиях южной лесостепи Западной Сибири.

Выделены ценные генотипы по селекционным признакам для дальнейшей селекции: скороспелости, высокой продуктивности, технологичности, декоративности. Получены первые формы шалфея испанского для южной лесостепи Западной Сибири. Установлена взаимосвязь хозяйственно-ценных признаков. Определено содержание протеина, клетчатки, жира, цинка, калия, фосфора, сахаров в зеленой массе и семенах созданных форм. Исходный материал, полученный на основе коллекции, включен в селекционный процесс.

Практическая и теоретическая значимость работы. Проведенные исследования позволили создать новый исходный материал шалфея испанского с комплексом ценных хозяйственно-биологических признаков и свойств, представляющих интерес для селекционной работы. Выявлены особенности этапов онтогенеза выделенных образцов, которые дают полное представление об индивидуальном развитии новых форм шалфея испанского при их выращивании в условиях южной лесостепи Западной Сибири и разработаны рекомендации по адаптивной технологии их возделывания. Новые формы шалфея испанского успешно внедрены в органический севооборот учебно-опытного хозяйства Омского ГАУ (приложение С) и прошли сертификацию как органический продукт (регистрационный номер ОС RU2312.C0093 от 26.12.2023 / код ОК-029 01.11.39) (приложение Ф). На ГСИ передан первый в РФ сорт шалфея испанского «Сибирский изумруд» (номер заявки 90671 / 7654010 от 01.12.2023 г.) (приложение У). В декабре 2023 г. семена его новых форм переданы в отдел генетических ресурсов овощных и бахчевых культур ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова» (ВИР). Результаты исследований используются в учебном процессе ФГБОУ ВО Омский ГАУ при подготовке бакалавров и магистрантов по дисциплинам: «Ботаника», «Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур», «Генетика», «Лекарственные и эфиромасличные растения», «Декоративное садоводство», «Органическое земледелие» (приложение Т).

Методология и методы исследования. Научная методология селекции культуры шалфея испанского основывается на системном подходе к изучаемой

проблеме и комплексном рассмотрении. Методологической базой послужили труды зарубежных и отечественных ученых по теоретическим вопросам. Для проведения исследований были заложены лабораторные и полевые опыты. Все учеты и наблюдения осуществлялись согласно методике полевого опыта в овощеводстве (С.С. Литвинов, Москва, 2011), методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (Москва, 1989), методике оценки первичной интродукции Г.П. Семеновой (2001) и методике сортооценки цветочных декоративных растений В.Н. Былова (1971). Статистическая обработка данных проведена методом дисперсионного, кластерного и корреляционного анализа.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Новый исходный материал с комплексом ценных признаков для селекции шалфея испанского (*Salvia hispanica* L.) и его созданные формы для возделывания в условиях южной лесостепи Западной Сибири.

2. Корреляционная зависимость между хозяйственно-ценными признаками, позволяющая выделить наиболее важные из них для повышения эффективности селекционного процесса при создании новых форм шалфея испанского.

3. Экономическая эффективность новых интродуцированных форм шалфея испанского при возделывании в южной лесостепи Западной Сибири.

Апробация результатов и публикации. Результаты исследований были представлены на мероприятиях различного уровня: Международной научно-практической конференции «Актуальные направления развития аграрной науки» (Омск, 2020); Международной научно-практической конференции, посвящённой юбилею Заслуженного работника высшей школы РФ, доктора технических наук, профессора Гавриловой Н.Б. (Омск, 2020); Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летнему юбилею кафедры продуктов питания и пищевой биотехнологии Омского ГАУ (Омск, 2021); Международной научно-практической конференции «Современное состояние, перспективы развития АПК и производства специализированных продуктов питания» (Омск, 2021); XIX Всероссийской научно-практической конференции студентов и аспирантов «Молодежь. Наука. Творчество» (Омск, 2021); Всероссийской конференции

«Разнообразие и устойчивое развитие агробиоценозов Омского Прииртышья», посвященной 95-летию ботанического сада Омского ГАУ (Омск, 2022); Всероссийской научно-практической конференции «Тропические и субтропические растения открытого и защищенного грунта» (Ялта, 2022); Региональной научно-технической конференции «Инновации в агрономии как фактор повышения продуктивности сельскохозяйственных культур» (Омск, 2022); Международной научно-практической конференции «Инновационные решения и тренды развития технологий продуктов здорового питания», посвященной 80-летию Заслуженного работника высшей школы РФ, доктора медицинских наук, профессора Высокогорского В.Е. (Омск, 2022); Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Итоги и перспективы развития Сибирского земледелия», посвященной 105-летию агрономического факультета и 75-летию доктора сельскохозяйственных наук, профессора Рендова Н.А. (Омск, 2023).

За годы обучения в аспирантуре автор выиграл грант в рамках конкурса «Умник» Фонда содействия инновациям (2020). Принимал участие в конкурсах: «Синтез» Фонда поддержки молодых ученых им. Г. Комиссарова (2020, 2022); II и III этапах Всероссийского конкурса на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых высших учебных заведений Министерства сельского хозяйства РФ в номинации «Агрономия» (Омск – Краснодар, 2020; Барнаул – Краснодар, 2023), II Всероссийском конкурсе молодых изобретателей и рационализаторов (Елец, 2022).

По материалам диссертационной работы опубликовано 13 научных работ, в том числе в изданиях, рекомендованных ВАК РФ – 2, в изданиях, входящих в международную базу Scopus – 1.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов и рекомендаций селекционной практике, списка используемой литературы, в который включено 221 источников, в том числе 111 на иностранном языке. Работа изложена на 200 страницах печатного текста, содержит 28 таблиц, 40 рисунков, 20 приложений.

Личный вклад автора заключается в постановке цели и задач исследований, проведении полевых и лабораторных опытов, статистической обработке, обобщении и интерпретации полученных результатов, подготовке научных публикаций и апробации результатов исследований, формировании научных положений и выводов, и написании текста диссертации.

В соавторстве с Казыдуб Н.Г., Киньшаковой В.В. и Ариштовичем И.Г. проведены полевые и лабораторные опыты, создание нового исходного материала для дальнейшей селекции культуры шалфей испанский, структурный анализ коллекционных образцов и нового исходного материала, разработана зональная агротехнология возделывания культуры в системе органического земледелия в местных условиях. Анализ литературных данных по проблеме доместикации культуры шалфей испанский в различных эколого-географических регионах проведен совместно с Белозеровой С.И. В соавторстве с Пинкаль А.В. выполнены сбор первичной информации о биологических особенностях, интродукции и селекции культуры шалфей испанский, создание коллекции культуры на начальном этапе интродукции. Исследование биохимического состава, количественного содержания фенолов в различных органах растения и антиоксидантной активности изучаемой культуры были проведены в соавторстве с Надточий Л.А.

Степень достоверности результатов проведенных исследований. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, обоснованы теоретическими решениями и экспериментальными данными, полученными в результате проведения многолетних исследований, базируются на строго доказанных выводах, подтверждаются значительным объемом экспериментальных данных, полученных в результате проведения экспериментов и опытов, заложенных на базе учебно-научной лаборатории селекции, семеноводства полевых культур им. С.И. Леонтьева Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина».

Опыты закладывались по Методике полевого опыта в овощеводстве (Литвинов, 2011) и Методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (Москва, 1989). Посевные качества посевного материала определяли согласно ГОСТу: энергия прорастания и всхожесть – ГОСТ – 12038–84; масса 1000 семян – ГОСТ 12042–80. Выделение периодов онтогенеза и возрастных этапов пряно-ароматических растений проводили в соответствии с классификацией возрастных состояний, предложенной Т.А. Работновым (1950), А.А. Урановым (1975) и их последователями (Олейникова, 2012). Анализ ритма сезонного развития растений различных образцов шалфея испанского проведен по методике фенологических наблюдений И.Н. Бейдеман (1974).

Содержание сахарозы в зеленых листьях и проростках семян проводили в лабораторных условиях на приборе рефрактометре «Refracto30P». Химический анализ зеленой массы был проведен в фазу начала образования цветоносов в испытательной лаборатории Омского филиала «Федеральный центр оценки безопасности и качества зерна и продуктов его переработки» по нормативным документам: ГОСТ 30178-96 (цинк); ГОСТ 13496.4-2019 (массовая доля протеина); ГОСТ 31675-2012 (массовая доля сырой клетчатки). Также в ФГБУ «Центр агрохимической службы «Омский»: ГОСТ 32044.1-2012 (массовая доля сырого протеина); ГОСТ 13496.15-2016 п.9.1 (массовая доля сырого жира); ГОСТ 31675-2012 п. 6 (массовая доля сырой клетчатки); ГОСТ 26226-95 п. 1 (массовая доля сырой золы); ГОСТ Р 57059-2016 (массовая доля влаги и летучих веществ); ГОСТ 26570-95 п. 4 (массовая доля кальция); ГОСТ 26657-97 п. 4 (массовая доля фосфора). ГОСТ 27978-88 Корма зеленые.

Оценку первичной интродукции вида проводили по методике Г.П. Семеновой (2001). Успешность интродукции проводили по рекомендациям Н.В. Трулевич (1991). При оценке декоративности коллекционных образцов использовалась методика сортооценки цветочных декоративных растений В.Н. Былова (1971).

Исходные данные и результаты экспериментов анализировались методами математической статистики: статистическая обработка экспериментальных данных

проводили по методике, заложенной в пособии Б.А. Доспехова, с помощью программ Microsoft Office 2010 и SPSS версии PASW Statistics 8.0, которые показали высокую степень достоверности.

Благодарности. Автор выражает искреннюю благодарность и признательность за помощь в выполнении работы, личное руководство и консультации научному руководителю – доктору сельскохозяйственных наук, профессору Нине Григорьевне Казыдуб, а также всему коллективу кафедры агрономии, селекции и семеноводства, лаборатории селекции и семеноводства полевых культур ФГБОУ ВО Омского ГАУ. Родным – за поддержку и понимание.

1 Шалфей испанский (*Salvia hispanica* L.) как объект исследований (обзор литературы)

1.1 Эфиромасличные и пряно-ароматические растительные ресурсы, история их интродукции

Организация культивирования пряно-ароматических растений через интродукцию и селекцию в нашей стране важный резерв в снабжении отраслей пищевого комплекса, медицины и животноводства местным сырьем.

Интродукция растений как наука – это неоднозначное по своей сути явление на стыке ботанических знаний, селекции и практики культивирования растений. Понятие «интродукция растений» включает в себя активный характер деятельности человека, которая направлена на обогащение культурной флоры новыми растениями, что можно рассматривать как увеличение биологического разнообразия природных и антропогенных экосистем. Потенциально объектами интродукции являются все растительные организмы нашей планеты, хотя обычно в качестве таковых выступают представители высших растений, которые традиционно подразделяются на ряд функциональных интродукционных групп. Наличие пункта интродукции является непременным условием процесса интродукции растений, а параметры такого пункта определяют характер данного процесса. В России, например, интродукционными пунктами являются все ботанические сады и дендрологические парки, учреждения селекционной направленности; в ряде стран в качестве таковых активно работают семеноводческие и питомниководческие хозяйства (Романова, 2018).

Начальным этапом непосредственно процесса интродукции растений является проведение интродукционного поиска, достаточно специфического и крайне важного звена интродукции растений. Для проведения интродукционного поиска прежде всего необходимо выявить регионы-доноры растений-интродуцентов в соответствии с интродукционной направленностью пункта интродукции и установить интродукционные возможности регионов-доноров. Традиционно в качестве доноров чаще всего выступают флористические

провинции и обобщенные флористические регионы. Долгое время основным в подборе исходного материала был метод климатических аналогов. Однако опыт интродукции показал, что потенциальные экологические и географические возможности растений шире, чем это реализуется в границах современных ареалов, а внешнее сходство климатов нельзя переоценивать. Позднее широкое распространение получили: метод фитоклиматических аналогов Мауг'а, метод агроклиматических аналогов Селянинова, метод потенциальных ареалов Good'а, метод флорогенетического анализа Малеева и его модификация, предложенная Кормилициным, метод эколого-исторического анализа сложившихся флор Культиасова, метод родовых комплексов Русанова и другие аналогичные методы (Базилевская, 1990).

В последние годы особенно большое внимание уделяется прогнозированию успешности интродукции. Сейчас в орбиту человеческой деятельности введено около 3000 видов растений, т.е. 1% из произрастающих на Земном Шаре. Важный аспект теоретической интродукции, разрабатываемы в последние годы в ботанических садах России - процессы реинтродукции, т.е. возвращение в природу редких и исчезающих видов растений.

К нежелательным последствиям интродукции на современном этапе можно отнести:

- обеднение природных популяций вида, откуда изымается исходный материал;
- опасность появления в пункте интродукции новых, агрессивных видов, которые могут нарушить целостность аборигенной флоры и нанести урон окружающей среде, экономике или здоровью человека;
- размывание местного генофонда природной и сложившейся культурной флоры.

Процесс интродукции состоит из нескольких этапов (Морозов, 2018). Первый этап: сбор семенного и посадочного материала в ходе научных экспедиций и обмена между ботаническими садами и другими учреждениями; изучение эколого-биологических особенностей дикорастущих видов растений в привычных

естественных условиях местообитания. В ходе исследований установлено, что различные популяции одних и тех же видов растений, которые были отобраны из разных мест ареала, отличны по урожайности и содержанию БАВ, это генетически обусловленное разнообразие.

На втором этапе начинается изучение особенностей биологии дикорастущих видов в культурных условиях. Изучают способность к размножению, феноритм и биологический потенциал роста и развития растения, исследуется динамика накопления сырьевой массы и содержащихся в ней веществ, определяют оптимальные сроки уборки сырья. На данном этапе определяют подходящие зоны для возделывания нового вида и проводят отбор популяций или клонов хозяйственно-ценным признакам.

Третий этап предполагает опытно-производственное испытание расткений-интродуцентов. В условиях производства происходит проверка нового вида, предлагаются рекомендации по его возделыванию, производится сбор семенного и посадочного материала для будущей селекционной работы по улучшению признаков и составлению технологической карты промышленной технологии выращивания.

Многолетняя целенаправленная работа по интродукции дикорастущих лекарственных и ароматических растений и внедрению их в культуру принесла свои плоды. За последнее десятилетие существования СССР (1980-1990 годы) количество возделываемых культур увеличилось втрое по сравнению с довоенным периодом, производство сырья из лекарственных видов увеличилось более чем в 20 раз (Морозов, 2018).

В настоящее время в Российской Федерации продолжают исследования по внедрению новых лекарственных и пряно-ароматических культур. Ежегодно проводятся экспедиции в различные регионы нашей страны и за границу с целью исследования и мобилизации биологического разнообразия дикорастущих лекарственных растений; для вводной работы также использован богатейший генофонд единственного в РФ ботанического сада таких растений и питомников

филиалов института (1276 видов дикорастущих растений и 367 видов тропических и субтропических растений) (Морозов, 2018).

Одной из задач интродукционного процесса является создание и расширение генофонда растений за счет введения в культуру перспективных родов и видов, ранее не встречающихся в тех или иных климатических условиях, или их перенесение в культуру из мест естественного произрастания.

В последнее время возрос интерес к видам, используемым в пищевой промышленности, фармакологии, косметике и парфюмерии. Среди них большое количество непроизрастающих в нашей стране растений, способных существенно обогатить спектр культивируемых растений. В связи с этим все больший интерес привлекают к себе различные виды, до сих пор малоизученные (Боков и др., 2013).

Ускоренное развитие пищевой промышленности, значительное улучшение качества и пищевой ценности продуктов питания, а также задачи создания новых видов продукции влекут за собой высокий спрос на широкий ассортимент пряно-ароматического сырья. Предприятия общественного питания и консервная промышленность испытывают большую потребность в пряном сырье. Известно, что пряные растения широко используются в народной и научной медицине и заслуженно называются природным источником здоровья, долголетия и жизненных сил. Пряно-ароматические растения также широко используются в парфюмерно-косметической промышленности, а также в других отраслях экономики (Кухарева и др., 1989).

До недавнего времени многие отрасли промышленности были ориентированы на удовлетворение потребности в пряно-ароматическом сырье за счет зарубежных закупок, что, конечно, не способствовало развитию собственной сырьевой базы. Сокращение поставок сырья из зарубежья и отсутствие собственной сырьевой базы привели к нехватке пряно-ароматического сырья во многих отраслях народного хозяйства (Кухарева и др., 1989).

Растениеводство пряно-ароматических культур в нашей стране почти не развито, поэтому подбор и выращивание востребованных для человека видов растений остается актуальной задачей (Шевченко, 2002).

Человек с древних времен использует в различных сферах деятельности пряно-ароматические, эфиромасличные и лекарственные растения. Человечество, со временем понимая полезные свойства данных культур, постепенно стали применять их в лекарственных целях, для улучшения качества и вкуса пищевых продуктов, как ароматизаторы и т.д. (Гинс и др., 2020)

Первые упоминания о пряностях можно найти в летописях Китая, Индии и Египта около 5 тысяч лет назад. В конце XIX века в Европу попало более 70 новых видов пряных растений. Высокая цена пряностей и сложность их поставок способствовали усилиям многих народов по выявлению подобных растений на своей родине, что привело к созданию специфических для каждого народа коллекций горьких и ароматических растений после маршрутов в Индию и Америку. были открыты, горькие растения постепенно стали доступны во многих странах Европы (Машанов, 1988; Гладышева, 2016).

В 1990-е годы в мире производилось примерно 40000 тонн натурального эфирного масла в год. Их основные производители: Бразилия – более 9 тысяч т, Китай – 8 тысяч, США – 7 тысяч, Франция – 6,5 тысяч, Индия - 1 тысяча. Годовое производство эфирного масла в странах бывшего СССР составляло в среднем 1124 тонны, что не удовлетворяло потребности промышленности и медицины, а его дефицит покрывался за счет импорта. Экономический и политический кризис в СССР в 90-е годы XX века также оказал негативное влияние на эфиромасличную промышленность. После разделения союзных республик России пришлось практически заново создавать научно-исследовательские и селекционные центры ароматических и эфирных масел в разных эколого-географических зонах страны (Гладышева, 2014).

Возделывание и потребление специй достигли своего пика во время расцвета эпохи Возрождения. За это время появилось множество монографий и книг о растениях (Флоранский, 1879).

Первые упоминания об использовании эфиромасличных и пряно-ароматических растений в России датируются XI-XII вв. Некоторые интересные культуры уже стали использовать в бытовых целях в XVIII-XIX вв.: шалфей,

кервель, майоран, базилик, лаванда, сельдерей, розмарин, тархун и др. (Воронина и др., 2021).

Научная работа по исследованию местных и зарубежных эфиромасличных и пряно-ароматических видов, их химического состава, полезных свойств ведется более двух веков. При становлении капитализма в Европе началось развитие промышленности, и, соответственно, получение душистых веществ с ее помощью. На начало XX в. производство эфирных масел в России находилось в зачаточном состоянии, т.к. не было сырьевой базы. Необходимые вещества и масла всегла ввозились из стран зарубежья. В КФХ на небольших площадях возделывали мяту, анис, фенхель, кориандр (Хотин 1963; Черных 2004).

По состоянию на 1913 г. под пряно-ароматическими и эфиромасличными видами в стране была занята площадь около 9 га, с с которых удавалось получить до 6 тыс. т сырья. С 1916 г. началась интродукционная работу с эфиромасличными и лекарственными культурами в ботаническом саду им. Б.А. Келлера (г. Воронеж). Через четыре года были произведены посевы змееголовника молдавского, мяты перечной, котовника кошачьего, тимьяна обыкновенного, эльсгольции Патрена (Гладышева, 2014).

В 1922 г. был поднят вопрос о создании собственной базы сырья лекарственных, пряных и эфиромасличных растений, так как их производство после первой мировой и гражданской войн было прекращено. В 30-е годы прошлого столетия начали развиваться парфюмерная и эфиромасличная отрасли промышленности, а затем химико-фармацевтическая и пищевой, работающая на отечественная сырье. К концу десятилетия при производстве эфирного масла были задействованы свыше 30 культурных и около 20 дикорастущих видов (Лещук, 1952; Гладышева, 2014).

После Великой отечественной войны начало развиваться возделывание эфиромасличных культур в республике Молдавия (площадь около 2200 га). Постепенно заускались цеха по переработке сырья и получению эфирного масла лепестков розы, соцветий мускатного шалфея и лаванды, листа мяты. Республика являлась крупнейшим производителем эфирного масла в СССР. Также, в это время

молдавский ботанический сад ввел в культуру такие растения как пачули, лимонная полынь, ветиверия и др. (Гладышева, 2014, 2016).

В это время было налажено производство около 20 видов эфирных масел: гераниевое, мятное, пачулиеое, базиликовое, анисовое, камфорное и др. (Хотин, 1963).

С 50-х годов изучением эфиромасличных и пряно-ароматических культур плотно занимаются Никитский ботанический сад и Крымская опытная зональная станция НИИ эфиромасличных культур (г. Симферополь). В культуру были введены новые эфирносы, например, азалия понтийская, роза крымская, иссоп меловой, майоран ладанник крымский и много других, которые до сих пор служат сырьем в косметической и парфюмерной промышленности, в медицинских целях, при мыловаренном, ликероводочном и кондитерском производствах (Гладышева, 2014, 2016).

В Киргизии, Армении, Грузии и Таджикистане выращивались прихотливые тропические и субтропические виды: имбирь, жасмин крупноцветковый, корица, амбровое дерево и другие пряные растения (Лещук, 1952; Гладышева, 2016).

Было заложено начало выращивания пряно-ароматических культур в Ленинградской области. Ради получения больших урожаев вегетативной массы, содержащей эфирные масла возделывали горечавку желтую, иссоп лекарственный, мята перечная и другие растения. В это же время Новосибирским ботаническим садом была введена в культуру порезник, в составе которого в большом количестве присутствует гераниол – ценнейшее вещество, используемое в парфюмерной промышленности (Гладышева, 2016).

В 70-80-е годы прошлого века в молдавской республике производили большое количество шалфейного и лавандового эфирного масла. В это время страной импортировалось около 300 т свыше, чем 30 наименований различных эфирных масел растений (Бодруг, 1970).

Одновременно изучалась и медоносность более 20 эфиромасличных и лекарственных интродуцентов в НИИ пчеловодства в г. Рыбное (Рязанская область) В Нижегородской и Тамбовской областях создавались АПК по

возделыванию кориандра, змееголовника, пустырника, горчицы и др ценных культур (Балабанова, 1995).

Существенными успехами в интродукции пряно-ароматических, эфиромасличных и лекарственных культур могут гордиться ученые Ботанического института им. В.Л. Комарова, МГУ им. М.В. Ломоносова, ВИРа, РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, ГБС им. Н.В. Цицина и других учебных и научных заведений.

ФГБНУ ВИЛАР является лидером по введению в культуру интродуцентов, их комплексному изучению по растениеводству, ресурсоведению, разработке фитопрепаратов. За время своего существования учреждением было исследовано около 200 видов лекарственных и пряно-ароматических растений из более чем 50 семейств, 60 из которых были введены в культуру (Морозов, 2018).

С начала 70-х годов XX века по настоящее время ведут свою научно-исследовательскую деятельность сотрудники Главного ботанического сада (ГБС РАН) им. Н.В. Цицина, которые внесли огромный вклад в интродукционный процесс при доместикации большого количества эфиромасличных и пряно-ароматических видов растений (Гладышева, 2016).

В коллекции эфиромасличных и пряно-ароматических культур на данный момент насчитывается 300 таксономических единиц и сортообразцов, которые подразделяются на 39 родов, 74 вида и 47 сортов. В ходе изучения были выделены наиболее адаптивные для новых условий, с высокой продуктивностью формы, сорта и виды. В результате экспериментальных исследований были показаны широкие возможности приспособленности пряно-ароматических и эфиромасличных растений (Воронина и др., 2001).

Благодаря целенаправленной поэтапно выстроенной работе по интродукции из различных эколого-географических зон планеты дикорастущих лекарственных, эфиромасличных и пряно-ароматических растений, в 1980-1990 гг. в сравнении с довоенным периодом общее количество выращиваемых в производственных масштабах культур было увеличено в несколько раз, объем произведенного сырья возрос более чем в 20 раз (Морозов, 2018).

Для того, чтобы снабдить отрасли пищевой промышленности, животноводства и медицины сырьем местного производства, нужна правильная научно обоснованная организация возделывания пряно-ароматических растений.

Большую работу по интродукции лекарственных, пряно-ароматических и декоративных растений проводят ботанические сады нашей страны, в коллекционном фонде которых имеется свыше 600 различных видов. Также нужно отметить роль и успехи в доместикации новых видов растений дендрариев, агробиостанций, фермерских хозяйств и питомников (Гладышева, 2016).

Согласно большинству методик оценки успешности интродукции, отнесение растений к какой-либо группе устойчивости во многом зависит от продолжительности наблюдений. Если растение присутствует в коллекции всего несколько лет, то в этом случае можно говорить только о тенденции при отнесении его к какой-либо категории устойчивости. Только многолетние наблюдения могут дать объективную оценку.

Оценку первичной интродукции вида можно проводить по методике Г.П. Семеновой (2001), которая выделяет 12 признаков, объединенные в 3 группы. Каждый признак оценивается по трехбальной системе.

При оценке успешности интродукции выделяют очень перспективные, перспективные, малоперспективные и неперспективные виды. Н.В. Трулевич ввела понятие интродукционной устойчивости растений, под которой понимается способность растений не только существовать в данных климатических условиях, но и сохранять природный фенологический ритм. Оценка поведения травянистых видов в культуре проводится по 5 показателям, максимальная оценка – 3 балла.

Успех интродукции также можно оценить с помощью шкалы баллов успешности интродукции травянистых растений, где каждый балл – это цифровое представление успешности интродукции растения. Высокий балл указывает на высокую степень адаптации образца к определенным условиям жизни. Показателями успешности интродукции являются устойчивость к неблагоприятным климатическим факторам, стабильное цветение, плодоношение, способность к самосеву и саморазмножению. Наивысший балл (7) указывает на

высокую комбинированную устойчивость интродуцированных видов к местным климатическим условиям, их способность к массовому цветению и плодоношению, способность к самосеву или активному саморазмножению вегетативным путем. Баллы 5 и 6 присуждаются видам, которые достаточно устойчивы, регулярно цветут и плодоносят, но способны к слабому саморазмножению (6 баллов) или не способны вообще (5 баллов). Оценка 4 балла означает, что более половины интродуцированных взрослых растений регулярно цветут и плодоносят, обладают средней устойчивостью к неблагоприятным климатическим условиям. Балл 3 присваивается интродуцированным видам, которые цветут и плодоносят, но не более половины взрослых особей. Такие растения плохо переносят местные климатические условия. Интродуценты, которые недолговечны, но некоторые особи могут цвести без образования семян, получают 2 балла, а интродуценты, которые находятся только в вегетативном состоянии и не устойчивы к местным климатическим условиям, получают самый низкий балл по шкале рейтинга интродуцентов – 1 (Гладышева, 2014).

Анализ изученной литературы свидетельствует о том, что экспериментально доказаны широкие возможности адаптации при выращивании большого ряда различных ароматических, эфиромасличных, лекарственных видов растений, в том числе благодаря разнообразию эколого-географических и почвенно-климатических условий нашей огромной страны. Растущий спрос на эфирные масла и ароматические вещества, которые сегодня необходимы для парфюмерии, косметики, производства алкогольных напитков, консервирования, кулинарии, медицины и животноводства, обуславливает дальнейшее развитие эфиромасличного производства в России (Гладышева, 2014).

Использование пряно-ароматических культур, содержащих большое количество ценных для организма минеральных солей, имеет важное значение для приготовления продуктов питания функциональной направленности: они обогащают блюда физиологически ценными минеральными веществами. Ценность свежих пряно-ароматических растений очевидна, но ценным также является

использование их в качестве исходного сырья для получения различных напитков, экстрактов, отваров, настоев.

Подводя итог проведенному анализу научных публикаций, следует сделать заключение, что в ботанических садах РФ изучением и размножением генотипов шалфея испанского практически не занимаются. Учитывая важность культуры для продовольственных целей страны, необходимо начать работу по интродукции и созданию исходного материала шалфея испанского.

Поскольку сегодня шалфей испанский (*Salvia hispanica* L.) является одним из наиболее популярных суперпродуктов среди потребителей в центральной Европе, Мексике и других странах, следует обратить внимание на возможность интродуцировать и выращивать новые формы культуры в условиях южной лесостепи Западной Сибири (Чернов и др., 2021, 2022; Казыдуб, 2021).

1.2 Происхождение и ареал распространения шалфея испанского

История культуры весьма увлекательна. Родина чиа – Южная Америка. Согласно историческим документам, жители Мексики были знакомы с плодами этого растения. Они употребляли семена в пищу, делали из них масло, готовили лекарства. Хотя культура и была третьей по важности культурой в Мексике на протяжении 5500 лет, в последние 260 лет она стала практически неизвестным видом, которому для реинтеграции в качестве продукта питания пришлось адаптироваться к условиям, в которых другие культуры вряд ли бы выжили (Казыдуб, 2021).

Чиа – древняя сельскохозяйственная культура, одомашненная 3500 лет до нашей эры, и до прибытия испанцев была ключевым элементом диеты более 11 миллионов ацтеков наряду с кукурузой, фасолью и амарантом. Мелкие семена травянистого однолетнего растения из семейства шалфеев когда-то являлись одним из основных ингредиентов рациона питания древних цивилизаций: инков, майя и ацтеков. В Мексике до сих пор считают, что одна небольшая ложка семян может поддерживать выносливость человека в течение суток изнурительной физической

работы. Древние племена использовали семена в качестве пищи для выносливости. Ацтеки, майя и другие употребляли их перед битвами, а также в длительных беговых и охотничьих походах. Индейцы тараумара из Медного каньона в Мексике до сих пор употребляют шалфей испанский во время своих легендарных длительных забегов, которыми знаменит этот народ (Ayerza, Coates, 2019).

После завоевания испанцами выращивание шалфея испанского в Мексике было запрещено, из-за прямой конкуренции с видами животных и растений, завезенных из Европы, но главным фактором стала широкая популярность культуры и ее использование в религиозных обрядах у племен местных жителей. Испанцы сделали это в рамках своих попыток захватить местные племена и установить свое господство. Чиа смогли сохранить только индейцы Науа, жившие тогда в горах штатов Халиско, Пуэбла, Морелос и Герреро в Мексике, они продолжили тайное выращивание семян столь важного для них растения (Ayerza, Coates, 2006).

Именно индейцы дали растению то название, под которым мы знаем его сейчас. Слово «chia» происходит от «чиан», что на языке племени науатль означает «маслянистый». Однако в научном мире это растение известно как «шалфей испанский»; название *Salvia hispanica* дал в XVIII веке шведский ботаник Карл Линней, который, будучи в Испании, куда были завезены семена, принял дикорастущее растение из Нового Света за местную флору (Ayerza, 2010).

В настоящее время, кроме Мексики, культура широко стала культивироваться в Эквадоре, Гватемале, Боливии, Аргентине, Африке и Австралии. В последнее время именно Таиланд, Аргентина и Австралия стали одними из крупнейших в мире производителей семян шалфея испанского (Чернов, 2020, 2022; Ayerza, Coates, 1996).

Культура пришла в двадцать первый век, не пройдя изменений, необходимых для адаптации к современному производству, потому что не шла по тому же пути, который прошли другие древние культуры, такие как кукуруза, фасоль и томаты, соответственной, не найдя такого же места в современном рационе питания, как упомянутые культуры. В результате чего чиа была неизвестна другим странам, и её

использование ограничивалось регионами, которые использовали культуру до прибытия испанцев (Coates, Ayerza, 1996; Grimes et. al., 2018; Kazydub et. al., 2022).

Однако, статус шалфея испанского, как продукта питания, изменился в начале 90-х годов прошлого века в связи с исследованиями, показавшими наличие в семенах высокого содержания полиненасыщенных жирных кислот омега-3, белка и клетчатки. В это же время группа исследователей из США и Аргентины посетила город Акатик в штате Халиско в Мексике для того, чтобы изучить основы возделывания чиа. Позже они запустили долгосрочный исследовательский проект, названный «Западный Аргентинский региональный проект». Основной целью данного проекта было изучения питательной ценности семян растения, изучение адаптивности и селекция культуры, особенности возделывания и производства в различных сельскохозяйственных регионах Аргентины, Перу, Колумбии, Боливии и Эквадора. Научные результаты этого исследования публикуются Рикардо Айерза, Уэйном Коатес и другими аргентинскими исследователями последние 22 года, и эти исследования стали ключом для продвижения использования, производства и маркетинга по всему миру (Coates, Ayerza, 1998). Результатом стало то, что в настоящий момент чиа выращивается в 14 странах мира (Казыдуб, Чернов, 2021).

Ряд отечественных и зарубежных источников массовой информации позиционируют семена чиа как продукт питания нового поколения, «суперфуд», богатый витаминами и минералами настолько, что может защитить или полностью вылечить от многих заболеваний (Васильченко, 2013; Чернов и др., 2022; Amato et. al., 2015; Ayerza, 2009).

Следует отметить, что большинство видов шалфея содержат большое количество эфирных масел, но одним из лидирующих по этому показателю является вид шалфей испанский. Поэтому введение человеком в культуру именно шалфея испанского является важной задачей (Леонова, 2017; Чернов, 2021).

В 2005 году на съезде ООН культура шалфея испанского была признана перспективным продуктом, а в 2009 году Европейский союз признал семена чиа

перспективным видом пищи (European Commission Regulation, 2009; European Commission, 2014).

На данный момент, по результатам изучения научных публикаций, находящихся в открытом доступе, можно сделать вывод о том, что культура все еще слабо изучена, но определенно имеет огромный потенциал. Перед современными учеными стоит задача не только в повторном открытии пользы данной культуры для мира, но и в развенчании некоторых окружающих ее мифов (Казыдуб, 2021).

На территории РФ исследования различных видов шалфея ограничивались лишь биологической стороной: изучение морфо-биологических особенностей, аспектом декоративности, введение в качестве культуры-медоноса и пр. (Байкова, 1996, 2002, 2005; Карташова и др., 2010, Сацыперова, Рабинович, 1990). Масштабных исследований по урожайности и рентабельности возделывания культуры, введение ее в севообороты, интродукции в различных регионах страны на сегодняшний день в России нет.

1.3 Систематика, морфобиологические особенности и отношение к факторам внешней среды шалфея испанского

Шалфей испанский (чаи) – *Salvia hispanica* L. входит в подрод – *Calosphace* Benth., род Шалфей – *Salvia* L., подсемейства Котовниковые – *Nepetoideae* Kostel., трибы Мятные – *Menthae*, семейства Яснотковые – *Lamiaceae* Lindl. (ранее: семейство Губоцветные – *Labiatae* Juss.) (Байкова, 2006; Бочкарев, 2014; Гладышева, 2016; Adams et. al., 2005).

Чаи, или шалфей испанский (*Salvia hispanica* L.) – растение семейства яснотковых (губоцветных) принадлежит к роду шалфеев или сальвии, – обширному роду, включающему однолетние, двулетние и многолетние растения, а также полукустарники и кустарники, декоративного или ценного для сельского хозяйства значения (Ayerza, Coates, 1996). Название растения происходит от латинского слова «salvare», что означает спасать, предохранять. В русском языке

лекарственные и пряно-вкусовые растения принято называть шалфеем, а декоративные виды – сальвией (Angeles Valdivia–Lopez, Tecante, 2015).

Род *Salvia* распространен в областях с умеренным, субтропическим и тропическим климатом, однако наибольшее число его представителей произрастает в тропической и субтропической зонах: Южная Америка, Центральная и Южная Африка (Ayerza, Coates, 2004; Baginsky et. al., 2016; Bilalis et. al., 2016).

Сама же культура шалфея испанского берет свои корни на территории современной Мексики, в горных ландшафтах, что определяет ее биологические особенности. Высоты произрастания чиа на родине – 1800-2600 м над уровнем моря. *Salvia hispanica* L. – однолетнее травянистое растение высотой до 1,5 м. Культура короткого дня (Bertero et. al., 1999; Chan, 2001; Kotzamanidis, 2009).

Стебли многочисленные, в нижней части ветвистые, четырехгранные, округлые, нередко одревесневают к концу цветения, в верхней части – травянистые. Листья простые, 4-8 см длиной и 3-5 см шириной, с средним по размеру черешком, по форме продолговатые или удлинненно-ланцетовидные с заостренной верхушкой и пильчатым краем, в основании клиновидные, округленные или слегка сердцевидные; у основания пластинки часто имеются одна или две небольшие продолговатые лопасти; листья расположены супротивно (Grimes et. al., 2018; Zhang et. al., 2016; Чернов, 2020, 2021).

Шалфей испанский зацветает в июле-сентябре в зависимости от световой зоны. Имеет крупные, колосовидные соцветия – тирсы, длиной от 10 до 40 см и более, которые состоят из цветоносных осей различных порядков, метельчато-ветвистых, реже слабоветвистых или простых. Обоеполые, супротивно расположенные цветки, собраны в сложном соцветии полумутовками по 2–6 с каждой стороны. Цветки мелкие (до 0,5 см в диаметре), светло-голубые или синие; чашечка двугубая, венчик двугубый, обычно сине-фиолетовый; тычинок две. Соцветия состоят из простых кистей. Растение имеет ароматный запах, причем как при цветении, так и в зеленой массе за счет эфирных масел. У шалфея четырехгнездная завязь, которая имеет мясистое основание (Байкова, 1996;

Riernersman et al., 2016; Yeboah, et al., 2014). Плоды – орешки яйцевидной или эллипсоидальной формы, сверху выпуклые, снизу слегка трехгранносплюснутые, около 1 мм длиной. Семена маленькие, овальные, гладкие, блестящие, диаметром около 1 мм, серого, черного или белого цветов, покрытые на поверхности прочной оболочкой с рисунком, которая защищает их в условиях жаркого и сухого климата. Орешки имеют гладкую поверхность, которая стремительно и сильно ослизняется при смачивании (Байкова, 2002; Mary et. al., 2018; Wojahn et. al., 2018). Слизь состоит из высокомолекулярных сложных полисахаридов, и немедленно высвобождается внешней клеточной стенкой клеток эпидермиса путем разрыва первичного клеточного слоя при контакте с жидкостью (Herman et. al., 1994; Jamboonsri et. al., 2012)

Чиа – нетребовательная культура, которая предпочитает умеренно плодородные, хорошо дренированные почвы. В то время как для прорастания растениям необходима влага, эта культура не выносит переувлажненные почвы, благоприятно относится к засушливому периоду Grimes et. al., 2018, 2019; Mathan, Özcan, 2016).

Растение является перекрестноопыляющимся, самоопыление происходит в пределах кистей. Семена сохраняют всхожесть около четырех лет. Шалфей относится к теплолюбивым растениям (Zavalía et. al., 2010).

Что касается онтогенеза культуры, то прорастание семян происходит на вторые-третьи сутки после посева во влажную почву при температуре окружающей среды +20...+22°C; затем, начинается период роста главного побега, сопровождающийся наличием розетки; после появления главного побега на растении образуются переходные листья (несколько пар), как правило, они более округлые, без заостренного конца и не имеют четкого выраженного пильчатого края; взрослое вегетативное состояние растения начинается с ветвления главного побега: у основания образуется несколько более тонких и меньших в диаметре ветвей; завершающий этап онтогенеза – формирование генеративных органов, причем непосредственно у шалфея испанского цветонос сначала вытягивается в длину – формируется главная ось, а закладка генеративных органов (цветки) и их

дифференциация осуществляется в направлении от основания к вершине, в результате чего более молодые части располагаются ближе к верхушке, а старые – к основанию. Сам процесс плодоношения начинается в августе и заканчивается в сентябре-октябре (Байкова, 1996; Vochicchio et. al., 2015; Busilacchi et. al., 2013; Sosa-Baldivia, Ruiz, 2018).

При интродукции шалфея испанского следует учитывать специфичность культуры, ее реакцию на условия выращивания.

1.4 Биохимические особенности и практическое использование шалфея испанского в отраслях народного хозяйства

Семена чиа содержат 20% сбалансированного по аминокислотному составу белка, 34-40% жиров, значительное количество антиоксидантов и витаминов В3, В2, В1, а также широкий спектр жизненно важных минералов, таких как кальций, железо, калий, цинк и др. Специалисты утверждают, что в этих суперсеменах содержится в 5 раз больше кальция, чем в коровьем молоке. А еще в них вдвое больше калия, чем в бананах, и втрое больше железа, чем в шпинате. Наиболее важным свойством семян является высокое содержание в них незаменимых жирных кислот: более 60% альфа-линоленовой (омега-3) и 20% линолевой (омега-6). По содержанию в своих жирах альфа-линоленовой кислоты шалфей испанский является абсолютным рекордсменом среди растений, употребляемых человеком в пищу (Kazydub et. al., 2017; Metcalfe et. al., 1966; Muñoz et. al., 2012). Здесь ее даже больше, чем в одной из наиценнейших пород рыб – в атлантическом лососе. Доказано, что омега-3 – ненасыщенные жирные кислоты – играют особенно важную роль в профилактике коронарной болезни сердца, способны побороть плохой холестерин в нашем организме, стимулируют мозговую деятельность и выступают антидепрессантом. Высокое содержание диетической клетчатки и ее способность поглощать жидкость (в 10-12 раз больше собственного веса) предотвращают ожирение и ряд заболеваний пищеварительной системы. Употребление семян чиа замедляет преобразование углеводов в сахар, что полезно

для больных сахарным диабетом и лиц, следящих за весом. Высокое содержание антиоксидантов позволяет семенам оставаться стабильными в течении длительного времени (Nítrayová et. al., 2014; Peiretti, Gai, 2009). В сухом месте семена шалфея испанского можно легко хранить в течении 4-5 лет без ухудшения вкуса, запаха или питательной ценности. Испытания пищевой ценности этой культуры дали богатый фактический материал: составлено немислимое количество разнообразных кулинарных рецептов, где семена шалфея испанского используются либо цельными, либо в дробленном или размельченном виде. В Университете Оклахомы (США) специалисты в области новых культур, таких как чиа и жожоба, одними из первых в Америке взялись выращивать данную культуру – сначала экспериментально, а затем и в коммерческих целях. В своих выступлениях и публикациях они говорят людям, что они могут использовать семена шалфея испанского в любом блюде и в сочетании с любым продуктом питания (Serson et. al., 2020; Simopoulos, 2008). По результатам исследований (Fernández-Ferrina et. al., 2018; Capitani et. al., 2012, 2013; da Silva Marineli et. al., 2014; Ding et. al., 2018; Ixtaina et. al., 2008, 2011; Luna-Pizarro et. al., 2015), чиа может считаться идеальным продуктом питания. Не менее важны и фармакологические, и медицинские свойства растения.

Семена чиа очень питательны, их энергетическая ценность 486 ккал на 100 г. Они содержат 15-25% белков около 34% пищевых волокон, 26-41% неволоконистых углеводов, более 30% жирных кислот, преимущественно полиненасыщенных, большие дозы витаминов группы В, кальций, железо, магний, марганец, фосфор и цинк, фенольные соединения: кемпферол, кверцетин, мирицетин, коричную, кофейную и хлорогеновую кислоты. Фенольные соединения препятствуют окислению липидов, по антиоксидантным свойствам чиа превосходит другие виды шалфея и почти не уступает чернике – признанному чемпиону по содержанию естественных антиоксидантов антоцианидинов (de Falco et. al., 2017; Grancieri et. al., 2019). Особенно популярны семена среди вегетарианцев, которые не едят ни молока, ни яиц. Хотя есть растительные продукты, более насыщенные кальцием: в 100 г маковых семян его 1450 мг, а в таком же количестве кунжутного семени – 875

мг. Еще одна особенность чиа – отсутствие глютена, в просторечии клейковины. Эта сложная смесь запасных белков есть во всех злаках, она делает тесто эластичным, а выпечку пышной (Coelho, Salas-Mellado, 2015; Diwakar, 2014; Iglesias-Puig, Haros, 2013; Luna-Pizarro et. al., 2015; Meyerding et. al., 2018; Zhang et. al., 2016). Однако более 1% населения планеты страдают непереносимостью к глютену, поэтому питательные продукты без клейковины многим полезны. Правда, и хлеб из такой муки не сделаешь, только лепешки (Ayerza, Coates, 2001).

100 граммов семян шалфея испанского соответствуют:

- 545 мл молока в качестве источника кальция;
- 294 г овса в качестве источника клетчатки;
- 900 г апельсинов в качестве источника антиоксидантов;
- 178 г бананов в качестве источника калия;
- 992 г лосося в качестве источника омега-3;
- 216 г орехов в качестве источника магния;
- 400 г шпината в качестве источника железа.

Семенам чиа приписывают высокую питательную ценность, особенно благодаря высокому содержанию в них жиров и пищевых волокон. Пищевая энергетическая ценность очень низка – всего 486 ккал на 100 г продукта. По данным Database Nutrient National (USDA) (национальная база данных продуктов питания, созданная Министерством сельского хозяйства США) они содержат до 34 г пищевых волокон, от 85 до 93% из которых составляет нерастворимая фракция, а на долю растворимых волокон приходится примерно 7-15%. По количеству в составе пищевых волокон семена шалфея испанского превосходят орехи, злаки и сухофрукты (таблица 1.4.1).

Семена характеризуются высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот, главным образом α -линоленовой (омега-3), на долю которой приходится примерно 60% общего количества жирных кислот. Ранее считалось, что омега-3 может содержаться только в рыбьем жире. Но относительно недавно достаточно большое ее количество было обнаружено в составе льна, конопли и чиа (Kazydub,

Chernov, 2022; Gebremeskal et. al., 2023). Кроме того, в меньших количествах содержатся олеиновая, пальмитиновая и линолевая кислоты.

Таблица 1.4.1 – Химический состав семян шалфея испанского (USDA, National nutrient database for standard reference. Release 24, 2011)

Состав	USDA
Энергетическая ценность (100 г)	486
Белок, %	16,54
Жиры, %	30,47
Витамин С, мг	1,6
Тиамин, мг	0,62
Рибофлавин, мг	0,17
Ниацин, мг	883
Фолиевая кислота, мкг	49
Кальций, мг	631
Калий, мг	407
Магний, мг	335
Фосфор, мг	860
Селен, мкг	55,2
Железо, мг	7,72
Цинк, мг	4,58

Семена чиа повышают физическую выносливость и улучшают общее состояние организма. Их часто добавляют в свой рацион спортсмены для обогащения диеты углеводами, стратегия, которая помогает максимально увеличить запасы гликогена в мышцах и печени для поднятия выносливости и повышения эффективности от упражнений (Marcinek, Krejpcio, 2017; Ouzounidou et. al., 2015).

Доказано, что благодаря высокому содержанию антиоксидантов, клетчатки и полезных для сердца жиров, семена культуры способны предотвратить развитие сердечно-сосудистых заболеваний. Клетчатка также действует как пребиотик, выступает неким «топливом» для полезных бактерий в кишечнике (Mohd Ali et. al., 2012; Norlaily et. al., 2012; Silveira Coelho, de las Mercedes Salas-Mellado, 2014).

Семена шалфея испанского являются одним из самых богатых источников антиоксидантов на планете, добавление их в свой ежедневный рацион питания является обязательным условием, которое поможет в борьбе с преждевременным

старением и в защите кожи от воздействий окружающей среды, особенно ультрафиолетовых лучей. Омега-3 жирные кислоты помогают удерживать влагу в слоях эпидермиса кожи, предотвращают ее сухость, замедляют появление морщин (Silva et al., 2016; Souza, Chaves, 2017). Благодаря своим противовоспалительным свойствам могут использоваться для лечения акне.

По данным нескольких исследований, семена способны поддерживать нормальный уровень сахара в крови, помогают бороться с развитием диабета 2 типа и резистентности к инсулину. Добавление их в белый хлеб снижает гликемическую реакцию и может предотвратить резкие скачки уровня сахара в крови (Ayerza, Coates, 2009, 2011; Segura-Campos et al., 2014)

Чиа является идеальным продуктом питания для беременных женщин в сочетании или в качестве замены рыбе. Как известно, рыба так же является отличным источником омега-3, но беременным женщинам рекомендуют уменьшить ее потребление, т.к. в некоторых видах рыбы может содержаться слишком много ртути (Graeff-Hönninger, Khajehei, 2019; Kulczyński et al., 2019; Massawe et al., 2016; Казыдуб, Чернов, 2021; Чернов, Казыдуб, 2022).

Содержащиеся в семенах кальций, фосфор, витамин А и цинк способствуют укреплению здоровья зубов и полости рта. Ведь кальций является строительным материалом для зубов, а цинк предотвращает образование зубного камня, препятствуя минерализации зубного налета, обладает антибактериальным эффектом. Витамин А и фосфор также важны для здоровья зубов и полости рта (Ciftci et al., 2012; Fernández-Ferrina et al., 2018; Matthäus, Özcan, 2016).

Семена шалфея испанского совершенно уникальны, они обладают сильными гидрофильными свойствами, то есть связывают воду. Обычно их замачивают перед использованием в жидкости, примерно на десять минут, возможно и на ночь. Впитавшие воду семена облегчают прохождение пищи через желудочно-кишечный тракт, потому что увлажняют комок пищи, способствуют наиболее эффективному всасыванию питательных веществ кишечником и снижают аппетит (Ayerza, Coates, 2001).

Слизь, которая образуется вокруг набухших семян, возможно использовать в качестве стабилизатора или эмульгатора благодаря своей вязкости и способности удерживать воду (Ayerza, Coates, 2007; Bellaloui et al., 2014; Ciftci et al., 2012).

У семян чиа нейтральный вкус, который позволяет сочетать их со всеми видами приготовлений и продуктов. Они являются прекрасным дополнением для различных блюд, напитков, салатов, соусов, каш и сладостей. В выпечке столовой ложкой семян можно заменить одно яйцо (Ayerza, Coates, 2009; Чернов, 2020).

Семена шалфея испанского добавляют хрустящий контраст и у них есть способность сгущать приготовления с водой, молоком или другими соками, ввиду большого количества слизи, которую они содержат. Только одна ложка семян (10 г), ежедневно обогащает диету омега-3, протеинами, пищевыми волокнами, кальцием и фолиевой кислотой. Поэтому, в связи с его высокой питательной ценностью, в последние годы наблюдается значительное возрастание интереса к этому сырью (Alvites-Misajel et al., 2019).

Все же, некоторым людям стоит быть осторожными с употреблением семян чиа. У склонных к аллергии людей они в редких случаях могут вызвать такие симптомы как сыпь, крапивница, рвота и диарея. При употреблении в избытке могут возникнуть проблемы с пищеварением, вызванные высоким содержанием в них клетчатки (Álvarez-Chávez et al., 2008; Thurnhofer, Vetter, 2016; Wang, Daun, 2006).

Как известно, они помогают в лечении гипертонии, поскольку разжижают кровь. Поэтому людям, принимающим лекарства от высокого артериального давления следует проконсультироваться со своим лечащим врачом, чтобы правильно скорректировать дозировку лекарства при употреблении в пищу семян чиа и избежать приступов артериальной гипотензии (Thiago et al., 2016; Us-Medina et al., 2018).

Использование шалфея испанского в пищевой промышленности. Абсолютное большинство публикаций относится к технологии изготовления пищевых продуктов, и рассматривает использование семян в качестве витаминной добавки при изготовлении различных продуктов питания.

В 2000 году диетологи США рекомендовали использование семян чиа в качестве основной пищи в количестве, не превышающем 48 грамм в сутки. Европейская комиссия допускает включение семян в хлебобулочную продукцию не более 5% от массы продукта (Hernandez, 2012).

Литературные источники показывают преимущества добавления муки из семян шалфея испанского в хлебобулочные изделия из пшеницы, овса и кукурузы, печенье и тортильи (Anzooman et al., 2018; V'arcenas et al., 2009). В частности, при изучении эффекта от добавления цельнозерновой муки из семян шалфея испанского в хлеб на технологические, питательные и потребительские свойства, было отмечено увеличение содержания: липидов на 26%, белка на 19% и зольных веществ на 11%. Были отмечены лучший липидный профиль и соотношение омега-6 и омега-3 кислот. Хлеб с чиа получил положительные отметки при дегустации (Muñoz et al., 2013; Sandoval-Oliveros, Paredes-L'opez, 2023).

В аналогичном исследовании по изучению технологических и потребительских свойств хлебобулочных изделий с добавлением цельнозерновой полуобезжиренной и обезжиренной муки из семян культуры также было отмечено увеличения содержания белков, липидов, зольных элементов и диетического волокна по сравнению со стандартной рецептурой. Хлеб с добавлением цельных или молотых семян показывал сходные с контролем технологические свойства за исключением увеличения объема хлеба, уменьшения упругости мякиша и изменения его цвета. Потребительский анализ дал положительные отзывы. Включение чиа ингибировало кинетику ретроградации амилопектина во время хранения, что было бы непосредственно связано с задержкой в хранении хлеба (Meyerdig et al., 2018; Zhang et al., 2016).

Эффект от добавления муки (порошка) семян шалфея испанского на физикохимические и сенсорные характеристики, как и переваримость крахмала кукурузных лепешек (тортилья), с добавлением семян были оценены мексиканскими исследователями. С точки зрения питательной ценности, все лепешки имели значительно ($p < 0.001$) более высокое содержание белка, жиров и общей диетической клетчатки, чем контрольный образец. Сниженная скорость

ферментативного гидролиза крахмала и прогнозируемый гликемический индекс, отмеченный для лепешек с добавкой семян чиа, указывает на замедленность их переваривания. Сенсорная оценка не показала значительных различий ($p > 0.05$) между контролем и экспериментальными образцами.

В работе Maira Rubi Segura-Campos et al. (2014) из автономного университета Юкатана (Мексика) отмечают перспективы использования камеди (смолы, геля), выделяющейся при контакте семян с водой, в пищевой промышленности в качестве пищевой добавки для контроля вязкости, стабильности, структуры и консистенции продукта.

Объединенная группа тайваньских исследователей отмечает положительную роль семян шалфея испанского при их включении в технологию производства колбасных продуктов. Использование семян в качестве эмульгатора в составе 1,0% массы продукта с добавлением 0,5% каррагинана улучшило физико-химические и сенсорные свойства полученного продукта (Zhang et al., 2016).

Добавление цельнозерновой муки чиа (5,92 г на 100 г продукта) при приготовлении гамбургеров из пресноводной рыбы увеличили выход продукта, улучшили влагоудерживающую и жирудерживающую способность. Было достигнуто значительное увеличение содержания омега-3 полиненасыщенной кислоты до уровня, позволяющего покрыть ежедневную норму употреблением одного гамбургера весом 100 г. Это важно, потому что мясо речной рыбы с добавлением муки из семян шалфея испанского может быть использовано, как новый продукт, обогащенный омега-3 полиненасыщенными жирными кислотами в регионах, расположенных вдали от морей. Данная информация будет учтена в будущей разработке других, более полезных мясных продуктов (курица, говядина и т.д.) для здоровья человека (Rendo-Villalobos, Bakhshandeh, 2006).

Ученые из Бразилии предлагают использовать масло чиа в рецептуре шоколадного молока, создавая тем самым функциональный продукт, обогащенный омега-3 полиненасыщенной жирной кислотой (Ayerza, Coates, 2006; Sandoval-Oliveros, Paredes-L'opez, 2023).

Исследователи из Турции изучили влияние употребления йогурта с включением семян шалфея испанского, используемого для утреннего перекуса (второго завтрака), на временное насыщение. В исследовании принимали участие 24 человека. По результатам эксперимента, участники, получавшие на перекус йогурт с 7 или 14 граммами чиа сообщали о большем чувстве сытости, чем участники, перекусывавшие только йогуртом без семян чиа. Уменьшилась тяга к сладостям, предполагаемый размер порции при следующем приеме пищи и энергетическая ценность потребляемой пищи в обеденный перерыв (Matthäus, Özcan, 2016).

В пражском университете химической технологии было проведено исследование по изучению влияния добавления белых и черных семян шалфея испанского (цельных и молотых) в рецептуру хлеба. Было отмечено увеличение объема буханки на 30 % (с 270 до 350 мл/100 г) по сравнению со стандартом, как при включении сухих молотых белых, так и черных семян. Отмечено улучшение потребительских свойств, в особенности более нежный мякиш (Nitrayová et al., 2014).

В результате поиска русскоязычных библиографических источников выяснилось, что использование семян чиа в количестве 10% от массы сырья при производстве мясного хлеба позволяет получить продукт «со специфическими, но приемлемыми потребительскими свойствами», содержащий на 7,2% больше белка, на 25% больше меди, на 27% больше магния и в 1,7 больше кальция. Однако при замене животного сырья на растительное (нежирная свинина заменялась на семена шалфея испанского), продукт потерял четверть содержания железа, по сравнению с классической рецептурой, и 16% фосфора. Также были отмечены органолептические изменения, а именно: цвет продукта приобрел серый оттенок (за счет снижения количества гемового железа, придававшего розовый цвет), концентрация стала более плотной за счет водопоглощительной способности семян шалфея испанского (Прасол и др. 2017; Gebremeskal et al., 2023).

Положительный результат отмечен при добавлении семян чиа при производстве рыбных котлет, в технологии кефира и в качестве элемента

функциональных напитков. Включение семян в рецептуру каш быстрого приготовления позволяет повысить содержание витамина С, кальция, фосфора и железа и обогатить продукт полиненасыщенным омега-3 и омега-6 жирными кислотами (Прасол и др. 2017; Турчин и др., 2017). Изучение свойств геля, получаемого из семян чиа и перспективы его применения в пищевой промышленности, нашли свое отражение в работе международной группы авторов из университета ИТМО и Харбинского политехнического университета (Gebremeskal et al., 2023).

Медицинские исследования. Согласно анализу результатов 131 исследования, упоминающих шалфей испанский и опубликованных в открытом доступе (PubMed.gov, ClinicalTrials.gov), который провела доктор Мишель Берман из университета Джорджтауна для портала «Healthy but smart», семена чиа не обладают зачастую приписываемыми им экстраординарными свойствами. Однако уникальный биохимический состав семян и гидрофильные свойства делает их интересным и перспективным объектом исследования.

Учитывая малый объем исследования с, зачастую, небольшим объемом выборки, применение культуры нуждается в дальнейшем изучении. Так, только 9 из упомянутых исследований проводились на людях, остальные проводились либо на животных, либо *in vitro*.

Согласно результатам анализа научных публикаций, не было найдено работ, подтверждающих, что антиоксиданты, обнаруженные в семенах чиа, могут предотвратить или восстановить повреждения эпидермиса. Однако, гидрофильные свойства семян могут быть более эффективны, чем традиционно используемые увлажняющие вещества для кожи (Brütsch et. al., 2019; Graeff-Hönninger, Khajehei, 2019).

Из-за высокого содержания омега-3 жирных кислот и доказанных противовоспалительных свойств, утверждается, что семена культуры являются кардиопротекторами. Однако малый объем исследований в этой области, и противоречащие друг другу результаты требуют продолжения работы в данном направлении (Herman et. al., 2016).

Подающими надежды считаются исследования по применению чиа в лечении диабета 2 типа в качестве дополнения к диете. По результатам этого исследования у пациентов было также отмечено снижение систолического давления. Отмечен эффект семян в ускорении метаболизма у атлетов и пациентов с избыточным весом. Однако следует отметить, что сами по себе семена не способствуют снижению веса (Borneo et. al., 2010).

Помимо всего прочего отсутствуют исследования, подтверждающие утверждение из средств массовой информации о том, что употребление семян шалфея испанского укрепляет кости и зубы, либо ускоряет построение мышечной массы, либо предотвращают рак.

В результате мониторинга литературных источников по культуре, следует отметить, что существуют некоторые доказательства того, что семена чиа или вещества, входящие в их состав, могут быть полезны в профилактике или лечении некоторых специфических болезней или состояний здоровья (Velasco, Fernández-martínez, 2006).

В связи с небольшим объемом исследований в целом, необходимо привлечение большего числа специалистов, увеличении объема работ, проверке проведенных исследований не только на уровне *in vitro*, но и на добровольцах (Ullah et. al., 2016).

В последние годы диетические жирные кислоты были широко оценены как для питания, так и для косметической продукции. Было обнаружено, что среди диетических жиров омега-3 ($\omega 3$) и омега-6 ($\omega 6$) формы полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) проявляют большую биологическую активность в коже, предотвращают трансэпидермальную потерю воды, поддерживает эпидермальный барьер, препятствует нарушению меланогенеза и работы меланоцитов. Показано, что экстракт семян чиа ингибирует биосинтез меланина в клетках Melan-a. Дальнейшее исследование показало, что экстракт семян данной культуры в сочетании с экстрактом плодов граната оказывает синергетическое действие на ингибирование биосинтеза меланина без соответствующего влияния на активность тирозиназы. Исследование возможного механизма действия показало, что

экстракты семян чиа уменьшают выраженную экспрессию генов, связанных с меланогенезом (Tyr, Tyrp1 и Mc1r), отдельно и в сочетании с экстрактом плодов граната, что указывает на то, что ингибирование биосинтеза меланина с помощью новой комбинации экстрактов семян шалфея испанского и граната, возможно, связаны с подавлением экспрессии генов ключевых меланогенных ферментов (Joseph, 2004; Moreira et. al., 2010; Sosa, 2016; Švec et. al., 2016; Tavares et. al., 2018).

Перспектива использования в кормопроизводстве. Адаптивное земледелие может стать решающим фактором успешной реализации задач по увеличению и улучшению производства сельскохозяйственной продукции. Поэтому правильный подбор адаптивных высокопродуктивных культур и агротехнологических приемов их возделывания в агроценозах позволит повысить устойчивости местной кормовой базы и природоохранной функции кормовых культур, особенно в условиях воздействия постоянных техногенных стрессов. Данную проблему можно решить с помощью интродукции малоизвестных нераспространенных в нашей местности ценных кормовых трав, разработки зональной агротехнологии выращивания, подбора высоко продуктивных, устойчивых к неблагоприятным почвенно-климатическим условиям среды экотипов, климатипов, образцов (Тамахина, 2008).

Давно и широко применяемой количественной характеристикой питательности кормов служит овсяная кормовая единица, или просто кормовая единица (корм. ед.). Она выражает общую питательность 1 кг зерна овса среднего качества и эквивалентна 150 г отлагающегося в организме взрослого вола жира. Таким образом, если при поедании 1 кг корма в организме животного отлагается 75 г жира, то питательность этого корма в расчете на 1 кг массы будет составлять 0,5 корм. ед. Высококачественные объемистые корма в виде сена, силоса и сенажа должны иметь среднюю энергетическую питательность не менее 10 МДж ОЭ на 1 кг сухого вещества при содержании сырого протеина на уровне 14% и выше (Питательная..., 2023).

По способу использования кормовые растения подразделяют на пастбищные, сенокосные, силосные и применяемые для приготовления концентрированных

кормов. Многие виды дикорастущих кормовых растений (в первую очередь бобовые и злаки) введены в культуру, с ними ведется селекционная работа, создаются новые сорта. Они включены в состав травосмесей, используемых при создании культурных сенокосов и пастбищ, а также при улучшении естественных кормовых угодий.

Определять кормовую ценность растения только по его питательности нельзя, т. к. многие растения имеют хороший химический состав, но плохо поедаются или совсем не поедаются животными (напр.: горькие, сильно пахучие, сильно опушенные, очень грубые и т. д.) (Лудилов, Иванова, 2009; Майсурадзе, 1985).

На пастбищах губоцветные лучше поедаются мелким рогатым скотом, хуже крупным рогатым скотом и не поедаются или очень плохо поедаются лошадьми. Некоторые виды удовлетворительно поедаются дикими копытными (маралами, пятнистыми оленями, косулями).

Все же, некоторые растения из семейства губоцветных как, например, живучка женовская по наблюдениям на Северном Кавказе, в период с апреля по июнь удовлетворительно поедаются скотом (листья и соцветия). Живучка ползучая так же удовлетворительно и даже хорошо поедается крупным рогатым скотом. Летом на Памире побеги и цветки котовника кокандского поедаются в незначительном количестве. Лучше других поедается яками и овцами. Зимой в сухом виде поедается хорошо.

Некоторые виды котовника (поникший и чужеземный) на Алтае хорошо поедаются маралами.

О.А. и Б.А. Фадченко (1902) относят котовник мелкоцветковый к кормовым растениям. Мелкий рогатый скот ранней весной удовлетворительно поедает молодые стебли и листья. Лаллеманцию грузинскую считают очень хорошим кормовым растением, но проверенных данных о ее поедаемости нет. Жмыхи после извлечения масла употребляются в корм скоту. Скармливаются главным образом захудалым овцам в зимнее время.

Некоторые виды зопника, как коровяковый, подверглись опытному силосованию, и силос вполне удовлетворительно поедается скотом, особенно овцами. Яснотка пятнистая на Кавказе охотно поедается скотом. На Украине ей откармливают молодых индюшат.

Примесь губоцветных в большом количестве в сене сильно ухудшает его качество, но некоторые виды в небольших дозах желательны как примесь в сене в качестве вкусовых и пряных растений.

На пастбищах крупным рогатым скотом и лошадьми шалфей почти не поедается, мелким рогатым скотом поедается плохо, иногда удовлетворительно. В сене поедается удовлетворительно, но вследствие грубости растений в сухом виде, примешанных в больших количествах, портят сено. Но, например, в семенах шалфея мускатного, после извлечения из них масла, остается до 22% белка, поэтому жмыхи могут быть использованы в корм скоту. По наблюдениям на Северном Кавказе, вполне охотно поедается лошадьми и мелким рогатым скотом.

Вероятнее, что это именно шалфей лекарственный, имеющий полезные свойства, среди которых активация секреции желудочного сока, помощь при оттоке желчи, возбуждение аппетита и пищеварительных процессов по всей длине пищевого тракта.

На лесных опушках и вдоль дорог часто можно увидеть высокое растение с ярко-синими цветами-метёлками. Это шалфей луговой, распространённый по всей России. А вот его родственник — шалфей лекарственный — любит, где потеплее, ведь его родина — солнечная Италия (Олейникова, 2012; Яковлев, 2004).

В фитотерапии чаще используется лекарственный шалфей, потому что полезных веществ в нём больше. Основное действие шалфея — бактерицидное противовоспалительное, а потому его успешно применяют при тонзиллитах, бронхитах, гингивитах и других заболеваниях, вызванных бактериями. Однако есть у этого растения и другие свойства, связанные с улучшением пищеварения, а потому включение этого ингредиента в корма для животных может быть оправданно. Правда, его количества, как правило, мизерны, даже если он добавлен

в формате концентрированного экстракта (Черных и др., 2000; Чернов, Казыдуб, 2022).

Исследования на животных (включение в рацион). Различные исследования на животных проводились на курах-несушках и цыплятах-бройлерах. Были проведены два 8-недельных исследования кормления кур-несушек. Основной целью этих исследований было оценить влияние чиа на состав липидов яичного желтка по сравнению с введением других источников омега-3 жирных кислот. В первом исследовании 32 птицы получали диеты с различным содержанием α -токоферола, содержащими 14% цельных семян культуры, соответствующих дозе 16,8 г/день. Контрольные группы получали изоэнергетические диеты, дополненные 1,5% соевого масла или 1,5% рыбьего жира (Ayerza, Coate, 2001). Согласно отчету, включение семян чиа в рацион уменьшало содержание общего количества омега-6 жирных кислот в яйцах, тогда как содержание омега-3 жирных кислот было увеличено. Не было отрицательного влияния на окислительную стабильность липидов яичного желтка при любом диетическом лечении. Были получены данные по производству яиц и ежедневному потреблению пищи, однако результаты не были представлены. По словам заявителя, исследование не выявило побочных эффектов (Borneo et. al., 2010).

Во втором исследовании диета с включением 15% цельных семян чиа, соответствующая дозе 18,2 г/день, вводилась 32 курам. По словам заявителя, семена были более эффективны при модификации состава жирных кислот желтка по сравнению с контрольной группой, получавшей диеты с целыми льняными семенами или маслом льна. Не было никаких различий в качестве яиц и никаких побочных эффектов у птиц. Однако отчет об исследовании также не был предоставлен (Ayerza, Coate, 2001).

Изучали влияние семян чиа на содержание жирных кислот в мышцах груди и бедра бройлеров и на сенсорные признаки этих продуктов. Животные получали диеты с включением 10% семян в течение 28 дней. По словам заявителя, осаждение линоленовой кислоты заметно увеличилось в грудном мясе птиц, которым кормили диету, дополненную чиа, по сравнению с контрольными животными. Не было

никаких существенных различий в производительности и никаких неблагоприятных эффектов.

Четыреста пятьдесят кур-несушек кормились в течение 90 дней, чтобы сравнить контрольную диету с диетами, содержащими семена в количестве чиа (*Salvia hispanica* L.) 7, 14, 21 и 28% от общей массы корма (Ayerza, Coates, 2000; 2002). Определяли содержание холестерина, общее содержание жира и состав жирных кислот в желтке. Значительно меньшее содержание холестерина и общего содержания насыщенных жирных кислот было обнаружено при увеличении процента семян в общей массе корма. Общее содержание полиненасыщенных жирных кислот (PUFA) и омега-3 жирных кислот было значительно выше для диет с добавлением шалфея испанского по сравнению с контрольной диетой.

Диета не сильно изменила вес кур; однако уменьшение производство навоза было замечено у кур, которых кормили семенами чиа, и было обнаружено некоторое снижение веса желтка. Никаких существенных различий в производстве яиц не было обнаружено.

Тем не менее, куры на диете с 28% включением семян шалфея испанского производили более мелкие и легкие яйца, чем куры, которых кормили контрольной диетой.

Пять тысяч четыреста 1-дневных самцов цыплят-бройлеров Росс 308 кормились в течение 49 дней диетой с включением семян чиа 10 и 20%, чтобы сравнить с контрольной диетой. При 10% содержании в корме семян наблюдалось более низкое содержание жира в темном мясе, чем при контрольной диете. Никаких существенных различий во вкусе мяса не было обнаружено. Конверсия корма и вес тела были значительно ниже при диетах с семенами, чем при контроле, при добавлении 20% семян было зарегистрировано снижение веса до 6,2%. По мнению авторов, снижение веса тела и снижение эффективности конверсии корма наблюдались также в других исследованиях, когда в корм были добавлены другие источники, богатые омега-3. Такой эффект может быть связан с возможным содержанием в семенах чиа антипитательных веществ, которые, например, содержатся в семенах льна.

Исследователями из университета Аризоны сообщается о позитивном эффекте добавления семян чиа в рацион питания коров Голштинской породы на питательную ценность молока из-за увеличения содержания полиненасыщенных жирных кислот.

Особенно актуальна на сегодняшний день проблема преодоления зависимости отечественной фармацевтической промышленности от импортного сырья (лекарственные препараты), поэтому важен подбор и внедрение новых лекарственных культур в производство (Кукина, Байкова, 2011; Майсурадзе, 1985; Яковлев 2004).

Поскольку шалфей испанский может расти в широком климатическом диапазоне, включая и засушливую среду, следует ее рассматривать как альтернативную культуру для полевого растениеводства.

1.5 Направления, методы (отбор, интродукция, мутагенез) и результаты селекции шалфея испанского

Успех в селекционной работе напрямую зависит от наличия исходного материала.

Исходный материал для селекции пряно-ароматических культур и, в частности, шалфея испанского (*Salvia hispanica* L.), чиа – это внутривидовое разнообразие культуры (Морозов, 2012).

Важно учитывать специфичность культуры при интродукции в условиях южной лесостепи Западной Сибири. Успех интродукции того или иного вида оценивают по общему поведению растений и комплексу признаков, важнейшим из которых является полнота завершения онтогенеза и цикла сезонного развития (Кононков и др., 2018)

Род Шалфей достаточно обширный, полиморфный, представители которого распространены почти на всех континентах, за исключением Антарктиды. Шалфеи из тропической американской секции *Calosphace*, к которым относится чиа, не зимуют в наших условиях в открытом грунте. До конца вегетационного периода

они находятся в состоянии активного роста, специализированных структур для перенесения неблагоприятного периода не образуют, а при понижении температуры до -3°C погибают. Таким образом, жизненный цикл этих шалфеев в условиях Западной Сибири однолетний. Для успешной их интродукции необходимо ежегодное семенное возобновление. При посеве в открытый грунт они не достигают фазы массового цветения; семена не успевают вызреть до заморозков. При посеве в теплице в конце марта или начале апреля и последующей пересадке в условия открытого грунта растения обильно цветут и плодоносят. Их феноритмика выровнена: разница в сроках наступления определенных фенофаз между отдельными растениями в выборке не превышает 5 сут. Пересадка в открытый грунт существенно сдвигает начало массового цветения и плодоношения. При рассадном способе выращивания растения характеризуются высокой семенной продуктивностью и удовлетворительными качествами семян (Леонова и др., 2017; Байкова, 2009). Это позволяет успешно интродуцировать виды данной секции в лесостепной зоне Западной Сибири в качестве однолетников. Перспективность их интродукции определяется высокой декоративностью некоторых из них.

Ритмы жизненного цикла тропических шалфеев из секции *Calosphace* также обнаруживают существенные противоречия с местными климатическими условиями. Длительный холодный период препятствует характерному для них непрерывному росту в течение нескольких лет. В результате происходит смена жизненной формы: многолетние травянистые фанерофиты при интродукции развиваются как однолетники. Возможность такого преобразования обеспечивается структурно-ритмологическими особенностями нарастания побеговой системы растений этих видов (Байкова, 1996; Гладышева, 2014; Леонова, 2017).

Жизненная форма шалфея испанского по биоморфологической классификации рода *Salvia*, предложенной Байковой Е.В., относится к Типу VII. Однолетние травы. Класс 13. Длительно вегетирующие однолетники. Группа 13.1. Однолетние прямостоячие травы. Подгруппа 13.1.1. Стержнекорневые безрозеточные травы (Байкова, 1996, 2009).

Морфология цветков в подроде *Calosphaea* гетерогенна, что определяется различными стратегиями опыления составляющих его видов. Растения чиа имеют неспециализированные энтомофильные цветки (Байкова, 1996).

Диплоидные наборы хромосом у разных видов шалфея составляют $2n = 14, 16, 20$ и 22 , у шалфея испанского – 24 (Бочкарев и др., 2014).

Основное направление селекции шалфея испанского – сокращение продолжительности вегетационного периода, увеличение на растениях количества цветоносных стеблей с крупными многоцветковыми соцветиями, т.к. в соцветиях содержится наивысшее количество эфирного масла (Бочковой др., 2022).

Самое высокое содержание сахарозы наблюдается в листьях и проростках семян. Не менее важна селекция шалфея испанского на увеличение белка и омега-3 (Казыдуб, Чернов, 2021).

Биологический цикл развития, вегетационный период, форма куста, количество и размеры соцветий в кусте, устойчивость к болезням и вредителям, содержание эфирного масла в семенах являются главными селекционными признаками во время отбора (Бочковой др., 2022). Селекция шалфея испанского для выращивания в условиях Западной Сибири направлена на выведение сортов с коротким вегетационным периодом, в том числе ранозцветающих (Цицин, 1954; Чернов, Казыдуб, 2022).

Схема селекционного процесса включает питомник исходного материала, селекционный питомник, контрольный питомник, предварительное и конкурсное сортоиспытания. При создании исходного материала шалфея испанского могут быть использованы такие методы, как мутагенез, внутривидовая гибридизация, отборы (Бочкарев, 2014).

При селекции шалфея испанского применяется также семейственно-групповой и индивидуально-семейственный отбор. Основные признаки отбора: цикл развития и длина вегетационного периода, форма куста, количество соцветий, их высота формирования, длина и компактность, холодостойкость растений, иммунитет к болезням и вредителям, эфиромасличность. При семейственно-групповом отборе в исходной популяции выбирают экземпляры, имеющие

селекционно-ценные признаки. С каждого изолированного растения собирают семена, высевают их на отдельных делянках, расположенных рядом, что способствует их перекрестному опылению. Проводят сравнение делянок, выбирают лучшие растения и помечают. Их семена высевают на отдельные делянки, и снова проводят отбор. Потомство отобранных растений при индивидуально-семейственном отборе высевают на отдельные пространственно-изолированные друг от друга участки. Повторяют отбор и снова высевают семена на изолированные участки. Для дальнейшей работы по селекционно-ценным признакам отбираются элитные растения (Бочкарев, 2014; Коротких и др., 2021).

С высокопродуктивных или обладающих иными улучшенными ценными признаками экземпляров для последующей селекционной работы собирают семена.

Шалфей испанский аллогамное (перекрестноопыляемое) растение. Чиа имеет подвижно-сочлененный тычиночный аппарат, который приспособлен для энтомофильного опыления насекомыми, обычно это отдельные виды пчел и шмели. Часто происходит самоопыление в пределах цветка и соцветия благодаря осыпанию пыльцы из-за механического воздействия насекомых-опылителей или ветра. Завязываемость семян в изоляторах без дополнительного опыления составляет около 40% (Бочкарев, 2014; Байкова, 1996; Коротких и др., 2021).

Основными критериями созревания и готовности цветка к опылению являются его вытягивание из цветоноса и полное отгибание лепестков, что обычно происходит через 3-4 часа после его раскрытия. Кроме того, пыльца полностью созревает к моменту цветения. Венчик увядает в тот же день в 6-8 часов вечера, а его опадение приходится на следующую ночь. Опыление лучше обычно проводят в самом начале цветения. При удалении тычинок используют прямой пинцет с заостренными концами. Изолировать кастрированные цветки необходимо с помощью пергаменты или изоляторов, сшитых из марли (30-40 см в зависимости от длины цветоноса). Кастрацию всегда проводят утром. Для этого пинцет регулярно стерилизуют ватой, смоченной в спирте. Существует несколько способов кастрации шалфея (Бочкарев, 2014; Гужов и др., 1991).

Первый способ. Часть бутона, открытая изнутри, разрезается по центру острым концом пинцета. Затем удаляются тычинки. Можно попытаться удалить пыльники, оставив нити, но делать это нужно очень осторожно.

Второй способ. Чтобы удалить пыльники, бутон надрезается сбоку относительно оси симметрии. С помощью пинцета прокалывается чашечка и венчик; затем через образовавшееся отверстие пинцетом извлекают тычинки с нитями или без.

Третий способ. Кончиком пинцета надрезается чашечка в центральном межреберье и венчик бутона у нижней губы вертикально на две трети длины изнутри. Отверстие расширяется пинцетом, а тычиночные нити извлекаются вместе с пыльниками.

Упомянутые выше методы дают очень хорошие результаты. Гибридизатор определяет, какой метод следует использовать. Он должен быть максимально осторожным. Если пестик цветка поврежден, его выбрасывают. Сразу после завершения кастрации соцветия помещают в изолятор. Через полторы-две недели после гибридизации опыленные соцветия необходимо осмотреть и завязать (Прохоров и др., 1997; Бочкарев, 2014).

После того, как гибридные семена созреют, соцветия срезают, отшелушивают семена и подсчитывают. Эти семена высевают в поле весной на следующий год (Бочкарев, 2014).

Sahill и Ehdaie (2005) исследовали наследование массы семян чиа. Они сообщили об увеличении массы семян на 16% после одного цикла селекционного скрещивания, но масса семян культуры между дикими и одомашненными линиями отличалась не сильно, как у других видов масличных культур в семействе Lamiaceae (особенно у *Perilla frutescens* Britt.). Мелкий размер цветков и их хрупкость затрудняют проведение скрещивания. Большинство попыток кастрации цветков чиа приводят к быстрому их опадению. В тепличных условиях пыльца опадает в течение нескольких часов после восхода солнца. Перенос пыльцы ранним утром с растений, используемых в качестве мужских, на цветки, определенные как материнские растения, привел к успешным скрещиваниям, при этом около 10%

семян с соцветий были несамоопыленными (скрещенными) (Жученко, 2004; Работнов, 1974).



Рисунок 1.5.1 – Сельскохозяйственные районы выращивания чиа: красный и оранжевый – ранние доколумбовые времена (3500 г. до н.э. - 1000 г. н.э.); желтый – поздние доколумбовые времена (1000 г. н.э.-1500 г. н.э.); зеленый – постколумбовые времена (1500 г. н.э.); синий – современные времена (2010-2021)

В связи с этим, весьма актуально в условиях России и южной лесостепи Западной Сибири изучить биологические особенности генетических ресурсов, различных экотипов культуры шалфей испанский (*Salvia hispanica* L.), полученных в отличных друг от друга эколого-географических зонах планеты (рис. 1.5.1) для дальнейшей селекционной работы и дать оценку успешности их интродукции.

1.6 Особенности агротехнологии шалфея испанского

Наметившийся рост посевных площадей шалфея испанского (*Salvia hispanica* L.) в мире для получения семян требует расширения семеноводческих посевов (Kazydub et. al., 2022).

Концепция адаптивной технологии возделывания эфиромасличных культур направлена на разработку комплекса агрономических приёмов, обеспечивающих получение качественного урожая семян (Морозов, 2013).

Продолжительность вегетационного периода чиа различна в зависимости от места произрастания и обусловлена высотой. Для производственных площадей, расположенных в различных экосистемах Боливии, Аргентины и Эквадора, вегетационный период составляет 100-150 суток (Bochicchio et. al., 2015; Rahnama, Bakhshandeh, 2006).

Соответственно, коммерческие производственные площади располагаются на высотах от 8 до 2000 метров в различных экосистемах, от прибрежных пустынь до тропических дождевых лесов. На северо-западе Аргентины время от посева до уборки составляет 120-180 дней для полей на высоте 900-1500 м (Kaur, Vains, 2019).

Шалфей испанский – растение короткого дня, чувствительное к фотопериоду, отличающееся отсутствием вариантов чувствительности к продолжительности светового дня, что ограничивало коммерческое использование тропическими и субтропическими широтами вплоть до 2012 года. Однако теперь линии народной селекции выращиваются в диком виде или культивируются в умеренном климате высоких широт Соединенных Штатов (Busilacchi et. al., 2013).

В штатах Аризона и Кентукки вызревание семян традиционных сортов чиа ограничивается заморозками до или во время цветения, не позволяя получить семена. Успехи в селекции в течение 2012 года, однако, привели к созданию новых рано зацветающих генотипов шалфея испанского, позволяющих получать высокий урожай в штате Кентукки (Geneve et. al., 2019; Piccinin et. al., 2013).

Как правило, культура предпочитает песчаные, хорошо дренированные почвы с умеренной соленостью и значением pH от 6 до 8,5, но в то же время хорошо адаптируясь к почвам другой текстуры.

Считается, что чиа устойчива к засухе и имеет оптимальную температуру роста от 16 до 26 °С.

Семена высеваются в полностью подготовленную и обработанную почву обычной травяной сеялкой. Из-за малого размера семян важно соблюдать точность посева. Семена чиа высевают в мае или июне и убирают в октябре. Уборка проводится механически обычным комбайном для мелкозерных культур типа клевера, люцерны и тимофеевки. В отличие от других зерновых культур, семена

культуры не складывают, а сразу отправляют на очистку и доработку (Goergen et al., 2018).

В настоящее время важность культуры шалфей испанский настолько высока, что такие страны, как США, Германия и Италия, где для климатических условий очень сложно выращивать чиа, оценивают различные агрономические методы, чтобы адаптировать их к их сельскохозяйственным зонам. Основная проблема, стоящая перед этими странами, состоит в том, что чиа – это тропический вид короткого дня, который только хорошо растет в областях, расположенных между 20°55' с. ш. до 25°05' ю. ш., поэтому, когда культуру пытаются культивировать за пределами диапазона широт, упомянутых выше, урожайность и качество семян довольно низки, большая часть растений не производит семена. Чтобы решить эту проблему, исследователи и агрономы США и Аргентины используют различные способы выращивания сортов, способных цвести в местах, где продолжительность дня больше 12,5 часов (Karkanis et al., 2018).

Мексика, являющаяся родиной культуры, также занимается улучшением ее генотипов. Во всех этих странах (Аргентина, США и Мексика) новые разновидности чиа были созданы с использованием в качестве генетического источника мексиканской разновидности Пинты (Pinta), которая представляет собой смесь черно-белых семян в соотношении 9:1. Генетическое улучшение как агрономического инструмента позволило выращивать культуру в Аргентине, поэтому всего за пять занятые под культурой посевные площади выросли с 100 тыс. га в 2010 году до 120 тыс. га в 2014 году. Минимальная урожайность семян в Аргентине колеблется от 120 до 150 кг/га, в среднем по стране составляет около 350 кг/га. В сельскохозяйственных зонах США результаты были менее успешными, чем в Аргентине, поэтому площадь под чиа в севооборотах мало увеличилась, средняя урожайность семян также низка (290 кг семян с гектара). Чили и Италия пытаются определить наилучшую дату посева при возделывании культуры, результаты очень обнадеживают, а урожай семян в этих странах составляет менее 400 кг/га (Ayerza, Coates, 1996). Только в сельскохозяйственных районах, расположенных в тропической зоне (между широтой 23° 30' с. ш. и 23° 30' ю. ш.),

таких как штат Халиско в Мексике и Гана в Африке можно получить высокие урожаи семян чиа (1305-2605 кг/га), особенно на орошении (Moreira et. al., 2010; Grimes et. al., 2018; Piccinin et. al., 2013; Zhang et. al., 2016).

Как и для любых других культур, на рост и урожайность шалфея испанского также влияют плотность посева и расстояние между рядами, которое зависит от факторов окружающей среды, таких как наличие воды, температура, состояние почвы и т.д. Таким образом, универсальной рекомендации не существует. Например, в Южной Америке, чиа высевают из расчета 5-6 кг на га с расстоянием между рядами 0,7-0,8, тогда как в Кентукки норма высева составляет от 2 до 3 кг на га, которая показывает большую урожайность при меньшем полегании. В полевых экспериментах в Гане с густотой стояния 40 тыс. растений на га и расстоянием между рядами 0,5 м были получены самые высокие урожаи. Это согласуется с полевыми экспериментами, проведенными на юге Италии, где первые результаты показали, что урожайность семян увеличивается с увеличением плотности растений. В слабо подходящих условиях возделывания средняя урожайность коммерческих семян составляет от 500 до 600 кг с га. При оптимальных агрономических условиях некоторые производители получают от 1200 кг до 2500 кг с га (Simoroulos, 2008).

Что касается борьбы с сорняками, растения более уязвимы в начальный период роста. До тех пор, пока не произойдет смыкание побегов близ стоящих растений, борьбу с сорняками необходимо проводить вручную или механически. Для крупномасштабных посевов чиа химическая борьба с сорняками становится обязательной, поэтому необходима разработка подходящего гербицида. В Эквадоре и Чили в этой связи было проведено несколько испытаний. Недавно опубликованное исследование изучало эффективность и селективность гербицидов до и после появления всходов шалфея испанского в средиземноморских полусухих условиях в Центральной Греции. Поскольку информации о способах выращивания культуры в Европе и России практически нет, можно сделать вывод, что необходимо проводить дополнительные исследования для оценки селективности гербицидов на чиа при различных нормах внесения, типах

почвы и условиях окружающей среды (Steduto et. al., 2012). Что касается борьбы с насекомыми и болезнями, с одной стороны, утверждается, что культуру можно выращивать без пестицидов и других химических соединений, поскольку, эфирные масла листьев действуют как репелленты против насекомых. С другой стороны, испытания, проведенные в Германии, Гане, Италии и Кентукки, показали, что угрозу представляют блошки, листоеды, белокрылка и тля, а также инфекции *Fusarium wilt* и *Corynespora cassiicola* и два вируса (*Sida mosaic Bolivia virus 2* и *Tomato yellow spot virus*), которые вызывают тяжелые симптомы заболевания (Karkanis et. al., 2018; Mary et. al., 2018).

Поскольку чиа созревает неравномерно, хаотично по всему соцветию, и начиная с центральной оси соцветия постепенно к боковым ветвям, время является определяющим ключевым фактором для получения урожая и раскрытия максимального потенциала семенной продуктивности. Не смотря на частое осыпание созревших семян с соцветия, что является огромным недостатком, тем не менее, рекомендуется ждать созревания 70-80% соцветий (Тропина и др., 2023; Kazydub et. al., 2022).

Таким образом, актуальна и рациональна интродукция новых малораспространенных культур с целью использования их природного сырья в пищевой, фармацевтической и животноводческой промышленности.

В результате мониторинга литературных источников по культуре шалфей испанский (*Salvia hispanica* L.) следует отметить, что научных работ по селекции и семеноводству в России не много, в основном исследования по интродукции культуры проводятся в ботанических садах. Большого опыта выращивания культуры в умеренном климате также нет.

2 Условия, объект и методика проведения исследований

Территория Омской области расположена в южной части Западно-Сибирской низменности, по среднему течению реки Иртыша. Протяженность территории с севера на юг равна почти 600 км, с запада на восток – более 300 км. Общая площадь – 14118,5 тыс. га, или 141,2 тыс. км². На юге она граничит с Казахстаном, на востоке – с Новосибирской, северо-востоке – Томской, севере и западе – Тюменской областями (Мищенко, 1991).

Экспериментальные работы выполнены в учебно-опытном хозяйстве Омского ГАУ, которое расположено в зоне южной лесостепи Омской области. Почвы малого опытного поля – лугово-черноземные с характерным глубинным солонцеванием. Содержание гумуса – 4,23%. Механический состав почв тяжело- и легкосуглинистый с выраженной фракцией мелкого песка (Невенчанная, Аваева, 2012).

2.1 Почвенно-климатическая характеристика южной лесостепи Омской области

Почвенные условия. Омская область обладает уникальными природно-климатическими условиями: живописные пейзажи, леса, озера, реки. По природным условиям Омскую область разделяют на четыре природно-климатические зоны: тайгу, подтайгу, лесостепь (северную и южную) и степь. Для каждой зоны характерны свои гидроклиматические и биогенные ресурсы, обусловленные широтным распределением тепла и влаги. Климат Омской области континентальный, его особенность – холодная зима и жаркое лето (Агроклиматические ресурсы, 1972).

В морфологическом строении почвенного профиля – лугово-черноземная среднемошная малогумусовая тяжёлосуглинистая почва, вскипает от HCl со 111 см, оглеение со 153 см (Мищенко, 1991; Невенчанная).

Опыты закладывались на участках с однородным почвенным покровом. Почва участков лугово-черноземная маломощная малогумусовая среднесуглинистая. Вскипание от соляной кислоты наблюдается с глубины 111 см. Мощность горизонта $A_{\text{пах}}$ – 0-28 см, B_1 – 28-54 см, B_2 - 54-111 см, $B_{3к}$ -111-153 см, C_k - 153-193 см. В пахотном слое содержится 3,7% гумуса, содержание которого с глубиной уменьшается, в горизонте В его уже 1,8% (табл. 2.1.1).

Таблица 2.1.1 – Физико-химические свойства лугово-черноземной почвы (по Я.Р. Рейнгарду, 2001)

Слой почвы, см	Гумус, %	рН водной вытяжки	Сумма катионов мг.экв/100 гр.почвы	Обменные катионы мг.экв/100 гр. почвы		
				Кальций	Натрий	Магний
0-5	3,68	6,7	25,2	20,4	4,8	0,01
5-15	3,67	6,5	28,2	23,3	4,9	0,02
15-30	3,67	7,1	27,7	19,8	7,9	0,02
30-50	1,76	7.4	19,8	13,4	6,4	0,02

В верхних горизонтах в составе поглощенных оснований преобладает кальций - 80,1-82,5%. Количество магния повышено - 17,5-19,9%. Отмечено и присутствие натрия до 0,1%, рН водной вытяжки в слое 0-24 см равен 6,5-7,1.

Содержание физической глины в ней до 45%, мощность гумусового горизонта – 24-32 см. Объемная масса почвы в верхнем слое 0-24 см составляет 1,02-1,10 г/см³, удельная масса – 2,54-2,65 г/см³. Емкость поглощения в слое почвы (0-24 см) составляет 25,2-28,2 мг·экв/100 г почвы. Количество магния повышено – 12,5-15,9%. Отмечено в подпахотном слое присутствие натрия до 0,1%.

Лугово-черноземные почвы образуются при залегании грунтовых вод от 3-6 метров или смешанном типе увлажнения. По морфологии они не отличаются от черноземов в пределах первого метра. Для них характерен тот же профиль с низким и средним количеством в составе содержанием гумуса.

Гумус лугово-черноземных почв меньше насыщен азотом, чем у черноземов, но близок к ним по составу поглощенных катионов и отличаются более

высоким содержанием натрия и магния. Среднее количество содержащегося гумуса в слое пахоты – 4,23% (Кауричев, 1989; Мищенко, 1991; Невенчанная, Аваева, 2012). Гранулометрический состав почвы благоприятен для возделывания шалфея испанского.

Климатические условия. Южная лесостепная зона занимает наибольшую часть территории области, климат зоны теплый, умеренно увлажненный.

Среднесуточная температура самого теплого месяца (июль) от 18 до 19°C, максимальные температуры колеблются от 31 до 41°C. Суховеи наблюдаются весной и в первой половине лета.

Сумма среднесуточных температур за период выше 10°C составляет 1850 – 2050°C, продолжительность этого периода в среднем – 120 – 130 суток.

Период со среднесуточной температурой воздуха выше 15°C длится 70-80 суток. Наступление периода с устойчивой среднесуточной температурой воздуха выше 5°C приходится на последнюю декаду апреля. Продолжительность вегетационного периода в среднем – 155 – 160 суток.

Безморозный период в этой зоне составляет 110 – 120 суток. Ночные заморозки в воздухе весной прекращаются 21 – 22 мая и возможны осенью 10 – 22 сентября. Средняя многолетняя сумма осадков – 300 мм, за тёплый период – 225 мм, а за период с устойчивой среднесуточной температурой воздуха выше 10°C, осадков выпадает 190 – 200 мм (Агроклиматические ресурсы, 1971).

К неблагоприятным чертам климата зоны при проведении опытов, которые необходимо учитывать при районировании шалфея испанского, разработке агромероприятий, следует отнести: недостаточное количество летних осадков в отдельные годы или их неравномерное распределение по фазам развития агрокультуры; поздние весенние и ранние осенние заморозки (Агроклиматические ресурсы, 1971).

Положительная сторона климата – обилие солнечного света и тепла в период вегетации, это компенсирует краткость периода положительных температур и ускоряет вегетацию растений (Kazydub et. al., 2017).

В целом, несмотря на ряд неблагоприятных факторов климата, при соблюдении соответствующих агротехнологических приемов интродуцированные формы шалфея испанского возможно возделывать в условиях южной лесостепи Западной Сибири.

2.2 Метеорологические условия в годы проведения исследований

Для характеристики погодных условий в годы проведения опытов 2019–2022 гг. использованы наблюдения по южной лесостепи Омской области (Гидрометцентр ФГБУ «Обь-Иртышское УГМС»). Погодные условия и годы исследований различались по количеству и распределению выпавших осадков и температурному режиму, что позволяло изучить и оценить образцы шалфея испанского по основным хозяйственно-ценным признакам.

В мае 2019 г. преобладали холодные погодные условия с обильными осадками. Количество осадков в мае 2019 года составило 38 мм. Средняя относительная влажность воздуха составила 52-67%, максимальная скорость ветра достигала 17-23 м/с.

Майские погодные условия 2019 года характеризовались умеренно тёплой погодой, с осадками во второй половине месяца. Среднемесячная температура воздуха составила 12,2°C, максимальная температура воздуха повышалась до +31°C, минимальная — до -5°C. Средняя относительная влажность воздуха за месяц составила 44-58%, около нормы и меньше на 3-9%. Максимальная скорость ветра достигала 14-20 м/с.

В июне 2019 года преобладала погода с обильными осадками в третьей декаде. Температура в среднем составила +17,2°C, которая не превысила среднемноголетние данные (+18,2°C). Количество осадков в июне 2019 года составило 82 мм. В июне 2019 года преобладала прохладная погода, с обильными осадками в первой декаде. Среднемесячная температура воздуха составила +15,5°C. Максимальная температура воздуха повышалась до +27...+30°C, минимальная понижалась до -1...+6°C.

Осадки в июне по количеству распределялись не равномерно. В первой декаде наблюдались сильные ливни с грозами, местами градом, усилением ветра. Средняя относительная влажность воздуха за месяц составила 62-80%. Максимальная скорость ветра достигала 13-18 м/с.

В июле 2019 года температура в среднем составила $+20,5^{\circ}\text{C}$, которая не сильно превышала среднемноголетние данные ($+19,4^{\circ}\text{C}$). Количество осадков в июле составило 29 мм. В июле 2019 года преобладала теплая сухая погода.

Первая декада июля была прохладной, температура воздуха составила $+17\dots+20^{\circ}\text{C}$, что на $1-2^{\circ}\text{C}$ ниже нормы. Во второй декаде температура воздуха была $+21\dots+23^{\circ}\text{C}$, что на $3-5^{\circ}\text{C}$ выше нормы. Температура воздуха в третьей декаде составила $+19\dots+21^{\circ}\text{C}$, около нормы и выше на $2-3^{\circ}\text{C}$. Отмечался недостаток осадков. Средняя относительная влажность воздуха за месяц составила 63-79%, при норме 64-74%.

В августе 2019 года температура в среднем составила $+17,7^{\circ}\text{C}$, не превышая среднемноголетние данные ($+16,8^{\circ}\text{C}$). Количество осадков составило 42 мм. В августе 2019 года преобладала теплая погода с недостатком осадков. Максимальная температура воздуха составила $+28\dots+35^{\circ}\text{C}$, минимальная $+2\dots+7^{\circ}\text{C}$. Средняя относительная влажность воздуха за месяц составила 54-82%.

В сентябре 2019 г. преобладала теплая погода с недостатком осадков. Среднемесячная температура воздуха $+10\dots+12^{\circ}\text{C}$, оказалась на $1-2^{\circ}\text{C}$ выше нормы. Максимальная температура повышалась до $+23\dots+24^{\circ}\text{C}$, а минимальная опускалась до -2°C . Большая часть осадков за месяц выпала в первой-второй декадах. Средняя относительная влажность воздуха составила 65-84%.

Погодные условия 2020 года были следующими: май сопровождался повышением среднесуточной температуры до $+17^{\circ}\text{C}$ (самая низкая температура $+1^{\circ}\text{C}$, самая высокая – $+34^{\circ}\text{C}$), что превысило показатели многолетних данных на $4,9^{\circ}\text{C}$. Суммарное количество осадков за месяц 20 мм. Влажность воздуха составила 33-53%. Таким образом, майские погодные условия отличались аномально теплой погодой.

В июне 2020 года преобладала погода с обильными осадками в третьей декаде. Температура в среднем составила $+16,5^{\circ}\text{C}$, которая не превысила среднемноголетние данные ($+17,5^{\circ}\text{C}$). Количество осадков в июне 2021 года составило 45 мм. Максимальная температура воздуха повышалась до $+29\dots+31^{\circ}\text{C}$, минимальная понижалась до $+2\dots+3^{\circ}\text{C}$.

Июль 2020 года отличался более прохладными погодными условиями; первая декада июля прошла с температурой $+21\dots+27^{\circ}\text{C}$, при среднемноголетних максимальных показателях $+26\dots+29^{\circ}\text{C}$. Минимальные понижения температуры составили $+2\dots+22^{\circ}\text{C}$. Количество осадков не превысило 15 мм при норме 66-70 мм.

В августе температура составила $+19,4^{\circ}\text{C}$, не превысив среднемноголетние данные ($+16,4^{\circ}\text{C}$). В августе 2020 года преобладала теплая погода с необходимым количеством осадков и оптимально влажностью воздуха 50-60%. Максимальная температура воздуха составила $+26\dots+31^{\circ}\text{C}$, минимальная $+7\dots+16^{\circ}\text{C}$. Сумма осадков за месяц составила 54 мм. Средняя относительная влажность воздуха за месяц составила 54-82%.

В сентябре 2020 г. преобладала умеренно теплая погода с минимальным количеством осадков. Среднемесячная температура воздуха $+11\dots+12^{\circ}\text{C}$, оказалась на $1-4^{\circ}\text{C}$ выше нормы. Максимальная температура повышалась до $+22\dots+25^{\circ}\text{C}$, а минимальная опускалась до -2°C . Большая часть осадков за месяц выпала в первой-второй декадах. Средняя относительная влажность воздуха составила 65-82%.

Майские погодные условия 2021 года характеризовались аномально тёплой погодой, с осадками во второй половине месяца (13 мм). Максимальная температура воздуха повышалась до $+35^{\circ}\text{C}$, минимальная – до 0°C . Средняя относительная влажность воздуха за месяц составила 44-58%, около нормы и меньше на 3-9%. Скорость ветра 4 м/с.

В июне 2021 года преобладала жаркая погода с осадками во второй декаде. Температура в среднем составила $+17^{\circ}\text{C}$, которая не превысила среднемноголетние данные ($+18,2^{\circ}\text{C}$). Количество осадков в июне 2021 года составило 44 мм. Максимальная температура воздуха повышалась до $+27\dots+33^{\circ}\text{C}$, минимальная

понижалась до $+3...+6^{\circ}\text{C}$. Осадки в июне по количеству распределялись не равномерно. Средняя относительная влажность воздуха за месяц составила 62-80%. Скорость ветра 3,9 м/с.

В июле 2021 года температура в среднем составила $+20^{\circ}\text{C}$, которая превышала среднемноголетние данные ($+19,4^{\circ}\text{C}$). Количество осадков в июле составило 32 мм. В июле 2021 года преобладала теплая сухая погода. Отмечался недостаток осадков. Средняя относительная влажность воздуха за месяц составила 59%, при норме 64-74%.

В августе 2021 года температура в среднем составила $+19,1^{\circ}\text{C}$, превышая среднемноголетние данные ($+16,9^{\circ}\text{C}$). Количество осадков составило 41 мм. В августе 2021 года преобладала теплая погода с недостатком осадков. Максимальная температура воздуха составила $+28...+32^{\circ}\text{C}$, минимальная $+2...+7^{\circ}\text{C}$. Средняя относительная влажность воздуха за месяц составила 70%.

В сентябре 2021 г. преобладала теплая погода с недостатком осадков. Среднемесячная температура воздуха $+12^{\circ}\text{C}$, оказалась на $1-2^{\circ}\text{C}$ выше нормы. Максимальная температура повышалась до $+23...+26^{\circ}\text{C}$, а минимальная опускалась до -3°C . Большая часть осадков за месяц выпала в первой-второй декадах. Средняя относительная влажность воздуха составила 67%.

Вегетационный период 2022 года, в целом был относительно благоприятным для роста и развития шалфея испанского. В мае преобладала теплая с недостаточными осадками погода. Средняя температура воздуха – $+15,4^{\circ}\text{C}$, оказалась на $2-3^{\circ}\text{C}$ выше нормы, что повлияло на сроки посевов и всходы. Осадков выпало всего 11,6 мм. Средняя относительная влажность воздуха за май составила 38-46%, меньше обычного на 5-10%.

В июне преобладала прохладная с обильными осадками в третьей декаде погода. В первой декаде средняя температура воздуха составила $+14...+18^{\circ}\text{C}$, около нормы. Во второй декаде температура воздуха была на 2 градуса выше нормы, в третьей декаде средняя температура воздуха составила $+17...+19^{\circ}\text{C}$, около нормы. Осадки в июне по количеству и норме распределялись неравномерно, наблюдались

сильные ливни с грозами и ветром. Выпало осадков: 54 мм. Средняя относительная влажность за месяц составила 55-78%, больше нормы на 3-12%.

В июле преобладала контрастная погода с неравномерным выпадением осадков. Среднемесячная температура воздуха составила +19...+20°C, около и выше нормы на 1°C. Месячная сумма осадков составляла 116 мм.

В августе среднемесячная температура воздуха составила +17°C, около нормы и выше на 1°C. Осадки выпадали во всех декадах месяца, наибольшее количество – во второй и третьей декадах месяца. Всего выпало – 37 мм.

В сентябре 2022 г. преобладала теплая погода. Среднемесячная температура воздуха +12°C, оказалась на 1-2°C выше нормы. Максимальная температура повышалась до +28...+30°C, а минимальная опускалась до +1°C. Выпало осадков: 39 мм (Агроклиматический справочник, 2019-2022).

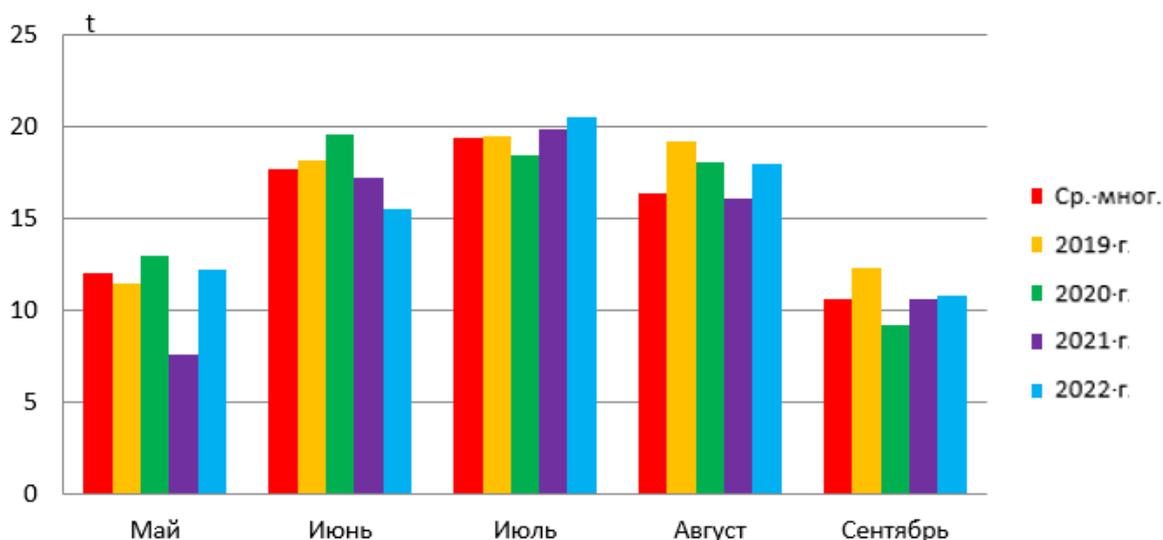


Рисунок 2.2.1 – Гистограмма температур за май-сентябрь 2019–2022 гг. в сравнении со средними многолетними данными

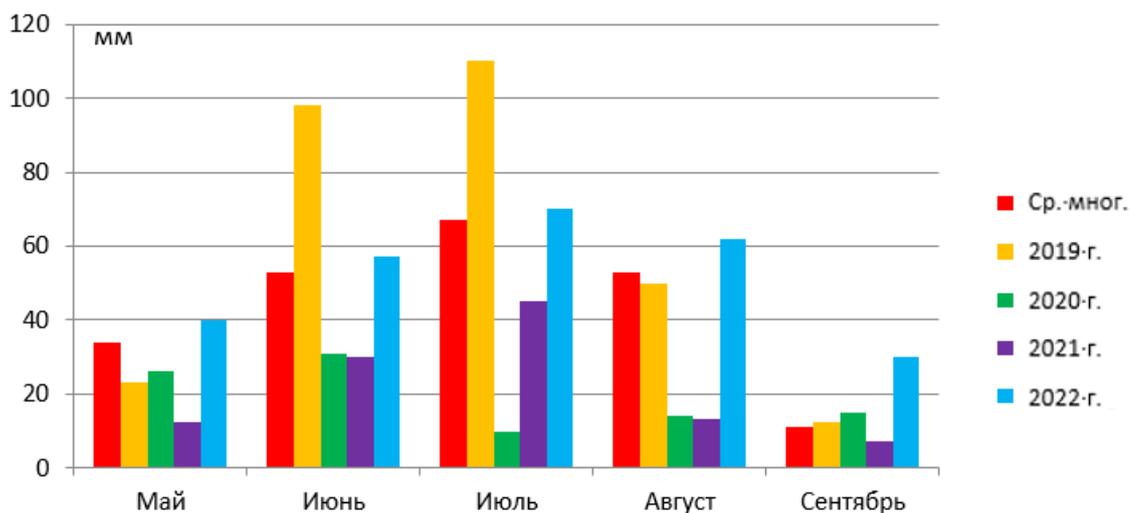


Рисунок 2.2.2 – Гистограмма суммы осадков за май–сентябрь 2019–2022 гг. в сравнении со средними многолетними данными

Таким образом, метеорологические условия в годы исследований различаются по количеству и распределению выпавших осадков и температурному режиму (рис. 2.2.1, рис. 2.2.2), что позволило выделить, изучить и оценить коллекционные образцы культуры по хозяйственно-ценным признакам.

2.3 Объекты и методика исследований

Экспериментальная часть работы была проведена в 2019–2022 гг. на опытном участке селекционного севооборота в Учебно-опытном хозяйстве лаборатории селекции и семеноводства полевых культур им. С.И. Леонтьева Омского ГАУ.

Экологические условия, своевременность и качество агротехнических приемов определяют уровень реализации биологического потенциала культуры. Особенности экологических условий Омской области являются: короткий безморозный период, а также значительные перепады дневных и ночных температур в течение вегетации.

Метеорологические условия в годы проведения исследований существенно различались по температурному режиму и влагообеспеченности, что позволило более точно оценить образцы шалфея испанского по хозяйственно-ценным

признакам и химическому составу зеленой массы. Объектами исследований являлись 8 образцов различного эколого-географического происхождения и, начиная с 2020 г., полученные в ходе отбора в местных условиях 2 новые формы шалфея испанского (табл. 2.3.1, рис. 2.3.1).

Таблица 2.3.1 – Объекты исследований – образцы шалфея испанского (*Salvia hispanica* L.), 2019-2022 гг.

№	Образец	Страна происхождения
1	3/18 (стандарт)	Франция (сорт «Огуго»)
2	1/18	Израиль
3	2/18	Таиланд
4	4/18	Мексика
5	5/18	Колумбия
6	6/19	Аргентина
7	7/19	Эквадор
8	8/20	Парагвай
9	0/18	Российская Федерация
10	01/18	Российская Федерация



а)

б)

в)

Рисунок 2.3.1 – Коллекционный участок образцов чиа:
а) образование боковых побегов; б) цветение; в) созревание семян;
Учебно-опытное хозяйство Омского ГАУ, 2021 г.

Опыты закладывались по Методике полевого опыта в овощеводстве (С.С. Литвинов, 2011) и Методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (Москва, 1989).

Предшественник в севообороте – чистый пар. Посев проводили вручную на делянках в четырехкратной повторности. Схема посева: ширина междурядья – 75 см, в ряду между растениями – 30 см. Площадь делянки – 15,4 м². Уборка растений проводилась вручную в 4-кратной повторности (общее число учетных растений – 36 шт.). Рядки располагали с севера на юг, крайние выполняли функцию защитных полос.

Уход за посевами заключался в междурядных обработках культиватором УСМК–5,4А в агрегате с тракторами МТЗ–82 по мере необходимости (2-3 раза до смыкания рядков). Уборку коллекционных образцов проводили комбайном «Terrion 2010».

Посевные качества посевного материала определяли согласно ГОСТу: энергия прорастания и всхожесть – ГОСТ – 12038–84; масса 1000 семян – ГОСТ 12042–80. Проращивали полноценные семена без какой-либо специальной обработки при температуре +23–+28°С. Семена закладывали в чашки Петри на фильтровальную бумагу, добавляли 10 мл воды и помещали в термостат. Опыт был проведен в трехкратной повторности, число семян каждой повторности составляло 100 штук.

Для определения результатов интродукционной работы, исследования феноритмов, уровня продуктивности, экологических и морфометрических особенностей изучаемых интродуцентов необходим тщательный подбор подходящих для определенного вида методов и подходов. Существующие общепринятые методики по определению адаптивности шалфея испанского в местных условиях были приспособлены именно к образцам культуры.

Периоды онтогенеза и возрастных этапов шалфея испанского были выделены по классификации Т.А. Работнова (1950), А.А. Уранова (1975) и их последователями (Олейникова, 2012) по внешним морфологическим признакам, которые показывают преобразования растений с течением времени.

При анализе ритма развития растений различных образцов шалфея испанского за сезон была использована методика фенологических наблюдений И.Н. Бейдеман (1974), в соответствии с положениями которой нами были определены и описаны четыре фенологические фазы.

Содержание сахарозы в зеленых листьях и проростках семян проводили в лабораторных условиях на приборе рефрактометре «Refracto30P». Химический анализ зеленой массы был проведен в фазу начала образования цветоносов в испытательной лаборатории Омского филиала «Федеральный центр оценки безопасности и качества зерна и продуктов его переработки» по нормативным документам: ГОСТ 30178-96 (цинк); ГОСТ 13496.4-2019 (массовая доля протеина); ГОСТ 31675-2012 (массовая доля сырой клетчатки). Также в ФГБУ «Центр агрохимической службы «Омский»: ГОСТ 32044.1-2012 (массовая доля сырого протеина); ГОСТ 13496.15-2016 п.9.1 (массовая доля сырого жира); ГОСТ 31675-2012 п. 6 (массовая доля сырой клетчатки); ГОСТ 26226-95 п. 1 (массовая доля сырой золы); ГОСТ Р 57059-2016 (массовая доля влаги и летучих веществ); ГОСТ 26570-95 п. 4 (массовая доля кальция); ГОСТ 26657-97 п. 4 (массовая доля фосфора). ГОСТ 27978-88 Корма зеленые.

Оценку первичной интродукции вида проводили по методике Г.П.Семеновой (2001), которая выделяет 12 признаков, которые можно объединить в 3 группы: характеристики феноритма, размножения и поддержания вида в коллекции. Каждый признак оценивается трехбальной системой (табл. 2.3.2). Г.П. Семенова, учитывая критерии приспособленности (морозо-, зимостойкость, отношение к увлажнению, стабильность сезонного ритма развития, продолжительность большого жизненного цикла развития, активность семенного и вегетативного размножения), используя сравнительно-описательную характеристику, выделяет 4 группы растений:

- I группа (перспективные виды) – 31-36 баллов;
- II группа (среднеперспективные) – 25-30 баллов;
- III группа (малоперспективные) – 19-24 баллов;
- IV группа (неперспективные) – 12-18 баллов.

Таблица 2.3.2 – Шкала оценки перспективности интродукции
(Семенова Г.П., 2001)

Цветение	отсутствует	1
	кратковременное цветение	2
	длительное цветение	3
Диссеминация	отсутствует	1
	не ежегодно	2
	регулярно.	3
Размножение: % семенификации	низкий	1
	средний	2
	высокий*	3
Грунтовая всхожесть	низкая	1
	средняя	2
	высокая*	3
Самосев или вегетативное размножение	отсутствует	1
	незначительный самосев, слабая вегетативная подвижность	2
	обильный самосев или вегетативная подвижность	3
Поддержание в коллекции: продолжительность жизни особи	вегетационный сезон	1
	2–4 года	2
	большой жизненный цикл	3
Агрессивность	не агрессивен	1
	не значительная миграция за границы делянки	2
	сорничают	3
Способ размножения в коллекции	лабораторно-теплично- грунтовым методом или вегетативно	1
	посев через 3–4 года	2
	самоподдерживается	3
Болезни и вредители	повреждения ежегодные массовые	1
	повреждения не массовые	2
	не повреждается	3
Засухоустойчивость	полив обязателен	1
	полив желателен	2
	полив необязателен	3
Морозоустойчивость, зимостойкость	повреждения ежегодные массовые, требуется укрытие	1
	повреждения не массовые	2
	морозоустойчив, зимостоек	3
Мульчирование	сильное выпирание корней или уплотнение почвы ведет к гибели растений	1
	через 3–4 года требуется	2
	в мульчирование нет необходимости	3

*Грунтовая всхожесть и процент семенификации считаются высокими при значении более 50%, средними – 30–50%, низкими – ниже 30%.

В основе многих систем оценки интродукции травянистых растений лежит как основной показатель – плодоношение, а в последнее время всеми исследователями учитывается наличие или отсутствие самосева (Семенова, 2001; Трулевич, 1991).

Успешность интродукции определяется суммой баллов, и в зависимости от этого были выделены: очень перспективные, перспективные, малоперспективные и неперспективные виды. Н.В. Трулевич (1991) ввела понятие интродукционной устойчивости растений, которое является интегральным показателем биологической приспособленности растений к новым условиям существования. Под устойчивостью Н.В. Трулевич понимает способность растений не только существовать в данных климатических условиях, но и сохранять природный фенологический ритм, позволяющий проходить полный цикл развития побегов, природные особенности ростовых процессов, жизненную форму, темпы онтогенеза. Оценка поведения травянистых видов в культуре проводили по 5 показателям, каждый показатель оценивается по трехбалльной шкале (приложение А, табл. 2.3.3).

Таблица 2.3.3 – Шкала для оценки интродукционной устойчивости травянистых растений (Трулевич Н.В., 1991)

Показатель	Число баллов		
	3	2	1
1. Интенсивность плодоношения	плодоношение регулярное	плодоношение нерегулярное, или регулярное, но слабое	плодоношения нет
2. Семенное и вегетативное самовозобновление, динамика численности особей в питомнике	обильный, жизнеспособный самосев или активное вегетативное самовозобновление; численность особей возрастает	редкий, нерегулярный самосев или слабо выраженное вегетативное самовозобновление; численность особей остается без изменений	самосева нет, растение вегетативно неподвижно, численность особей уменьшается
3. Размеры надземной части растения	размеры интродуцентов превосходят природные	размеры интродуцентов равны природным	размеры интродуцентов уступают природным
4. Устойчивость к болезням и вредителям	не повреждаются	повреждения единичные	повреждения массовые
5. Длительность выращивания в культуре	выращивается свыше 20 лет	выращивается от 5 до 19 лет	в культуре существует не более 5 лет

Суммирование баллов по всем пяти показателям дает возможность выделить высокоустойчивые в культуре растения (14-15 баллов), устойчивые (11-13 баллов), слабоустойчивые (8-10 баллов) и неустойчивые (5-7 баллов).

При оценке декоративности коллекционных образцов использовалась методика сортооценки цветочных декоративных растений В.Н. Былова (1971). Оценка декоративной ценности растений проводится в период массового цветения по стобальной системе с коэффициентами. Оценку проводят дифференцированно по важнейшим декоративным признакам. При оценке декоративности растения в зависимости от значимости признака для каждого вида установлен свой переводной коэффициент. Каждый признак декоративности оценивают в пределах пятибалльной шкалы. В дальнейшем баллы (по каждому признаку в отдельности) перемножают на переводной коэффициент (степень значимости признака) и полученный результат, который является окончательной оценкой признака, заносят в соответствующую графу карточки оценки декоративности (приложение Б).

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили по методике полевого опыта (Б.А. Доспехов, 1985). Расчет и обработка экспериментальных данных выполнены с помощью пакета программ прикладной статистики MS Excel и программного пакета SPSS версии PASW Statistics 8.0.

Метеорологические условия во время вегетационного периода в период проведения исследований оценивали на основании данных, полученных от Гидрометцентра ФГБУ «Обь-Иртышское УГМС». (Агрометеорологические бюллетени, 2019–2022 гг.).

3 Оценка коллекционного материала шалфея испанского с целью выделения образцов для селекционной практики

3.1 Начальный этап селекционных работ при интродукции культуры в учебно-опытном хозяйстве Омского ГАУ

Как отмечалось в обзоре литературы диссертационной работы, родиной шалфея испанского (*Salvia hispanica* L.) считают Южную Америку, на территории которой древние племена майя, инков и ацтеков применяли их в качестве основного продукта питания. Доместикация шалфея испанского произошла в Центральной и Южной Мексике, где её в течение веков выращивали как продовольственную культуру. В 1991 году в мире начались первые селекционные работы по исследованию чиа, которые продолжаются и сейчас. Первые экспериментальные участки за рубежом были засеяны в этом же году в Аргентине. Важно отметить, что большого опыта по выращиванию шалфея испанского вне центров его происхождения нет (Ayerza, Coates, 1991).

Так как в нашей стране наметилась тенденция на ускоренное развитие пищевой промышленности, существенное улучшение качества и повышение пищевой ценности продуктов питания, а также поставлена задача создания новых видов продуктов, обуславливают высокую потребность в широком ассортименте пряно-ароматического сырья. Следует отметить, что ряд отечественных и зарубежных источников массовой информации позиционируют семена чиа как продукт питания нового поколения, «суперфуд», богатый витаминами и минералами настолько, что может защитить или вылечить от многих заболеваний. Шалфей испанский относится к культурам многоцелевого использования (Чернов и др., 2021).

Кроме того, благодаря своей высокой приспособленности к различным педоклиматическим условиям, чиа рассматривается как альтернативная культура с точки зрения продовольственной безопасности и изменения климата (Ayerza, Coates, 1991).

На первом этапе нашей научной работы по интродукции шалфея испанского в 2017 г. поступило обращение от научного коллектива федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО» по получению семян культуры для использования их в разработках при создании новых продуктах питания. Использование собственного сырья – это путь для коммерческого выращивания суперфуда в местных широтах.

Следует отметить, что шалфей испанский относится к теплолюбивым растениям, но прекрасно произрастает в условиях непредсказуемых климатических условий.

Расширение производства чиа и адаптация его к новым районам возделывания требуют понимания процессов, связанных с ростом, развитием и формированием урожая.

В России первые полевые опыты по изучению исходного материала шалфея испанского (*Salvia hispanica* L.) были заложены в 2018 г. в учебно-опытном хозяйстве Омского ГАУ (рис. 3.1.1, рис. 3.1.2).



Рисунок 3.1.1 – Интродукция шалфея испанского из исторического места происхождения

Наши научные исследования по процессу интродукции культуры в условиях южной лесостепи Западной Сибири были начаты с небольшой коллекции зарубежных образцов различного эколого-географического происхождения – из Франции, Израиля, Таиланда, Мексики, Колумбии, Аргентины, Эквадора, Парагвая.



Рисунок 3.1.2 – Первые семена новых форм шалфея испанского, выращенные в открытом грунте, Учебно-опытное хозяйство Омского ГАУ, 10.10.2020 г.

В первый год научной работы с культурой шалфей испанский все образцы были посеяны 16 апреля в поликарбонатной теплице в горшки объемом 0,3 литра. Через четыре дня наблюдались массовые всходы. 30 мая 2018 г. была проведена высадка рассады в открытый грунт в 4-х кратной повторности по 10 шт. Уход за коллекцией заключался в рыхлении междурядий, прополке и подокучивании. Следует отметить, что образцы в первый год посева не зацвели, а высота растений составляла от 120 до 170 см в зависимости от географического происхождения коллекционных форм (рис. 3.1.3).



Рисунок 3.1.3 – Растения коллекционных образцов в открытом грунте (образовывалась только вегетативная масса), Учебно-опытное хозяйство Омского ГАУ, 15.08.2018 г.

28 сентября 2018 года путем индивидуального отбора по признаку начала формирования генеративных органов у образцов по 5 растений каждой формы из открытого грунта были пересажены в горшки объемом 20 литров и перенесены в теплицу УНПЛ «Садоводство» Омского ГАУ, в которой и происходило долгожданное цветение и созревание семян. В опытах не применялось никакой дополнительной подсветки (естественная продолжительность светового дня в ноябре 8-9 часов). Из пяти коллекционных образцов в 2018 году в первой декаде октября зацвели растения только двух – 3/18 (Франция) и 5/18 (Колумбия). Цветоносы растений были сильно укороченными (4-6 см) в сравнении с ботаническим описанием культуры шалфей испанский (рис. 3.1.4). Сбор семян был произведен 30 октября, масса семян с растения составляла 1,5-2 г в зависимости от образца. Вегетационный период образцов составлял около 190 суток.

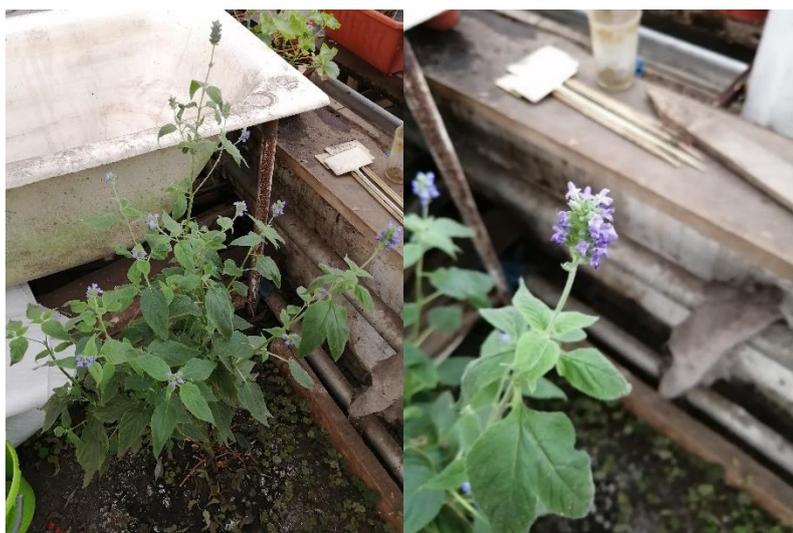


Рисунок 3.1.4 – Укороченные соцветия образца 3/18 в условиях защищенного грунта, зимняя теплица УНПЛ «Садоводство», 01.10.2018 г.

Собранные в теплице семена коллекционных образцов в 2018 г. были посеяны в горшки 0,3 л 15 апреля для получения рассады (рис. 3.1.5), а 27 мая был проведен посев семян коллекционных образцов в открытый грунт и высадка рассадных экземпляров.



Рисунок 3.1.5 – Высадка рассады и укорененных черенков, Учебно-опытное хозяйство Омского ГАУ, 27.05.2019 г.

Рассадный метод не зарекомендовал себя, так как рассада коллекционных образцов чиа долго не могла активизировать ростовые процессы, не шла в рост, и в итоге, растения открытого грунта «догнали» в развитии рассадные экземпляры. По аналогии с 2018 г. 30 сентября 2019 г. по пять лучших растений коллекционных образцов переселены в тепличные условия. Отбор был проведен по признаку начала цветения, что указывает на уменьшение сроков прохождения фазы онтогенеза, вегетационный период составлял около 165 суток. Цветоносы также были укороченными (рис. 3.1.6). Сбор семян проводили 9 ноября, масса семян с растения не превышала 2 г. Именно тогда путем индивидуально-семейного отбора нами была выделена новые формы шалфея испанского 01/18 из колумбийского образца (5/18) и 0/18 из французского образца (3/18).



Рисунок 3.1.6 – Цветение образцов 3/18 и 5/18 в условиях защищенного грунта, зимняя теплица УНПЛ «Садоводство», октябрь 07.10.2019 г.

Семена шалфея испанского не имеют периода покоя, поэтому могут высеваться сразу после сбора. 12 ноября 2019 г. свежесобранные в теплице семена были высеяны в торфяные кассеты объемом 50 мл и перенесены в фито-стеллаж «Стеллар-Фито Line» от АНО «АВТех» под круглосуточное досвечивание при температуре 25°C (рис. 3.1.7).



Рисунок 3.1.7 – Рассада коллекционных образцов шалфея испанского, лаборатория кафедры агрономии, селекции и семеноводства, 22.11.2019 г.

По заполнению корнями земляного кома растения были пересажены в ячейки большего объема (100 мл). Досвечивание и малый объем ячеек позволили получить миниатюрные, высотой 35-40 см (рис. 3.1.8), растущие в один стебель растения и сократить сроки прохождения фенофаз, и как следствие – сократить вегетационный период.



Рисунок 3.1.8 – Отбор раноцветущих генотипов шалфея испанского в условиях фитотрона, лаборатория кафедры агрономии, селекции и семеноводства, 25.01.2020 г.

Уже спустя 70 суток (23 декабря) зацвели первые экземпляры 01/18 и 0/18, растения имели 2-3 цветоноса (рис. 3.1.9).



Рисунок 3.1.9 – Цветение в условия фитотрона и круглосуточного досвечивания, лаборатория кафедры агрономии, селекции и семеноводства, 25.01.2020 г.

Образцы 2/18 (Таиланд) не цвели, только наращивали зеленую массу. Сбор семян производился в зависимости от сроков созревания образцов с 26 февраля до 11 марта 2020 г. (рис. 3.1.10). Вегетационный период коллекционных образцов в условиях фитотрона составил 135-148 суток.



Рисунок 3.1.10 – Первые полученные семена образцов 0/18 и 01/18 в условиях круглосуточного досвечивания в фитотроне, лаборатория кафедры агрономии, селекции и семеноводства, 05.03.2020 г. и 11.03.2020 г.

Именно этот посевной материал и послужил отправной точкой интродукции, в следствии которой стало возможным возделывать новые формы культуры шалфей испанский и получать семена в условиях южной лесостепи Западной Сибири.

Также в это время был проведен опыт по укоренению черенков всех (зацветающих и не зацветающих) образцов в чистой воде и воде с добавлением препаратов корневинов (регулятор роста пролонгированного действия ауксинового типа) и эпин (фитогормональный стимулятор роста и адаптоген широкого спектра действия). Лучшие результаты по корнеобразованию наблюдались в обычной воде без добавления стимуляторов роста (рис. 3.1.11).



Рисунок 3.1.11 – Укоренение черенков коллекционных образцов, лаборатория кафедры агрономии, селекции и семеноводства, 25.02.2020 г.

Собранные в лаборатории семена коллекционных образцов были посеяны 28 мая 2020 г. в открытый грунт. Полученные из них экземпляры были невысокими и имели компактный габитус. На некоторых растениях в этот год вызрели семена в полевых условиях (до 50%). 22 сентября был снова проведен отбор растений с полностью сформированными соцветиями и только начинающими созревать семенами (рис. 3.1.12 и рис. 3.1.13), которые затем были переселены в теплицу. Вегетационный период данных форм находился в пределах 145 суток.

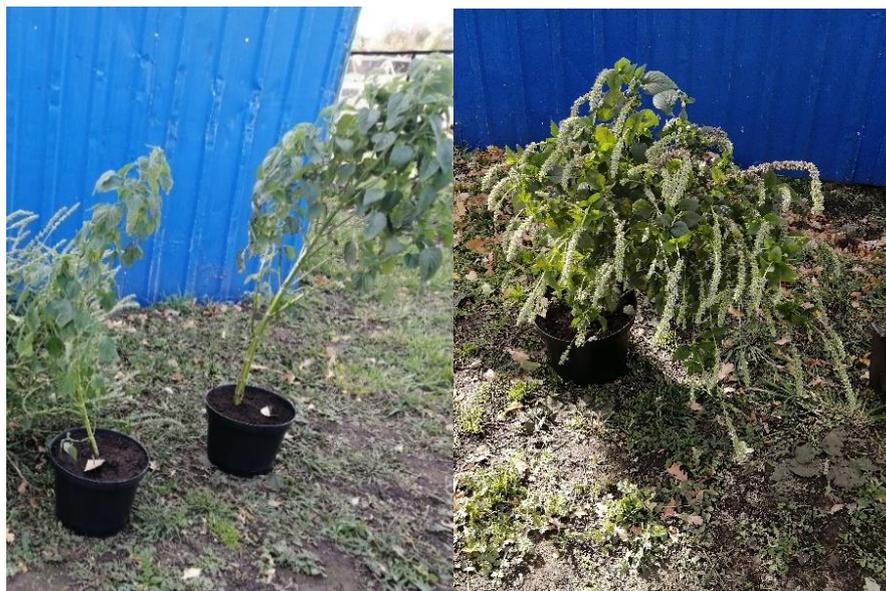


Рисунок 3.1.12 – Пересаженные в горшки растений коллекционных образцов для переселения их в зимнюю теплицу и получения семян в условиях защищенного грунта, Учебно-опытное хозяйство Омского ГАУ, 22.09.2020 г.



Рисунок 3.1.13 – Растения образцов 2/18 и 3/18 в зимней теплице УНПЛ «Садоводство», 10.10.2020 г.

9 октября 2020 года мы провели посев полученных в условиях открытого и защищенного грунта семян в торфяные ячейки и поместили в фитотрон под круглосуточное досвечивание. Снова наблюдалось сокращение фенологических фаз развития – цветение лучших форм 01/18 и 0/18 произошло через 60 дней. Сбор семян производился с 14 по 16 февраля 2021 г. Вегетационный период новых форм 01/18 и 0/18 в условиях фитотрона наблюдался в пределах 128-137 суток. Исследования в данном направлении продолжаются.

С использованием методов массового отбора климатипов, семейственно-группового и индивидуально-семейственного отбора круглогодично в условиях открытого грунта (учебно-опытное хозяйство Омского ГАУ), защищенного грунта (зимняя теплица УНПЛ «Садоводство» Омского ГАУ) и Учебно-научной лаборатории селекции и семеноводства полевых культур им. С.И. Леонтьева (фитостеллаж «Стеллар-Фито Line») были получены новые генотипы, стабильно цветущие и плодоносящие при длинном световом дне и контрастных погодных условиях южной лесостепи Западной Сибири.

Таким образом, полученные нами результаты проведенных испытаний при интродукции чиа показали, что растения некоторых образцов преодолели фотопериодическую чувствительность. Полученные новые формы с продолжительным цветением могут образовывать цветки при продолжительности дня от 12 до 15 часов, что способствует образованию и созреванию семян в условиях южной лесостепи Западной Сибири, это образцы: 01/18 и 0/18. Данные исследований позволят разработать целостную систему выращивания шалфея испанского в регионе. Есть все основания предполагать, что в ближайшем будущем семена культуры будут производиться в России (Чернов и др., 2021).

В связи с этим весьма актуально и приоритетно изучить пищевой потенциал и биологические особенности образцов культуры шалфей испанский для дальнейшей селекционной работы (Медеяева и др., 2020).

3.2 Онтогенез интродуцентов в условиях южной лесостепи Западной Сибири

Шалфей испанский естественным образом произрастает в тропических и субтропических условиях. Выращивание этой культуры быстро распространяется из центра происхождения – Центральной Америки в новые районы выращивания, такие как, Австралия, Европа и Северная Америка, поскольку семян чиа прибыльный и благоприятный (Ayerza, Coates, 2007).

Шалфей испанский не переносит пониженных температур на всех стадиях развития и имеет оптимальную температуру +16...+25°C. Считается растением короткого дня с порогом 12-13 часов, поэтому период его роста и плодоношения зависит от широты, где оно выращивается (Busilacchi et. al., 2013).

Согласно литературным источникам, в мире насчитывается всего 17 форм культуры шалфей испанский, в коллекции ВИРа – 2 формы (Каталог, 2008).

Благодаря самоотверженности селекционеров из Германии, США, Франции были выведены новые генотипы «долгодневного цветения», которые способны индуцировать образование цветков при продолжительности дня более 12 часов. Поэтому, в отличие от традиционных форм чиа, эти генотипы могут зацвести раньше, когда продолжительность светового дня превышает 12 часов, что позволяет созреть семенам до заморозков. И это больше не ограничивает выращивание шалфея испанского широтами ниже 25 градусов вблизи экватора, что позволяет выращивать его в более широком диапазоне условий окружающей среды (Ayerza, 2010).

В университете Кентукки США получены новые мутанты, способные зацвести при длинном световом дне. Многообещающие исследования проводятся в странах Европы (Германия, Франция, Италия, Греция).

На данный момент известно, что существуют несколько сортов шалфея испанского, созданных с помощью селекции и множество экотипов, полученных при распространении культуры в других странах (рис. 3.2.1).

По данным литературных источников (исследователей) что лимитирующими факторами при выращивании чиа являются теплообеспеченность региона, скороспелость культуры, которая, связана с чувствительностью растений к фотопериоду. Поэтому, перед нами стоит задача по поиску форм с пониженной чувствительностью к фотопериоду, это важно для любого интродуцированного вида при возделывании в нетипичных для него условиях (Байкова, 1996; Леонова и др., 2017; Черных, Рябова, 2000).

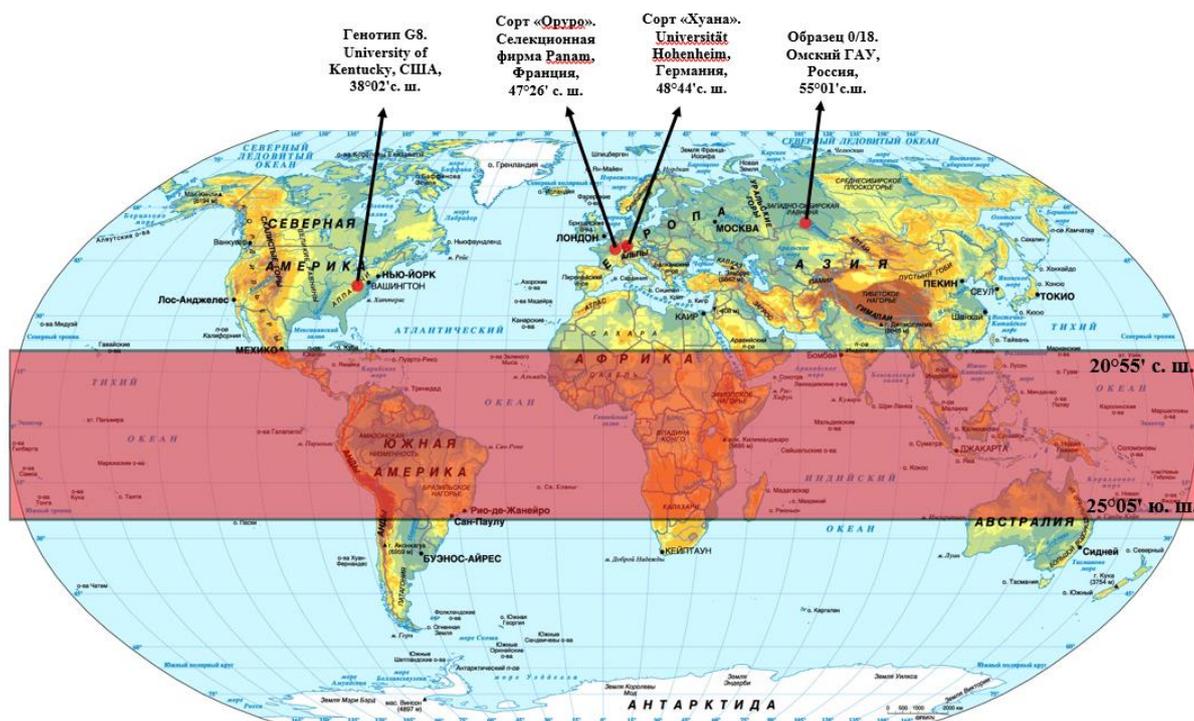


Рисунок 3.2.1 – Современные центры успешной интродукции культуры шалфей испанский, находящиеся выше оптимальных широт для ее возделывания, 2022 г.

Особенности развития растений исследовали путем выделения сроков прохождения фенофаз (онтогенез). Изучение особенностей онтогенеза шалфея испанского проводилось в селекционном севообороте Учебно-опытного хозяйства Омского ГАУ. Для отслеживания стадий индивидуального развития были взяты выделенные новые формы 3/18 и 5/18, которые прошли постгенеративный период и сформировали семена (рис. 3.2.2). В онтогенезе новых форм были выделены следующие периоды (Байкова, 1996, 2002, 2005):

- 1) латентный период представлен семенами (р);
- 2) предгенеративный период – проростками, ювенильными, имматурными, виргинильными возрастными состояниями (im, v);
- 3) генеративный период – молодыми генеративными, средневозрастными генеративными, старыми генеративными возрастными состояниями (g1, g2);
- 4) постгенеративный период представлен возрастным состоянием, при котором семена сформированы и вызрели полностью (р).

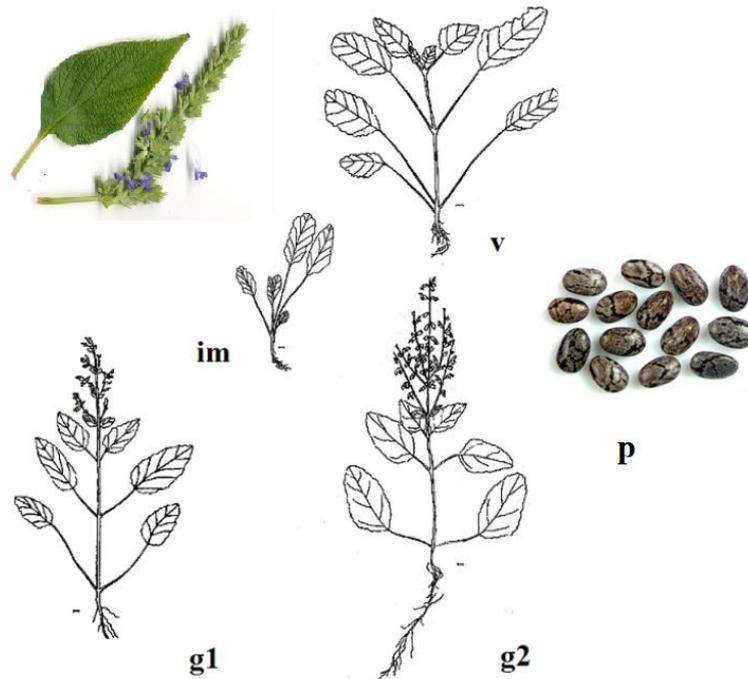


Рисунок 3.2.2 – Стадии онтогенеза шалфея испанского (*Salvia hispanica* L.)

Семена чиа черно-серой окраски, с неоднородным рисунком; их диаметр равен 1 мм. Прорастание семян происходит на вторые-третьи сутки после посева при температуре окружающей среды +20...+22°C.

Ювенильные (im) растения формируют главный побег, который представляет собой розетку листьев. Образование главных листьев происходит сразу после появления главного побега; на растении образуются несколько пар переходных листьев, как правило, они более округлые, без заостренного конца и не имеют четкого выраженного пильчатого края.

Семядольные листья сохраняются, образуются 1-2 супротивные пары настоящих листьев длиной 1,5-2см. Длина черешков равна или больше длины листьев. Все части растения имеют опушение, обратная сторона листа опушена в большей степени.

Имматурные (im) растения по окончании этапа онтогенеза имеют четыре (шалфей испанский) листа и городчатым краем. Размер листьев, как и форма, сильно варьирует: от 0,7-2,2 см в длину до 0,6-1,6 см в ширину, длина черешка – 0,6-2,1 см и от 4,5-5,5 см в длину до 2,5 см в ширину.

Диаметр корня – до 2-3 мм. Формируется нарастание на границе стеблевой и корневой части растения, постепенно переходящий в утолщенный многолетний корень.

У виргинильных (v) растений завершается формирование розеточного побега. Листовые пластинки увеличиваются в размере до 3-8 см в длину, 2-5 см в ширину, листовые черешки удлиняются до 3-6 см в длину и утолщаются.

Молодые генеративные (g1) растения имеют 2-3 репродуктивных побега (шалфей испанский) высотой 30-50 см. Взрослое вегетативное состояние растения начинается с ветвления главного побега: у основания образуется несколько более тонких и меньших в диаметре ветвей.

Формирование цветоносов: непосредственно у шалфея испанского цветонос сначала вытягивается в длину – формируется главная ось, а закладка генеративных органов (цветки) и их дифференциация осуществляется в направлении от основания к вершине, в результате чего более молодые части располагаются ближе к верхушке, а старые – к основанию.

Средневозрастные генеративные растения (g2) часто имеют до 3-5 цветоносных побегов высотой до 40-50 см. Образование семян: сам процесс образования семян начинается в августе и заканчивается в сентябре-октябре (p) (Байкова, 1996; Леонова и др., 2017; Работнов, 1950; Уранов, 1975).

Таким образом, в ходе наблюдений за образцами 0/18 и 3/18 было установлено, что за весь период онтогенеза шалфей испанский проходит 4 этапа: от прорастания семян до их формирования на взрослой особи. На периоды онтогенеза образцов чиа в опытах влияет множество факторов окружающей среды: в первую очередь метеорологические условия, а также антропогенные факторы.

Что касается онтогенеза культуры, за годы изучения нами коллекции образцов, прорастание семян происходит на третьи-четвертые сутки после посева во влажную почву при температуре окружающей среды +20...+22°C, почвы – +15...+18°C (рис. 3.2.3).



Рисунок 3.2.3 – Семена и всходы культуры шалфей испанский, Учебно-опытное хозяйство Омского ГАУ, 2022 г.

Затем, начинается период роста главного побега, сопровождающийся наличием розетки; после появления главного побега на растении образуются переходные листья (несколько пар), как правило, они более округлые, без заостренного конца и не имеют четкого выраженного пильчатого края; взрослое вегетативное состояние растения начинается с ветвления главного побега, у основания образуется несколько более тонких и меньших в диаметре ветвей (рис. 3.2.4).



Рисунок 3.2.4 – Первые настоящие листья и образование боковых побегов, Учебно-опытное хозяйство Омского ГАУ, 2022 г.

Завершающий этап онтогенеза – формирование генеративных органов, причем непосредственно у шалфея испанского цветонос сначала вытягивается в длину – формируется главная ось, а закладка генеративных органов (цветки) и их дифференциация осуществляется в направлении от основания к вершине, в результате чего более молодые части располагаются ближе к верхушке, а старые – к основанию. Цветение происходит хаотично по всему соцветию (рис. 3.2.5).



Рисунок 3.2.5 – Образование соцветий и цветение шалфея испанского в открытом грунте, Учебно-опытное хозяйство Омского ГАУ, 2022 г.

Процесс плодоношения начинался в конце августа и заканчивался в конце сентября-начале октября (рис. 3.2.6).



Рисунок 3.2.6 – Начало и массовое созревание семян в открытом грунте, Учебно-опытное хозяйство Омского ГАУ, 2022 г.

В своих опытах мы использовали метод многократного индивидуального отбора растений коллекционных образцов после свободного опыления. Метод широко распространен в селекционной и семеноводческой работе с самоопыляющимися и перекрестноопыляющимися культурами, т.к. позволяет создать новый исходный материал для селекции конкурентоспособных форм с фиксацией генов по желаемым признакам.

Дальнейший поиск подходящего генетического материала при селекции шалфея испанского – важный шаг при попытке ее доместикации и дальнейшей возможности выращивания культуры в условиях южной лесостепи Западной Сибири.

3.3 Лабораторная, полевая всхожесть и сохранность растений

В семеноведении и семенном контроле при оценке интенсивности прорастания и количества проросших семян используют стандартные параметры – энергию прорастания и лабораторную всхожесть, которые определяются количеством нормально проросших семян за определенное количество суток. Наши исследования по данным показателям проводились с целью определения всхожести шалфея испанского, позволяющего одновременно с учетом количества проросших семян оценить силу их роста и степень развития проростков, а затем всхожесть (Броувер, 2010).

Основные показатели посевных качеств семян нормированы государственным стандартом. Если при анализе определено, что посевные качества семян не удовлетворяют требованиям стандарта, то их признают некондиционными и не допускают к посеву. По посевным качествам чиа делится на 3 класса (на примере шалфея лекарственного): оригинальные семена (ОС) — семена, выращенные оригинатором сорта или уполномоченным им лицом и предназначенные для производства элитных семян; элитные семена (ЭС) — семена, полученные от последующего размножения оригинальных семян и предназначенные для производства репродукционных семян; репродукционные

семена (РС) — семена, полученные от последовательного пересева элитных семян (семена первого и последующего поколения (репродукции) (ГОСТ Р 58472—2019 «Семена эфиромасличных культур. Сортовые и посевные качества»).

Процесс прорастания семян зависит от некоторых внешних и внутренних факторов. Чувствительность различных семян к свету и температуре варьируется в зависимости от их вида и влияет на процент и скорость прорастания, препятствуя поглощению воды и течению биохимических реакций. Для прорастания семян большинства видов растений есть критическое значение водного потенциала, и если его баланс опустится ниже нормы, прорастание не произойдет (Проскура и др., 2018).

У шалфея испанского есть уникальное свойство семян, и заключается оно в том, что они способны поглощать объем воды, превышающий их вес в 12 раз. Особенностью семян является способность производить значительное количество слизи при гидратации, которая полностью окутывает семя, что также нужно учитывать при проращивании (Gebremeskal et. al., 2023.).

Показатели энергии прорастания и лабораторной всхожести семян коллекционных образцов шалфея испанского, полученных в условиях южной лесостепи Западной Сибири определяли перед посевом (март, 2019-2022 гг.) в лаборатории селекции и семеноводства полевых культур имени С.И. Леонтьева. Учет проводили согласно методике «Энергия прорастания и всхожесть – ГОСТ–12038–84». Под энергией прорастания понимается количество нормально проросших семян в течение установленного срока.

На рисунке 3.3.1 представлена динамика прорастания семян шалфея испанского образца 5/18 в 2020 г.

Энергию прорастания семян коллекционных образцов шалфея испанского определяли через трое суток. Активность наклеивания семян изучаемых образцов была различна и варьировала от 21% до 100% в зависимости от года и образца культуры.

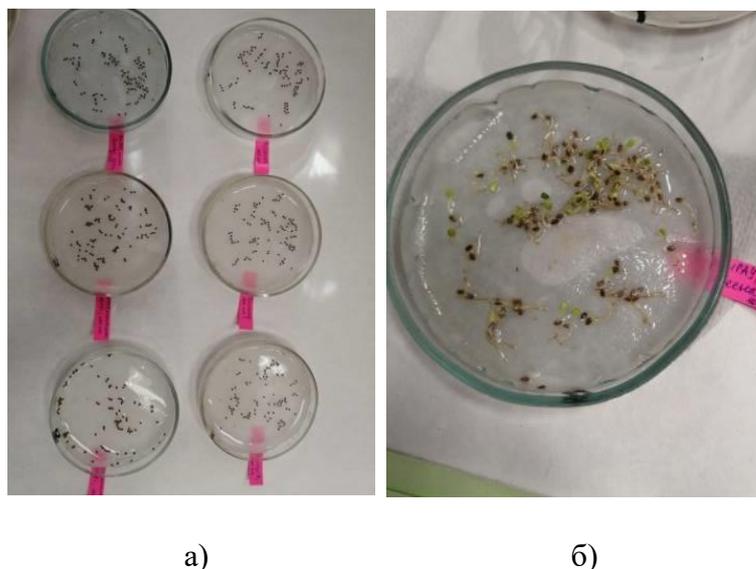


Рисунок 3.3.1 – Энергия прорастания (а), всхожесть (б) семян образца 5/18, 2020 г.

Энергия прорастания характеризуется дружностью всходов семян. Чем выше энергия прорастания, тем дружнее будут всходы и тем самым больше урожайность. За годы проведения исследований было отмечено, что семена образцов 1/18, 3/18, 4/18, 5/18, 6/19 и 8/20 имели высокую энергию прорастания – от 72 до 100% (табл. 3.3.1).

Таблица 3.3.1 – Энергия прорастания коллекционных образцов шалфея испанского, %

№	Образец	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее
1	3/18 Франция (стандарт)	96	93	92	86	95,3
2	1/18 Израиль	99	92	80	77	87,0
3	2/18 Таиланд	55	50	27	21	38,3
4	4/18 Мексика	100	93	88	72	88,3
5	5/18 Колумбия	95	94	91	89	92,3
6	6/19 Аргентина	92	94	90	89	91,3
7	7/19 Эквадор	94	75	30	32	57,8
8	8/20 Парагвай	-	79	92	84	85,0
НСР ₀₅		9,0	8,4	7,4	6,8	7,9

Из восьми образцов максимальное значение показателя энергии прорастания наблюдалось в 2019 г. у форм 4/18 и 1/18 – 100% и 99% соответственно, что является достаточно высоким показателем. Наименьшее значение признака у образца 2/18 (2022) – 21%. Было обнаружено, что энергия прорастания семян всех

образцов с годами снижается, особенно хорошо это прослеживается на примере образца 2/18 (Таиланд): 2019 г. – 55%, 2020 г. – 50%, 2021 г. – 27%, 2022 г. – 21%.

Дисперсионный анализ показал влияние на изменчивость энергии прорастания семян факторов: сорт – 74%, год – 20%, взаимодействие «год × сорт» – 6% (рис. 3.3.2).



Рисунок 3.3.2 – Доля влияния изучаемых факторов на энергию прорастания шалфея испанского, %, 2019-2022 гг.

Всхожесть – один из главных показателей, характеризующий пригодность семян для посева в поле и выявления их жизненной силы.

В наших исследованиях при определении всхожести оценивали долю семян, проросших на влажной фильтровальной бумаге. Данный показатель варьировал у коллекционных образцов в среднем за годы исследований от 47 до 94%. Максимальный показатель лабораторной всхожести семян у коллекционных образцов показали образцы: 4/18 (от 77 до 100%), 1/18 (от 82 до 99%), 3/18 (от 90 до 97%), 5/18 (от 90 до 97%), 6/19 (от 90 до 92%) и 8/20 (от 88 до 92%). Минимальный показатель наблюдался у образца 2/18 (от 30 до 66%) (приложение В, рис. 3.3.3).

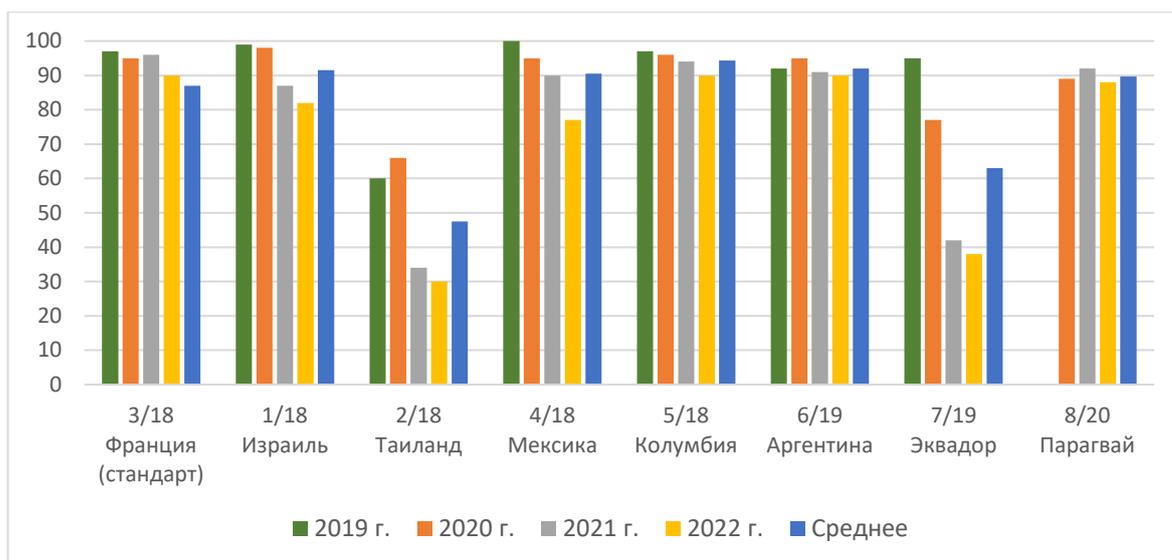


Рисунок 3.3.3 – Лабораторная всхожесть коллекционных образцов шалфея испанского, 2019-2022 гг., %

Анализируя показатель лабораторной всхожести семян, следует отметить, что в период проведения исследований семена образцов 1/18, 3/18, 4/18, 5/18, 6/19 и 8/20 имели высокую энергию прорастания – от 77 до 100%. Образцы 2/18 и 7/19 показали самую низкую энергию прорастания в 2022 году, соответственно 30 и 38%. Высокий процент всхожести по годам у семян коллекционных образцов культуры варьировал от 72 до 100%.

Дисперсионный анализ выявил существенное влияние на изменчивость лабораторной всхожести семян факторов: год – 55%, сорт – 34%, и меньшее влияние – «год × сорт» – 11% (рис. 3.3.4).

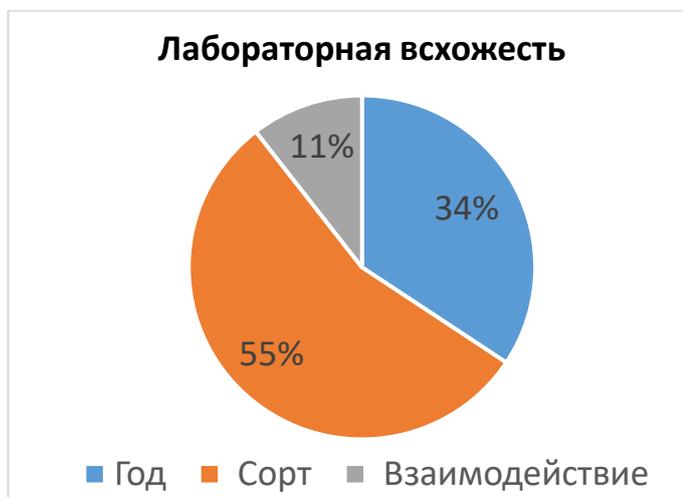


Рисунок 3.3.4 – Доля влияния изучаемых факторов на лабораторную всхожесть шалфея испанского, 2019-2022 гг., %

В системе мероприятий по увеличению урожайности сельскохозяйственных растений важное значение имеет создание оптимальной для конкретных условий густоты стеблестоя в посевах сельскохозяйственных культур. Полевая всхожесть и урожайность растений имеют тесную взаимосвязь (Тропина и др., 2023).

Анализируя полученные результаты полевой всхожести у коллекционных образцов, следует выделить: 1/18, 3/18, 4/18, 5/18, 6/19 и 8/20, данный показатель у которых варьировал в среднем за годы исследований от 76,3 до 87,8% (табл. 3.3.2). Максимальный показатель полевой всхожести показал образец 1/18 – 95% в 2020 г.

Таблица 3.3.2 – Полевая всхожесть семян коллекционных образцов шалфея испанского, %

№	Образец	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	среднее
1	3/18 (стандарт)	88	85	90	82	86,3
2	1/18	94	95	81	79	87,3
3	2/18	43	40	22	18	30,8
4	4/18	87	85	77	69	79,5
5	5/18	90	90	88	83	87,8
6	6/19	83	86	83	75	81,8
7	7/19	81	69	29	21	50,0
8	8/20	-	77	73	79	76,3
НСР ₀₅		8,0	7,8	6,8	6,3	7,2

В заключении также следует отметить образцы: 1/18, 3/18, 4/18, 5/18, 6/19 и 8/20, которые отличились более высокой полевой всхожестью, от 69 в 2020 и 2022 гг. до 95% – образец 1/18 в 2020 г. К уборке густота стояния растений не снизилась, это связано с морфо-биологическими особенностями культуры (Kazydub et al, 2022).

При проведении дисперсионного анализа было выявлено влияние на изменчивость полевой всхожести семян взаимодействие факторов «год × сорт» – 86%, фактора год – 10%, сорт – 4% (рис. 3.3.5).

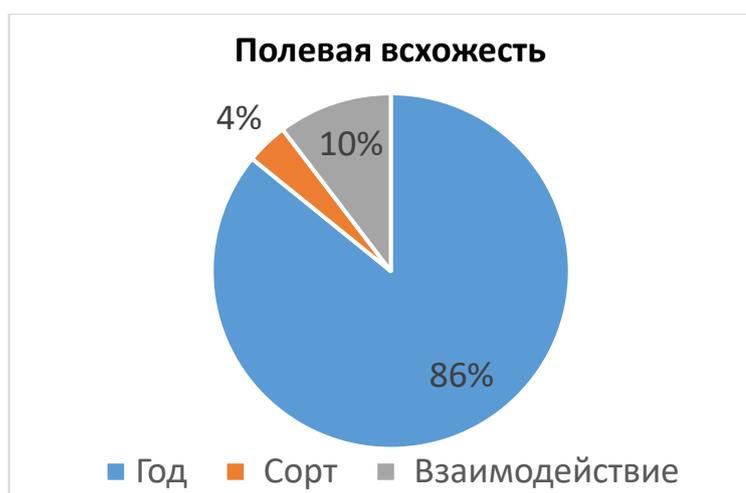


Рисунок 3.3.5 – Доля влияния изучаемых факторов на полевую всхожесть шалфея испанского, 2019-2022 гг., %

При выращивании шалфея испанского следует учитывать специфичность культуры и реакцию семян на длительное хранение.

Для определения сохранности растений коллекционных образцов шалфея испанского к уборке в соответствии с Методикой Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989) непосредственно перед уборкой нами был сделан подсчет растений на каждой делянке. Сохранность характеризует общую выживаемость растений, то есть число сохранившихся к уборке растений (приложение Г, рис. 3.3.6).

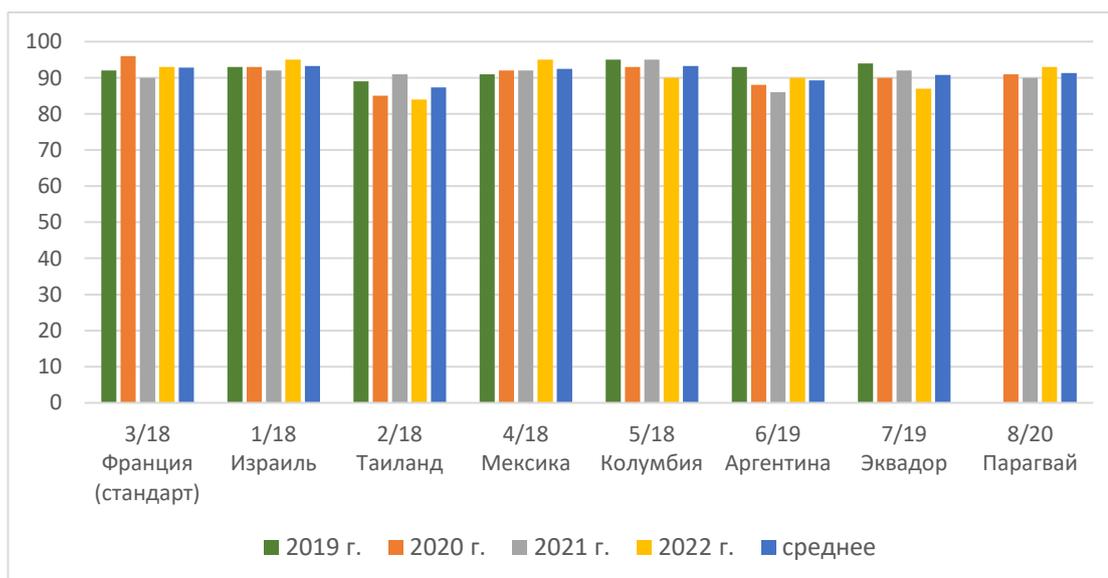


Рисунок 3.3.6 – Сохранность растений коллекционных образцов шалфея испанского, 2019-2022 гг., %

Анализируя полученные результаты по сохранности образцов, следует отметить, что данный признак варьировал от 84% у образца 2/18 (2022 г.) до 96% у образца 3/18 (2020 г.). Изучение показателей посевных качеств показало, что выживаемость и сохранность при посеве семян шалфея испанского в среднем различалась в зависимости от образца в пределах 6%.

Дисперсионный анализ выявил существенное влияние на сохранность растений в полевых условиях фактора год – 55%; меньшее – сорт – 26%, а взаимодействие факторов «год × сорт» – 19% (рис. 3.3.7).

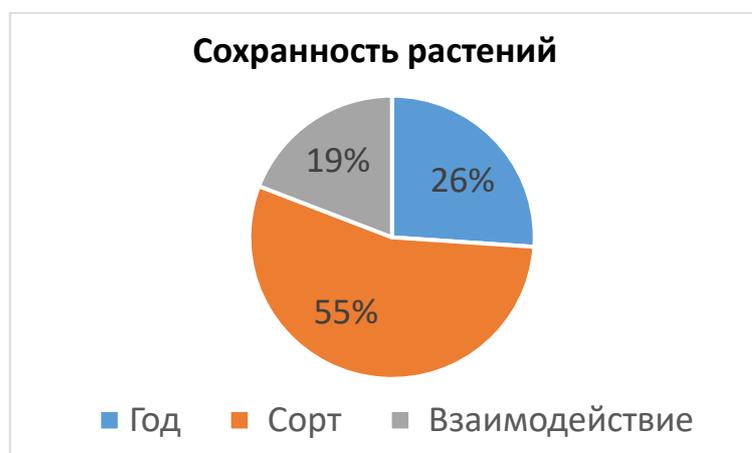


Рисунок 3.3.7 – Доля влияния изучаемых факторов на сохранность растений шалфея испанского, 2019-2022 гг., %

Подводя итог результатам проведенных исследований по посевным качествам, можно сделать вывод, что только семена, обладающие максимальной (высокой) всхожестью, могут принести высокие урожаи, это важно учитывать при определении нормы высева культуры (Броувер, 2010).

Изучаемые образцы представляют интерес как источники при селекции в условиях южной лесостепи Западной Сибири.

3.4 Продолжительность вегетационного периода коллекционных образцов

Как отмечалось в обзоре литературы, география возделывания шалфея испанского была ограничена тропиками и субтропиками, поскольку культура

короткого дня и для цветения ей требуется 12-13 часов. На сегодняшний день опыты уже проводятся в субтропических районах северного (Китай, Турция) и южного (Аргентина, Австралия, Чили) полушарий, включая и европейские страны (Португалия, Франция, Германия), теоретически возможно выращивание чиа с существующими генотипами короткого дня.

На продолжительность вегетационного периода образцов шалфея испанского в опытах влияет множество факторов окружающей среды, в первую очередь метеорологические условия, а также – антропогенные.

По словам исследователя Граймс (2018, 2019) и других немецких исследователей, фотопериодическую чувствительность у шалфея испанского можно рассматривать как признак, ограничивающий распространение культуры в более северных широтах. Преодолев этот барьер, чиа можно было бы внедрить в широкий спектр условий окружающей среды за пределами его мезоамериканского происхождения.

Тем не менее, распространение культивирования шалфея испанского в регионах с умеренным климатом (40-60° с.ш.), таких как, например, Штутгарт, Германия (Университет Хоэнхайм) – 48 градусов северной широты, и Омск, Россия (Омский ГАУ) – 55 градусов, требует адаптации генотипов в отношении чувствительности к продолжительности дня, поскольку температурные условия соблюдаются только в летние месяцы (май-сентябрь).

Таким образом, в ходе наблюдений за выделенными новыми формами 0/18 и 3/18 было установлено, что за период онтогенеза шалфей испанский (*Salvia hispanica* L.) проходит 4 этапа: от прорастания семян до их формирования и созревания на взрослом растении (приложение Д, табл. 3.4.1).

Следует отметить, что в открытом грунте зацвели растения только образцов 1/18, 3/18 и 5/18, поэтому по пять лучших экземпляров растений были переселены в теплицу, в которой проходило дозревание семян.

Таблица 3.4.1 – Продолжительность фенологических фаз и вегетационного периода образцов шалфея испанского при семенном посеве и переселении в зимнюю теплицу УНПД «Садоводство», 2019-2022 гг., сутки

№	Образец	Страна происхождения	Полные всходы – начало образования боковых побегов	Начало образования боковых побегов – массовое цветение	Массовое цветение – массовое созревание семян	Вегетационный период
1	2	3	4	5	6	7
<i>2019 г.</i>						
1	3/18 (стандарт)	Франция (сорт «Огиго»)	32	83	48	163
2	1/18	Израиль	36	90	44	170
3	2/18	Таиланд	35	-	-	-
4	4/18	Мексика	35	-	-	-
5	5/18	Колумбия	37	84	44	165
6	6/19	Аргентина	35	-	-	-
7	7/19	Эквадор	34	-	-	-
8	8/20	Парагвай	-	-	-	-
<i>2020 г.</i>						
1	3/18 (стандарт)	Франция (сорт «Огиго»)	27	79	40	146
2	1/18	Израиль	31	82	38	151
3	2/18	Таиланд	34	-	-	-
4	4/18	Мексика	34	-	-	-
5	5/18	Колумбия	26	85	38	149
6	6/19	Аргентина	34	-	-	-
7	7/19	Эквадор	33	-	-	-
8	8/20	Парагвай	33	-	-	-
<i>2021 г.</i>						
1	3/18 (стандарт)	Франция (сорт «Огиго»)	27	79	40	146
2	1/18	Израиль	31	82	38	151
3	2/18	Таиланд	34	-	-	-
4	4/18	Мексика	34	-	-	-
5	5/18	Колумбия	26	85	38	149
6	6/19	Аргентина	34	-	-	-
7	7/19	Эквадор	33	-	-	-
8	8/20	Парагвай	33	-	-	-

Окончание таблицы 3.4.1

№	Образец	Страна происхождения	Полные всходы – начало образования боковых побегов	Начало образования боковых побегов – массовое цветение	Массовое цветение – массовое созревание семян	Вегетационный период
1	2	3	4	5	6	7
<i>2022 г.</i>						
1	3/18 (стандарт)	Франция (сорт «Огиго»)	33	79	39	151
2	1/18	Израиль	38	83	37	158
3	2/18	Таиланд	36	-	-	-
4	4/18	Мексика	36	-	-	-
5	5/18	Колумбия	35	84	35	154
6	6/19	Аргентина	36	-	-	-
7	7/19	Эквадор	35	-	-	-
8	8/20	Парагвай	34	-	-	-

Созревание семян в условиях теплицы у образца 3/18 в 2019 г приходилось на начало ноября (06.10.2019 г.), в остальные годы прослеживалось сокращение продолжительности фаз вегетации и продолжительности вегетационного периода в целом (Чернов, 2020, 2022; Kazydub et al., 2022). Созревание семян в 2020 г приходилось на 20 октября, в 2021 г. – на 19 октября, в 2022 г. – на 13 октября. В конечном итоге, растения образца 3/18 показали наименьший вегетационный период в годы исследований (2019-2022 гг.), в сравнение с другими зацветающими в открытом грунте образцами: 1/18 – 151-170 сут., 5/18 – 149-165 сут.

При проведении дисперсионного анализа было выявлено влияние на продолжительность фаз образования боковых побегов, цветения и продолжительность вегетационного периода образцов в полевых условиях фактора: сорт – 80-93%, незначительно года – 6-19% (рис. 3.4.1).

На основании полученных данных при селекции шалфея испанского следует отметить, что нам удалось адаптировать некоторые образцы культуры к длине светового дня (фотопериодизм) и условиям климата южной лесостепи Западной Сибири.



Рисунок 3.4.1 – Доля влияния изучаемых факторов на сроки наступления фенологических фаз и продолжительность вегетационного периода шалфея испанского, 2019-2022 гг., %

Как отмечалось в обзоре литературы представленной работы, что фотопериодическую чувствительность у коллекционных образцов при селекции рассматривают как признак, ограничивающий распространение культуры в более северных широтах. Это и определило наш поиск в представленном генофонде – в качестве исходного материала для селекции шалфея испанского следует отбирать формы с пониженной фоточувствительностью и коротким периодам вегетации (Ayerza, Coates, 2004).

3.5 Морфометрические показатели коллекционных образцов

На биометрические показатели – высоту растений и количество цветоносов оказали значительное влияние метеорологические условия в годы вегетации и географическое происхождение образцов.

Существенными признаками, определяющими величину урожая культуры чиа являются оптимальная высота растений, прямостоячий тип куста, количество цветоносов и их длина. Биометрические показатели коллекционных образцов шалфея испанского в условиях южной лесостепи Западной Сибири представлены в таблице 3.5.1.

Экспериментальные данные показали, что коллекционные образцы культуры шалфея испанского отличились заметным разбегом средней высоты растений по годам исследований: 2019 г. (ГТК – 0,99) – 172-178 см, 2020 г. (ГТК – 0,86) – 91-173 см, 2021 г. (ГТК – 0,68) – 148-177, 2022 г. (ГТК – 1, 01) – 135-172 см.

Таблица 3.5.1 – Морфометрические показатели коллекционных образцов шалфея испанского, 2019-2022 гг.

№	Образец	Высота растения, см				Число цветоносов с растения, шт.				Средняя длина соцветий, см			
		2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
1	3/18 (стандарт)	175	91	148	135	15	46	53	52	7	13	12	13
2	1/18	172	112	156	163	10	31	34	37	5	10	10	11
3	2/18	178	167	165	159	-	-	-	-	-	-	-	-
4	4/18	176	168	163	167	-	-	-	-	-	-	-	-
5	5/18	177	105	152	153	14	37	40	42	6	9	9	10
6	6/19	177	173	174	171	-	-	-	-	-	-	-	-
7	7/19	178	173	172	168	-	-	-	-	-	-	-	-
8	8/20	-	170	177	172	-	-	-	-	-	-	-	-
НСР ₀₅		17,6	14,5	16,3	16,1	1,3	3,8	4,2	4,4	0,6	1,1	1,0	1,1

В результате исследований установлено, что минимальное количество соцветий исследуемые растения образца чиа 3/18 образовали в 2019 г. – 15 шт., максимальное – 53 шт. в 2021 г. Образцом 1/18 – минимальное количество соцветий в 2019 г. (11 шт.). Средняя длина цветоносов на растениях образцов 3/18 варьировала от 7 см (2019) до 13 см (2020, 2022 гг.). Число цветоносов с растения и их длина у остальных зацветающих образцов с каждым годом постепенно увеличивалось: 1/18 – от 10 до 37 шт. и от 5 до 11 см; 5/18 – от 14 до 42 шт. и от 6 до 10 см. Коллекционные образцы отличились заметным разбегом средней высоты

растений по годам исследований: 2019 г. – 172-178 см, 2020 г. – 91-173 см, 2021 г. – 148-177, 2022 г. – 135-172 см.

На высоту растений наибольшее влияние оказал фактор год – 95%, а на число и длину цветоносов – фактор сорт, 75% и 73% соответственно (рис. 3.5.1) (Чернов и др, 2023).

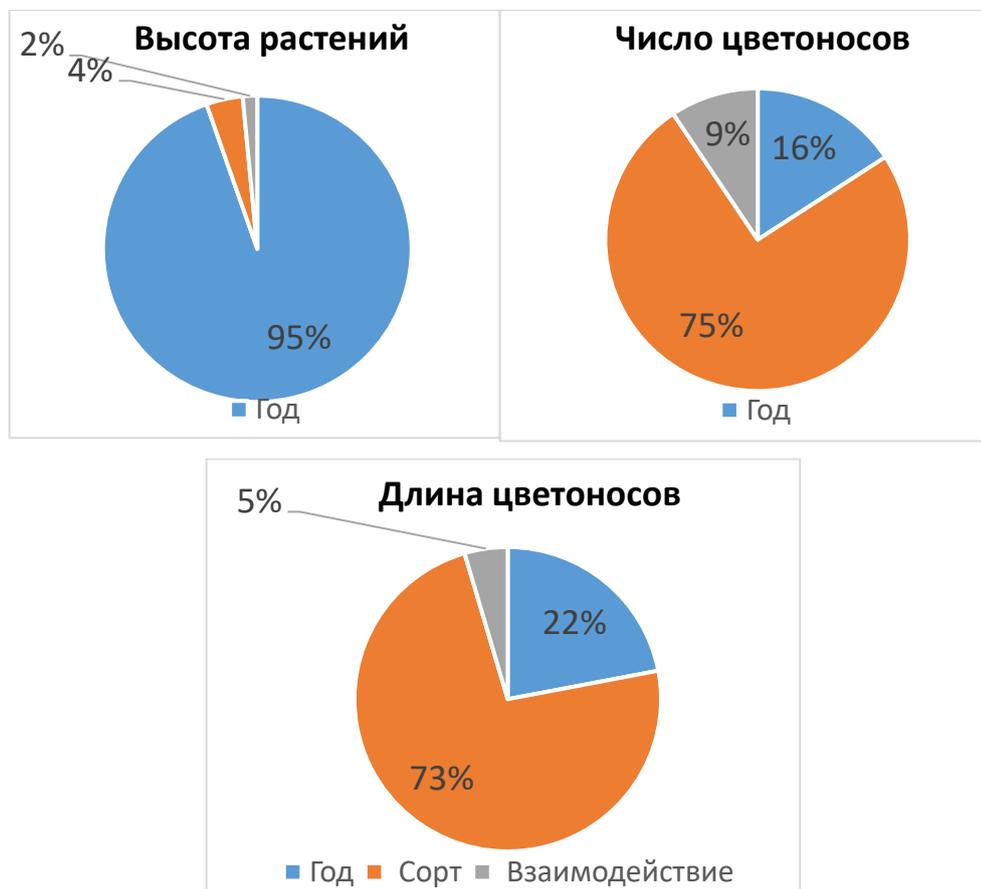


Рисунок 3.5.1 – Доля влияния изучаемых факторов на биометрические показатели шалфея испанского, 2019-2022 гг., %

Исследователи, изучавшие зависимость между отдельными компонентами продуктивности культуры, пришли к выводу, что число цветоносов у рода сальвия зависит от числа стеблей и общего вида габитуса растений, что подтверждают и наши исследования.

Образцы в условиях южной лесостепи Западной Сибири выделившиеся по числу генеративных побегов на одном растении рекомендованы в селекционный процесс в качестве источников.

3.6 Элементы продуктивности выделенных коллекционных образцов

Урожайность – главный хозяйственно-ценный признак, складывающийся из продуктивности отдельного растения и числа растений на единице площади (Броувер, 2010).

Продуктивность образцов шалфея испанского – главный критерий оценки успешности его интродукции в условиях южной лесостепи Западной Сибири (Чернов и др., 2022).

За годы исследований мы проанализировали продуктивность только у трех коллекционных образцов, которые смогли сформировать семена в тепличных условиях, по следующим показателям: число семян с цветоноса, масса семян с цветоноса, масса семян с растения, масса 1000 семян. Результаты исследований по семенной продуктивности представлены в таблице 3.6.1.

Таблица 3.6.1 – Семенная продуктивность выделенных коллекционных образцов шалфея испанского при дозревании семян в тепличных условиях, 2019-2022 гг.

Год / образец	3/18 (стандарт)	1/18	5/18	НСР ₀₅
1	2	3	4	5
<i>Число семян с цветоноса, шт.</i>				
2019	15	10	12	1,2
2020	32	24	25	2,7
2021	38	28	30	3,2
2022	59	43	48	5,0
Среднее	36	26	29	3,0
<i>Масса семян с цветоноса, г</i>				
2019	0,03	0,02	0,02	0,002
2020	0,04	0,03	0,03	0,003
2021	0,05	0,04	0,04	0,004
2022	0,08	0,07	0,07	0,007
Среднее	0,05	0,04	0,04	0,004
<i>Масса семян с растения, г</i>				
2019	0,5	0,2	0,2	0,03
2020	1,3	0,7	0,8	0,09
2021	1,9	1,1	1,2	0,1
2022	4,7	2,6	3,4	0,4
Среднее	2,1	1,2	1,4	0,2

Год / образец	3/18 (стандарт)	1/18	5/18	НСР ₀₅
1	2	3	4	5
<i>Масса 1000 семян, г</i>				
2019	1,39	1,38	1,39	0,1
2020	1,41	1,39	1,40	0,1
2021	1,41	1,38	1,41	0,1
2022	1,41	1,39	1,39	0,1
Среднее	1,40	1,39	1,40	0,1

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что среднее количество семян с цветоноса коллекционных образцов разнилось в зависимости от географического происхождения и возрастало с каждым следующим годом генерации. Так, число семян с цветоноса от первого года посева (2019 г.) до последнего (2022 г.) в данном исследовании увеличилось у образцов: 3/18 – на 44 шт.; 1/18 – на 33 шт.; 5/18 – на 36 шт. Соответственно увеличивались средняя масса семян с цветоноса и в общем с растения. Наибольшую массу семян с растения в годы исследований показал образец 3/18: 0,5 г (2019 г.); 1,3 г (2020 г.); 1,9 г (2021 г.); 4,7 г (2022 г.). Масса 1000 семян за годы изучения у выделенных трех коллекционных образцов особых различий не имела, варьируя от 1,38 до 1,41 г. Полученные данные указывают на ценность зацветающих коллекционных образцов шалфея испанского при включении их в селекционный процесс при создании новых устойчивых форм (сортов) культуры для возделывания ее в условиях южной лесостепи Западной Сибири и России в целом (Чернов, 2020; Чернов, Казыдуб, 2022, 2023).

Дисперсионный анализ показал влияние на элементы продуктивности ряда факторов (3.6.1).



Рисунок 3.6.1 – Доля влияния изучаемых факторов на элементы продуктивности шалфея испанского, 2019-2022 гг., %

В результате анализа полученных данных по элементам продуктивности можно сделать вывод, что наиболее существенное влияние на число, массу семян с цветоноса и с растения, массу 1000 семян оказывает фактор сорт, значение которого в зависимости от анализируемого признака варьировало от 80 до 96%.

3.7 Содержание сахарозы в зеленой массе и проростках семян коллекционных образцов

Большую роль в растении играют сахара, которые также могут находиться в клетке растения в виде запаса, главным образом в клеточном соке, или непосредственно расходуются растением как питательный и энергетический

материал. Химический состав зеленых листьев и проростков семян у шалфея испанского не постоянен и колеблется под влиянием условий выращивания (Чернов, Казыдуб, 2022; Kazydub et al., 2022). В наших опытах анализ содержания сахаров в листьях образцов чиа проводили в период выброса первых цветоносов на растениях. Результаты представлены в таблице 3.7.1.

Таблица 3.7.1 – Содержание сахарозы в зеленых листьях коллекционных образцов шалфея испанского, %

№	Образец	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее	Коэф.вар., %
1	3/18 (стандарт)	8,5	13,1	9,2	12,8	10,9	21,9
2	1/18	7,9	11,7	8,0	12,1	9,9	23,1
3	2/18	7,4	10,9	7,9	10,5	9,2	19,4
4	4/18	7,5	12,2	7,6	12,0	9,8	26,8
5	5/18	8,3	11,9	8,9	11,7	10,2	18,3
6	6/19	8,2	12,1	8,4	11,7	10,1	20,7
7	7/19	8,4	10,8	8,9	10,6	9,7	12,4
8	8/20	-	10,1	8,9	10,2	9,7	7,5
НСР ₀₅		0,8	1,2	0,8	1,1	1,0	

Результаты анализа показывают, что в среднем по образцам содержание сахарозы в зеленых листьях шалфея испанского не превышает отметки в 10,9% у образца 3/18 за годы исследований, а минимальное среднее значение показателя составляет 9,2% у образца 2/18. Максимальное содержание сахаров в листьях наблюдается у образца шалфея испанского 3/18 (13,1% в 2020 г.), минимальное – у образца у образца 2/18 (7,4% в 2019 г.). Растения шалфея испанского наращивают достаточно мощную вегетативную массу, которую можно использовать как корм для КРС, овец, свиней, птицы. В данном направлении продолжаются исследования (ИП Чалый, Черлакский район Омской области).

Дисперсионный анализ показал влияние на изменчивость содержания сахарозы в зеленых листьях фактора год – 92%; сорт – 7%, взаимодействие факторов «год × сорт» – 1% (рис. 3.7.1).



Рисунок 3.7.1 – Доля влияния изучаемых факторов на содержание сахарозы в зеленой массе шалфея испанского, 2019-2022 гг., %

По данным Future Market Insights (FMI), мировой объем рынка семян шалфея испанского в 2021 году составил 194,1 млн. долларов. Ожидается, что спрос на семена вырастет на 6,8% в год, что приведет к увеличению общего потребления до 80576,9 млн. тонн за период с 2022 по 2032 год. Продажи семян чиа в Европе, по оценкам, вырастут на 6,1% в год за счет роста применения в пищевой промышленности и производстве напитков.

По мнению ученых, индустрия функционального питания – самое перспективное направление в пищевой промышленности в настоящее время (Ayerza, 2009). Так, проростки семян с большим содержанием сахарозы могут использоваться в качестве добавки при приготовлении различных блюд. Анализ содержания сахарозы в проростках семян коллекционных образцов шалфея испанского представлен на рис. 3.7.2 (приложение E).

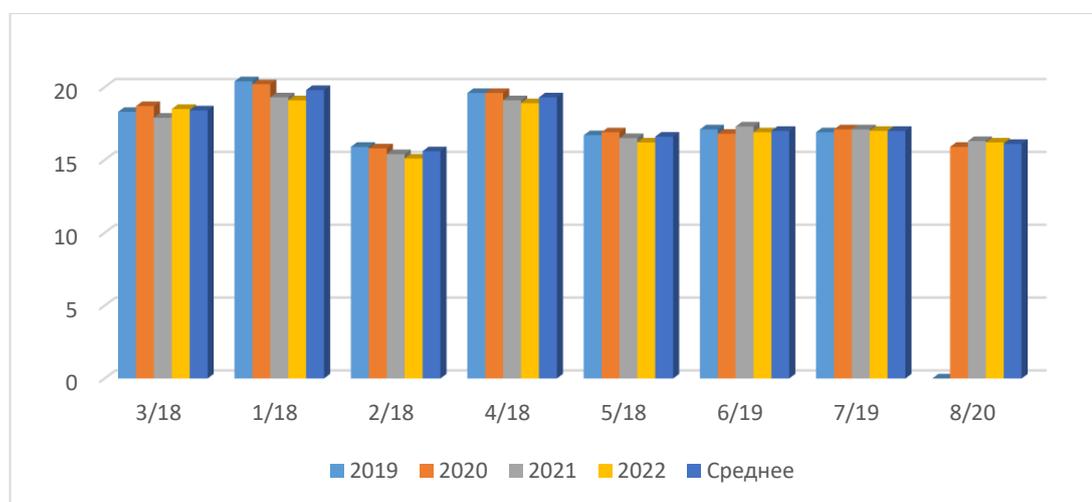


Рисунок 3.7.2 – Содержание сахарозы в проростках семян коллекционных образцов шалфея испанского, 2019-2022 гг., %

Проведенные исследования показали, что среднее содержание сахарозы в проростках семян шалфея испанского находилось в пределах от 15,6 (образец 2/18) до 19,8% (образец 1/18). Остальные коллекционные образцы имели промежуточное между данными показателями значение.

Дисперсионный анализ показал сильное влияние на содержание сахарозы фактора сорт, в меньшей степени – взаимодействие признаков.



Рисунок 3.7.3 – Доля влияния изучаемых факторов на содержание сахарозы в проростках семян шалфея испанского, 2019-2022 гг. %

Наибольшее влияние на изменчивость процентного содержания сахарозы в проростках семян шалфея испанского оказал фактор сорт – 83%. Фактор год и взаимодействие факторов оказали меньшее влияние – 16% и 1% соответственно (рис. 3.7.3).

3.8 Характеристика перспективных выделенных форм по хозяйственно-ценным признакам в условиях южной лесостепи Западной Сибири

Шалфей испанский (*Salvia hispanica* L.) относится к слабо изученным в генетическом отношении объектам. Помимо недостаточности знаний о генетической детерминации отдельных признаков шалфея испанского, чиа, мало экспериментальных сведений о взаимодействии генетических систем, обуславливающих проявление различных признаков растения (Чернов, 2020).

В связи с отсутствием данных о наследовании количественных признаков у шалфея испанского в мире и России целесообразно изучение характера наследования элементов продуктивности и на основе исходного материала, созданного в учебно-опытном хозяйстве Омского ГАУ.

Характер изменчивости и наследования количественных признаков зависит как от родительских форм, так и от влияния внешних условий среды, в которых происходит формирование последующих признаков у новых форм. Учитывая отмеченные особенности культуры следует рассмотреть изменчивость и наследование каждого признака в отдельности.

Как уже отмечалась в представленной научной работе, что начало селекционных исследований по культуре шалфей испанский (*Salvia hispanica* L.) в Омском ГАУ ведется с 2018 года.

Краткая аннотация новых форм шалфея испанского, 2022 г.

Образец 01/18. Индивидуальный отбор в расщепляющемся потомстве образца 5/18 (Колумбия). Начало отбора – 2018 г. Высота растений до 0,8-1,6 м. Цветки светло-голубые. Семена маленькие, овальные, гладкие, блестящие, диаметром около 1 мм, только серого цвета, поверхность испещрена рисунком.

Период вегетации составляет 140 дней. Длина соцветий до 35 см, количество соцветий на растении – до 230 шт., количество семян с соцветия – до 265 шт. Масса тысячи семян – 1,41 г. Средняя урожайность вызревших семян в пределах 14 г с растения, с 1 га – 5,3 ц. Содержание цинка – 4,08%.

Содержание сахарозы (среднее за годы исследований), %: листва – 12,0, проростки семян – 17,8. Остальные признаки соответствуют общему описанию растения.

Образец 0/18. Индивидуальный отбор в расщепляющемся потомстве образца 3/18 (Франция). Начало отбора – 2018 г. Высота растений до 0,7-1,5 м. Цветки светло-голубые. Семена маленькие, овальные, гладкие, блестящие, диаметром около 1 мм, только серого цвета, поверхность испещрена рисунком.

Период вегетации составляет 135 дней. Длина соцветий до 40 см, количество соцветий на растении – до 310 шт., количество семян с соцветия – до 410 шт. Масса

тысячи семян – 1,53 г. Средняя урожайность в пределах 17 г с растения., с 1 га – 6,2 ц. Содержание цинка – 3,84%, сырой золы – 9,4%, влаги и летучих веществ – 8,8%, кальция – 0,34%, фосфора – 0,43%, обменная энергия 9,52 МДж/кг, кормовые единицы – 0,78%. Содержание фенолов, мг ГАЕ/г: листья – 7,8-9,2; стебли – 6,7-7,8; семена – 1,6. Антиоксидантная активность, %: листья – 92,2; стебли – 74,4; семена – 41,3.

Содержание сахарозы (среднее за годы исследований), %: листва – 12,0; проростки семян – 18,0. Остальные признаки соответствуют общему описанию растения.

Применение различных органов растения возможно в некоторых областях промышленности. Эффективность внедрения: конкурентоспособность созданных новых форм 0/18, 1/18 обеспечивается стабильной урожайностью, высоким содержанием белка и профилактическими свойствами семян, а также хорошо переносят засуху, не полегают, имеют высокую технологичность и устойчивость к болезням.

Расширение генетической основы новых образцов шалфея испанского является мощным инструментом увеличения их продуктивности и адаптивности. Это позволит расширить линейку использования функциональных продуктов, полученных из местного сырья.

Таким образом, нами в процессе научных исследований созданы новые формы шалфея испанского, которые возможно выращивать в условиях южной лесостепи Западной Сибири и получать семенной материал. Это послужит базой, которую могут использовать КФХ, ЛПХ, сельскохозяйственные предприятия региона для получения семян (новый привлекательный продукт) и, соответственно, нового источника дохода.

В данном разделе представлены хозяйственно-ценные признаки новых форм 01/18 и 0/18 шалфея испанского, созданных в Омском ГАУ. На основе зарубежных образцов 5/18 (Колумбия) и 3/18 (Франция).

Результаты лабораторных исследований по посевным качествам семян представлены в таблицах 3.8.1, 3.8.2 и 3.8.3.

Таблица 3.8.1 – Энергия прорастания новых форм шалфея испанского, 2020-2022 гг., %

Образец	2020 г.	2021 г.	2022 г.
3/18 (стандарт)	93	92	86
01/18	99	100	99
0/18	100	100	99

Энергия прорастания выделенных образцов за все годы исследований была высокой, находилась в пределах 99-100%.

Таблица 3.8.2 – Лабораторная всхожесть семян новых форм шалфея испанского, 2020-2022 гг., %

Образец	2020 г.	2021 г.	2022 г.
3/18 (стандарт)	95	96	90
01/18	100	100	99
0/18	100	99	100

Показатель лабораторной всхожести семян новых форм находился на одном уровне за годы исследований – 99-100%.

Таблица 3.8.3 – Полевая всхожесть семян новых форм шалфея испанского, 2020-2022 гг., %

Образец	2020 г.	2021 г.	2022 г.	среднее
3/18 (стандарт)	85	90	82	86,3
01/18	92	90	71	83,3
0/18	97	92	75	86,5

Полевая всхожесть выделенных образцов в годы проведения исследований (2020-2019 гг.) была приближена к показателям стандартного образца (82-90%) и варьировала от 71 до 97% (Чернов, Казыдуб, 2024).

Сохранность посевов – очень важный показатель, в значительной степени влияющий на величину урожая и его качество. Сохранность растений выделенных образцов шалфея испанского представлена в табл. 3.8.4.

Таблица 3.8.4 – Сохранность растений новых форм шалфея испанского, 2020-2022 гг., %

Образец	2020 г.	2021 г.	2022 г.	среднее
3/18 (стандарт)	96	90	93	92,8
01/18	97	93	98	96,0
0/18	98	96	99	97,6

Сохранность характеризует общую выживаемость растений, то есть число сохранившихся к уборке растений. Густота стояния к уборке у новых форм практически не снизилась и была в пределах от 93% у образца 01/18 (2021 г.) до 99% у образца 0/18 (2022 г.).

Показатели энергии прорастания лабораторной, полевой всхожести и сохранности растений находились на высоком уровне за все годы исследований (71-100%) (Черев, Казыдуб, 2024).

Научному коллективу агротехнологического факультета Омского ГАУ при непрерывной круглогодичной работе (в зимний период использовали теплицу и фитотрон) с коллекционными образцами шалфея испанского удалось преодолеть фотопериодическую чувствительность и выделить новые формы, которые способны при продолжительности дня от 12 до 15 часов цвести и образовывать семена за пределами их родных широт, что позволяет выращивать их в условиях южной лесостепи Западной Сибири (приложение Ж, табл. 3.8.5).

Таблица 3.8.5 – Продолжительность фенологических фаз и вегетационного периода новых форм шалфея испанского при семенном посеве, 2020-2022 гг.

№	Образец	Полные всходы – начало образования боковых побегов	Начало образования боковых побегов – массовое цветение	Массовое цветение – массовое созревание семян	Вегетационный период
1	2	3	4	5	6
<i>2020 г.</i>					
1	3/18 (стандарт)	27	79	40	146
2	01/18	24	37	69	130
3	0/18	29	26	71	126

№	Образец	Полные всходы – начало образования боковых побегов	Начало образования боковых побегов – массовое цветение	Массовое цветение – массовое созревание семян	Вегетационный период
1	2	3	4	5	6
<i>2021 г.</i>					
1	3/18 (стандарт)	33	78	42	153
2	01/18	31	42	67	140
3	0/18	30	42	66	138
<i>2022 г.</i>					
1	3/18 (стандарт)	33	79	39	151
2	01/18	34	36	63	133
3	0/18	34	33	62	129

Таким образом, анализируя полученные данные по продолжительности вегетационного периода, следует отметить, что новые формы 01/18 и 0/18 прошли все четыре этапа онтогенеза в открытом грунте: от прорастания семян до их формирования на растении.

Межфазный период от всходов до массового цветения варьировал у образцов: 01/18 – от 60 до 70 суток; 0/18 – от 53 до 66 суток. Продолжительность вегетационного периода у новых форм отличалась в зависимости от года исследований; минимальное количество суток показал образец 0/18 в 2020 г. – 126 суток, максимальное – образец 01/18 в 2021 г. – 140 суток.

Существенными признаками, определяющими величину урожая шалфея испанского, являются оптимальная высота растений, количество цветоносов и их длина. Признак высоты растений у выделенных форм варьировал в зависимости от года выращивания от 68 (образец 0/18, 2020) до 158 см (образец 01/18, 2021).

Таблица 3.8.6 – Морфометрические показатели выделенных образцов шалфея испанского, 2020-2022 гг.

Образец	Высота растения, см			Число цветоносов с растения, шт.			Средняя длина соцветий, см		
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
3/18 (стандарт)	91	148	135	46	53	52	13	12	13
01/18	83	158	151	79	48	70	12	11	13
0/18	68	152	145	85	53	77	16	12	15
НСР ₀₅	8,1	15,2	14,7	7,0	5,1	6,6	1,4	1,2	1,4

В среднем за годы исследований признак числа цветоносов с растения варьировал от 48 до 85 штук. Максимальный показатель данного признака – 85 шт. наблюдался у образца 0/18 в 2020 г., а минимальный – 48 шт. – 01/18 в 2021 г. Средняя длина цветоноса у выделенных образцов находилась в пределах 11-16 см (табл. 3.8.6). Данные образцы можно рекомендовать в селекционном процессе в качестве стабильных источников представленных признаков.

Потенциальная возможность продуктивности культуры велика (Чернов и др., 2022). Исходя из полученных результатов по элементам продуктивности новых форм, отметим, что среднее число семян с одного цветоноса варьировала от 121 до 187 шт. (табл 3.8.7).

Таблица 3.8.7 – Семенная продуктивность новых форм шалфея испанского при посеве в открытый грунт, 2020-2022 гг.

Год / образец	3/18 (стандарт)	01/18	0/18	НСР ₀₅
1	2	3	4	5
<i>Число семян с цветоноса, шт.</i>				
2020	32	177	187	13,2
2021	38	121	126	9,5
2022	59	142	160	12,0
Среднее	43	147	158	11,6
<i>Масса семян с цветоноса, г</i>				
2020	0,04	0,25	0,29	0,058
2021	0,05	0,17	0,19	0,014
2022	0,08	0,20	0,24	0,017
Среднее	0,06	0,21	0,24	0,020
<i>Масса семян с растения, г</i>				
2020	1,3	19,8	24,3	1,5
2021	1,9	8,2	10,7	0,7

Год / образец	3/18 (стандарт)	01/18	0/18	НСР ₀₅
1	2	3	4	5
2022	4,7	14,0	18,5	1,2
Среднее	2,6	14,0	17,8	1,1
<i>Масса 1000 семян, г</i>				
2020	1,41	1,43	1,53	0,2
2021	1,41	1,41	1,49	0,2
2022	1,41	1,43	1,51	0,2
Среднее	1,41	1,42	1,51	0,2

Исходя из полученных данных, признак массы семян с цветоноса варьировал от 0,17 до 0,29 г, а масса семян с растения от 8,2 (образец 01/18, 2021 г.) до 24,3 г (образец 0/18, 2020). Масса 1000 семян: образец 01/18 – 1,41-1,43 г; 0/18 – 1,49-1,53 г. Образец 0/18 показал максимальные значения всех изучаемых признаков за годы исследований, особенно в начале пути интродукции – в 2020 году. Таким образом, новые образцы со стабильной урожайностью семян предполагается использовать как источники для дальнейшей селекционной практики по данным признакам (Казыдуб, Чернов, 2021, 2022, 2024).

Сахара содержатся в небольших количествах во всех сельскохозяйственных растениях, и в их отдельных органах могут накапливаться в качестве запасных веществ (Kazydub et. al., 2017). Преобладающими в большинстве растений являются глюкоза и фруктоза (табл. 3.8.8 и табл. 3.8.9).

Таблица 3.8.8 – Содержание сахарозы в зеленых листьях выделенных образцов шалфея испанского, %

Образец	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее
3/18 (стандарт)	13,1	9,2	12,8	10,9
01/18	13,3	10,2	13,0	12,2
0/18	13,1	10,0	12,8	12,0
НСР ₀₅	1,3	1,0	1,3	1,2

Средние показатели признака у выделенных форм несущественно превышают значения стандартного образца: 01/18 – 12,2%, 0/18 – 12,0%. Таким образом существенной разницы по содержанию сахарозы в зеленой листве у представленных форм не обнаружено.

Функциональные продукты, к которым относится шалфей испанский — новое поколение пищевых продуктов, широкий ассортимент которых позволит потребителю оптимизировать рацион питания за счет сбалансированных нутриентов и предоставит реальные возможности снизить риски нутриентной недостаточности организма, улучшить физическое здоровье и отодвинуть наступление хронических неинфекционных заболеваний и старение организма.

Таблица 3.8.9 – Содержание сахарозы в проростках семян выделенных образцов шалфея испанского, %

Образец	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее
3/18 (стандарт)	18,7	17,9	18,5	18,4
01/18	18,5	17,3	18,1	18,0
0/18	17,9	17,4	18,0	17,8
НСР ₀₅	1,8	1,7	1,8	1,8

Проведенные исследования показали, что среднее содержание сахаров в проростках семян шалфея испанского варьировало от 17,3 до 18,5%. Также, как и по содержанию в зеленой массе, количество сахара в проростках семян новых образцов почти не отличалось, между образцами существенных различий замечено не было.

Различные органы растений, в зависимости от генетических особенностей, факторов окружающей среды, процессов биосинтеза, физиологии, могут содержать в своем составе уникальные компоненты, которые могут быть использованы в разных сферах деятельности.

Растения чиа наращивают достаточно мощную вегетативную массу, которую можно употреблять в пищу или использовать как корм для скота. Биоимический состав зеленой массы проводили в 2021 г. в испытательной лаборатории Омского филиала ФГБУ «Центр оценки качества зерна» (табл. 3.8.10) и лаборатории отдела токсикологических и радиологических исследований и охраны окружающей среды ФГБУ «Центр агрохимической службы «Омский» (табл. 3.8.11).

Таблица 3.8.10 – Характеристика выделенных образцов шалфея испанского по биохимическому составу зеленой массы, 2021 г.

№	Показатель	Образец 0/18		Образец 01/18	
		результат испытаний	погрешность (неопределенность)	результат испытаний	погрешность (неопределенность)
1	Цинк, мг/кг	3,84	0,81	4,08	0,86
2	Массовая доля протеина, %	32,00	0,95	31,64	0,94
3	Массовая доля сырой клетчатки, %	13,45	1,59	13,96	1,62

Проведенный химический анализ зеленой массы интродуцированных образцов шалфея испанского в ФГБУ «Центр оценки качества зерна» показал, что исследуемые образцы являются ценными источниками протеина, клетчатки и такого важного элемента как цинк (Чернов, Казыдуб, 2022).

Растительные корма – главные источники питания сельскохозяйственных животных. Питательная ценность растительных продуктов обусловлена их богатым биохимическим составом. Химические элементы растительных кормов для животных находятся между собой в определенной взаимосвязи, посредством образования минеральных и органических вещества, сгруппированным по различным признакам. Такие вещества могут содержаться не только в составе организмов животных, но также они могут присутствовать и в растениях. К таким соединениям относятся вода, зола и вещества органической природы (Андреанова, 2023).

В результате проведенных анализов выявлена питательная ценность растения в кормовых единицах – 0,78, содержание в составе кальция – 0,36%, фосфора – 0,46%.

Таблица 3.8.11 – Биохимический состав зеленой массы образца 0/18, ФГБУ «Центр агрохимической службы «Омский», 2022 г.

№	Показатель, единица измерения	Фактическое значение результата	
		при натуральной влаге	в пересчете на абсолютно сухое вещество
1	Массовая доля сырого протеина, %	16,2	17,4
2	Массовая доля сырого жира, %	4,47 ± 0,59	4,80 ± 0,61
3	Массовая доля сырой клетчатки, %	20,4 ± 1,9	21,9 ± 2,0
4	Массовая доля сырой золы, %	9,4 ± 0,4	10,1 ± 0,4
5	Массовая доля влаги и летучих веществ, %	6,8	
6	Обменная энергия (ОЭ), МДж/кг	9,52	10,21
7	Кормовые единицы	0,78	0,84
8	Массовая доля кальция, %	0,34 ± 0,06	0,36 ± 0,06
9	Массовая доля фосфора, %	0,43 ± 0,08	0,46 ± 0,08

Также в зелени шалфея испанского (в пересчете на абсолютно сухое вещество) выявлено 17,4% протеина; 4,8 % жира; 21,9% клетчатки; 10,1% золы; 6,8% влаги и летучих веществ. Следует сделать вывод, что употребление зеленой массы чиа в пищу или как корм для скота не только не создает угрозу здоровью, но, напротив, во многих случаях может быть полезным.

Следует отметить, что область применения представленных образцов: сельское хозяйство, пищевая, перерабатывающая, фармацевтическая, косметологическая и другие виды промышленности.

Общее содержание фенолов и антиоксидантная активность интродуцированного образца 0/18.

В 2023 г. в лаборатории Международного исследовательского центра «Биотехнологии третьего тысячелетия» Национального исследовательского университета ИТМО (г. Санкт-Петербург) были проведены исследования антиоксидантной активности и общего содержания фенолов в различных частях

растений культуры шалфей испанский (листья, стебли, семена) интродуцированного образца 0/18 (Gebremeskal et. al., 2023).

Высокое общее содержание фенолов обнаружено в листьях шалфея испанского ($9,183 \pm 0,0625$ мг ГАЕ/г экстракта метанола и $7,809 \pm 0,157$ мг ГАЕ/г экстракта этанола), это более чем в 3,2 раза выше, чем заявлялось другими авторами ранее. Далее следуют стебли растения ($7,819 \pm 0,225$ мг ГАЕ/г экстракта метанола и $6,695 \pm 0,626$ мг ГАЕ/г этанольного экстракта), содержание фенолов в них было определено впервые. В семенах данного образца обнаружено меньше фенольных соединений в сравнении с другими частями растения ($1,669 \pm 0,079$ мг ГАЕ/г метанольного экстракта и $1,614 \pm 0,040$ мг ГАЕ/г этанольного экстракта), но данное количество все же выше, чем в отчетах, представленные ранее другими исследователями. Также результаты исследований показали, что листья шалфея испанского обладают наибольшей антиоксидантной активностью (92,24%), за ними следуют стебли (74,43%) и семена (41,35%). Новая форма шалфея испанского 0/18, полученная в Омском ГАУ, может быть потенциальным источником высокого содержания фенолов и антиоксидантов.

Все сказанное позволяет сделать вывод, что представленная новая форма перспективна для дальнейшей селекционной работы в качестве исходного материала, рекомендована для возделывания в КФХ, использования в животноводстве и в качестве сырья для разработки БАДов и получения функциональных продуктов питания.

В процессе создания нового исходного материала шалфея испанского необходим биохимический контроль семян и зеленой массы культуры, работа в данном направлении продолжается.

3.9 Оценка декоративной ценности выделенных образцов

Шалфей испанский – это однолетнее растение, вырастающее до 1,75 метра в высоту, с листьями длиной 4–8 см и 3–5 см в ширину. Его цветки окрашены в разные оттенки синего и фиолетового, образуются многочисленными гроздьями в

виде шипа на конце каждого стебля. Это красивоцветущая культура, не требующая особого ухода. В зависимости от образцов, цветение начинается в июле и продолжается до середины октября. Посев осуществляется семенами в открытый грунт или через рассаду.

В России изучением и применением в качестве декоративного растения шалфея испанского практически не занимаются. Такие исследования проводятся только в ботанических садах.

В наших исследованиях при оценке декоративности коллекционных образцов использовалась методика сортооценки цветочных декоративных растений В.Н. Былова (1978), согласно которому были выделены следующие признаки декоративности культуры:

- окраска соцветий;
- устойчивость к неблагоприятным метеорологическим условиям;
- форма соцветия;
- длина и прочность цветоноса;
- обилие цветения;
- длительность цветения;
- габитус куста;
- оригинальность;
- аромат;
- состояние растений (выравненность).

Наиболее высокий балл (5) по шкале декоративности В.Н. Былова (1971) получают растения обильно цветущие, несущие крупные яркие цветки, с длинным компактным соцветием, плотным типом куста и длительным периодом цветения. Культура шалфей испанский (*Salvia hispanica* L.) относится к группе с высшим балом декоративности. Высокий балл (4) получают виды с хорошим цветением, но цветки мелкие или же ненасыщенного цвета, с длинным прерывистым соцветием, плотным типом куста и продолжительным периодом цветения. Средний балл (3) характерен для видов с умеренным типом цветения, мелкими и бледно окрашенными цветками, прерывистым соцветием, несущим мутовки с листочками, рыхлым типом куста и средним периодом цветения. Оценочный балл (2) является

характеристикой видов с редким цветением, мелкими и бледными по окрасу цветками, с коротким или длинным прерывистым соцветием, рыхлым типом куста, коротким периодом цветения. Балл (1) характеризует культуру как малопривлекательную для декоративного озеленения из-за прерывистого и нерегулярного цветения, бледным окрасом цветков, рыхлым типом куста и коротким периодом цветения.

Некоторые показатели, например, как оригинальность растений является в определенной мере субъективным показателем, однако, в целом махровым сортам отдается предпочтение. Обилие цветения в большей мере зависит от интенсивности ухода: полива, внесения удобрений и применения стимуляторов роста. Поэтому, не смотря на засухоустойчивость культуры шалфей испанский, при использовании в ландшафтном дизайне стоит предоставить не просто оптимальные условия для произрастания, а именно благоприятные.

Большинство видов рода Шалфей обладают высокой декоративностью, пользуются большой популярностью при использовании в озеленении. В последние годы увеличился интерес к шалфею природной флоры из влажных субтропиков и тропиков Америки (Гладышева, 2014, 2015). В природных условиях родного региона данная культура растет на одном месте пару лет, однако, в Западной Сибири не зимует, поэтому культивируются как однолетнее растение.



Рисунок 3.9.1 – Цветение растений шалфея испанского, образец 0/18, Учебно-опытное хозяйство Омского ГАУ, 15.08.2022 г.

Шалфей испанский эффектен в рабатках, клумбах, парадных композициях. Чиа, имея плотный габитус, выгодно смотрится и подходит для выращивания в садовых горшках, вазах и контейнерах. Намного реже высаживают в миксбордеры, он заслуживает широкого применения в смешанных посадках, потому что позволяет создать красочные пятна, декоративные длительное время. Также шалфей испанский хорошо подходит для солитерных посадок, а также для живых изгородей.

Большинство шалфеев – растения среднего плана, шалфей испанский за счет достаточно большой высоты растений можно использовать для заднего плана цветников.

Цветение данной культуры продолжается до осени (конец сентября - октябрь) и разбавляет своими красками посадки поздноцветущих гелиопсисов, астры ново-бельгийской и ново-английской, контрастирующих с ними рудбекий, гайлардий, лилейников.

Результаты наших исследований по декоративной оценке показали, что существенной визуальной разницы между новыми формами шалфея испанского 01/18 и 0/18 не выявлено, поэтому оценка проводилась культуры в общем как интродукта в условиях южной лесостепи Западной Сибири (табл. 3.9.1).

Исследуя новые линии культуры можно сказать, что образцы 01/18 и 0/18, которые в условиях Западной Сибири обладают наряду с оптимальной для использования в декоративных целях высотой куста (01/18 – 83-158 см и 0/18 – 68-152 см), декоративностью листьев, устойчивой окраской цветков – светло-фиолетового или синего оттенка, форма и размер цветка позволяют создать декоративной фон для других цветочных культур, формирование на цветоносах все новых и новых цветков создает длительность и яркость периода цветения, а наряду с количеством одновременно открытых цветков, создает декоративность и оригинальность культуры.

В наших опытах при оценке коллекционных образцов по декоративной ценности зацветающие в условиях южной лесостепи Западной Сибири образцы 0/18 и 3/18 показали одинаковый результат.

Таблица 3.9.1 – Оценка декоративной ценности образцов 01/18 и 0/18, 2022 г., балл

№	Название признака	Оценка признака по пятибалльной системе	Переводной коэффициент в зависимости от значимости признака	Оценка признака по стобалльной системе
1	Окраска соцветия	4	3	12
2	Устойчивость соцветий к неблагоприятным метеорологическим условиям	3	2	6
3	Форма соцветия	4	1	4
4	Цветонос (длина и прочность)	5	2	10
5	Обилие цветения	5	3	15
6	Длительность цветения	5	3	15
7	Куст (форма, декоративность)	5	2	10
8	Оригинальность	4	2	8
9	Аромат	4	2	8
10	Состояние растений (выравненность образца)	5	1	5
Итого:		45	-	93

Образцы получили 37 баллов из 45 возможных (по пятибалльной шкале) и 93 балла (по стобалльной шкале), это свидетельствует о достаточно высокой декоративности растения и возможном его использовании в декоративных целях региона.

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что созданные новые формы шалфея испанского (*Salvia hispanica* L.) адаптированы к условиям южной лесостепи Западной Сибири, способны давать семена при продолжительности светового дня 12-15 часов.

Следует отметить, что урожайность и качественная характеристика новых форм аналогичны характеристикам образцов, полученных в традиционных районах возделывания культуры (страны южноамериканского региона: Эквадор, Аргентина, Парагвай и др.). Поскольку шалфей испанский может расти в широком

диапазоне условий, включая засушливую среду, ее можно рассматривать как альтернативную культуру для полевого растениеводства.

3.10 Перспективность интродукции коллекционных образцов

Наша страна занимает самую большую территорию в мире, но ее географическое положение объясняет ограниченные возможности выращивания тропических культур.

Оценка первичной интродукции любого вида является важной задачей в первые годы исследований как основной показатель успешности его доместикации в местных условиях (Методика исследований при интродукции, 1984). При интродукции растений важно не только фактическое приспособление видов, но и дальнейшее их существование. Нами произведена интегральная оценка перспективности интродукции на основе 12 показателей. По данным признакам существенных различий между новыми формами не было выявлено, поэтому их оценка проводилась в общем как интродуцента (табл. 3.10.1).

Таблица 3.10.1 – Оценка перспективности интродукции образцов шалфея испанского 01/18 и 0/18, 2022 г., балл

№	Показатель	Оценка признака по трехбалльной системе
1	Цветение	3
2	Диссеминация	3
3	Размножение: % семенификации	2
4	Грунтовая всхожесть	3
5	Самосев или вегетативное размножение	3
6	Поддержание в коллекции: продолжительность жизни особи	2
7	Агрессивность	2
8	Способ размножения в коллекции	1
9	Болезни и вредители	3
10	Засухоустойчивость	3
11	Морозоустойчивость, зимостойкость	1
12	Мульчирование	3
Итого		29

Учитывая критерии приспособленности и используя сравнительно-описательную характеристику по методике Г.П. Семеновой (2001) была проведена оценка перспективности интродукции чиа в условиях южной лесостепи Западной Сибири. Итоговая сумма баллов (29) позволяет отнести выделенные образцы шалфея испанского 0/18 и 3/18 ко II группе (среднеперспективные, 25-30 баллов).

Инструментом для прогнозирования успешного введения в культуру растений является предварительная оценка их интродукционных возможностей (табл. 3.10.2).

Таблица 3.10.2 – Интродукционная устойчивость образцов шалфея испанского 01/18 и 0/18, 2022 г., балл

№	Показатель	Оценка признака по трехбалльной системе
1	Интенсивность плодоношения	3
2	Семенное и вегетативное самовозобновление, динамика численности особей в питомнике	2
3	Размеры надземной части растения	2
4	Устойчивость к болезням и вредителям	3
5	Длительность выращивания в культуре	1
Итого		11

Таким образом, наши исследования показали, что сумма баллов (11) при оценке интродукционной устойчивости по всем пяти показателям позволяет отнести образцы 3/18 и 0/18 к группе устойчивых (11-13 баллов) в культуре растений, что важно для дальнейшей селекционной работы.

Интродукционные испытания образцов шалфея испанского позволили выявить высокие адаптивные возможности вида в условиях южной лесостепи Западной Сибири.

Подводя итог обсуждению проблем, возникающих при селекции нового интродуцента – шалфея испанского на территории РФ, можно констатировать, что ключевые признаки, требующие усовершенствования этой тропической культуры, продиктованы лимитирующими факторами ее возделывания в новые условия (южной лесостепи). К ним относится недостаток тепла и длинный фотопериод. Это определяет поиск в генофонде в качестве исходного материала для селекции форм

с пониженной фоточувствительностью, коротким периодом вегетации. Также, в литературе чиа описывается как высокосамоопыляющееся растение, это позволяет использовать различные селекционные методы для улучшения исходного материала и новых созданных форм.

3.11 Показатели корреляционной зависимости и кластерного анализа хозяйственно-ценных признаков

В современных условиях отбор готовых форм из сортообразцов коллекции шалфея испанского ограничен, так как в новых формах требуется объединять признаки и свойства, которые отсутствуют у образцов в имеющейся коллекции. Совмещение признаков и свойств в одном организме возможно при использовании отбора и гибридизации и позволяет формировать растения с новыми признаками и свойствами благодаря различному сочетанию генов родительских образцов. Для оптимального подбора родительских пар при планировании гибридизации перед нами была поставлена задача изучить корреляционную зависимость коллекционных образцов между хозяйственно-ценными признаками. Эти исследования направлены, в первую очередь, на адаптацию культуры к условиям зоны.

Изучению зависимостей между хозяйственно-ценными признаками сельскохозяйственных культур посвящены исследования многих ученых (Селекция и семеноводство, 1991; Драгавцев, 2008 и др.).

Идентификацию генотипа по фенотипу можно осуществить при помощи корреляций – генотипических, фенотипических и экологических. Фенотипические корреляции можно проследить в гетерогенной популяции при изменяющихся условиях среды, а генотипические – на экологически однородном поле.

Нами была изучена взаимосвязь между изучаемыми признаками: энергия прорастания (%), лабораторная всхожесть (%), полевая всхожесть (%), сохранность растений (%), образование боковых побегов (сут.), цветение (сут.), вегетационный период (сут.), высота растения (см), число цветоносов с растения (шт.), длина

цветоносов (см), число семян с цветоноса (шт.), масса семян с цветоноса (г), масса семян с растения (г), масса 1000 семян (г), содержание сахарозы в зеленой массе (%), содержание сахарозы в проростках семян (%).

В наших опытах при изучении коллекционных образцов культуры по хозяйственно-ценным признакам ежегодно (2020-2022 гг.) величина коэффициентов корреляции изменялись от очень низкой отрицательной до высокой положительной (приложения З, И, К).

Наличие зависимостей определенного характера уточняет значимость каждого признака и эффективность его использования для достижения конечных результатов в виде новых высокопродуктивных генотипов.

В среднем за годы исследований между хозяйственно-ценными признаками отмечались достоверные положительные и отрицательные корреляционные связи.

Зависимость между энергией прорастания и другими показателями можно разделить на несколько групп: слабая прямая связь между признаками – нет; слабая обратная связь – нет; средняя прямая связь – полевая всхожесть ($r = 0,39$), длина цветоносов ($r = 0,63$); средняя обратная связь – содержание сахарозы в проростках ($r = -0,59$); сильная прямая связь – лабораторная всхожесть ($r = 0,99$), сохранность растений ($r = 0,81$), число цветоносов с растения ($r = 0,94$), количество семян с цветоноса ($r = 0,90$), масса семян с цветоноса ($r = 0,90$), масса семян с растения ($r = 0,89$), масса 1000 семян ($r = 0,75$), содержание сахарозы в зеленой массе ($r = 0,87$); сильная обратная связь – образование боковых побегов ($r = -0,83$), цветение ($r = -0,92$), вегетационный период ($r = -0,94$), высота растения ($r = -0,74$).

Корреляционная зависимость между лабораторной всхожестью и другими показателями можно разделить на несколько групп: слабая прямая связь между признаками – нет; слабая обратная связь – нет; средняя прямая связь – полевая всхожесть ($r = 0,34$), длина цветоносов ($r = 0,68$); средняя обратная связь – содержание сахарозы в проростках ($r = -0,50$); сильная прямая связь – лабораторная всхожесть ($r = 0,99$), сохранность растений ($r = 0,84$) число цветоносов с растения ($r = 0,96$), количество семян с цветоноса ($r = 0,93$), масса семян с цветоноса ($r = 0,92$), масса семян с растения ($r = 0,92$), масса 1000 семян ($r = 0,76$), содержание

сахарозы в зеленой массе ($r = 0,90$); сильная обратная связь – образование боковых побегов ($r = -0,82$), цветение ($r = -0,95$), вегетационный период ($r = -0,96$), высота растения ($r = -0,75$).

Корреляция между признаком полевой всхожести и остальными можно разделить на несколько групп: слабая прямая связь между признаками – содержание сахарозы в зеленой массе ($r = 0,12$); слабая обратная связь – образование боковых побегов ($r = -0,20$); средняя прямая связь – энергия прорастания ($r = 0,39$), лабораторная всхожесть ($r = 0,34$), сохранность растений ($r = 0,45$), число цветоносов с растения ($r = 0,38$), длина цветоносов ($r = 0,44$), количество семян с цветоноса ($r = 0,32$), масса семян с цветоноса ($r = 0,37$), масса семян с растения ($r = 0,41$); средняя обратная связь – цветение ($r = -0,32$), вегетационный период ($r = -0,37$), высота растения ($r = -0,51$), содержание сахарозы в проростках ($r = -0,48$); сильная прямая связь – масса 1000 семян ($r = 0,78$); сильная обратная связь – нет.

Зависимость между сохранностью растений и другими показателями можно разделить на несколько групп: слабая прямая связь между признаками – нет; слабая обратная связь – содержание сахарозы в проростках ($r = -0,11$); средняя прямая связь – полевая всхожесть ($r = 0,45$); средняя обратная связь – образование боковых побегов ($r = -0,42$), высота растения ($r = -0,58$); сильная прямая связь – энергия прорастания ($r = 0,81$), лабораторная всхожесть ($r = 0,84$), число цветоносов с растения ($r = 0,91$), длина цветоносов ($r = 0,77$), количество семян с цветоноса ($r = 0,97$), масса семян с цветоноса ($r = 0,98$), масса семян с растения ($r = 0,99$), масса 1000 семян ($r = 0,89$), содержание сахарозы в зеленой массе ($r = 0,73$); сильная обратная связь – цветение ($r = -0,96$), вегетационный период ($r = -0,95$).

Корреляционная зависимость между образованием боковых побегов и другими показателями можно разделить на несколько групп: слабая прямая связь между признаками – нет; слабая обратная связь – полевая всхожесть ($r = -0,20$); средняя прямая связь – цветение ($r = 0,62$), вегетационный период ($r = 0,67$), содержание сахарозы в проростках ($r = 0,64$); средняя обратная связь – сохранность растений ($r = -0,42$), длина цветоносов ($r = -0,56$), количество семян с цветоноса (r

= -0,58), масса семян с цветоноса ($r = -0,56$), масса семян с растения ($r = -0,55$), масса 1000 семян ($r = -0,48$); сильная прямая связь – высота растения ($r = 0,84$); сильная обратная связь – энергия прорастания ($r = -0,83$), лабораторная всхожесть ($r = -0,82$), число цветоносов с растения ($r = -0,76$), содержание сахарозы в зеленой массе ($r = -0,86$).

Зависимость между цветением и другими показателями можно разделить на несколько групп: слабая прямая связь между признаками – содержание сахарозы в проростках ($r = 0,24$); слабая обратная связь – нет; средняя прямая связь – образование боковых побегов ($r = 0,62$), высота растения ($r = 0,65$); средняя обратная связь – полевая всхожесть ($r = -0,32$); сильная прямая связь – вегетационный период ($r = 1,0$); сильная обратная связь – энергия прорастания ($r = -0,92$), лабораторная всхожесть ($r = -0,95$), сохранность растений ($r = -0,96$), число цветоносов с растения ($r = -0,97$), длина цветоносов ($r = -0,75$), количество семян с цветоноса ($r = -1,0$), масса семян с цветоноса ($r = -1,0$), масса семян с растения ($r = -0,99$), масса 1000 семян ($r = -0,81$), содержание сахарозы в зеленой массе ($r = -0,86$).

Корреляционная зависимость между вегетационным периодом и другими показателями можно разделить на несколько групп: слабая прямая связь между признаками – нет; слабая обратная связь – нет; средняя прямая связь – образование боковых побегов ($r = 0,67$), содержание сахарозы в проростках ($r = 0,30$); средняя обратная связь – полевая всхожесть ($r = -0,37$); сильная прямая связь – цветение ($r = 1,0$), высота растения ($r = 0,71$); сильная обратная связь – энергия прорастания ($r = -0,94$), лабораторная всхожесть ($r = -0,96$), сохранность растений ($r = -0,95$), число цветоносов с растения ($r = -0,98$), длина цветоносов ($r = -0,77$), количество семян с цветоноса ($r = -0,99$), масса семян с цветоноса ($r = -0,99$), масса семян с растения ($r = -0,99$), масса 1000 семян ($r = 0,84$), содержание сахарозы в зеленой массе ($r = 0,88$).

Корреляция между признаком высоты и остальными можно разделить на несколько групп: слабая прямая связь между признаками – нет; слабая обратная связь – нет; средняя прямая связь – цветение ($r = 0,65$), содержание сахарозы в проростках ($r = 0,38$); средняя обратная связь – полевая всхожесть ($r = -0,51$), сохранность растений ($r = -0,58$), количество семян с цветоноса ($r = -0,61$), масса

семян с цветоноса ($r = -0,62$), масса семян с растения ($r = -0,64$); сильная прямая связь – образование боковых побегов ($r = 0,84$), вегетационный период ($r = 0,71$); сильная обратная связь – энергия прорастания ($r = -0,74$), лабораторная всхожесть ($r = -0,75$), число цветоносов с растения ($r = -0,82$), длина цветоносов ($r = -0,88$), масса 1000 семян ($r = -0,76$), содержание сахарозы в зеленой массе ($r = -0,84$).

Зависимость между числом цветоносов с растения и другими показателями можно разделить на несколько групп: слабая прямая связь между признаками – нет; слабая обратная связь – нет; средняя прямая связь – полевая всхожесть ($r = 0,38$); средняя обратная связь – число цветоносов с растения ($r = -0,31$); сильная прямая связь – энергия прорастания ($r = 0,94$), лабораторная всхожесть ($r = 0,96$), сохранность растений ($r = 0,91$), длина цветоносов ($r = 0,85$), количество семян с цветоноса ($r = 0,95$), масса семян с цветоноса ($r = 0,95$), масса 1000 семян ($r = 0,84$), содержание сахарозы в зеленой массе ($r = 0,94$); сильная обратная связь – образование боковых побегов ($r = -0,76$), цветение ($r = -0,97$), вегетационный период ($r = -0,98$), высота растений ($r = -0,82$).

Корреляция между признаком длины цветоносов и остальными можно разделить на несколько групп: слабая прямая связь между признаками – содержание сахарозы в проростках ($r = 0,03$); слабая обратная связь – нет; средняя прямая связь – энергия прорастания ($r = 0,63$), лабораторная всхожесть ($r = 0,68$), полевая всхожесть ($r = 0,44$); средняя обратная связь – образование боковых побегов ($r = -0,56$); сильная прямая связь – сохранность растений ($r = 0,77$), число цветоносов с растения ($r = 0,85$), количество семян с цветоноса ($r = 0,72$), масса семян с цветоноса ($r = 0,74$), масса семян с растения ($r = 0,76$), масса 1000 семян ($r = 0,83$); сильная обратная связь – цветение ($r = -0,75$), вегетационный период ($r = -0,77$), высота растения ($r = -0,88$).

Корреляция между признаком количества семян с цветоноса и остальными можно разделить на несколько групп: слабая прямая связь между признаками – нет; слабая обратная связь – содержание сахарозы в проростках ($r = -0,22$); средняя прямая связь – полевая всхожесть ($r = 0,32$); средняя обратная связь – образование боковых побегов ($r = -0,58$), высота растений ($r = -0,61$); сильная прямая связь –

энергия прорастания ($r = 0,90$), лабораторная всхожесть ($r = 0,93$), сохранность растений ($r = 0,97$), число цветоносов с растения ($r = 0,95$), длина цветоносов ($r = 0,72$), количество семян с цветоноса ($r = 0,83$), масса семян с цветоноса ($r = 1,0$), масса семян с растения ($r = 0,99$), масса 1000 семян ($r = 0,81$), содержание сахарозы в зеленой массе ($r = 0,83$); сильная обратная связь – цветение ($r = -1,0$), вегетационный период ($r = -0,99$).

Корреляционная зависимость между массой семян с цветоноса и другими показателями можно разделить на несколько групп: слабая прямая связь между признаками – нет; слабая обратная связь – содержание сахарозы в проростках ($r = -0,22$); средняя прямая связь – полевая всхожесть ($r = 0,37$); средняя обратная связь – образование боковых побегов ($r = -0,56$), высота растения ($r = -0,62$); сильная прямая связь – энергия прорастания ($r = 0,90$), лабораторная всхожесть ($r = 0,92$), сохранность растений ($r = 0,98$), число цветоносов с растения ($r = 0,95$), длина цветоносов ($r = 0,74$), количество семян с цветоноса ($r = 1,0$), масса семян с растения ($r = 1,0$), масса 1000 семян ($r = 0,84$), содержание сахарозы в зеленой массе ($r = 0,81$); сильная обратная связь – цветение ($r = -1,0$), вегетационный период ($r = -0,99$).

Зависимость между массой семян с растения и другими показателями можно разделить на несколько групп: слабая обратная связь – содержание сахарозы в проростках ($r = -0,23$); средняя прямая связь – полевая всхожесть ($r = 0,41$); средняя обратная связь – образование боковых побегов ($r = -0,55$), высота растения ($r = -0,64$); сильная прямая связь – энергия прорастания ($r = 0,89$), лабораторная всхожесть ($r = 0,99$), сохранность растений ($r = 0,91$), число цветоносов с растения ($r = 0,95$), длина цветоносов ($r = 0,76$), количество семян с цветоноса ($r = 1,0$), масса 1000 семян ($r = 0,87$), содержание сахарозы в зеленой массе ($r = 0,80$); сильная обратная связь – цветение ($r = -0,99$), вегетационный период ($r = -0,99$).

Корреляционная зависимость между массой 1000 семян и остальными можно разделить на несколько групп: слабая прямая связь между признаками – нет; слабая обратная связь – нет; средняя прямая связь – содержание сахарозы в зеленой массе ($r = 0,64$); средняя обратная связь – образование боковых побегов ($r = -0,48$); сильная прямая связь – энергия прорастания ($r = 0,75$), лабораторная всхожесть (r

= 0,76), полевая всхожесть ($r = 0,78$), сохранность растений ($r = 0,89$), число цветоносов с растения ($r = 0,84$), длина цветоносов ($r = 0,83$), количество семян с цветоноса ($r = 0,81$), масса семян с цветоноса ($r = 0,84$), масса семян с растения ($r = 0,87$); сильная обратная связь – цветение ($r = -0,81$), вегетационный период ($r = -0,84$), высота растения ($r = -0,76$).

Корреляция между признаком содержания сахарозы в зеленой массе и остальными можно разделить на несколько групп: слабая прямая связь между признаками – полевая всхожесть ($r = 0,12$); слабая обратная связь – содержание сахарозы в проростках ($r = -0,25$); средняя прямая связь – масса 1000 семян ($r = 0,64$); средняя обратная связь – нет; сильная прямая связь – энергия прорастания ($r = 0,87$), лабораторная всхожесть ($r = 0,90$), сохранность растений ($r = 0,73$), число цветоносов с растения ($r = 0,94$), длина цветоносов ($r = 0,81$), количество семян с цветоноса ($r = 0,83$), масса семян с цветоноса ($r = 0,81$), масса семян с растения ($r = 0,80$); сильная обратная связь – образование боковых побегов ($r = -0,86$), цветение ($r = -0,86$), вегетационный период ($r = -0,88$), высота растения ($r = -0,84$).

Зависимость между содержанием сахарозы в проростках и другими показателями можно разделить на несколько групп: слабая прямая связь между признаками – цветение ($r = 0,24$), длина цветоносов ($r = 0,03$); слабая обратная связь – сохранность растений ($r = -0,11$), количество семян с цветоноса ($r = -0,22$), масса семян с цветоноса ($r = -0,22$), масса семян с растения ($r = -0,23$), содержание сахарозы в зеленой массе ($r = -0,25$); средняя прямая связь – образование боковых побегов ($r = 0,64$), высота растений ($r = 0,38$); средняя обратная связь – энергия прорастания ($r = -0,59$), лабораторная всхожесть ($r = -0,50$), полевая всхожесть ($r = -0,48$), число цветоносов с растения ($r = -0,31$), масса 1000 семян ($r = -0,30$); сильная прямая связь – нет; сильная обратная связь – нет.

Таким образом, в результате наблюдений было установлено, что повышение уровня продуктивности наиболее сопряжено с энергией прорастания, лабораторной всхожестью, сохранностью растений, числом цветоносов с растениями и их длиной, числом семян с цветоноса и массой 1000 семян (табл. 3.11.1).

Таблица 3.11.1 – Корреляционная зависимость хозяйственно-ценных признаков культуры шалфей испанский в среднем за годы исследований*, 2020-2022 гг.

	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %	Полевая всхожесть, %	Сохранность растений, %	Образование боковых побегов, сут.	Цветение, сут.	Вегетационный период, сут.	Высота растений, см	Число цветоносов с растения, шт.	Длина цветоносов, см	Число семян с цветоноса, шт.	Масса семян с цветоноса, г	Масса семян с растения, г	Масса 1000 семян, г	Содержание сахарозы в зеленой массе, %	Содержание сахарозы в проростках, %
Энергия прорастания, %																
Лабораторная всхожесть, %	0,99															
Полевая всхожесть, %	0,39	0,34														
Сохранность растений, %	0,81	0,84	0,45													
Образование боковых побегов, сут.	-0,83	-0,82	-0,20	-0,42												
Цветение, сут.	-0,92	-0,95	-0,32	-0,96	0,62											
Вегетационный период, сут.	-0,94	-0,96	-0,37	-0,95	0,67	1,00										
Высота растения, см	-0,74	-0,75	-0,51	-0,58	0,84	0,65	0,71									
Число цветоносов с растения, шт.	0,94	0,96	0,38	0,91	-0,76	-0,97	-0,98	-0,82								
Длина цветоносов, см	0,63	0,68	0,44	0,77	-0,56	-0,75	-0,77	-0,88	0,85							
Число семян с цветоноса, шт.	0,90	0,93	0,32	0,97	-0,58	-1,00	-0,99	-0,61	0,95	0,72						
Масса семян с цветоноса, г	0,90	0,92	0,37	0,98	-0,56	-1,00	-0,99	-0,62	0,95	0,74	1,00					
Масса семян с растения, г	0,89	0,92	0,41	0,99	-0,55	-0,99	-0,99	-0,64	0,95	0,76	0,99	1,00				
Масса 1000 семян, г	0,75	0,76	0,78	0,89	-0,48	-0,81	-0,84	-0,76	0,84	0,83	0,81	0,84	0,87			
Содержание сахарозы в зеленой массе, %	0,87	0,90	0,12	0,73	-0,86	-0,86	-0,88	-0,84	0,94	0,81	0,83	0,81	0,80	0,64		
Содержание сахарозы в проростках, %	-0,59	-0,50	-0,48	-0,11	0,64	0,24	0,30	0,38	-0,31	0,03	-0,22	-0,22	-0,23	-0,30	-0,25	

*достоверно при значении $p > 05$

*Кластерный анализ хозяйственно-ценных признаков шалфея испанского,
2020-2022 гг.*

Кластерный анализ – это разновидность задачи классификации, когда отсутствует множество представительства (эталонов); объединяют объекты в группы (кластеры) в зависимости от степени сходства, определяемой по ряду критериев (признаков, свойств). Применяют его для решения широкого спектра задач, но чаще всего речь идет именно о сегментации. Все исследования, посвященные проблеме сегментации, безотносительно используемого метода, имеют целью идентифицировать устойчивые группы, каждая из которых объединяет объекты с похожими характеристиками (Драгавцев, 2008; Kazydub et al., 2017). Кластерный анализ отбора по комплексу хозяйственно-ценных признаков определяли по методу Ward's с использованием компьютерной программы «Statistica 8». В качестве меры сходства использовали евклидово расстояние.

В работе селекционер часто сталкивается с большим объемом материала по целому набору разных по своей природе признаков, его необходимо каким-либо образом систематизировать для выделения лучших форм по комплексу хозяйственно-ценных признаков (Kazydub et al., 2017).

В исследованиях нам необходимо было классифицировать результаты оценки хозяйственно-ценных признаков образцов коллекции. С этой целью мы подвергли кластеризации 16 признаков. После статистической обработки образцов шалфея испанского кластерным анализом установлено: в данной генеральной совокупности выделяются пять хорошо различимых кластеров.

Полученные в ходе исследований данные были проанализированы с помощью метода уменьшения размерности РС. Анализ основных компонент (РСА) позволяет нам выявить закономерности в наборе собранным данных путем выявления ковариации между хозяйственно-ценными признаками, фазами вегетации и продуктивностью образцов шалфея испанского.

Анализ экспериментальных данных показал, что для хозяйственно-ценных признаков, выделенных в кластеры, характерна неоднородность внутри кластера и достоверные различия с другими кластерами (приложения Л, М, Н; рис. 3.11.1).

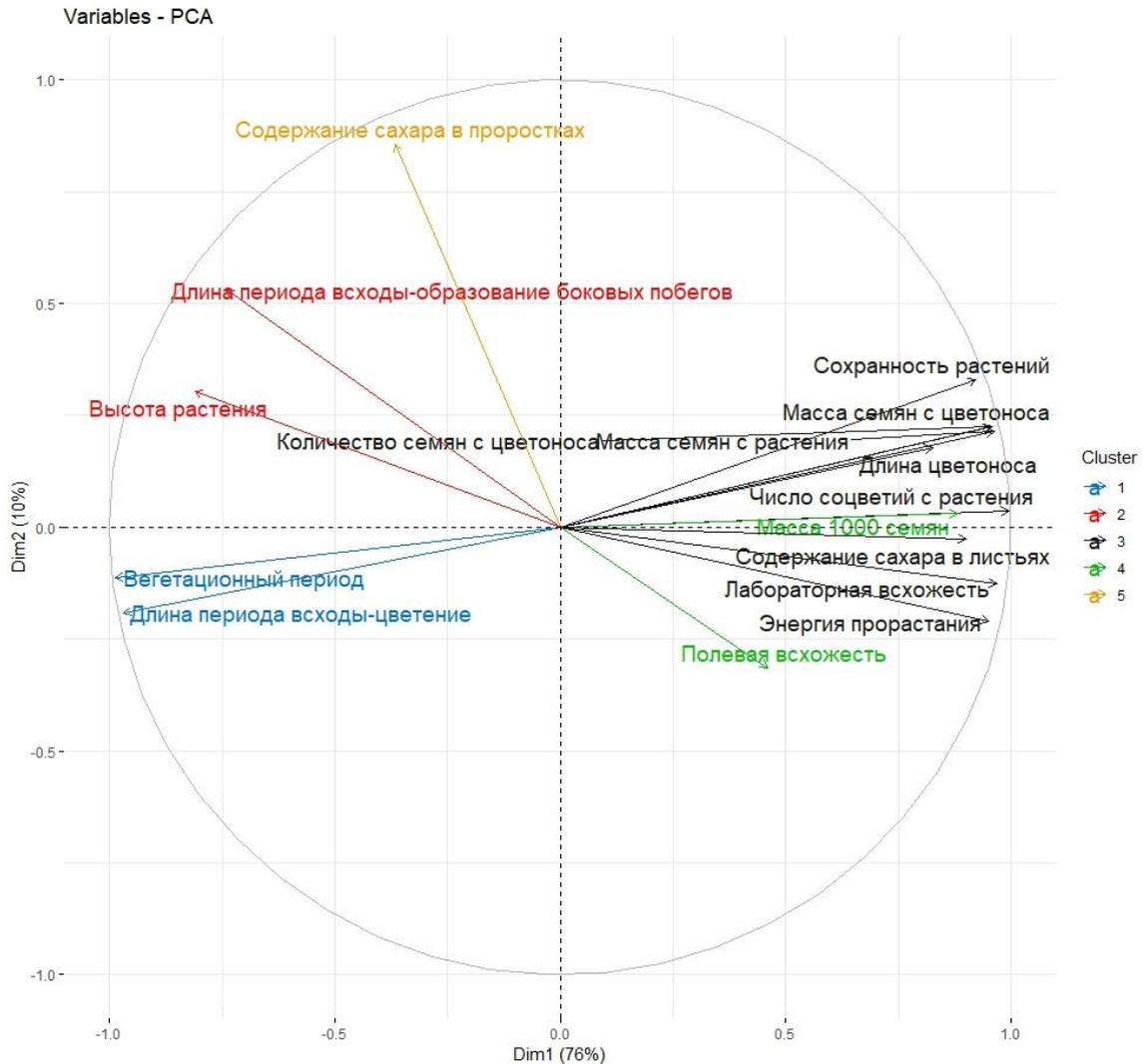


Рисунок 3.11.1 – Анализ главных компонент с кластеризацией признаков коллекции шалфея испанского, 2020-2022 гг.

Первый кластер объединил два признака: вегетационный период и длина периода «всходы - цветение».

Во второй группе (второй кластер) – также два признака: высота растения и длина периода «всходы - образование боковых побегов».

В третью группу (третий кластер) вошли девять признаков. Это сохранность растений, масса семян с цветоноса, количество семян с цветоноса, масса семян с

растения, длина цветоноса, число соцветий с растения, содержание сахарозы в зеленой массе, лабораторная всхожесть и энергия прорастания.

В четвертую группу (четвертый кластер) вошли два признака – масса 1000 семян и полевая всхожесть.

В пятой группе (пятый кластер) – один признак: содержание сахарозы в проростках семян.

Biplot – это тип диаграммы рассеяния, используемый в PCA. На этом специальном графике исходные данные представлены основными компонентами, которые объясняют большую часть дисперсии данных с использованием векторов загрузки и оценок ПК. Двойной график (biplot) – это исследовательский график, на котором в виде точек или векторов представлены как наблюдения (выборка), так и переменные данных. Оси обычно являются скрытыми главными размерами. Biplot часто используется для описания анализа главных компонент, анализа соответствий и других многомерных методов.

График Би-плот (приложения О, П, Р; рис. 3.11.2) позволил выделить различия зарубежных и местных образцов шалфея испанского в условиях южной лесостепи Западной Сибири. Группа местных образцов была более разнообразна по признакам и имела большую урожайность, массу 1000 зерен, число и длину цветоносов, массу семян с цветоноса и растения.

Зарубежные образцы имели за годы исследований большую высоту растений, длину вегетационного и некоторых межфазных периодов.

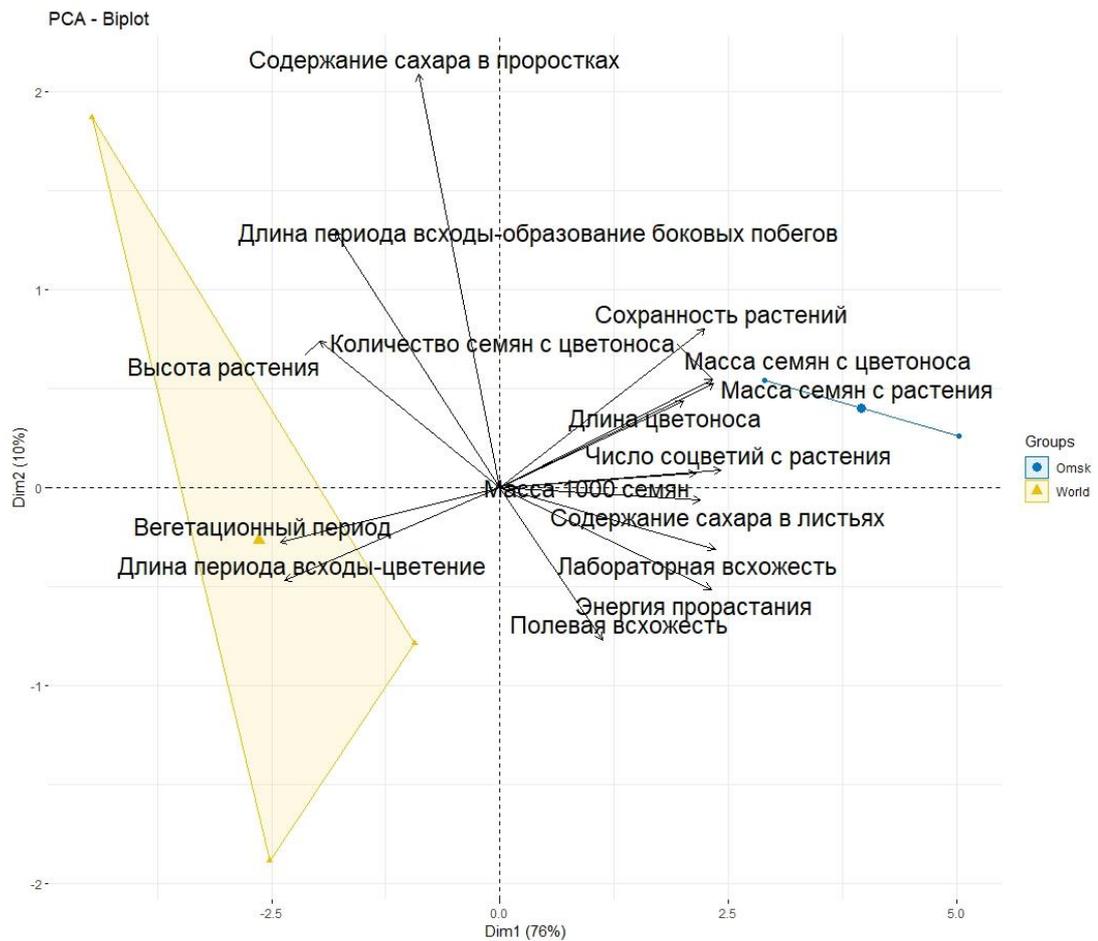


Рисунок 3.11.2 – Би-плот анализ зарубежных и местных образцов шалфея испанского, 2020-2022 г.

Таким образом, кластерный анализ хозяйственно-ценных признаков шалфея испанского позволил разбить их на группы (кластеры) и выделить из них наиболее весомые, на которые нужно обращать особое внимание в селекционном процессе в лаборатории «Селекции и семеноводства полевых культур им. С.И. Леонтьева» Омского ГАУ при создании новых форм, образцов культуры.

3.12 Элементы зональной агротехнологии возделывания новых форм культуры в условиях южной лесостепи Западной Сибири

Для любого интродуцированного вида при возделывании в нетипичных для него условиях возникают проблемы подбора агротехники. Наиболее актуальным вопросом при выращивании шалфея испанского на семена являлось качество

получаемых семян. Следует отметить, что новые формы интродуцируемых культур в России из тропических регионов, не соответствующих местным климатическим условиям и длине фотопериода. Следует создавать адаптированные к конкретным условиям региона формы шалфея испанского (Казыдуб, Чернов, 2021).

При изучении коллекционных образцов чиа на кафедре агрономии, селекции и семеноводства Омского ГАУ в условиях южной лесостепи Западной Сибири созданы новые формы, адаптированные к местным условиям (Чернов и др., 2021).

Важно отметить, что в литературных источниках упоминается, что чиа предпочитает песчаные, хорошо дренированные почвы с рН от 6 до 8,5, не слишком влажные. Почвы Учебно-опытного хозяйства Омского ГАУ подходят под данные показатели (глава 2).

Важным элементом в системе технологии возделывания шалфея испанского остается подбор форм (сортов) для условий южной лесостепи Западной Сибири. Это важное условие не только для повышения урожая, но и для получения семян с высокими посевными качествами (Броувер, 2010).

В наших опытах при разработке элементов зональной агротехнологии возделывания мы использовали созданные новые формы (0/18 и 01/18) шалфея испанского. В селекционном севообороте в условиях южной лесостепи Западной Сибири семена чиа высевают на участках с плодородными черноземными почвами. Содержание гумуса в пахотном слое 4,23%.

Как и для любых других культур, на рост и урожайность чиа влияет плотность посева и расстояние между рядами, которое зависит от факторов среды (температура, влажность), состояние почвы и т.д. Таким образом, универсальных рекомендаций не существует.

Предпосевную подготовку почвы проводили в день посева фрезой с одновременным прикатыванием.

Схема посева шалфея испанского в наших опытах: широкорядно – междурядье 75 см, нормой высева – 2 кг/га. Глубина заделки – 1,0-2,5 см. На легких почвах глубину заделки можно увеличить до 3 см. Посев семян в опытах проводили селекционной сеялкой СС-11 «Альфа». Дата посева в 2022 году – 16 мая. Всходы

появляются через 3-5 дней. В дальнейшем уход состоит из механизированных междурядных обработок (двух-трех за вегетационный период) и двух ручных прополок в ряду (таблица 3.12.1).

Таблица 3.12.1 – Агротехнологические приёмы возделывания новых образцов шалфея испанского 01/18 и 0/18, 2022 г.

№	Наименование работ	Сроки проведения и агротехнические требования	Машины и орудия
1	Ранневесеннее боронование	Третья декада апреля	МТЗ-80 + БИГ-3
2	Культивация с выравниванием	Третья декада мая. Глубина обработки 3-5 см	«Беларус-1523» + КПШ-6
3	Погрузка, транспортировка и загрузка семян в сеялку	В день посева	ЗПС-100А-02, ГАЗ-3307
4	Посев	Непрерывно вслед за предпосевной обработкой почвы. Глубина 1-2,5 см	МТЗ-82 + СПУ-6
5	Прикатывание	В след за посевом	«Беларус 1523» + КЗК-10
6	Культивация междурядий (2 раза)	Первая, вторая-третья декада июня. По мере появления сорняков	МТЗ-82, УСМК-5,4А
7	Прополка в рядах	При появлении сорняков	Вручную (две)
8	Прямое комбайнирование	Стебель желто-зеленый, цвет цветочных желтый, влажность семян 10-16%	«Terrion 2010»
9	Транспортировка семян	Сразу после обмолота	Все виды транспорта
10	Очистка семян	В непрерывном потоке с уборкой	фотосепараторы Сапсан
11	Сушка семян	При влажности семян 12-16% температура теплоносителя не более 60-65°C	КЗС-20М, СК-20, СК-10
12	Закладка семян на хранение	После сушки	Джутовые мешки по 10 кг, крафт пакеты дой-пак зип-лок

Вредителей в годы проведения опытов на культуре не наблюдалось.

Уборка проводится в 10-13 октября селекционным комбайном «Terrion 2010», настройки как для мелкосемянных культур: клевер, люцерна, тимофеевка, рапс (рис. 3.12.1) (Чернов и др., 2022).

Важно отметить, что при выращивании шалфея испанского на семена главная проблема при неблагоприятных для культуры условиях – неполное созревание семян, что проявляется в несформированной оболочке (кожуре), имеющий коричневый цвет. Следует отметить, что в 2022 г. при уборке новых форм культуры 20% семян имели коричневую окраску, что следует учитывать при семеноводстве.

Семена шалфея испанского не складировали, сразу отправляли на очистку, доработку и фасовку в джутовые мешки по 10 кг.

Условия хранения семенного материала: в сухих, чистых, проветриваемых и свободных от вредителей зонах. Температура хранения не должна превышать 20°C, влажность – 70%. Продукт должен быть защищён от света. Срок годности семян: 36 месяцев.



Рисунок 3.12.1 – Уборка семян образца 0/18, Учебно-опытное хозяйство Омского ГАУ, 13.10.2022 г.

Таким образом, по результатам проведенных исследований следует отметить, что критичными для успешного культивирования на семена шалфея испанского (*Salvia hispanica* L.) оказались своевременные даты посева и уборки новых форм (0/18, 01/18).

В 2022 г. был зарегистрирован РИД 622092300029-7 «Агротехнология выращивания интродуцированного образца чиа (шалфей испанский) в условиях южной лесостепи Западной Сибири» (дата постановки на государственный учет 23.09.2022; авторы: Р.В. Чернов, Н.Г. Казыдуб; заявитель Федеральное

государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина»). В 2023 г. была подана заявка на выдачу патента «Способ возделывания шалфея испанского» (№ заявки 2023112451 от 11.05.2023; авторы Н.Г. Казыдуб, Р.В. Чернов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина»).

Полученные данные показывают успешность интродукции и разработанных агротехнологических приемов при возделывании культуры шалфей испанский (чаи) в условиях Западной Сибири и России в целом.

Для повышения рентабельности отрасли растениеводства, биологического разнообразия агроценозов и конкурентоспособности малых хозяйств рекомендуем сельхозпроизводителям выращивание ценной пищевой культуры – чаи, а именно интродуцированных образцов (0/18 и 01/18) и применения традиционных агротехнологических приемов по возделыванию мелкосемянных культур в условиях южной лесостепи Западной Сибири

Подводя итог полученным результатам, следует еще раз отметить, что культуру чаи относят к продуктам, обладающим огромным потенциалом как источник питательных и биологически активных веществ (Чернов и др., 2022). Расширение сортового ассортимента и ареала возделывания шалфея испанского на территории России возможно только при выведении и распространении адаптированных новых форм культуры.

4 Экономическая эффективность возделывания созданных форм в условиях южной лесостепи Западной Сибири

На данный момент большой проблемой является низкое качество продуктов питания и их несбалансированность. Качество – важный аспект сельскохозяйственного производства, особенно при выборе органической системы земледелия. Устоявшиеся традиционные технологии возделывания сельскохозяйственных растений на практике и закрепились в сознании населения. Органическое сельское хозяйство является новым, стремительно развивающимся направлением, которое уже на данном этапе своего развития получило поддержку от государства – в январе 2020 года официально вступил в силу Федеральный закон об органической продукции № 280-ФЗ. Крайне востребована продукция органического земледелия при производстве так называемых товаров для здорового или правильного питания, лишенной в своем составе вредных для нашего организма химических элементов, которые могли бы туда попасть после, например, внесения удобрений или протравке препаратами при традиционной агротехнологии выращивания большинства культур (Казыдуб и др., 2022).

Особый интерес для органического земледелия представляет шалфей испанский, так как может возделываться без применения препаратов химической природы – удобрений, инсектицидов и подобного (Казыдуб и др., 2022). Кроме этого, особенно актуальна на сегодняшний день проблема преодоления зависимости отечественных фармацевтической, парфюмерной и других отраслей промышленности от импортного сырья (лекарственные препараты, эфирное масло, парфюмерные вытяжки), поэтому важен подбор и внедрение новых лекарственных, пряно-ароматических и эфиромасличных культур в масштабное производство.

Поскольку чиа может расти в широком климатическом диапазоне, включая и засушливую среду, следует ее рассматривать как альтернативную культуру для полевого растениеводства (Чернов и др., 2021).

На сегодняшний день шалфей испанский на коммерческой основе выращивается на площади примерно в 400 тыс. га. В Российской Федерации нет

заняты под посев культуры площадей, семена завозят из таких стран как Израиль, Франция, Китай, Таиланд и др.

В нашей стране исследования данной культуры ограничивались лишь биологической стороной: изучение морфо-биологических особенностей, аспектами декоративности. Масштабных исследований по интродукции, урожайности и рентабельности возделывания, введению культуры в севооборот на сегодняшний день нет.

Эффективность сельскохозяйственного производства – сложная экономическая категория. В ней отражается одна из важнейших сторон общественного производства – результативность. Экономическая эффективность показывает конечный полезный эффект от применения средств производства и живого труда, другими словами, отдачу совокупных вложений. В сельском хозяйстве это получение максимального количества продукции с единицы площади при наименьших затратах. Достигается это за счет рационального использования земельных, материальных и трудовых ресурсов (Добрынин, 1990).

Наиболее перспективным является внедрение созданных новых форм шалфея испанского в ЛПХ и промышленное производство региона.

Внедрение новой культуры и новых форм позволит получить хорошие урожаи как семян, так и зеленой массы. Основным продуктом культуры чиа – семена и зеленая масса.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что созданные новые формы шалфея испанского выгодно выращивать и в условиях южной лесостепи Западной Сибири.

Прежде чем рекомендовать возделывание какого-либо образца (сорта) чиа для промышленного производства необходимо рассчитать его экономическую эффективность. Для выявления экономического эффекта необходимо знать совокупные затраты труда и средств производства, которые обеспечили получение данной урожайности (Добрынин, 1990; Kazydub, 2017).

Для определения экономической эффективности выделенных образцов использовался комплекс показателей, основным из которых являются:

урожайность, себестоимость, стоимость продукции, прибыль с 1 га и окупаемость затрат. Себестоимость продукции является важнейшим показателем экономической эффективности сельскохозяйственного производства. От уровня себестоимости продукции зависит финансовое состояние предприятия, темпы расширенного производства, уровень цен.

Рентабельность выращивания зависит от урожайности культуры, затрат на уход за посевами и сбора урожая, которые меняются из года в год.

В наших исследованиях для экономической оценки эффективности производства использованы данные 2022 года на основании расчетно–технологической карты, расчетов фонда оплаты заработной платы и расчета себестоимости продукции.

Экономическую оценку производства семян новых форм шалфея испанского рассчитывали по двум новым образцам, результаты приведены в табл. 4.1.1.

Таблица 4.1.1 – Расчет экономической эффективности возделывания шалфея испанского в условиях южной лесостепи Западной Сибири, 2022 г.

Показатели / образцы	3/18 (стандарт)	0/18	01/18
Урожайность семян, т/га	0,250	0,620	0,525
Материально-денежные затраты на 1 га, руб.	97157,99	122426,05	122147,22
Себестоимость, руб./т	388631,95	197780,37	233105,39
Цена реализации 1 т, руб.	500000,00	500000,00	500000,00
Стоимость товарной продукции, руб.	125000,00	309500,00	262000,00
Чистый доход, руб.	27842,01	187073,95	139852,78
Рентабельность, %	28,7	152,8	114,5

Расчет экономической эффективности возделывания культуры шалфей испанский показал, что, вне зависимости от выделенного образца (0/18 и 01/18), урожайность достаточно высока — 5-6 ц с 1 га, довольно низкую урожайность показал стандарт (3/18).

В опыте при одинаковых условиях выращивания урожайность культуры шалфей испанский в зависимости от образца варьировала от 5,25 до 6,20 ц/га, себестоимость продукции при этом колеблется от 197780 руб. у образца 0/18 до 233105 руб. у образца 01/18 (Чернов и др., 2024).

Затраты на производство продукции различны в зависимости от образца: минимальные затраты денежных средств составляют 122147 (01/18), максимальные – 122426 руб. (0/18). Стоимость товарной продукции при одинаковой цене реализации изменятся от 262 тыс. руб. до 309 тыс. руб.

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод: возделывание шалфея испанского, а именно его новых форм, в условиях южной лесостепи Западной Сибири при однофазной уборке экономически выгодно, наибольший уровень рентабельности 152,8% отмечен у образца 0/18, а у 01/18 данный показатель на уровне 114,5%. Оптимальный срок посева образцов чиа для реализации семян при использовании зональной агротехнологии возделывания в органической системе производства может дать возможность повысить цену реализации, а, следовательно, увеличится чистый доход и рентабельность производства.

Как доказывают наши экономические расчеты, сорт или созданные новые формы (табл. 5.1) шалфея испанского необходимо подбирать строго в соответствии с почвенно-климатическими условиями и технологическими возможностями реализации их генетического потенциала для рекомендованного региона.

Заключение

1. Проведенные нами экспериментальные исследования и комплексная оценка коллекционных образцов шалфея испанского позволили выделить образцы по источникам хозяйственно-ценных признаков:

- скороспелости: 3/18, 1/18 и 5/18 (от 149 до 165 сут.);
- числу соцветий на растении: 3/18 и 5/18 (31-53 шт.);
- массе семян с растения: 3/18 и 5/18 (2,6-4,7 г);
- содержанию сахарозы в зеленых листьях: 3/18, 5/18 и 6/18 (от 10,1 до 10,9%);
- содержанию сахарозы в проростках семян: 1/18 и 4/18 – 19,3-19,8%.

2. В ходе наблюдений за коллекционными образцами было установлено, что в период онтогенеза шалфей испанский проходит 4 этапа: латентный; прегенеративный, генеративный и постгенеративный.

3. С использованием селекционных приемов были созданы новые формы культуры – 01/18 и 0/18, стабильно цветущие и плодоносящие при длинном световом дне (12-15 часов) в условиях Западной Сибири. Выделенные образцы обладают ценными источниками хозяйственно-биологических признаков, таких как:

- скороспелость: от 126 до 140 сут.;
- посевные качества: энергия прорастания и лабораторная всхожесть – 99-100%; полевая всхожесть – 83,3-86,5%; сохранность – 96,0-97,6%;
- число цветоносов на растении и их длина: 48-85 шт., 11-16 см;
- масса семян с растения: 8,2-24,3 г;
- масса 1000 семян: 1,41-1,53 г;
- содержание сахарозы в зеленых листьях: 12,0-12,2%;
- содержание сахарозы в проростках семян: 17,8-18,0%.
- содержание в составе: протеина (31,6-32,0%), клетчатки (20,4-21,9%), цинка (3,8-4,1 мг/кг), кальция (0,34-0,36%), фосфора (0,43-0,46%).

4. Высокое общее содержание фенолов было обнаружено в различных органах нового образца шалфея испанского 0/18: листья – $9,183 \pm 0,0625$ мг ГАЕ/г экстракта метанола и $7,809 \pm 0,157$ мг ГАЕ/г экстракта этанола; стебли – $7,819 \pm 0,225$ мг ГАЕ/г экстракта метанола и $6,695 \pm 0,626$ мг ГАЕ/г этанольного экстракта; семена – $1,669 \pm 0,079$ мг ГАЕ/г метанольного экстракта и $1,614 \pm 0,040$ мг ГАЕ/г этанольного экстракта). Также обнаружено высокое содержание антиоксидантов: листья – 92,24%, стебли – 74,43%, семена – 41,35%. Результаты исследования показали, что новая форма культуры 0/18 является потенциальным источником высокого содержания фенольных соединений и обладает высокой антиоксидантной активностью.

5. Кластеризация морфометрических признаков шалфея испанского позволила установить, что показатель массы семян с растения образует общую группу с числом соцветий на растении, длиной цветоноса, количеством семян с цветоноса и массой семян с цветоноса, это свидетельствует о возможности увеличения его урожайности при целенаправленном отборе по сопряженным признакам.

6. Созданным новым формам 01/18 и 0/18 даны оценки декоративной ценности – 45 баллов из 50 возможных по пятибальной шкале и 93 балла по столбальной шкале.

7. Итоговая сумма баллов интродукционной устойчивости – 11 баллов, что позволяет отнести их к группе устойчивых (11-13 баллов); перспективности интродукции – 29 баллов, указывая на их принадлежность ко II группе перспективности (среднеперспективные, 25-30 баллов).

8. Разработана зональная агротехнология возделывания шалфея испанского по системе органического земледелия в условиях южной лесостепи Западной Сибири, показывающая возможность выращивания новых форм в производственных условиях. Средняя урожайность семян в 2022 г. составила 5,7 ц/га.

9. Расчеты экономической эффективности возделывания новых созданных форм шалфея испанского на семена показали, что условный доход с га при

урожайности от 0,53 до 0,62 т/га составил 139,9-187,1 тыс. рублей. Наибольший уровень рентабельности отмечен у формы 0/18 – 152,8%.

Созданные новые формы шалфея испанского успешно внедрены в органический севооборот учебно-опытного хозяйства Омского ГАУ (код сертификата регистрационный номер ОС RU2312.C0093 от 26.12.2023 / код ОК-029 01.11.39). Исходный материал, полученный на основе коллекции, включен в селекционный процесс лаборатории селекции, семеноводства полевых культур им. С.И. Леонтьева по созданию новых сортов культуры шалфей испанский.

Рекомендации для практической селекции и производства

Для повышения эффективности селекционного процесса при создании новых сортов шалфея испанского целесообразно использовать в различных селекционных программах в качестве источников по комплексу хозяйственно-ценных признаков образцы 3/18, 1/18, 5/18 и новые, созданные нами в условиях южной лесостепи Западной Сибири формы – 01/18 и 0/18 с высокими посевными качествами, продуктивностью, технологичностью, декоративностью, интродукционной устойчивостью, антиоксидантной активностью и содержанием протеина, клетчатки, цинка, кальция, фосфора, сахаров, фенолов.

Для выращивания на семена шалфея испанского в южной лесостепи Западной Сибири рекомендуем новый сорт «Сибирский изумруд» (форма 0/18) с нормой высева 2 кг/га при широкорядном посеве 75 см.

Список используемой литературы

1. Агроклиматические ресурсы Омской области. – Л., 1971. – 188 с.
2. Агроклиматический справочник по Омской области // Бюллетень. – Омск – 2019-2022 гг.
3. Анализ главных компонентов (PCA): Объяснение: «Что! Почему! Когда! Как!» [Электронный ресурс] / Javascript, Machine learning, Python, Big Data - вопросы, ответы, обучение, 2023. – URL: <https://skine.ru/articles/60027/> (дата обращения: 07.08.2023).
4. Андреанова, Т.С. Корма для животных растительного происхождения // Сельскохозяйственные вести, 2023. – URL: <https://agrotime.info/chia-bogatoe-nasledstvo-civilizacii-actekov/> (дата обращения: 25.09.2023).
5. Базилевская, Н. А. Состояние и перспективы научных исследований по интродукции лекарственных растений / Н.А. Базилевская // Тезисы докладов и сообщений Всесоюзной конференции (28 октября – 1 ноября 1990 г.) – М., 1990. – С. 7-8.
6. Байкова Е.В. Морфологические особенности плодов некоторых видов рода *Salvia* (Lamiaceae) // Ботанический журнал. – 2002. – Т. 87, № 12. – С. 35–48.
7. Байкова, Е.В. Интродукционное изучение родового комплекса *Salvia* L. в Новосибирске / Е.В. Байкова // Анализ и прогнозирование результатов интродукции декоративных и лекарственных растений мировой флоры в ботанические сады: Материалы 2-й международной конференции. – Минск: Тэхналогія, 1996. – С. 4–5.
8. Байкова, Е.В. Интродукционный эксперимент как основа сравнительно-морфологических исследований представителей рода *Salvia* / Е.В. Байкова // Ботанические сады как центры сохранения биоразнообразия и рационального использования растительных ресурсов: Материалы международной конференции, посвященной 60-летию ГБС РАН. – М., 2005. – С. 43–46.
9. Байкова, Е.В. Интродукция представителей рода *Salvia* L. в лесостепной зоне Западной Сибири: методические подходы, итоги и перспективы

/ Е.В. Байкова // Ботанические сады в 21 веке: сохранение биоразнообразия, стратегия развития и инновационные решения: Материалы международной научно-практической конференции. – Белгород, 2009. – С. 173–178.

10. Байкова, Е.В. Комплексная оценка видов рода шалфей (*Salvia* L.) при их интродукции в Новосибирске / Е.В. Байкова // Флора и растительность Сибири и Дальнего Востока: Тезисы докладов Второй Российской конференции. – Красноярск, 1996. – С. 45–46.

11. Байкова, Е.В. Морфогенез соцветий в роде шалфей (*Salvia* L.) / Е.В. Байкова // Проблемы репродуктивной биологии растений: Тезисы докладов симпозиума. – Пермь, 1996. – С. 45–46.

12. Байкова, Е.В. Род шалфей: морфология, эволюция, перспективы интродукции. / Е.В. Байкова. – Новосибирск: Наука, 2006. – 247 с.

13. Балабанова, Т.Н. Медоносная ценность лекарственных и эфиромасличных культур / Т.Н. Балабанова. – Рыбное: НИИ пчеловодства, 1995. – 15 с.

14. Бейдеман, И.Н. Методика изучения фенологии растительных сообществ / И.Н. Бейдеман. – Новосибирск: Наука, 1974. – 138 с.

15. Бодруг, М.В. Некоторые химические данные о составе эфирных масел из дикорастущих видов *Salvia* L. в Молдавии / М.В. Бодруг, Г.М. Петов // Растительные ресурсы. – 1970. – Т. 6. – Вып. 2. – С. 250–254.

16. Боков, Д.О. Лекарственные растения семейства Яснотковых (*Lamiaceae* Lindl.) в Ботаническом саду Первого Московского госмедуниверситета имени И.М. Сеченова / Д.О. Боков, С.Л. Морохина, А.Н. Луферов // Лікарське рослинництво: від досвіду минулого до новітніх технологій: матеріали другої Міжнародної науково—практичної інтернет—конференції.– Полтава, 2013. – С. 29–34.

17. Бочкарев, Н.И. Состояние таксономии, морфологии и селекции шалфея мускатного (обзор) / Н.И. Бочкарев, С.В. Зеленцов, Т.П. Шуваева, А.П. Бородкина // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2014. – № 1. – С. 165-177.

18. Бочковой, А.Д. Эффективность различных методов определения генетической чистоты партий семян самоопыленных линий и гибридов первого поколения подсолнечника / А.Д. Бочковой, Т.С. Антонова, В.А. Камардин, Н.М. Арасланова, И.И., Ветер С.З. Гучетль, Т.А. Челюстникова // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2014. – № 1. – С. 3-7.

19. Броувер, В. Справочник по семеноведению сельскохозяйственных, лесных и декоративных культур / В. Броувер, А. Штелин. – Москва, 2010. – 694 с.

20. Былов, Н.В. Основы сортоизучения и сортооценки декоративных растений при интродукции / Н.В. Былов // Бюл. Гл. ботан. Сада АН СССР. – М., 1971. – Вып. 81. – С. 69-77.

21. Былов, В.Н. Основы сравнительной сорто-оценки декоративных растений / Н.В. Былов // Интродукция и селекция цветочно-декоративных растений. — М.: Наука, 1978. – С. 7– 31

22. Васильченко, Н.И. Биология и экология произрастания рода шалфей (*Salvia*) в Акмолинской области республики Казахстан / Н.И. Васильченко, А.В. Бецыв // Лекарственные растения: фундаментальные и прикладные проблемы: материалы I межд. научн. конф. (21–22 мая 2013 г., г. Новосибирск). – Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2013. – С. 27–29.

23. Воронина, Е.П. Новые ароматические растения для Нечерноземья / Е.П. Воронина, Ю.Н. Горбунов, Е.О. Горбунова. – М.: Наука, 2001. – 173 с.

24. Гинс, В.К. Роль интродукции в решении проблемы расширения ассортимента овощных культур для создания функциональных продуктов / В.К. Гинс, М.С. Гинс, П.Ф. Кононков // Известия ФНЦО. – 2020. – № 1. – С. 54–61.

25. Гинс, М.С. Характеристика сортов амаранта селекции ВНИИССОК по устойчивости к пониженной температуре и дефициту влаги при выращивании в условиях Московской области и Республики Эквадор / М.С. Гинс, В.К. Гинс, К.Х. Торрес Миньо // Овощи России. – 2015. – № 1(26). – С. 36–42.

26. Гладышева, О.В. Сезонный ритм развития и семенная продуктивность некоторых пряно-ароматических растений в ЦЧР / О.В. Гладышева // Флора и

растительность Центрального Черноземья – 2014: матер. межрегион. научной конф. (5 апреля 2014 г, г. Курск). – Курск, 2014. – С. 184-188.

27. Гладышева, О.В. Пряно-ароматические растения как фитосанитары в городском ландшафтном озеленении / О.В. Гладышева // Перспективы развития и проблемы современной ботаники: сб. трудов III Всеросс. молодежн. научно-практ. конф. – Новосибирск, 2014. – С. 307–308.

28. Гладышева, О.В. Пряно-ароматические растения в городском ландшафтном озеленении как средство оптимизации окружающей среды / О.В. Гладышева // Проблемы изучения растительного покрова Сибири: Материалы V Международной научной конференции, посвященной 130-летию Гербария им. П.Н. Крылова и 135-летию Сибирского ботанического сада Томского государственного университета (Томск, 20–22 октября 2015 г.). – Томск : Издательский дом Томского государственного университета, 2015. – С. 274–277.

29. Гладышева, О.В. Сезонный ритм развития и семенная продуктивность некоторых пряно-ароматических интродуцентов семейства *Lamiaceae* в ЦЧР / О.В. Гладышева, Е.М. Олейникова // Агротехнологии XXI века: Концепции устойчивого развития: матер. межд. конф., посвящ. 100-летию кафедры ботаники, защиты растений, биохимии и микробиологии (17-18 апреля 2014 г.) – Воронеж: ВГАУ, 2014. – С. 332–338.

30. Гладышева, О.В. Эколого-биологические особенности пряно-ароматических растений при интродукции в условиях ЦЧР : специальность 06.01.06 «Луговое хозяйство и лекарственные, эфирно-масличные культуры» : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Гладышева Ольга Валериевна. – Воронеж, 2016. – 22 с.

31. ГОСТ – 12038–84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести : межгосударственный стандарт : дата введения 1986-07-01 / Государственный комитет СССР по стандартам. – Изд. Официальное. – Москва : Стандартинформ, 2011. – 31 с.

32. ГОСТ 12042–80. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян : межгосударственный стандарт : дата введения 1981-07-01 / Государственный комитет СССР по стандартам. – Изд. Официальное. – Москва : Стандартиформ, 2011. – 4 с.

33. ГОСТ 13496.15-2016. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определени массовой доли сырого жира : межгосударственный стандарт : дата введения 2018-01-01 / Федеральное агентство по техническому урегулированию и метрологии. – Изд. Официальное. – Москва : Стандартиформ, 2016. – 12 с.

34. ГОСТ 13496.4-2019. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Атомно-абсорбционный метод определения содержания азота и сырого протеина : межгосударственный стандарт : дата введения 2020-08-01 / Федеральное агентство по техническому урегулированию и метрологии. – Изд. Официальное. – Москва : Стандартиформ, 2019. – 20 с.

35. ГОСТ 26226-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания сырой золы : межгосударственный стандарт : дата введения 1997-01-01 / Федеральное агентство по техническому урегулированию и метрологии. – Изд. Официальное. – Минск : ИПК издательство стандартов, 2003. – 8 с.

36. ГОСТ 26657-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения кальция : межгосударственный стандарт : дата введения 1999-01-01 / Федеральное агентство по техническому урегулированию и метрологии. – Изд. Официальное. – Минск : ИПК издательство стандартов, 2015. – 12 с.

37. ГОСТ 27978-88. Корма зеленые. Технические условия : межгосударственный стандарт : дата введения 1989-05-01 / Федеральное агентство по техническому урегулированию и метрологии. – Изд. Официальное. – Москва : ИПК издательство стандартов, 2002. – 4 с.

38. ГОСТ 30178–96. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов : межгосударственный стандарт : дата

введения 1998-01-01 / Институт питания Российской Академии медицинских наук. – Изд. Официальное. – Москва : Стандартинформ, 2010. – 10 с.

39. ГОСТ 31675-2012. Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации : межгосударственный стандарт : дата введения 2013-07-01 / Федеральное агентство по техническому урегулированию и метрологии. – Изд. Официальное. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 12 с.

40. ГОСТ 32044.1-2012. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Определения массовой доли азота и вычисление массовой доли сырого протеина. Часть 1. Метод Кьельдаля : межгосударственный стандарт : дата введения 2014-07-01 / Федеральное агентство по техническому урегулированию и метрологии. – Изд. Официальное. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 15 с.

41. ГОСТ Р 57059-2016. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения кальция : межгосударственный стандарт : дата введения 1997-01-01 / Федеральное агентство по техническому урегулированию и метрологии. – Изд. Официальное. – Минск : ИПК издательство стандартов, 2003. – 16 с.

42. ГОСТ Р 57059-2016. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Экспресс-метод определения влаги : межгосударственный стандарт : дата введения 2017-07-01 / Федеральное агентство по техническому урегулированию и метрологии. – Изд. Официальное. – Москва : Стандартинформ, 2016. – 8 с.

43. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. «Сорта растений» (официальное издание). – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2023. – 631 с.

44. Добрынин, В.А. Экономика сельского хозяйства / В.А. Добрынин – М.: Агропромиздат, 1990. – 476 с.

45. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации. Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 21 января 2020. – № 20. – 24 с.

46. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта: (С основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., перераб. и доп. – М. – 1985. – 321 с.
47. Драгавцев, В.А. Эколого-генетическая модель организации количественных признаков растений / В.А. Драгавцев // Сельскохозяйственная биология. – 2008. – № 5. – С. 22–27.
48. Елисафенко, Т. В. Этапы развития интродукции как научной деятельности / Т. В. Елисафенко, О. В. Дорогина, А. Н. Куприянов // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. – 2022. – № 21-2. – С. 26-29.
49. Жученко, А.А. Генетика: учеб. издание / А.А. Жученко. – М.: КолосС, 2004. – 480 с.
50. Жученко, А.А. Экологическая генетика культурных растений и проблемы агросферы (теория и практика) / А.А. Жученко. – М., 2004. – 687 с.
51. Казыдуб, Н.Г. Агроэкономическая оценка перспективных образцов тыквы в органическом земледелии в условиях южной лесостепи Западной Сибири / Н.Г. Казыдуб, Ю.А. Каштанова, Е.В. Фалалеева, А.В. Гончаров, И.Н. Гаспарян // Тенденции развития науки и образования. – 2022. – № 84-1. – С. 145-152.
52. Казыдуб, Н.Г. Возможности интродукции культуры чиа (шалфей испанский) в южной лесостепи Западной Сибири / Н.Г. Казыдуб, Р.В. Чернов, С.И. Белозерова // Тенденции развития науки и образования. – 2021. – № 70-2. – С. 104–108.
53. Казыдуб, Н.Г. Пищевая ценность малораспространенной культуры чиа (шалфей испанский) / Н.Г. Казыдуб, Р.В. Чернов // Наука и Образование. – 2021. – Т. 4, № 2.
54. Казыдуб, Н.Г. Чиа – богатое наследие цивилизации ацтеков // Агротайм. Сельское хозяйство в реальном времени, аналитический научно-производственный журнал, 2021. – URL: <https://agrotime.info/chia-bogatoe-nasledstvo-civilizacii-actekov/> (дата обращения: 16.06.2023).
55. Казыдуб, Н.Г. Чиа (Шалфей испанский) – богатое наследие цивилизации ацтеков / Н.Г. Казыдуб, Р.В. Чернов // Рынок Фуднет: актуальные

проблемы, перспективы и решения : Материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 90-летию кафедры продуктов питания и пищевой биотехнологии, Омск, 29 декабря 2020 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2021. – С. 107–111.

56. Карташова, Л.М. Интродукция редких и исчезающих растений в Центральном Черноземье / Л.М. Карташова, З.П. Муковнина, В.Ф. Шипилова, А.В. Комова, Б.И. Кузнецов, О.Н. Сафонова, Е.А. Николаев. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2010. – 212 с.

57. Каталог мировой коллекции ВИР. Малораспространенные культуры : индау, конрингия, крамбе, кудфея, ляллеманция, мадия, перилла, сафлор, редька маслич. и др: (характеристика образцов по биохимическим признакам) / [сост.: к.б.н. Г.К. Низова, Н.Г. Конькова]. – 2008. – Вып. 783. – 54 с.

58. Кауричев, И.С. Почвоведение: учебник / И.С. Кауричев. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989. – 719 с.

59. Кононков, П.Ф. Амарант. Интродукция в России [монография] / П.Ф. Кононков, М.С. Гинс, В.К. Гинс // Федеральный научный центр овощеводства. – М.: Луч, 2018. – 320 с.

60. Коротких, И.Н. Селекция лекарственных и ароматических растений в ВИЛАР: достижения и перспективы / И.Н. Коротких, Д.Н. Балеев, А.И. Морозов [и др.] // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2021. – Т. 25, № 4. – С. 433–441.

61. Кукина, Т.П. Содержание урсоловой и олеаноловой кислот в некоторых видах шалфея / Т.П. Кукина, Е.В. Байкова // Проблемы современной науки. – 2011. – № 1. – С. 17–24.

62. Кухарева, Л.В. Местные пряно-ароматические растения, их применение и агротехника возделывания / Л.В. Кухарева, М.И. Ярошевич, Г.Б. Гредасова. – Минск : БелНИИНТИ, 1989. – 47 с.

63. Леонова, Н.А. Особенности биологии и интродукции хозяйственно ценных видов рода *Salvia* в Пензенской области / Н.А. Леонова, Т.Е.

Мирошниченко, А.В. Кузнецова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2017. – № 3 (19). – С. 40–49.

64. Лещук, Т.Я. Эфиромасличные растения юга СССР / Т.Я. Лещук. – Симферополь: Крымиздат, 1952. – С. 198.

65. Литвинов, С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С.С. Литвинов. – М., 2011. – 648 с.

66. Лудилов, В. А. Редкие и малораспространенные овощные культуры (биология, выращивание, семеноводство): производственно-практическое издание / В. А. Лудилов, М. И. Иванова. – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 196 с.

67. Майсурадзе, Н.И. Лекарственное растениеводство / Н.И. Майсурадзе // Обзорная информация. – М.: ЦБНТИ Медпром, 1985. – №1. – С. 29–31.

68. Машанов, В.И. Новые эфиромасличные культуры / В.И. Машанов, Н.Ф. Андреева, Н.С. Машанова, И.Е. Логвиненко. – Симферополь: Таврия, 1988. – 160 с.

69. Медеяева, А.Ю. Сортимент овощных культур для создания продуктов питания функционального назначения / А.Ю. Медеяева, А.Ф. Бухаров, Ю.В. Трунов ; Мичуринский государственный аграрный университет, Федеральный научный центр овощеводства. – Мичуринск-наукоград РФ : Мичуринский государственный аграрный университет, 2020. – 159 с.

70. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Вып. 2. – М., 1989. – 194 с.

71. Методика исследований при интродукции лекарственных растений // Обзорная информация. – М.: ЦБНТИ Медпром, 1984. – №3. – 32 с.

72. Мищенко, Л.Н. Почвы Омской области и их сельскохозяйственное использование / Л.Н. Мищенко. – Омск: Издво ОмГАУ, 1991. – 162 с.

73. Мищенко, Л.Н. Почвы Омской области и их сельскохозяйственное использование / Л.Н. Мищенко. – Омск: Изд-во ОмСХИ, 1991. – 73 с.

74. Морозов, А.И. Агробиологические основы сортовой технологии возделывания мяты перечной (*Mentha piperita* L.) в Нечерноземной зоне России : специальность 06.01.06 «Луговое хозяйство и лекарственные, эфирно-масличные

культуры» : диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Морозов Александр Иванович. – Верея, 2013. – 295 с.

75. Морозов, А. И. Интродукция лекарственных и ароматических растений в ФГБНУ ВИЛАР: итоги и перспективы / А.И. Морозов // Перспективы лекарственного растениеводства : Материалы Международной научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора Алексея Ивановича Шретера, Москва, 01-02 ноября 2018 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений", 2018. – С. 250–253.

76. Морозов, А. И. Исходный материал для селекции мяты и хозяйственная ценность сортов разного целевого назначения / А.И. Морозов // Плодоводство и ягодоводство России. – 2012. – Т. 31, №2. – С. 78–85.

77. Невенчанная, Н.М. Мониторинг почв малого опытного поля Омского государственного аграрного университета имени П.А. Столыпина / Н.М. Невенчанная, О.С. Аваева // Молодой ученый. – 2012. – №2. – С. 360–362.

78. Олейникова, Е.М. Онторморфогенез и структура ценопопуляций шалфея мутовчатого / Е. М. Олейникова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2012. – Вып. 4 (35). – С. 61–67.

79. Питательная ценность кормов [Электронный ресурс] / РГАУ-МСХА, зооинженерный факультет. – URL: <https://www.activestudy.info/pitatelnost-kormov/> (дата обращения: 13.05.2023).

80. Прасол, И.Ю. Сенсорный анализ рыбных котлет с добавлением нетрадиционного сырья методом профиля флейвора / И.Ю. Прасол, Н.В. Голембовская, Н.М. Слободянюк // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. – 2017. – № 80. – С. 83–87.

81. Проскура, А.В. Исследование влажностного режима при проращивании семян чиа (*Salvia hispanica* L.) / А. В. Проскура, М. Б. Мурадова, Д.

В. Кузнецова [и др.] // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2018. – № 2. – С. 27-33.

82. Прохоров, И.В. Селекция и семеноводство овощных культур / И.В. Прохоров, Е.С. Крючков, В.А. Комиссаров. – М.: Колос, 1997. – 280 с.

83. Работнов, Т.А. Вопросы изучения состава популяций для целей фитоценологии / Т. А. Работнов // Проблемы ботаники. – М. ; Л. : АН СССР, 1950. – Вып. 1. – С. 465-483.

84. Романова А.Б. Интродукция древесных растений : учеб. пособие / А.Б. Романова. – СибГУ им. М. Ф. Решетнева. – Красноярск, 2018. – 86 с.

85. Сацыперова, И.Ф. Состояние и перспективы научных исследований по интродукции лекарственных растений / И.Ф. Сацыперова, А.М. Рабинович // Тезисы докладов и сообщений Всесоюзной конференции (28 октября – 1 ноября 1990 г.). – М., 1990. – С. 51–52.

86. Селекция и семеноводство культурных растений / Ю. Л. Гужов, А. Фукс, П. Валичек ; под ред. Ю. Л. Гужова. – М.: Агропромиздат, 1991. – 462 с.

87. Семенова, Г.П. Интродукция редких и исчезающих растений Сибири / Г.П. Семенова. – Новосибирск : Наука, 2001. – с. 140.

88. Тамахина, А.Я. Научные основы формирования смешанных агроценозов кормовых трав в горной зоне Центральной части Северного Кавказа : автореферат дис. ... доктора сельскохозяйственных наук : 06.01.09, 06.01.12 / Тамахина Аида Яковлевна; [Место защиты: Горс. гос. аграр. ун-т]. – Владикавказ, 2008. – 43 с.

89. Тропина, Н.С. Влияние физиологически активных веществ на семенную продуктивность эфиромасличных лекарственных культур / Н. С. Тропина, Р.Р. Тхаганов, В.Р. Тхаганов, А.И. Морозов // Масличные культуры. – 2023. – № 1(193). – С. 53–59.

90. Трулевич, Н.В. Эколого-фитоценологические основы интродукции растений / Н. В. Трулевич. – Москва : Наука, 1991. – 213 с.

91. Турчин, И.М. Целесообразность использования семян чиа в технологии кефира / И.М. Турчин, И.В. Кричковская-Горошко, Н.Б. Сливка //

Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. – 2017. – № 75. – С. 153–156.

92. Тюрина, Е.Ф. Состояние и перспективы научных исследований по интродукции лекарственных растений / Е.Ф. Тюрина // Тезисы докладов и сообщений Всесоюзной конференции (28 октября – 1 ноября 1990 г.). – М., 1990. – С. 60–61.

93. Уранов, А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов / А.А. Уранов // Биологические науки. – 1975. – № 2. – С. 7–34.

94. Федченко, О.А. Материалы для флоры Ферганы, собранные Н.А. Романовым и В.В. Бер и обработанные О.А. и Б.А. Федченко. / Федченко О.А., Федченко Б.А. – Казань : типо-лит. Ун-та, 1902. – №2. – 35 с.

95. Флоринский, В.М. Травник. Русские простонародные травники и лечебники. Собрание медицинских рукописей XVI и XVII столетия [Травник пер. пол. XVIII в.] / В.М. Флоринский. – Казань, 1879. – С.3–15.

96. Хотин, А.А. Эфиромасличные культуры / А.А. Хотин, Г.Т. Шульгин. – М.: Изд-во с.-х. лит-ры, журн. и плакатов, 1963. – 358 с.

97. Цицин, Н.В. Отдаленная гибридизация растений / Н.В. Цицин. – М.: Сельхозгиз, 1954. – 432 с.

98. Чернов, Р.В. Агротехнологические приёмы возделывания *Salvia hispanica* (chia) в условиях южной лесостепи Западной Сибири / Р.В. Чернов, Н.Г. Казыдуб, И.Г. Ариштович, В.В. Киньшакова // Инновационные решения и тренды развития технологий продуктов здорового питания : материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 80-летию Заслуженного работника высшей школы РФ, действительного члена РАН, доктора медицинских наук, профессора Высокогорского Валерия Евгеньевича, Омск, 25 ноября 2022 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2022. – С. 106–110.

99. Чернов, Р.В. Возможность интродукции шалфея испанского (*Salvia Hispanica* L.) в условиях южной лесостепи Западной Сибири / Р.В. Чернов, Н.Г.

Казыдуб, А.В. Пинкаль, В.В. Киньшакова // Молодежь. Наука. Творчество. Материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции. – Омск, 2021. – С. 111–114.

100. Чернов, Р.В. Интродукции культуры чиа (*Salvia Hispanica L.*) в условиях южной лесостепи Западной Сибири / Р.В. Чернов, Н.Г. Казыдуб // Разнообразие и устойчивое развитие агробиоценозов Омского Прииртышья : Материалы Всероссийской (национальной) конференции, посвящённой 95-летию ботанического сада Омского ГАУ, Омск, 24 марта 2022 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет, 2022. – С. 48–51.

101. Чернов, Р.В. Новая культура – чиа (*Salvia hispanica L.*) в Омском ГАУ / Р.В. Чернов // Сборник материалов XXVI научно-технической студенческой конференции / Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина. – Омск, 2020. – С. 36–39.

102. Чернов, Р.В. Продуктивность семян коллекционных образцов чиа (шалфей испанский) и их качественная оценка / Р.В. Чернов, Н.Г. Казыдуб, И.Г. Ариштович // Итоги и перспективы развития Сибирского земледелия : Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 105-летию агрономического (агротехнологического) факультета и 75-летию доктора сельскохозяйственных наук, профессора Рендова Николая Александровича, Омск, 02 марта 2023 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2023. – С. 317–320.

103. Чернов, Р.В. Характеристика нового исходного материала для селекции шалфея испанского в условиях южной лесостепи Западной Сибири / Р.В. Чернов, Н.Г. Казыдуб // Вестник Омского ГАУ. – 2024. - №1 (53). – С. 59-67.

104. Чернов, Р.В. Шалфей испанский – химический состав зеленой массы и перспективы интродукции в условиях Западной Сибири / Р.В. Чернов, Н.Г. Казыдуб // Тезисы Всероссийской научно-практической конференции «Тропические и субтропические растения открытого и защищённого грунта», посвящённой 210-летию Никитского ботанического сада – Национального

научного центра РАН и 25-летию кактусовой оранжереи, Республика Крым, июнь 2022 года. – Ялта, 2022. – С. 179–180.

105. Чернов, Р.В. Экономическая эффективность возделывания шалфея испанского в условиях южной лесостепи Западной Сибири / Р.В. Чернов, Н.Г. Казыдуб, Е.В. Фалалеева // *Journal of Agriculture and Environment*. – 2024. – №3 (43). – URL: <https://jae.cifra.science/archive/3-43-2024-march/10.23649/JAE.2024.43.8> (дата обращения: 29.03.2024 г.).

106. Черных, И.В. Интродукция – один из способов сохранения биоразнообразия / И.В. Черных // Тез. докл. регион науч.-практ. конф. «Проблемы сохранения биоразнообразия на Южном Урале». – Уфа, 2004. – С. 146-147.

107. Черных, И.В. Систематический состав и анализ жизненных форм коллекции пряно-ароматических растений БирГПИ / И.В. Черных, Т.Г. Рябова // Матер. регион. науч.-практ. конф. «Современные направления изучения флоры и растительности». – Бирск, 2000. – С. 83–84.

108. Черных, И.В. Содержание дубильных веществ и эфирных масел в некоторых пряно-ароматических растениях / И.В. Черных, Г.Г. Козлова, Н. Климина, Е. Широкова // Матер. регион. науч.-практ. конф. «Современные направления изучения флоры и растительности». – Бирск, 2000. – С. 122–135.

109. Шевченко, В.А. Технология производства продукции растениеводство: учеб. пособие. – М.: Агроконсалт, 2002. – С.66–74.

110. Яковлев, Г.П. Лекарственное растительное сырье. Фармакогнозия / Г.П. Яковлев, К.Ф. Блинкова. – Санкт-Петербург: СпецЛит, 2004. – 765 с.

111. Adams, J.D. *Salvia columbariae* contains tanshinones / J.D. Adams, M. Wall, C. Garcia // *Evid. Based Complement Altern. Med.* – 2005. – №2. – P. 107–110.

112. Álvarez-Chávez, L.M. Chemical characterization of the lipid fraction of Mexican chia seed (*Salvia hispanica* L.) / L.M. Álvarez-Chávez, M.D.L.A. Valdivia-López, M.D.L. Aburto-Juárez, A. Tecante // *Int. J. Food Prop.* – 2008. – №11. – P. 687–697.

113. Alvites-Misajel, K. Organically vs. conventionally-grown dark and white chia seeds (*Salvia hispanica* L.): Fatty acid composition, antioxidant activity and techno-

functional properties / K. Alvites-Misajel, M. García-Gutiérrez, C. Miranda-Rodríguez, F. Ramos-Escudero // *Grasas Aceites*. – 2019. – 70 p.

114. Amato, M. Nutritional quality of seeds and leaf metabolites of Chia (*Salvia hispanica* L.) from Southern Italy / M. Amato, M.C. Caruso, F. Guzzo, F. Galgano, M. Commisso, R. Bochicchio, R. Labella, F. Favati. // *Eur. Food Res. Technol.* – 2015. – №241. – P. 615–625.

115. Angeles Valdivia–Lopez, M. Chia (*Salvia hispanica*). A Review of Native Mexican Seed and its Nutritional and Functional Properties. / M. Angeles Valdivia–Lopez, Alberto Tecante // *Advances in Food and Nutrition Research*. – Volume 75. – 2015. – P. 53–75.

116. Anzooman, M. Selection for rapid germination and emergence may improve wheat seedling establishment in the presence of soil surface crusts / M. Anzooman, J. Christopher, M. Mumford, Y. Dang, N. Menzies, K. Peter // *Plant Soil*. – 2018. – №426. – P. 227–239.

117. Ayerza, R. Antioxidants, protein, oil content and fatty acids profiles of chia seeds (*Salvia hispanica* L.) genotype Tzotzol growing in three tropical ecosystems of Bolivia, Ecuador and Paraguay / R. Ayerza // *Int. J. Agric. Environ. Food Sci.* – 2019. – №3. – P. 190–195.

118. Ayerza, R. Chia, redescubriendo un olvidado alimento de los Aaztecas. Del nuevo extremo / R. Ayerza, W. Coates. – Buenos Aires, Argentina, 2006. – 232 p.

119. Ayerza, R. Effects of Seed Color and Growing Locations on Fatty Acid Content and Composition of Two Chia (*Salvia hispanica* L.) Genotypes / R. Ayerza // *J. Am. Oil Chem. Soc.* – 2010. – №87. – P. 1161–1165.

120. Ayerza, R. Influence of environment on growing period and yield, protein, oil and α -linolenic content of three chia (*Salvia hispanica* L.) selections / R. Ayerza, W. Coates // *Ind. Crops Prod.* – 2009. – №30. – P. 321–324.

121. Ayerza, R. New industrial crops: Northwestern Argentina Regional Project / R. Ayerza, W. Coates // *Progress in New Crops*. – Alexandria, Egypt, 1996. – P. 46–51.

122. Ayerza, R. Omega-3 enriched eggs: The influence of dietary α -linolenic fatty acid source on egg production and composition / R. Ayerza, W. Coates // *Can. J. Anim. Sci.* – 2001. – №81. – P. 355–362.
123. Ayerza, R. Protein content, oil content and fatty acid profiles as potential criteria to determine the origin of commercially grown chia (*Salvia hispanica* L.) / R. Ayerza, W. Coates // *Ind. Crops Prod.* – 2011. – №34. – P. 1366–1371.
124. Ayerza, R. Seed yield, oil content and fatty acid composition of three botanical sources of omega-3 fatty acid planted in the Yungas ecosystem of tropical Argentina / R. Ayerza, W. Coates // *Trop. Sci.* – 2007. – №47. – P. 183–187.
125. Ayerza, R. Some quality components of four chia (*Salvia hispanica* L.) genotypes grown under tropical coastal desert ecosystem conditions / R. Ayerza, W. Coates // *Asian J. Plant Sci.* – 2009. – №8. – P. 301–307.
126. Ayerza, R. The seed's protein and oil content, fatty acid composition, and growing cycle length of a single genotype of chia (*Salvia hispanica* L.) as affected by environmental factors / R. Ayerza // *J. Oleo Sci.* – 2009. – №58. – P. 347–354.
127. Ayerza, R. Composition of chia (*Salvia hispanica*) grown in six tropical and subtropical ecosystems of South America / R. Ayerza, W. Coates // *Trop. Sci.* – 2004. – №44. – P. 131–135.
128. Baginsky, C. Growth and yield of chia (*Salvia hispanica* L.) in the Mediterranean and desert climates of Chile / C. Baginsky, J. Arenas, H. Escobar, M. Garrido, N. Valero, D. Tello, L. Pizarro, A. Valenzuela, L. Morale, H. Silva // *Chil. J. Agric. Res.* – 2016. – №76. – P. 255–264.
129. B'arcenas, M.E. Influence of different hydrocolloids on major wheat dough components (gluten and starch) / M.E. B'arcenas, Jessica De la O-Keller, C.M. Rosell // *Journal of Food Engineering.* – 2009. – №94 (3–4). – P. 241–247.
130. Bellaloui, N. Soybean seed composition as affected by seeding rates and row spacing / N. Bellaloui, A. Mengistu, E.R. Walker, L.D. Young // *Crop Sci.* – 2014. – №54. – P. 1782–1795.

131. Bertero, H.D. Modelling photoperiod and temperature responses of flowering in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) / H.D. Bertero, R.W. King, A.J. Hall // *Field Crop. Res.* – 1999. – №63. – P. 19–34.
132. Bilalis, D. Chia (*Salvia Hispanica*) Fodder Yield and Quality as Affected by Sowing Rates and Organic Fertilization / D. Bilalis, I. Tabaxi, G. Zervas, E. Tsiplakou, I.S. Travlos, I. Kakabouki, S. Tsioros, // *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* – 2016. – P. 47.
133. Bochicchio, R. Effect of sowing density and nitrogen top-dress fertilisation on growth and yield of chia (*Salvia hispanica* L.) in a mediterranean environment: First results / R. Bochicchio, R. Rossi, R. Labella, G. Bitella, M. Perniola, M. Amato // *Ital. J. Agron.* – 2015. – №10. – P. 163–166.
134. Borneo, R. Chia (*Salvia hispanica* L.) gel can be used as egg or oil replacer in cake formulations. / R. Borneo, A. Aguirre, A.E. Le'on // *Journal of the American Dietetic Association.* – 2010. – №110 (6). –P. 946–949.
135. Brütsch, L. Chia seed mucilage – A vegan thickener: Isolation, tailoring viscoelasticity and rehydration / L. Brütsch, F.J. Stringer, S. Kuster, E.J. Windhab, P. Fischer // *Food Funct.* – 2019. – №10. – P. 4854–4860.
136. Busilacchi, H. Evaluación de *Salvia hispanica* L. cultivada em el Sur de Santa Fe (Republica Argentina) / H. Busilacchi, M. Quiroga, M. Bueno, O. Di Sapio, V. Flores, C. Severin // *Cultiv. Trop.* – 2013. – №34. – P. 55–59.
137. Capitani, M.I. Microstructure, chemical composition and mucilage exudation of chia (*Salvia hispanica* L.) nutlets from Argentina / M.I. Capitani, V.Y. Ixtaina, S.M. Nolasco, M.C. Tomás // *J. Sci. Food Agric.* – 2013. – №93. – P. 3856–3862.
138. Capitani, M.I. Physicochemical and functional characterization of by-products from chia (*Salvia hispanica* L.) seeds of Argentina / M.I. Capitani, V. Spotorno, S.M. Nolasco, M.C. Tomás // *LWT Food Sci. Technol.* – 2012. – №45. P. 94–102.
139. Chan, T.Y.K. Interaction between warfarin and danshen (*Salvia miltiorrhiza*) / T.Y.K. Chan // *Ann. Pharmacother.* – 2001. – №35. – P. 501–504.
140. Chemical and Functional Properties of Chia Seed (*Salvia hispanica* L.) / M.R. Segura-Campos [et al.] // *International Journal of Food Science.* – 2014. – 5 p.

141. Ciftci, O.N. Lipid components of flax, perilla, and chia seeds / O.N. Ciftci, R. Przybylski, M. Rudzińska / *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* // 2012. – №114. – P. 794–800.
142. Coates, W. Commercial production of chia in Northwestern Argentina / W. Coates, R. Ayerza // *J. Am. Oil Chem. Soc.* – 1998. – №75. – P. 1417–1420.
143. Coates, W. Production potential of chia in northwestern Argentina / W. Coates, R. Ayerza // *Ind. Crops Prod.* – 1996. – №5. – P. 229–233.
144. Coelho, M.S. Effects of substituting chia (*Salvia hispanica* L.) flour or seeds for wheat flour on the quality of the bread / M.S. Coelho, M.d.l.M. Salas-Mellado // *LWT - Food Science and Technology.* – 2015. – 60 (2). – P. 729–736.
145. Costantini, L. Effects of Chia seed supplementation on biochemical markers of cardiometabolic diseases in spontaneously hypertensive rats / L. Costantini, R. Molinari, N. Merendino // *Acta Aliment.* – 2019. – №48. – P. 538–545.
146. da Silva Marineli, R. Chemical characterization and antioxidant potential of Chilean chia seeds and oil (*Salvia hispanica* L.) / R. da Silva Marineli, É.A. Moraes, S.A. Lenquiste, A.T. Godoy, M.N. Eberlin, M.R. Maróstica // *LWT-Food Sci. Technol.* – 2014. – №59. – P. 1304–1310.
147. de Falco, B. Metabolomic analysis of *Salvia hispanica* seeds using NMR spectroscopy and multivariate data analysis / B. de Falco, G. Incerti, R. Bochicchio, T.D. Phillips, M. Amato, V. Lanzotti // *Ind. Crops Prod.* – 2017. – №99. – P. 86–96.
148. Ding, Y. Nutritional composition in the chia seed and its processing properties on structured ham-like products / Y. Ding [et al.]. // *Journal of food and drug analysis.* – 2018. – № 26. – P. 124–134.
149. Diwakar, G. Inhibitory effect of a novel combination of *Salvia hispanica* (chia) seed and *Punica granatum* (pomegranate) fruit extracts on melanin production / G. Diwakar // *Fitoterapia.* – 2014. – № 9. – P. 71–164.
150. El-Satar, M.A.A. Response of seed yield and fatty acid compositions for some sunflower genotypes to plant spacing and nitrogen fertilization / M.A.A. El-Satar, A.A. Ahmed, T.H.A. Hassan // *Inf. Process. Agric.* – 2017. – №4. – P. 241–252.

151. European Commission Regulation (EC) No 152 / III H procedure B laying down the methods of sampling and analysis for the official control of feed // Off. J. Eur. Union. – 2009. – №54. – P. 1–130.

152. European Commission. Commission implementing decision authorizing the placing on the market of chia oil (*Salvia hispanica*) as a novel food ingredient under Regulation (EC) No 258/97 of the European Parliament and of the Council // Off. J. Eur. Union. – 2014. – №353. – P. 15–16.

153. Fernández-Ferrína, P. The valuation and purchase of food products that combine local, regional and traditional features: The influence of consumer ethnocentrism. / P. Fernández-Ferrína, A. Calvo-Turrientes, B. Bande, M. Artaraz-Miñóna, M.M. Galán-Ladero // Food Qual. Prefer. – 2018. – №64. – P. 138–147.

154. Gebremeskal, Y.H., Nadtochii, L.A., Kazydub, N.G., Chernov, R.V., Lu W. Total phenolic content and antioxidant activity of spanish sage (*Salvia Hispanica* L.). Introduced in the Russian Federation // Polzunovskiy vestnik. – 2023. – №4. – P. 110–117.

155. Geneve, R. Seed germination and mucilage production in chia (*Salvia hispanica*) / R. Geneve, D. Hildebrand, T. Phillips, J. Kirk, M. Al-Amery // Acta Hort. – 2019. – №1249. – P. 153–156.

156. Goergen, P.C.H. Yield and Physical and Physiological Quality of *Salvia hispanica* L. Seeds Grown at Different Sowing Dates. / P.C.H. Goergen, U.R. Nunes, R. Stefanello, I. Lago, A.R. Nunes, A. Durigon // J. Agric. Sci. – 2018. – №10. – 182 p.

157. Graeff-Hönninger, S. The Demand for Superfoods: Consumers' Desire, Production Viability and Bio-intelligent Transition / S. Graeff-Hönninger, F. Khajehei // In Food Tech Transitions: Reconnecting Agri-Food, Technology and Society. – Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2019. – 186 p.

158. Grancieri, M. Chia Seed (*Salvia hispanica* L.) as a Source of Proteins and Bioactive Peptides with Health Benefits: A Review / M. Grancieri, H.S.D. Martino, E. Gonzalez de Mejia // Compr. Rev. Food Sci. Food Saf. – 2019. – №18. – P. 480–499.

159. Grimes, S. Chia⁴: Is a new tetraploid chia (*Salvia hispanica* L.) genotype able to revolutionize European agriculture? / S. Grimes, T. Phillips, W. Claupein, S.

Graeff-Hönninger // *The Food System Approach: New Challenges for Education, Research and Industry* ; ISEKI Food Association: Stuttgart, Germany. – 2018. – 79 p.

160. Grimes, S.J. Yield Performance and Quality Parameters of Three Early Flowering Chia (*Salvia Hispanica* L.) Genotypes Cultivated in Southwestern Germany / S.J. Grimes, V. Hahn, F. Graeff-Hönninger // *Agriculture*. – 2018. – №8. – 163 p.

161. Grimes, S.J. Growth, Yield Performance and Quality Parameters of Three Early Flowering Chia Genotypes Cultivated / S.J. Grimes, T.D. Phillips, V. Hahn, F. Capezzone, S. Graeff-Hönninger // *Agriculture*. – 2018. – №8. – 154 p.

162. Grimes, S.J. Impact of Row Spacing, Sowing Density and Nitrogen Fertilization on Yield and Quality Traits of chia (*Salvia Hispanica* L.) Cultivated in southwestern Germany / S.J. Grimes, T.D. Phillips, F. Capezzone, S. Graeff-Hönninger // *Agronomy*. – 2019. – №9. – 136 p.

163. Hashemi, A.; Estilai, A. Seed germination response of Golden Chia (*Salvia columbariae* Benth.) to low temperature and gibberellin / A. Hashemi, A. Estilai // *Ind. Crops Prod.* – 1994. – №2. – P. 107–109.

164. Herman, S. Effect of water availability on growth, water use efficiency and omega 3 (ALA) content in two phenotypes of chia (*Salvia hispanica* L.) established in the arid Mediterranean zone of Chile / S. Herman, G. Marco, B. Cecilia, V. Alfonso, M. Luis, V. Cristián, P. Sebastián, A. Sebastián // *Agric. Water Manag.* – 2016. – №173. – P. 67–75.

165. Hernandez, M. Mucilage from chia seeds (*Salvia hispanica*): microstructure, physico-chemical characterization and applications in food industry / M. Hernandez // *Pontificia Universidad Catolica De Chile: Escuela De Ingenieria Santiago de Chile*. – 2012. – 120 p.

166. Iglesias-Puig, E. Evaluation of dough and bread performance incorporating chia (*Salvia hispanica* L.) / E. Iglesias-Puig, M. Haros // *European Food Research and Technology*. – 2013. – № 237. – P. 865–874.

167. Ixtaina, V.Y. Characterization of chia seed oils obtained by pressing and solvent extraction / V.Y. Ixtaina, M.L. Martínez, V. Spotorno, C.M. Mateo, D.M. Maestri,

B.W.K. Diehl, S.M. Nolasco, M.C. Tomás // *J. Food Compos. Anal.* – 2011. – №24. – P. 166–174.

168. Ixtaina, V.Y. Physical properties of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds / V.Y. Ixtaina, S.M. Nolasco, M.C. Tomás // *Ind. Crops Prod.* – 2008. – №28. – P. 286–293.

169. Jamboonsri, W. Extending the range of an ancient crop, *Salvia hispanica* L. – A new $\omega 3$ source. / W/ Jamboonsri; T.D. Phillips; R.L. Geneve, J.P. Cahill, D.F. Hildebrand. // *Genet. Resour. Crop Evol.* – 2012. – №59. – P. 171–178.

170. Joseph, P.C. Genetic diversity among varieties of Chia (*Salvia hispanica* L.) / P.C. Joseph // *Genet. Resour. Crop Evol.* – 2004. – №51. – P. 773–781.

171. Karkanis, A.C. Efficacy and selectivity of pre- and post-emergence herbicides in chia (*Salvia hispanica* L.) under mediterranean semi-arid conditions / A.C. Karkanis, C.K. Kontopoulou, C. Lykas, I. Kakabouki, S.A. Petropoulos, D. Bilalis // *Not. Bot. Horti Agrobot. – Cluj-Napoca*, 2018. – № 46. – P. 183–189.

172. Kaur, S. Chia (*Salvia hispanica* L.) – A rediscovered ancient grain, from Aztecs to food laboratories / S. Kaur, K. Bains // *Nutr. Food Sci.* – 2019. – №50. – P. 463–479.

173. Kazydub, N.G. Possibilities for the Introduction and Breeding of Chia (*Salvia Hispanica* L.) in the Southern Forest-Steppe of Western Siberia / N.G. Kazydub, A.V. Pinkal, R.V. Chernov, L.A. Nadtochii // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture.* – 2022. – vol. 14 (4). – P. 354–369.

174. Kazydub, N. Chemical composition of seeds and green beans of common bean varieties, breded in Omsk state agrarian university under conditions of southern forest-steppe zone of Western Siberia / N. Kazydub, T. Marakayeva, S. Kuzmina, M. Korobeinikova, O. Kotsyubinskaya, A. Pinkal // *Agronomy Research.* – 2017. – T. 15, №5. – P. 1918-1927.

175. Kotzamanidis, S.T. Short communication. Plant density effect on the individual plant to plant yield variability expressed as coefficient of variation in barley / S.T. Kotzamanidis, A.S. Lithourgidis, D.G. Roupakias // *Span. J. Agric. Res.* – 2009. – №7. – 607 p.

176. Kulczyński, B. The chemical composition and nutritional value of chia seeds – Current state of knowledge / B. Kulczyński, J. Kobus-Cisowska, M. Taczanowski, D. Kmiecik, A. Gramza-Michałowska // *Nutrients*. – 2019. – №11. – 1242 p.
177. Luna-Pizarro, P. Functional bread with n-3 alpha linolenic acid from whole chia (*Salvia hispanica* L.) flour / P. Luna-Pizarro [et al.] // *Journal of Food Science and Technology*. – 2015. – № 52 (7). – P. 4475–4482.
178. Marcinek, K. Chia Seeds (*Salvia Hispanica*): Health Promoting Properties and Therapeutic Applications – A Review / K. Marcinek, Z. Krejpcio // *Rocz Panstw Zakl Hig.* – 2017. – №68. – P. 123–129.
179. Mary, J. Effect of Different Spacings and Fertilizer Levels on Growth Parameters and Yield of Chia (*Salvia hispanica* L.) / J. Mary, H.K. Veeranna, G.K. Girijesh, B.C. Dhananjaya, S. Gangaprasad // *Int. J. Pure Appl. Biosci.* – 2018. – №6. – P. 259–263.
180. Massawe, F. Crop Diversity: An Unexploited Treasure Trove for Food Security / F. Massawe, S. Mayes, A. Cheng // *Trends Plant Sci.* – 2016. – №21. – P. 365–368.
181. Mathan, J. Enhancing crop yield by optimizing plant developmental features / J. Mathan, J. Bhattacharya, A. Ranjan // *Development*. – 2016. – №143. – P. 3283–3294.
182. Matthäus, B. The lipid fraction of seeds from *Salvia columbariae* grown in Arizona / B. Matthäus, M.M. Özcan // *Qual. Assur. Saf. Crop. Foods*. – 2016. – №8. – P. 73–79.
183. Metcalfe, L.D. Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic Analysis / L.D. Metcalfe, A.A. Schmitz, J.R. Pelka // *Anal. Chem.* – 1966. – №38. – P. 514–515.
184. Meyerding, S.G.H. Consumer preferences for superfood ingredients-the case of bread in Germany / S.G.H. Meyerding, A. Kürzdörfer, B. Gassler // *Sustainability*. – 2018. – №10. – 4667 p.

185. Mohd Ali, N. The promising future of chia, *Salvia hispanica* L. / N. Mohd Ali, S.K. Yeap, W.Y. Ho, B.K. Beh, S.W. Tan, S.G. Tan // *J. Biomed. Biotechnol.* – 2012. – P. 1–9.
186. Moreira, R. Water Adsorption Isotherms of Chia (*Salvia hispanica* L.) Seeds / R. Moreira, F. Chenlo, D. M. Prieto, M. D. Torres // *Food and Bioprocess Technology.* – 2010. – №5 (3). – P. 1077–1082.
187. Muñoz, L.A. Chia Seed (*Salvia hispanica*): An Ancient Grain and a New Functional Food. / L.A. Muñoz, A. Cobos, O. Diaz, J.M. Aguilera // *Food Rev. Int.* – 2013. – №29. – P. 394–408.
188. Muñoz, L.A. Chia seeds: Microstructure, mucilage extraction and hydration / L.A. Muñoz, A. Cobos, O. Diaz, J.M. Aguilera // *J. Food Eng.* – 2012. – №108. – P. 216–224.
189. Nitrayová, S. Amino acids and fatty acids profile of chia (*Salvia hispanica* L.) and flax (*Linum usitatissimum* L.) seed / S. Nitrayová, M. Brestenský, J. Heger, P. Patráš, J. Rafay, A. Sirotkin // *Potravinarstvo.* – 2014. – №8. – P. 72–76.
190. Other varieties // Panam semences: [сайт]. – 2019. – URL: <https://www.panam.fr/other-plant-innovations/?lang=en> (дата обращения: 16.06.2023).
191. Norlaily, M.A. The promising future of chia, *Salvia hispanica* L. / M.A. Norlaily [et al.] // *Journal of Biomedicine and Biotechnology.* – 2012. – P. 3–9.
192. Ouzounidou, G. Effects of soil pH and arbuscular mycorrhiza (AM) inoculation on growth and chemical composition of chia (*Salvia hispanica* L.) leaves / G. Ouzounidou, V. Skiada, K.K. Papadopoulou, N. Stamatis, V. Kavvadias, E. Eleftheriadis, F. Gaiti. – *Braz. J. Bot.* – 2015. – №38. – P. 487–495.
193. Peiretti, P.G. Fatty acid and nutritive quality of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds and plant during growth / P.G. Peiretti, F. Gai // *Anim. Feed Sci. Technol.* – 2009. – №148. – P. 267–275.
194. Piccinin, G.G. Efficiency of seed inoculation with *Azospirillum brasilense* on agronomic characteristics and yield of wheat / G.G. Piccinin, A.L. Braccini, L.G.M. Dan, C.A. Scapim, T.T. Ricci, G.L. Bazo // *Ind. Crops Prod.* – 2013. – №43. – P. 393–397.

195. Rahnama, A. Determination of Optimum Row-Spacing and Plant Density for Uni-branched Sesame in Khuzestan Province / A. Rahnama, A. Bakhshandeh // J. Agric. Sci. Technol. – 2006. – №8. – P. 25–33.
196. Rendo-Villalobos, R. Formulation, physicochemical, nutritional and sensorial evaluation of corn tortillas supplemented with chia seed (*Salvia hispanica* L.) / R. Rendo-Villalobos [et al.] // Czech Journal of Food Sciences. – 2012. – № 30 (2). – P. 118–125.
197. Riernersman, C.N. Whole Chia Flour as Yield Enhancer, Potential Antioxidant and Input of n-3 Fatty Acid in a Meat Product / C.N. Riernersman [et al.] // Food and Nutrition Sciences. – 2016. – № 7. – P. 855–865.
198. Ryding, O. Myxocarpy in the Nepetoideae (Lamiaceae) with Notes on Myxodiaspory in General / O. Ryding // Syst. Geogr. Plants. – 2001. – №71. – P. 503–514.
199. Sandoval-Oliveros, M. R. Isolation and Characterization of Proteins from Chia Seeds (*Salvia hispanica* L.) / M. R. Sandoval-Oliveros, Paredes-L'opez, O. // Journal of agricultural and food chemistry. – 2023. – №61 (1). – P. 193–201.
200. Serson, W. Development of Whole and Ground Seed Near-Infrared Spectroscopy Calibrations for Oil, Protein, Moisture, and Fatty Acids in *Salvia hispanica* / W. Serson, P. Armstrong, E. Maghirang, A. AL-Bakri, T. Phillips, M. AL-Amery, K. Su, D. Hildebrand // JAOCS J. Am. Oil Chem. Soc. – 2020. – №97. – P. 3–13.
201. Silva, C. Chia (*Salvia hispanica* L.) oil extraction using different organic solvents: Oil yield, fatty acids profile and technological analysis of defatted meal / C. Silva, V.A.S. Garcia, C.M. Zanette // Int. Food Res. J. – 2016. – №23. – P. 998–1004.
202. Silveira Coelho, M. Chemical Characterization of CHIA (*Salvia hispanica* L.) for Use in Food Products / M. Silveira Coelho, M. de las Mercedes Salas-Mellado // J. Food Nutr. Res. – 2014. – №2. – P. 263–269.
203. Simopoulos, A.P. An increase in the Omega-6/Omega-3 fatty acid ratio increases the risk for obesity / A.P. Simopoulos // Nutrients. – 2016. – №8. – 128 p.

204. Simopoulos, A.P. The Importance of the Omega-6/Omega-3 Fatty Acid Ratio in Cardiovascular Disease and Other Chronic Diseases / A.P. Simopoulos // *Exp. Biol. Med.* – 2008. – №233. – P. 674–688.
205. Sorondo, A. Chia (*Salvia Hispanica L.*) Variety Sahi Alba 914. / A. Sorondo, // U.S. Patent 9,686,926. 27. – June 2017. – 15 p.
206. Sosa, A. Chia Crop (*Salvia hispanica l.*): its History and Importance as a Source of Polyunsaturated Fatty Acids Omega-3 Around the World / A. Sosa // Pontificia Universidad Catolica De Chile : Escuela De Ingenieria Santiago de Chile. – 2016. – P. 72–77.
207. Sosa-Baldivia, A. Inadequate Nitrogen Fertilization: Main Cause of the Low Seed Yield on the Chia Crop (*Salvia Hispanica L.*) / A. Sosa-Baldivia, G. Ruiz Ibarra // *Biomed. J. Sci. Tech. Res.* – 2018. – №2. – P. 2–4.
208. Souza, R.S. Initial growth of chia (*Salvia hispanica L.*) submitted to nitrogen, phosphorus and potassium fertilization / R.S. Souza, L.H.G. Chaves // *Aust. J. Crop Sci.* – 2017. – №11. – P. 610–615.
209. Steduto, P. Crop Yield Response to Water / P. Steduto, T.C. Hsiao, E. Fereres, D. Raes // FAO: Rome, Italy, 2012. – P. 243–254.
210. Švec, M. Pasting characteristics of wheat-chia blends / M. Švec, I. Hrušková, I. Jurinova // *Journal of Food Engineering.* – 2016. – №172. – P. 25–30.
211. Tavares, L.S. Cold extraction method of chia seed mucilage (*Salvia hispanica L.*): Effect on yield and rheological behavior / L.S. Tavares, L.A. Junqueira, Í.C. de Oliveira Guimarães, J.V. de Resende // *J. Food Sci. Technol.* – 2018. – №55. – P. 457–466.
212. Thiago, F.d.F. Development and production of chia (*Salvia hispanica L.*) in different space arrangements / F.d.F. Thiago, B.R. Bruna, L.M. Alexandre, B.B. Dyogo, C.-R. Sidiane, D.F.D. Omari, P.d.F. Guilherme, F.C.M.-M. Heloisa // *Afr. J. Agric. Res.* – 2016. – №11. – P. 4384–4388.
213. Thurnhofer, S. A gas chromatography/electron ionization-mass spectrometry-selected ion monitoring method for determining the fatty acid pattern in

food after formation of fatty acid methyl esters / S. Thurnhofer, W. Vetter // *J. Agric. Food Chem.* – 2005. – №53. – P. 8896–8903.

214. Ullah, R. Nutritional and therapeutic perspectives of Chia (*Salvia hispanica* L.): A review / R. Ullah, M. Nadeem, A. Khalique, M. Imran, S. Mehmood, A. Javid, J. Hussain // *J. Food Sci. Technol.* – 2016. – №53. – P. 1750–1758.

215. Us-Medina, U. Development and characterization of spray-dried chia oil microcapsules using by-products from chia as wall material / U. Us-Medina, L.M. Julio, M.R. Segura-Campos, V.Y. Ixtaina, M.C. Tomás // *Powder Technol.* – 2018. №334. – P. 1–8.

216. Velasco, L. Breeding Oilseed Crops for Improved Oil Quality / L. Velasco, J.M. Fernández-martínez // *J. Crop Prod.* – 2002. – №5. – P. 309–344.

217. Wang, N. Effects of variety and crude protein content on nutrients and anti-nutrients in lentils (*Lens culinaris*) / N. Wang, J.K. Daun // *Food Chem.* – 2006. – №95. – P. 493–502.

218. Wojahn, R.E. Agronomic feasibility of growing chia in northwestern rio grande do sul. / R.E. Wojahn, R.P. Bortolotto, J.F. Zamberlan, J. Koefender, J.L. Tragnago, J.N. Camera, M.P.B. Pasini, R.F.S. Salazar, F. Damiani // *Holos.* – 2018. – №3. – P. 112–122.

219. Yeboah, S. Influence of Planting Methods and Density on Performance of Chia (*Salvia hispanica*) and its Suitability as an Oilseed Plant / S. Yeboah, E. Owusu Danquah, J.N.L. Lamptey, M.B. Mochiah, S. Lamptey, P. Oteng-Darko, I. Adama, Z. Appiah-Kubi, K. Agyeman // *Agric. Sci.* – 2014. – №2. – P. 14–26.

220. Zavalía, R.L. Desarrollo del cultivo de chía en Tucumán / R.L. Zavalía, M.G. Alcocer, F.J. Fuentes, A.W. Rodríguez, M. Morandini, M.R. Devani // *EEAOC Av. Agroind: Republica Argentina.* 2010. – №32. – P. 27–30.

221. Zhang, Y. Effects of plant density on grain yield, protein size distribution, and breadmaking quality of winter wheat grown under two nitrogen fertilisation rates / Y. Zhang, X. Dai, D. Jia, H. Li, Y. Wang, C. Li, H. Xu, M. He // *Eur. J. Agron.* – 2016. – №73. – P. 1–10.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Примечание к шкале для оценки интродукционной устойчивости
травянистых растений (Трулевич, 1991)

1. Интенсивность плодоношения. Баллом 1 оцениваются виды, у которых плодоношение отсутствует, даже если растение ежегодно проходит фазу цветения. Баллом 2 – виды, слабо ежегодно или нерегулярно плодоносящие. Баллом 3 оцениваются виды ежегодно обильно плодоносящие. Оценка по этому показателю проводится на основании фенологических наблюдений.

2. Семенное и вегетативное самовозобновление. По 1 баллу получают виды, не образующие в культуре самосева и вегетативно неподвижные, численность их особей в питомнике со временем уменьшается. По 2 баллу имеют растения с редким нерегулярным самосевом и слабо выраженным вегетативным возобновлением, численность особей в питомнике остается без изменений. 3 баллами оцениваются растения, образующие ежегодно обильный устойчивый самосев; численность особей в питомнике при этом возрастает.

3. Размеры надземной части растения или мощность растения. Виды растений, не достигающие в культуре присущих им в природе размеров и слабо цветущие, оцениваются баллом 1. Виды, мощность которых и обилие цветения не отличаются от природных, получают 2 балла. Растения, размеры которых в культуре превосходят обычные в природе размеры и более обильно цветущие оцениваются баллом 3.

4. Устойчивость к болезням и вредителям. Неустойчивые, сильно повреждаемые виды оцениваются 1 баллом, 2 баллами – изредка повреждаемые виды и 3 баллами – виды устойчивые к болезням и вредителям.

5. Длительность выращивания в культуре. Возраст культивируемого образца при этом может быть представлен абсолютным возрастом входящих в него особей или складываться из сменяющих друг друга поколений. По длительности существования виды, быстро выпадающие и живущие в коллекции менее 5 лет оцениваются 1 баллом; виды, выращиваемые в коллекции от 6 до 19 лет – 2

баллами; виды, выращиваемые 20 и более лет, активно самовозобновляющиеся, интродукционная популяция которых складывается из сменяющих друг друга популяций оценивается 3 баллами.

Примерная карточка оценки декоративной ценности сортов (Былов, 1971)

Название признака	Оценка признака по пятибалльной системе	Переводной коэффициент в зависимости от значимости признака	Оценка признака по стобалльной системе
Для срезочных сортов			
1 Окраска соцветия			
2 Устойчивость соцветий к неблагоприятным метеорологическим условиям			
3 Махровость			
4 Цветонос (длина и прочность)			
5 Размер и форма соцветия			
6 Обилие цветения			
7 Оригинальность			
8 Состояние растений (выравненность сорта)			
Итого:			
Для сортов, используемых для декоративного оформления			
1 Окраска соцветия			
2 Устойчивость соцветий к неблагоприятным метеорологическим условиям			
3 Форма соцветия			
4 Махровость			
5 Цветонос (длина и прочность)			
6 Обилие цветения			
7 Куст (форма, декоративность)			
8 Оригинальность			
9 Состояние растений (выравненность сорта)			
Итого:			

Примечание к таблице при оценке декоративной ценности (Былов В.Н., 1971)

Окраска соцветия – высшая оценка дается за чистую, яркую или нежную окраску язычковых цветков, создающих основной фон соцветия, низшая – за тусклую, грязную окраску этих цветков (в приложение);

Махровость – высшая оценка за густомахровые соцветия соответствующего строения, низшая – за слабую махровость соцветия по сравнению с имеющимися сортами этой группы;

Цветонос – высшая оценка для сортов декоративного оформления за прямостоячий очень прочный цветонос, для срезочных сортов – за длинный (не менее 30 см) и прочный; низшая оценка – за сорта со слабыми, поникающими цветоносами;

Размер и форма соцветия – высшая оценка за размер соцветия и форму, несколько большую, нежели средний размер соцветия соответствующей группы; низший балл получает сорт, имеющий диаметр соцветия меньше среднего диаметра соответствующей группы;

Обилие цветения – высшую оценку дают сорту, когда одновременно цветут побеги 1-2-го и третьего порядков, низший балл получает сорт, у которого к моменту массового цветения цветут лишь побеги первого порядка, а на побегах 2-3-го порядка соцветия еще не распустились;

Куст (форма, декоративность) – высший балл сорт получает в том случае, когда куст имеет красивую колоновидную или канделябровидную форму, не разваливается, хорошо облиствен;

Устойчивость соцветий к неблагоприятным метеорологическим условиям – высший балл сорт получает, если после влияния неблагоприятных факторов соцветие сохраняет свою первоначальную форму и окраску; низший балл получает сорт, у которого куст разваливается, соцветия теряют свою первоначальную окраску и форму;

Оригинальность – высшую оценку сорт получает за совершенно новую окраску и форму соцветия, низшую – если соцветие имеет окраску и форму, свойственную сортам этой группы;

Состояние растений – высший балл, когда все растения имеют здоровый вид, полностью отсутствуют выпадения в опыте; низший – если выпадения составляют 10% (глазомерно) и растения имеют несколько угнетенный вид.

Наиболее высокий балл (5) по шкале декоративности получают растения обильноцветущие, несущие крупные и яркие цветки, с длинным (крупным), компактным соцветием, плотным типом куста и длительным периодом цветения. Высокий балл (4) заслуживают виды с хорошим цветением, но цветки мелкие или среднего размера, бледноокрашенные или насыщенного цвета, с длинным прерывистым соцветием, плотным типом куста и продолжительным периодом цветения. Средний балл (3) характерен для видов с умеренным типом цветения, мелкими, бледноокрашенными цветками, прерывистым соцветием, несущим мутовки с листочками, рыхлым типом куста и средним периодом цветения. Оценочный балл (2) является низким и характеризует виды с редким цветением, мелкими, белыми или бледноокрашенными цветками, с коротким или длинным прерывистым соцветием, несущим мутовки с листочками, рыхлым типом куста и коротким периодом цветения. Балл 1 – самый низкий и оценивает растения с очень редким типом цветения, мелкими, белыми или бледноокрашенными цветками, с коротким прерывистым соцветием, несущим мутовки с листочками, рыхлым типом куста и коротким периодом цветения.

Лабораторная всхожесть семян коллекционных образцов
шалфея испанского, %

№	Образец	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее
1	3/18 (стандарт)	97	95	96	90	87,0
2	1/18	99	98	87	82	91,5
3	2/18	60	66	34	30	47,5
4	4/18	100	95	90	77	90,5
5	5/18	97	96	94	90	94,3
6	6/19	92	95	91	90	92,0
7	7/19	95	77	42	38	63,0
8	8/20	-	89	92	88	89,7
НСР ₀₅		9,1	8,9	7,8	7,3	8,2

Сохранность растений коллекционных образцов шалфея испанского, %

№	Образец	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	среднее
1	3/18 (стандарт)	92	96	90	93	92,8
2	1/18	93	93	92	95	93,3
3	2/18	89	85	91	84	87,3
4	4/18	91	92	92	95	92,5
5	5/18	95	93	95	90	93,3
6	6/19	93	88	86	90	89,3
7	7/19	94	90	92	87	90,8
8	8/20	-	91	90	93	91,3
НСР ₀₅		9,2	9,1	9,1	9,0	9,1

Даты наступления основных фенологических фаз и продолжительность вегетационного периода образцов шалфея испанского при семенном посеве и переселении в зимнюю теплицу УНПД «Садоводство», 2019-2022 гг.

№	Образец	Полные всходы	Начало образования боковых побегов	Массовое цветение	Массовое созревание семян	Вегетацион-ный период, сутки
<i>2019 г.</i>						
1	3/18 (стандарт)	27.05	28.06	19.09	06.11	163
2	1/18	27.05	02.07	30.09	13.11	170
3	2/18	27.05	30.06	-	-	-
4	4/18	27.05	30.06	-	-	-
5	5/18	27.05	03.07	26.09	09.11	165
6	6/19	27.05	30.06	-	-	-
7	7/19	27.05	29.06	-	-	-
8	8/20	-	-	-	-	-
<i>2020 г.</i>						
1	3/18 (стандарт)	28.05	23.06	10.09	20.10	146
2	1/18	28.05	27.06	19.09	27.10	151
3	2/18	28.05	30.06	-	-	-
4	4/18	28.05	30.06	-	-	-
5	5/18	28.05	22.06	15.09	23.10	149
6	6/19	28.05	30.06	-	-	-
7	7/19	28.05	29.06	-	-	-
8	8/20	28.05	29.06	-	-	-
<i>2021 г.</i>						
1	3/18 (стандарт)	20.05	21.06	07.09	19.10	153
2	1/18	20.05	26.06	16.09	25.10	159
3	2/18	20.05	27.06	-	-	-
4	4/18	20.05	29.06	-	-	-
5	5/18	20.05	24.06	14.09	21.10	155
6	6/19	20.05	27.06	-	-	-
7	7/19	20.05	28.06	-	-	-
8	8/20	20.05	27.06	-	-	-
<i>2022 г.</i>						
1	3/18 (стандарт)	16.05	17.06	04.09	13.10	151
2	1/18	16.05	22.06	13.09	20.10	158
3	2/18	16.05	20.06	-	-	-
4	4/18	16.05	20.06	-	-	-
5	5/18	16.05	19.06	11.09	16.10	154
6	6/19	16.05	20.06	-	-	-
7	7/19	16.05	19.06	-	-	-
8	8/20	16.05	18.06	-	-	-

Содержание сахарозы в проростках семян
коллекционных образцов шалфея испанского, %

№	Образец	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее
1	3/18 (стандарт)	18,3	18,7	17,9	18,5	18,4
2	1/18	20,4	20,2	19,3	19,1	19,8
3	2/18	15,9	15,8	15,4	15,1	15,6
4	4/18	19,6	19,6	19,1	18,9	19,3
5	5/18	16,7	16,9	16,5	16,2	16,6
6	6/19	17,1	16,8	17,3	16,9	17,0
7	7/19	16,9	17,1	17,1	17,0	17,0
8	8/20	-	15,9	16,3	16,2	16,1
НСР ₀₅		1,8	1,8	1,7	1,7	1,7

Даты наступления основных фенологических фаз и продолжительность вегетационного периода выделенных образцов шалфея испанского при семенном посеве, 2020-2022 гг.

Образец	Полные всходы	Начало образования боковых побегов	Массовое цветение	Массовое созревание семян	Вегетационный период, сутки
<i>2020 г.</i>					
3/18 (стандарт)	28.05	23.06	10.09	20.10	146
01/18	28.05	20.06	27.07	03.09	130
0/18	28.05	25.06	20.07	29.09	126
<i>2021 г.</i>					
3/18 (стандарт)	20.05	21.06	07.09	19.10	153
01/18	20.05	20.06	02.08	08.10	140
0/18	20.05	19.06	31.07	06.10	138
<i>2022 г.</i>					
3/18 (стандарт)	16.05	17.06	04.09	13.10	151
01/18	16.05	20.06	25.07	26.09	133
0/18	16.05	18.06	21.07	22.09	129

Корреляционная зависимость хозяйственно-ценных признаков культуры шалфей испанский, 2020 г.

	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %	Полевая всхожесть, %	Сохранность растений, %	Образование боковых побегов, сут.	Цветение, сут.	Вегетационный период, сут.	Высота растений, см	Число цветоносов с растения, шт.	Длина цветоносов, см	Число семян с цветоноса, шт.	Масса семян с цветоноса, г	Масса семян с растения, г	Масса 1000 семян, г	Содержание сахарозы в зеленой массе, %	Содержание сахарозы в проростках, %
Энергия прорастания, %	1,00															
Лабораторная всхожесть, %	0,80	1,00														
Полевая всхожесть, %	0,48	0,82	1,00													
Сохранность растений, %	0,83	0,54	0,15	1,00												
Образование боковых побегов, сут.	-0,36	0,02	0,48	-0,27	1,00											
Цветение, сут.	-0,98	-0,82	-0,47	-0,89	0,30	1,00										
Вегетационный период, сут.	-0,98	-0,79	-0,45	-0,91	0,29	1,00	1,00									
Высота растения, см	-0,89	-0,56	-0,24	-0,97	0,25	0,91	0,94	1,00								
Число цветоносов с растения, шт.	0,97	0,76	0,38	0,93	-0,34	-0,99	-1,00	-0,95	1,00							
Длина цветоносов, см	0,68	0,44	0,25	0,91	0,10	-0,75	-0,78	-0,92	0,78	1,00						
Число семян с цветоноса, шт.	0,98	0,87	0,52	0,86	-0,29	-1,00	-0,99	-0,88	0,98	0,71	1,00					
Масса семян с цветоноса, г	0,98	0,86	0,55	0,86	-0,24	-1,00	-0,99	-0,89	0,98	0,73	1,00	1,00				
Масса семян с растения, г	0,98	0,86	0,56	0,86	-0,22	-0,99	-0,99	-0,89	0,98	0,74	1,00	1,00	1,00			
Масса 1000 семян, г	0,83	0,62	0,55	0,80	0,11	-0,83	-0,85	-0,90	0,83	0,88	0,80	0,84	0,85	1,00		
Содержание сахарозы в зеленой массе, %	0,69	0,34	-0,16	0,94	-0,49	-0,76	-0,78	-0,87	0,82	0,77	0,72	0,71	0,69	0,56	1,00	
Содержание сахарозы в проростках, %	-0,38	0,12	0,17	-0,15	0,56	0,24	0,25	0,32	-0,26	-0,06	-0,19	-0,20	-0,21	-0,30	-0,17	1,00

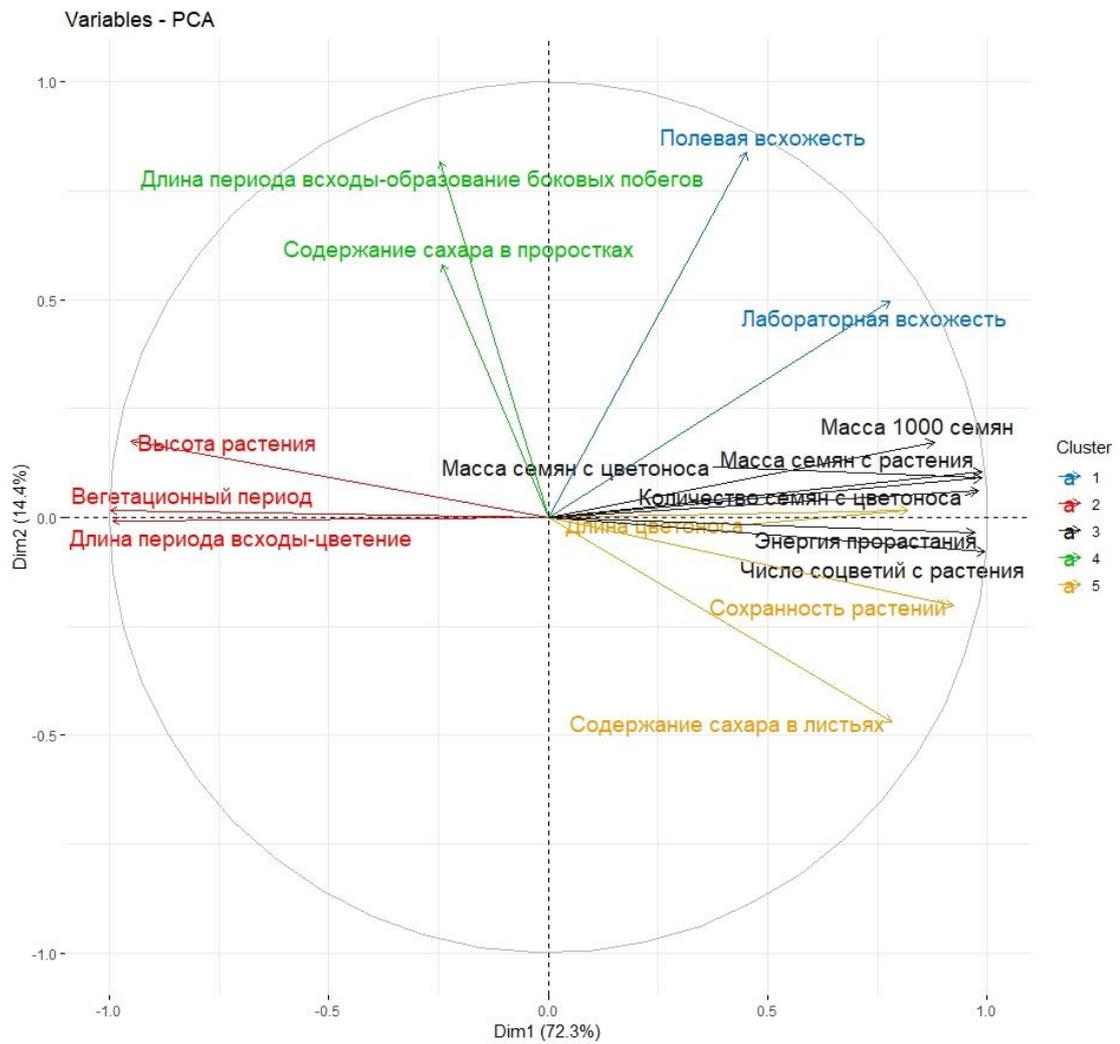
Корреляционная зависимость хозяйственно-ценных признаков культуры шалфей испанский, 2021 г.

	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %	Полевая всхожесть, %	Сохранность растений, %	Образование боковых побегов, сут.	Цветение, сут.	Вегетационный период, сут.	Высота растений, см	Число цветоносов с растения, шт.	Длина цветоносов, см	Число семян с цветоноса, шт.	Масса семян с цветоноса, г	Масса семян с растения, г	Масса 1000 семян, г	Содержание сахарозы в зеленой массе, %	Содержание сахарозы в проростках, %
Энергия прорастания, %	1,00															
Лабораторная всхожесть, %	0,99	1,00														
Полевая всхожесть, %	0,91	0,89	1,00													
Сохранность растений, %	0,42	0,30	0,47	1,00												
Образование боковых побегов, сут.	-0,94	-0,95	-0,92	-0,22	1,00											
Цветение, сут.	-0,87	-0,82	-0,75	-0,44	0,86	1,00										
Вегетационный период, сут.	-0,92	-0,88	-0,83	-0,48	0,90	0,99	1,00									
Высота растения, см	-0,03	-0,09	-0,36	0,18	0,18	-0,30	-0,20	1,00								
Число цветоносов с растения, шт.	0,81	0,85	0,89	0,00	-0,94	-0,65	-0,71	-0,47	1,00							
Длина цветоносов, см	0,53	0,56	0,64	-0,22	-0,79	-0,59	-0,59	-0,33	0,86	1,00						
Число семян с цветоноса, шт.	0,85	0,79	0,73	0,47	-0,83	-1,00	-0,98	0,35	0,60	0,55	1,00					
Масса семян с цветоноса, г	0,83	0,77	0,73	0,50	-0,82	-0,99	-0,98	0,33	0,59	0,56	1,00	1,00				
Масса семян с растения, г	0,83	0,76	0,77	0,54	-0,83	-0,98	-0,98	0,26	0,62	0,58	0,99	0,99	1,00			
Масса 1000 семян, г	0,71	0,65	0,90	0,66	-0,75	-0,71	-0,76	-0,28	0,68	0,56	0,70	0,73	0,80	1,00		
Содержание сахарозы в зеленой массе, %	0,99	0,98	0,86	0,35	-0,95	-0,91	-0,95	0,06	0,80	0,57	0,89	0,87	0,86	0,66	1,00	
Содержание сахарозы в проростках, %	-0,69	-0,68	-0,62	-0,55	0,46	0,32	0,42	0,21	-0,39	0,13	-0,30	-0,29	-0,29	-0,42	-0,60	1,00

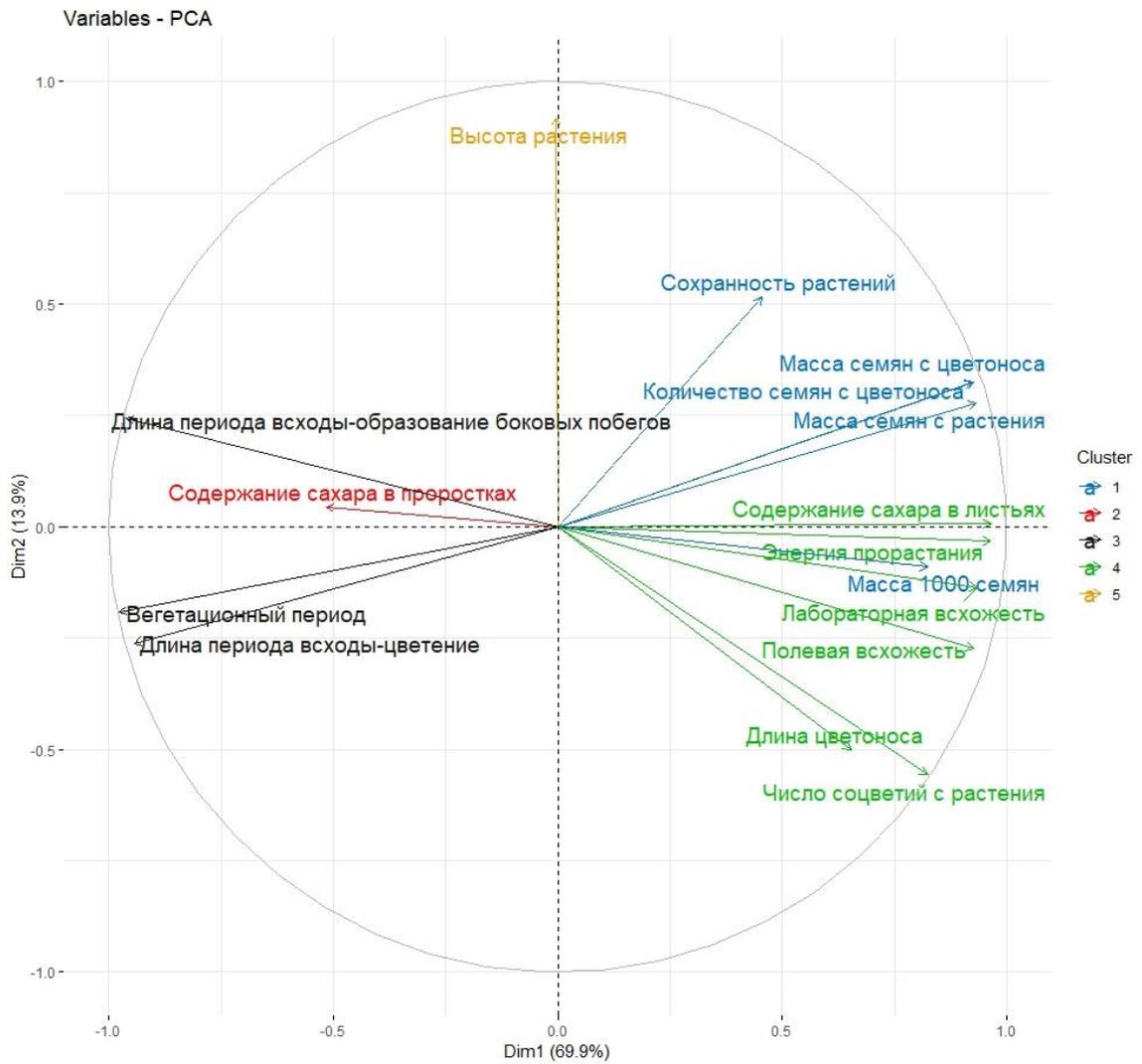
Корреляционная зависимость хозяйственно-ценных признаков культуры шалфей испанский, 2022 г.

	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %	Полевая всхожесть, %	Сохранность растений, %	Образование боковых побегов, сут.	Цветение, сут.	Вегетационный период, сут.	Высота растений, см	Число цветоносов с растения, шт.	Длина цветоносов, см	Число семян с цветоноса, шт.	Масса семян с цветоноса, г	Масса семян с растения, г	Масса 1000 семян, г	Содержание сахарозы в зеленой массе, %	Содержание сахарозы в проростках, %
Энергия прорастания, %	1															
Лабораторная всхожесть, %	0,99	1,00														
Полевая всхожесть, %	-0,66	-0,68	1,00													
Сохранность растений, %	0,55	0,61	-0,90	1,00												
Образование боковых побегов, сут.	-0,43	-0,48	-0,23	0,11	1,00											
Цветение, сут.	-0,90	-0,93	0,87	-0,86	0,22	1,00										
Вегетационный период, сут.	-0,93	-0,96	0,82	-0,82	0,31	0,99	1,00									
Высота растения, см	-0,38	-0,45	-0,12	-0,01	0,95	0,25	0,32	1,00								
Число цветоносов с растения, шт.	0,91	0,95	-0,76	0,80	-0,42	-0,98	-0,99	-0,45	1,00							
Длина цветоносов, см	0,65	0,74	-0,59	0,80	-0,49	-0,82	-0,83	-0,58	0,89	1,00						
Число семян с цветоноса, шт.	0,90	0,93	-0,85	0,86	-0,23	-1,00	-1,00	-0,25	0,98	0,83	1,00					
Масса семян с цветоноса, г	0,89	0,92	-0,83	0,85	-0,23	-0,99	-0,99	-0,24	0,97	0,83	1,00	1,00				
Масса семян с растения, г	0,88	0,92	-0,80	0,85	-0,27	-0,99	-0,99	-0,27	0,98	0,85	0,99	1,00	1,00			
Масса 1000 семян, г	0,73	0,79	-0,56	0,77	-0,41	-0,85	-0,87	-0,37	0,89	0,90	0,88	0,90	0,92	1,00		
Содержание сахарозы в зеленой массе, %	0,58	0,66	-0,69	0,75	-0,37	-0,75	-0,74	-0,57	0,80	0,87	0,73	0,70	0,70	0,59	1,00	
Содержание сахарозы в проростках, %	-0,57	-0,50	-0,16	0,34	0,54	0,17	0,25	0,31	-0,23	0,07	-0,18	-0,20	-0,20	-0,16	0,21	1,00

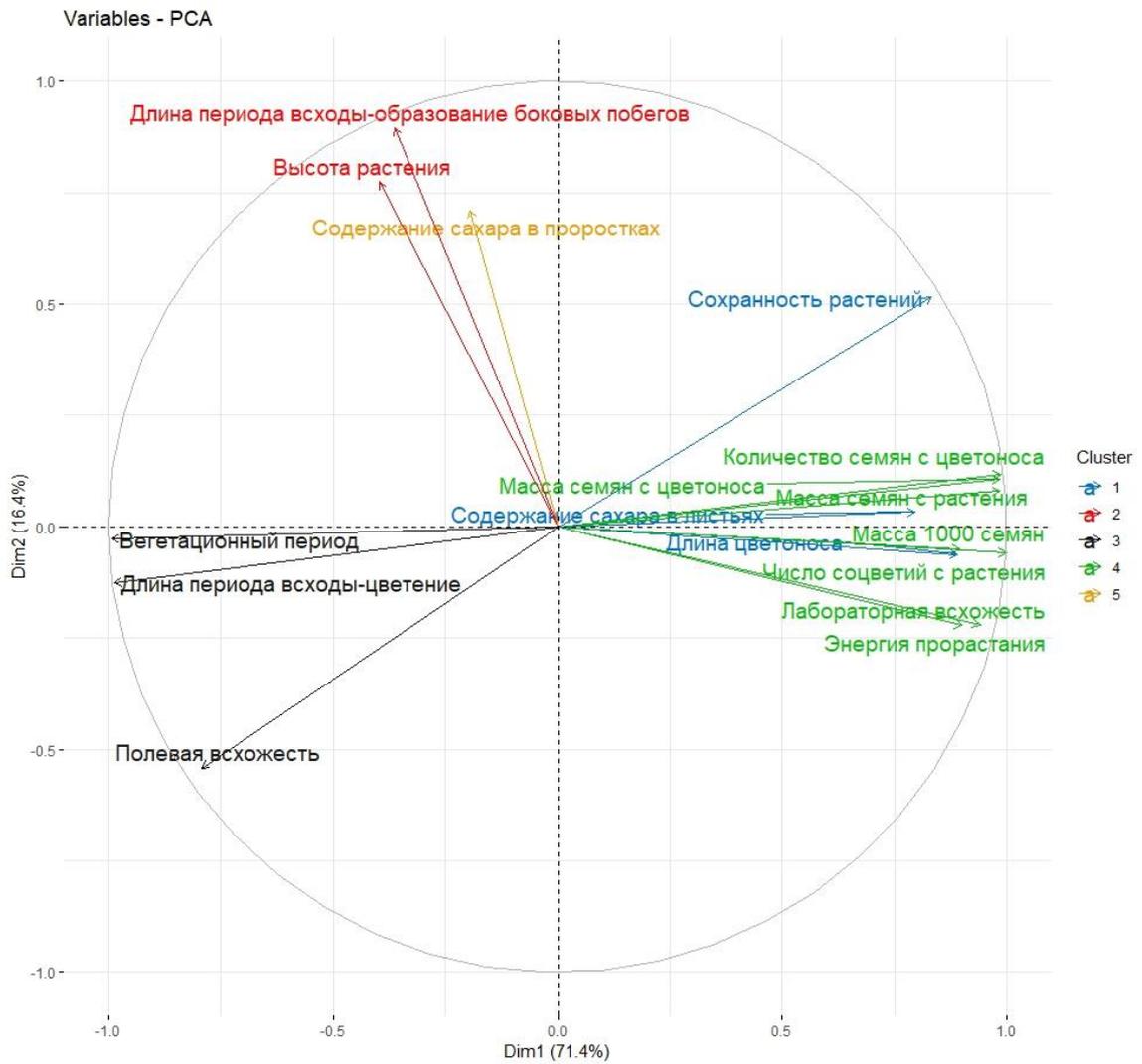
Variables - PCA, 2020 г.



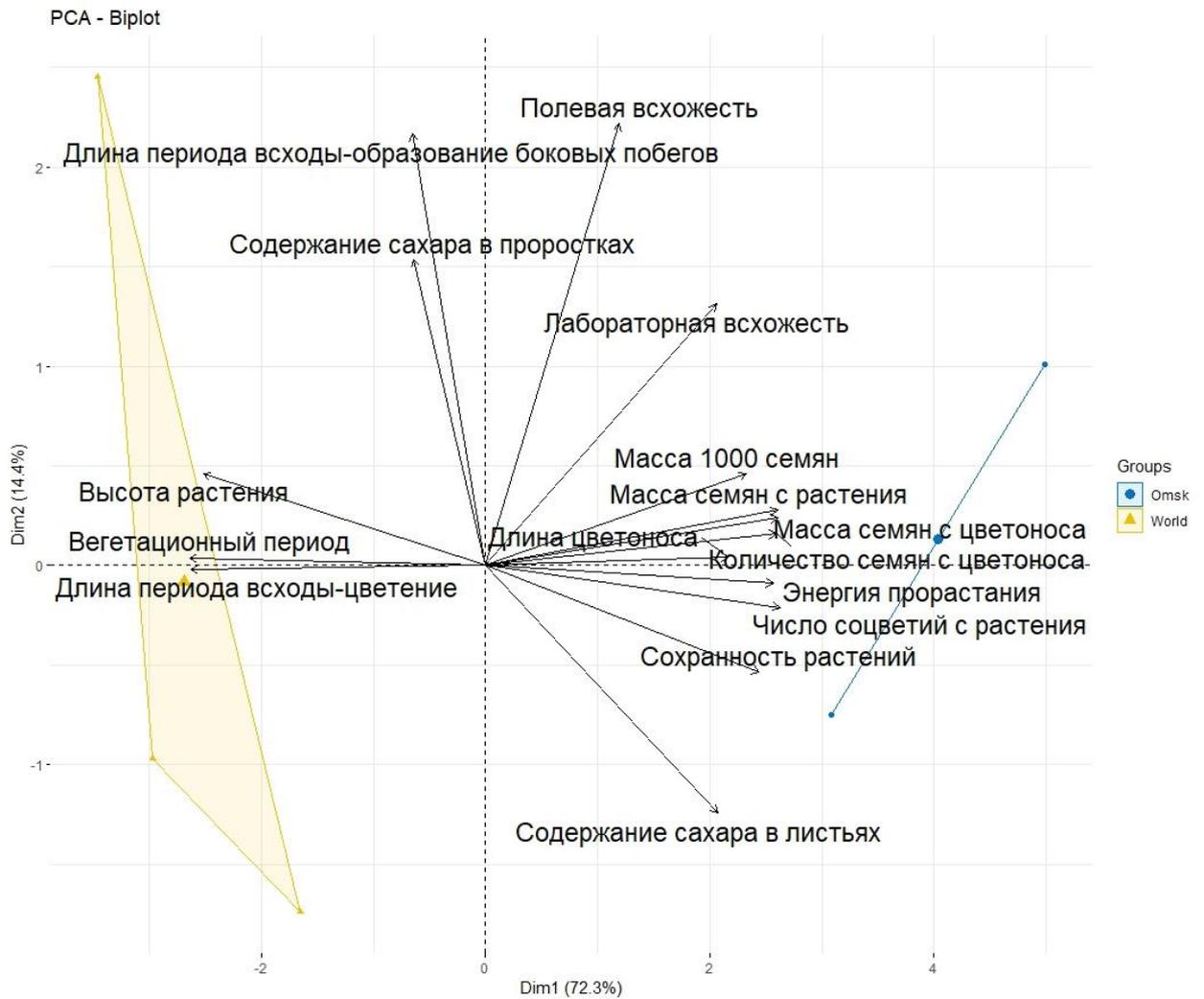
Variables - PCA, 2021 г.



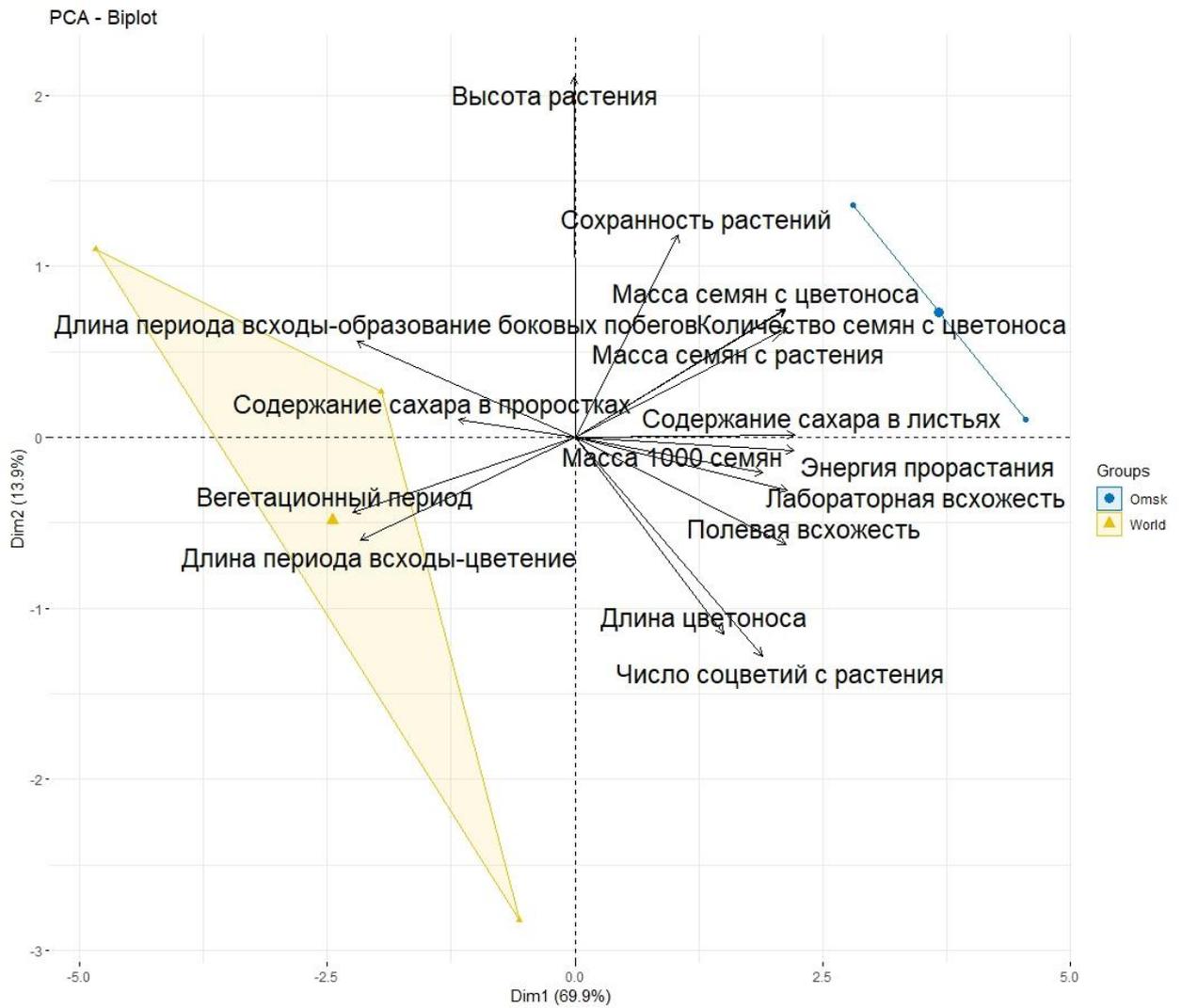
Variables - PCA, 2022 г.



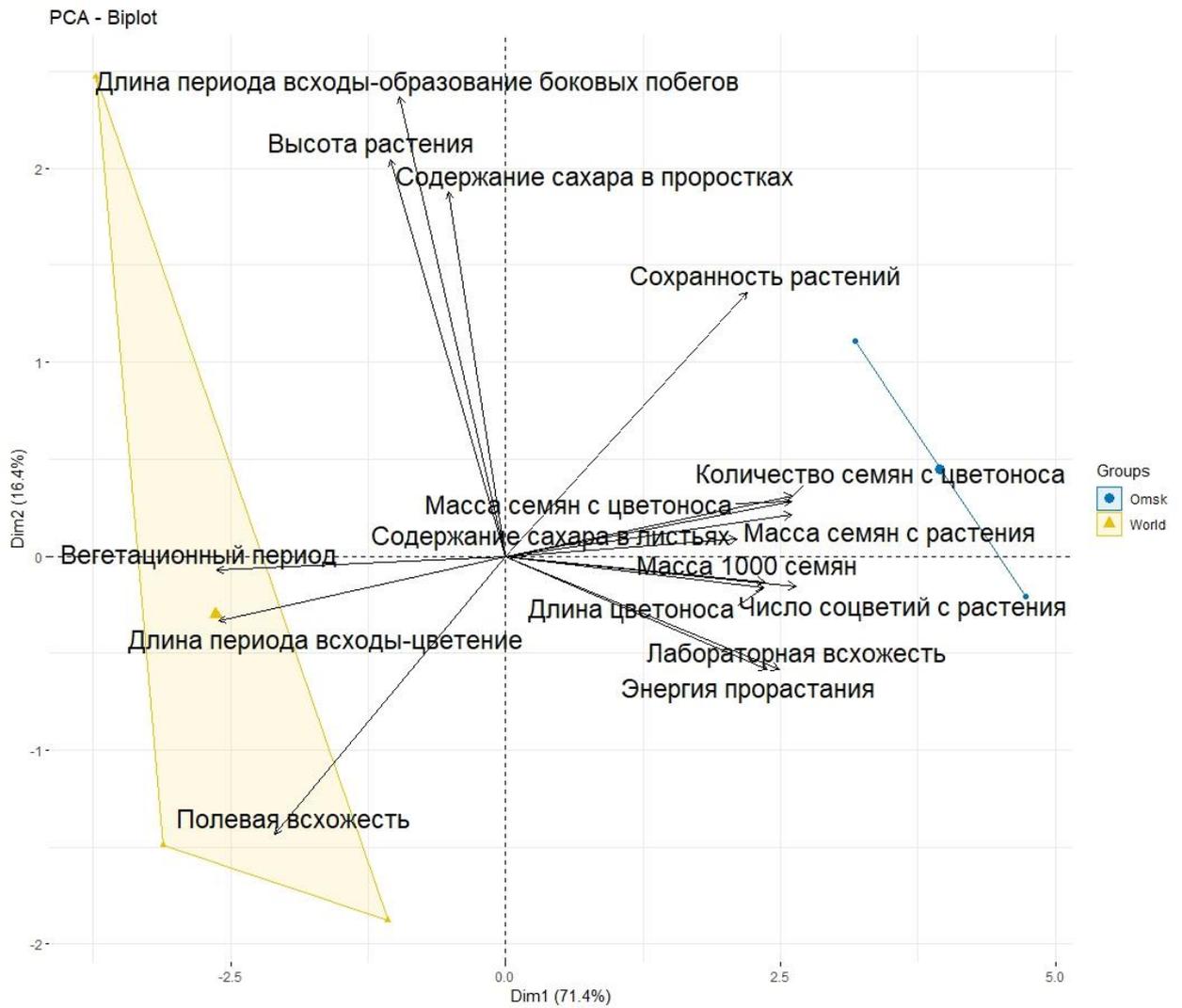
PCA – Biplot, 2020 г.



PCA – Biplot, 2021 г.



PCA – Biplot, 2022 г.



Справка о внедрении научных результатов в селекционный процесс

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧЕРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. СТОЛЫПИНА»
(ФГБОУ ВО Омский ГАУ)

Утверждаю:

Проректор по научной работе

ФГБОУ ВО Омский ГАУ

Ю.И. Новиков

«16» июня 2023 г.

СПРАВКА

об использовании научных результатов диссертационной работы Чернова Романа Валерьевича, проведенных в лаборатории селекции и семеноводства полевых культур имени С.И. Леонтьева кафедры агрономии селекции семеноводства растений агротехнологического факультета ФГБОУ ВО Омского ГАУ по теме: «Создание и изучение исходного материала для селекции шалфея испанского (*Salvia hispanica L.*), чиа в южной лесостепи Западной Сибири».

Проведенные Р.В. Черновым экспериментальные исследования и комплексная оценка коллекционных образцов шалфея испанского, чиа позволил выделить источники хозяйственно-ценных признаков:

- скороспелости: 3/18, 1/18 и 5/18;
- посевным качествам: 1/18, 3/18, 4/18, 5/18 и 6/18;
- числа соцветий на растении: 3/18 и 5/18;
- массе семян с растения: 3/18 и 5/18;
- содержанию сахарозы в зеленых листьях: 3/18, 5/18 и 6/18;
- содержанию сахарозы в проростках семян: 1/18 и 4/18.

С использованием селекционных приемов были созданы новые формы культуры – 01/18 и 0/18, стабильно цветущие и плодоносящие при длинном световом дне (12-15 часов) и неустойчивых погодных условиях Западной Сибири. Выделенные образцы обладают высокими посевными качествами, продуктивностью, технологичностью, декоративностью и содержанием

протеина, клетчатки, цинка, кальция, фосфора, сахаров. Разработана зональная агротехнология возделывания, показывающая возможность выращивания созданных новых форм в производственных условиях.

Коллекционные образцы и созданные новые формы шалфея испанского, чиа успешно внедрены в органический севооборот учебно-опытного хозяйства Омского ГАУ. Исходный материал, полученный на основе коллекции, включен в селекционный процесс лаборатории селекции, семеноводства полевых культур им. С.И. Леонтьева по созданию новых сортов шалфея испанского, чиа.

Зав. кафедрой агрономии, селекции
и семеноводства, к. с.-х. наук, доцент



Е.В. Некрасова

Зав. лабораторией селекции и семеноводства
полевых культур им. С.И. Леонтьева,
к. с.-х. наук



А.С. Чурсин

Справка о внедрении результатов диссертационной работы в образовательный процесс

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. СТОЛЫПИНА»
(ФГБОУ ВО Омский ГАУ)
Ул. Институтская площадь, 1, Омск, 644008
тел. (3812) 65-11-46, факс (3812) 65-17-35
E-mail: adm @omgau.ru
www. omgau.ru

На № 04.02.2024 от № 4000/020170

СПРАВКА

о внедрении результатов
диссертационной работы Р.В. Чернова
«Создание и изучение исходного материала для селекции шалфея испанского
(*Salvia hispanica* L.), чиа в южной лесостепи Западной Сибири»

Результаты диссертационной работы Чернова Романа Валерьевича «Создание и изучение исходного материала для селекции шалфея испанского (*Salvia hispanica* L.), чиа в южной лесостепи Западной Сибири» внедрены в учебный процесс федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина».

Особенности методики проведения исследований и результаты испытания коллекции образцов шалфея испанского различного эколого-географического происхождения в условиях южной лесостепи Западной Сибири, заявка на патент на селекционное достижение, сертификат соответствия производства органической продукции и сортовые признаки сорта «Сибирский изумруд» используются в лекционных курсах и при проведении лабораторных занятий по дисциплинам «Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур», «Органическое земледелие», «Генетика» и «Растениеводство».

Проректор по образовательной деятельности,
канд. с.-х. наук, доцент

Заведующий кафедрой агрономии, селекции
и семеноводства, канд. с.-х. наук, доцент



С.Ю. Комаров

Е.В. Некрасов

Уведомление о приеме заявки на государственное сортоиспытание и выдачу патентата на селекционное достижение

ФГБУ "ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОМИССИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО
ИСПЫТАНИЮ И ОХРАНЕ СЕЛЕКЦИОННЫХ ДОСТИЖЕНИЙ"

ул. Садовая-Спаская, 11/1, Москва, 107078
Тел.: +7(495) 604-82-66, +7(495)411-83-66; E-mail: gsk@gossortrf.ru

УВЕДОМЛЕНИЕ О ПРИЕМЕ ЗАЯВКИ

Кому : ФГБОУ ВО 'ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
П.А. СТОЛЫПИНА'

Адрес : 644008, Г. ОМСК-8, ПЛ. ИНСТИТУТСКАЯ, Д. 1

Культура **Шалфей испанский (чаи)**
Сорт / Гибрид **СИБИРСКИЙ ИЗУМРУД**

Ваша заявка на допуск к использованию прошла процедуру предварительной экспертизы.

Заявке присвоен № **90670 / 7654010** Дата регистрации **01.12.2023**
Планируемый год начала испытаний **2024** Дата приоритета **01.12.2023**

Решение по Вашей заявке будет принято после:

- оценки на хозяйственную полезность по ДАННЫМ, ПРЕДСТАВЛЕННЫМ в материалах заявки
- оценки на ООС по данным заявителя.

И.о. зам. нач. отд. регистрации,
госреестров, международного
взаимодействия и методики

Исп.: Куликова А.Н.



19.01.2024
Н.В. Булатова

окончание приложения У

ФГБУ "ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОМИССИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ИСПЫТАНИЮ И ОХРАНЕ СЕЛЕКЦИОННЫХ ДОСТИЖЕНИЙ"

ул. Садовая-Спаская, 11/1, Москва, 107078
Тел.: +7(495) 604-82-66, +7(495)411-83-66; E-mail: gsk@gosortrf.ru

УВЕДОМЛЕНИЕ О ПРИЕМЕ ЗАЯВКИ

Кому : ФГБОУ ВО 'ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
П.А. СТОЛЫПИНА'
Адрес : 644008, Г. ОМСК-8, ПЛ. ИНСТИТУТСКАЯ, Д. 1

Культура Шалфей испанский (чаи)
Сорт / Гибрид СИБИРСКИЙ ИЗУМРУД

Ваша заявка на выдачу патента прошла процедуру предварительной экспертизы.

Заявке присвоен № 90671 / 7654010	Дата регистрации 01.12.2023
Планируемый год начала испытаний 2024	Дата приоритета 01.12.2023

Решение по Вашей заявке будет принято после:

- оценки на ООС по данным заявителя.

В установленные сроки Вам необходимо оплатить соответствующие госпошлины и выслать копии платежных поручений в отдел Регистрации Госкомиссии:

	Размер пошлины (руб.)
4 Экспертиза селекционного достижения на новизну	330
6 Экспертиза результатов испытания селекционного достижения на отличимость, однородность и стабильность, представленных заявителем	1320

Пошлины принимаются на прилагаемый счет.

Платеж производится отдельно по каждому заявленному селекционному достижению. В платежном поручении необходимо указать код госпошлины в соответствии с положением о патентных госпошлинах на селекционные достижения, культуру и название сорта (гибрида), за который производится платеж.

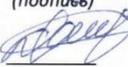
И.о. зам. нач. отд. регистрации,
госреестров, международного
взаимодействия и методики

Исп.: Куликова А.Н.

19.01.2024

Н.В. Булатова

Сертификат соответствия требованиям производства
органической продукции

 <p>ОРГАНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА</p>	<p>СИСТЕМА ДОБРОВОЛЬНОЙ СЕРТИФИКАЦИИ «Органическая система» РОСС RU.32129.04ОСИО</p>
<p>Орган по сертификации органического производства Общества с ограниченной ответственностью «Органик-Сертификация» RA.RU.11NB76</p>	
<p>№ 00120</p>	
<h2 style="text-align: center;">СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ</h2>	
<p style="text-align: center;">выдан</p>	
<p style="text-align: center;">Федеральному государственному бюджетному образовательному учреждению высшего образования «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина» 644008, Российская Федерация, г. Омск, Институтская пл, 1.</p>	
<p style="text-align: center;">НАСТОЯЩИЙ СЕРТИФИКАТ УДОСТОВЕРЯЕТ: производство продукции, указанной в приложении к сертификату СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ ГОСТ 33980-2016</p>	
<p>Регистрационный номер: <i>OC RU.2312.C0093</i></p>	
<p>Дата регистрации: 26.12.2023</p>	<p>Срок действия до: 27.09.2024</p>
<p> Руководитель органа по сертификации (должность)</p> <p>Эксперт (должность)</p>	<p> (подпись)</p> <p> (подпись)</p> <p>Акулинин А.В. (расшифровка подписи)</p> <p>Соболев А.Н. (расшифровка подписи)</p>
<p style="text-align: center;"></p>	



Приложение
является неотъемлемой
частью сертификата

Регистрационный номер:
OC RU.2312.C0093

ПЕРЕЧЕНЬ

Продукции сертифицированного органического производства

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»

Наименование продукции	
Семена фасоли овощной (код ОК-029 01.13.)	Органический продукт
Семена тыквы (код ОК-029 01.13)	Органический продукт
Семена шалфея испанского (чаи) (код ОК-029 01.11.39)	Органический продукт
Тыква продовольственная свежая (код ОК-029 01.13)	Органический продукт



Руководитель
органа по
сертификации

(должность)

Эксперт

(должность)

Акулин
(подпись)

Соболев
(подпись)

Акулин А.В.

(расшифровка подписи)

Соболев А.Н.

(расшифровка подписи)

Продукция сертифицированного органического производства выращивается на земельных участках ФГБОУ ВО Омский ГАУ, расположенных по адресу: 644008, Российская Федерация, г.Омск, Институтская пл, 1.