

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
НАУКИ «ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ НИКИТСКИЙ
БОТАНИЧЕСКИЙ САД – НАЦИОНАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РАН»

На правах рукописи



Хохлов Юрий Сергеевич

Биологические особенности родительских форм и гибридов F₁ *Lavandula* ×
intermedia Emeric ex Loisel

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений
(сельскохозяйственные науки)

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор биологических наук,
Шевчук Оксана Михайловна

Ялта – 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1 СИСТЕМАТИКА, РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ХОЗЯЙ- СТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ ВИДОВ РОДА <i>LAVANDA</i> L.....	11
1.1 Систематическое положение и происхождение лаванды узколистной и лавандина	11
1.2 Морфологические и биологические особенности лавандина	14
1.3 Химический состав эфирного масла лавандина	20
1.4 Степень изученности лавандина на современном этапе	24
1.5 Применение в различных отраслях промышленности	28
ГЛАВА 2 ОБЪЕКТЫ, УСЛОВИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	32
2.1 Объекты исследований	32
2.2 Методы исследований	34
2.3 Почвенно-климатические условия	38
ГЛАВА 3 БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РОДИТЕЛЬСКИХ ФОРМ И ГИБРИДОВ F ₁ ЛАВАНДИНА	46
3.1 Морфологических параметры исходных форм	47
3.2 Качественный и количественный состав эфирного масла исходных форм	57
3.3 Описание морфологических и хозяйственных признаков исходных форм	64
ГЛАВА 4 АНАЛИЗ РЕЦИПРОКНЫХ СКРЕЩИВАНИЙ И ОЦЕНКА КОМБИНАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ИСХОДНЫХ ФОРМ.....	69
4.1 Семенная продуктивность исходных форм	69
4.2 Цитологический и цитометрический анализ исходных форм и гибридов	73

4.3	Исследования фенологических фаз гибридов F ₁ лавандина	77
4.4	Морфологические параметры исходных форм и гибридов F ₁ лавандина	83
4.5	Сравнительная характеристика продуктивности соцветий исходных и гибридных форм F ₁ лавандина	85
4.6	Массовая доля эфирного масла у исходных форм и гибридов F ₁ лавандина	90
4.7	Проявление эффекта гетерозиса у гибридов F ₁ по содержанию массовой доли эфирного масла	108
4.8	Урожайность гибридов F ₁ лавандина	117
4.9	Морозоустойчивость гибридов F ₁ лавандина	119
4.10	Компонентный состав эфирного масла гибридов F ₁ лавандина	122
ГЛАВА 5	КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА МОРФОЛОГИЧЕСКИХ, БИОЛОГИЧЕСКИХ И ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ГИБРИДОВ F ₁ ЛАВАНДИНА	129
5.1	Комплексная оценка гибридов F ₁ лавандина	131
5.2	Экономическая эффективность выращивания гибридов F ₁ лавандина	136
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	139
	РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ И ПРОИЗВОДСТВА	141
	СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	142
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	143
	ПРИЛОЖЕНИЯ	159
	ПРИЛОЖЕНИЕ А Агрометеорологические условия	160
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б Расчет экономической эффективности	163
	ПРИЛОЖЕНИЕ В Патенты на сорта	165

ВВЕДЕНИЕ

Эфиромасличная отрасль является одной из самых прибыльных и быстроразвивающихся отраслей в мировом агропромышленном комплексе. Мировой ассортимент, выпускаемых промышленностью эфирных масел составляет 180 наименований, одной из самых перспективных является лаванда узколистная – в высшей парфюмерии, ароматерапии, косметике, фармацевтике, пищевой промышленности.

Лавандин (*Lavandula* × *intermedia* Emeric ex Loisel), как гибрид лаванды узколистной (*Lavandula angustifolia* Mill.) и широколистной (*Lavandula latifolia* Medik.), был впервые выделен из природных популяций во Франции, и получил широкое применение благодаря высокой урожайности и содержанию линалилацетата, близкому к лаванде узколистной. Однако наличие в нем камфоры несколько снижает его качество и, следовательно, сужает сферу его применения: эфирное масло лавандина в основном используется в функциональной парфюмерии (отдушки для мыла, стиральных порошков), косметологии, медицине, косметологии. Однако в последние годы, эфирное масло сортов лавандина с высоким содержанием линалиацетата и линалоола применяется в купажировании масла лаванды. В России селекция лаванды узколистной и лавандина начала развиваться в середине XX века, когда было организовано промышленное выращивание этих культур в южных регионах и на Северном Кавказе. Российские селекционеры уделяли внимание улучшению морозостойкости, адаптации к местным почвенно-климатическим условиям и увеличению выхода эфирного масла (Коваленко и др., 2010).

В последние десятилетия в России активно внедряются современные методы селекции, включая гибридизацию, оценку фенотипических и биохимических признаков, а также использование молекулярных маркеров (Иванов и др., 2018). Особое внимание уделяется созданию гибридных форм F₁,

сочетающих лучшие качества обоих видов: *Lavandula angustifolia* и *Lavandula × intermedia* (Петрова, 2021).

Одним из путей обогащения сортимента лавандина является изучение и внедрение в сельскохозяйственное производство новых форм с большим валовым сбором эфирного масла, улучшенным компонентным составом эфирного масла.

Селекция лавандинов с использованием полиплоидии в сочетании с межвидовой гибридизацией направлена на создание новых гибридов, приближающихся по качеству масла к лаванде узколистной (Работягов и др., 1986).

Лавандин является одним из перспективных эфирномасличных растений. С применением современных методов гибридизации и отбора, были получены и отобраны формы по урожаю цветочного сырья и содержанию эфирного масла превосходящие лаванду в полтора - два, а по сбору эфирного масла с гектара – в три - четыре раза. В нашей стране внедряться в сельское хозяйство лавандин начал в конце восьмидесятых годов прошлого века, в основном на юге Украины и в Крыму. На данный момент занятость сельскохозяйственных угодий под плантации этой культуры не превышают 200 га (Машанов, 1988).

Эфирное масло лавандина используется в бытовой парфюмерии, мыловаренной и лакокрасочной промышленности, в купаже с другими эфирными маслами в фармакопее и медицине (Мухортова, 1972). Масло лавандина по запаху грубее лавандового, но имеет более свежий травянисто-смолистый оттенок. Потенциал этой культуры и применение в разных отраслях промышленности не полностью раскрыт. Распространение лавандина в нашей стране будет способствовать увеличению производства более дешевого эфирного масла (Работягов, 2001).

Степень разработанности темы. Интродукционное изучение и селекционное улучшение лаванды в НБС-ННЦ ведется с момента его создания. К настоящему времени создана коллекция рода *Lavandula* L. представлена пятью видами и 34 гибридами лавандина разной ploидности. Впервые в НБС в середине прошлого века были созданы, районированы и рекомендованы к производству

сорта лаванды 'Прима' и 'Рекорд', эфиромасличные сорта лавандина 'Темп' и 'Рабат' и декоративный сорт 'Снежный Барс'. Изучение и селекция лаванды и лавандина связана с именами П.А. Нестеренко (1947), В.И. Машанов (1968), В.Д. Работягов (1986). Морфогенез и биологию цветения у лавандина изучали Е.Г. Шоферистова). Биохимии лавандина посвящены работы В.Д. Работягова, Ю.А. Акимова (1990), Палий А.Е (2016). Изучению биологии развития лавандина в различных районах Крыма посвящены работы Т.Г. Мухортовой (1974). Л.В. Свиденко (2001) изучала биологические и биохимические особенности лавандина в условиях степной зоны. В.Д. Работяговым (1983) в целях совершенствования селекции эфирномасличных культур разработана модель продуктивности лаванды.

Диссертационная работа выполнена в рамках госзадания по темам: «Выделить высокопродуктивные формы эфиромасличных и лекарственных растений для селекции на продуктивность, устойчивость к биотическим и абиотическим стрессорам в целях получения качественного сырья для фармацевтической, косметической и пищевой промышленности с дальнейшей его стандартизацией в рамках импортозамещения» (FNNS 0829-2019-0039), «Создание сортов эфиромасличных и лекарственных растений, содержащих значимые для здоровья человека биологически активные вещества, разработка на их основе и испытание средств для улучшения качества жизни человека» (FNNS-2022-0006) и «Выявление закономерностей синтеза биологически активных веществ как основы создания сортов эфиромасличных и лекарственных растений – источников ценного растительного сырья и средств для улучшения качества жизни человека в рамках реализации программы импортозамещения» (FNNS-2025-0001).

Цель работы – на основе комплексного изучения особенностей развития и оценки основных свойств исходных форм и гибридов лаванды и лавандина выделить источники хозяйственно ценных признаков и создать новые адаптивные сорта с повышенной продуктивностью и качеством эфирного масла.

Задачи исследований:

1. Обосновать выбор исходных родительских форм и оценить их комбинационную способность.
2. Разработать схему и провести реципрокные скрещивания родительских форм.
3. Провести комплексное изучение (фенология, морфологические параметры, семенная продуктивность, урожайность, массовая доля эфирного масла, качественный и количественный состав эфирного масла, морозоустойчивость) исходных форм и гибридов лавандина F_1 .
4. Провести цитологический и цитометрический анализ родительских форм и гибридов F_1 .
5. Определить лучшие комбинации родительских пар для скрещивания как источников ценных признаков.
6. Выделить исходные формы и перспективные гибриды F_1 лавандина с комплексом хозяйственно-ценных признаков для передачи в Госсорткомиссию.

Научная новизна полученных результатов. Дана комплексная оценка биологических особенностей межвидовых гибридов лавандина F_1 . Оценено влияние на качественные и количественные признаки продуктивности, валовый сбор, массовую долю и качество эфирного масла у генотипов поколения F_1 , полученных методом отдаленной гибридизации, в зависимости от комбинации скрещивания исходных родительских форм. Выделен селекционный материал, влияющий на устойчивость к абиотическим факторам.

Теоретическое и практическое значение полученных результатов.

Обоснован выбор исходных родительских форм и подтверждена возможность межвидовой гибридизации тетраплоидных фертильных лавандинов с образцами лаванды узколистной.

Проведено комплексное изучение (фенология, морфологические параметры, урожайность, массовая доля эфирного масла, качественный и количественный состав эфирного масла, морозоустойчивость) 12 гибридных форм лавандина F_1 , полученных в результате реципрокных скрещиваний.

Установлена плоидность методами цитологического и цитометрического анализа родительских и гибридной форм.

Доказано, что родительские формы лаванды являются источниками ценных селекционных признаков: высокое содержание линалиацетата, морозоустойчивости, продуктивности и раннеспелости, что стало основанием для регистрации их как сортов 'Вайлет', 'Прима Южная' и 'Рекорд Никитский' (включены в Реестр РФ и запатентованы).

Подготовлена научно-техническая документация для передачи в Госсортокомиссию перспективного гибрида лавандина, с высокой продуктивностью, валовым сбором эфирного масла и качеством эфирного масла для передачи на Государственное сортоиспытание с целью включения в Реестр селекционных достижений РФ.

Методология и методы исследования. Основой исследований являлись методические рекомендации отечественных и зарубежных ученых в области селекции и сортоизучения эфиромасличных и лекарственных культур. Применены фенологические наблюдения, методы лабораторного и полевого эксперимента. Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью программ Microsoft Exel 2016 и Statistica 10.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Комплексная оценка признаков родительских гибридных форм лаванды узколистной и лавандинов (с тетраплоидным набор хромосом) с повышенными хозяйственно-ценными признаками для осуществления селекционной работы, направленной на выделение наиболее перспективных генотипов лавандина.

2. Комплексный подход в изучении комбинаций скрещивания по определённым хозяйственно-ценным признакам.

3. Совершенствование методов оценки селекционного фонда лаванды узколистной и лавандина с использованием методов математического анализа.

4. Увеличение уровня экономических показателей благодаря использованию в производстве и селекции новых сортов лаванды узколистной: 'Вайлет', 'Прима Южная', 'Рекорд Никитский'.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в работе на всех этапах проведения исследования. Автором изучена научная литература, проведен патентный поиск, обоснованы направления исследований, освоены методики, выполнены полевые и лабораторные исследования, проведена статистическая обработка данных, проанализированы полученные результаты, сформулированы выводы и написана диссертационная работа. Совместно с научным руководителем выбраны тема, объекты и методы исследования, проведено теоретическое обоснование данных. Результаты исследований опубликованы автором самостоятельно и в соавторстве.

Степень достоверности. Подтверждается результатами оценки данных, полученных автором, проанализированных и обобщенных с использованием статистических методов, выводами и рекомендациями производству, а также публикациями, отражающими основные результаты диссертационных исследований.

Апробация результатов диссертации. Основные положения и материалы диссертационной работы были представлены в виде ежегодных отчетов на заседании отдела плодовых культур ФГБУН «НБС-ННЦ», а также в виде докладов на научных конференциях: Международной научно-практической конференции «Ароматические и лекарственные растения: интродукция, селекция, агротехника, биологически активные вещества, влияние на человека» (Ялта, 2021); Международной научно-исследовательской конференции по продовольственной безопасности и сельскому хозяйству (Ялта, 2021); Всероссийской научно-практической конференции «Тропические и субтропические растения открытого и защищенного грунта» (Ялта, 2022); Международной научно-практической конференции «Ароматические, лекарственные и овощные растения: интродукция, селекция, агротехника, биологически активные вещества, влияние на человека» (Ялта, 2023).

Публикации. Основные положения и результаты диссертации отражены в 18 работах, в том числе 1 в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ по специальности 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений

(сельскохозяйственные науки), 5 статей в журналах, входящем в международные базы данных и системы цитирования (WoS и Scopus), 3 патента, 5 в иных научных журналах и 4 в материалах международных конференций.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 167 страницах компьютерного текста. Состоит из введения, обзора литературы, условий, материала и методики проведения исследований, экспериментальной части, заключения, рекомендаций для селекции и производства, списка использованной литературы и приложений. Содержит 28 таблиц, 39 рисунков и 3 приложения. Список литературы включает 145 источника, в том числе 82 на иностранных языках.

Благодарности. Автор выражает благодарность своему научному руководителю, доктору биологических наук О.М. Шевчук, всем сотрудникам лаборатории ароматических и лекарственных культур всестороннюю поддержку и ценные советы при подготовке диссертации.

ГЛАВА 1 СИСТЕМАТИКА, РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ

1.1 Систематическое положение и происхождение лаванды узколистной и лавандина

Род *Lavandula* принадлежит к трибе *Lavanduleae* семейства *Lamiaceae*, которое включает около 7000 видов, распределенных в 236 родах (Li et al., 2016; Paton et al., 2004). Современная филогенетическая классификация, основанная на молекулярных данных, подтверждает монофилетическое происхождение рода *Lavandula* и его близкое родство с родами *Rosmarinus*, *Perovskia* и *Westringia* (Bendiksby et al., 2011). Согласно разным научным публикациям, данный род включает в себя разное число видов лаванды - от 20 до 48, распространенных в Средиземноморье, Северной и Восточной Африке, Юго-Западной Азии и Индии. (Бочкарев, Зеленцев, 2015; Буюкли, 1969; Машанов, Кальченко, 1972; Astrid, 2008; Verma et al., 2010). Видовой состав по описаниям разных ботаников варьируется от 20 до 30 видов (Вульф, 1927; Chaytor, 1937 Upson, Andrews, 2004; Nesbitt, 2005). Ботаник А. Бенкельман также отмечает, что в данный род входят до 48 видов (Astrid, 2008).

Внутриродовая классификация лаванд претерпела значительные изменения в последние десятилетия. Согласно ревизии, Upson и Andrews (2004), род включает 39 видов, объединенных в три подрода:

- подрод *Lavandula* — включает секции *Lavandula*, *Dentatae* и *Stoechas*;
- подрод *Fabricia* — монотипный подрод с единственным видом *L. pinnata*;
- подрод *Sabaudia* — включает виды африканского происхождения.

Лавандин относится к секции *Lavandula* подрода *Lavandula*, которая объединяет виды с простыми соцветиями-колосьями и включает родительские виды *L. angustifolia* и *L. latifolia* (Guitton et al., 2010).

Номенклатурная история лавандина достаточно сложна и включает несколько синонимов. Полное научное название — *Lavandula × intermedia* Emeric ex Loisel. Символ "×" указывает на гибридное происхождение вида. Номенклатурная история лавандина охватывает множество названий, предложенных различными учеными в разные исторические периоды, первое научное описание было сделано Emeric в 1828 году под названием *Lavandula hybrida*. Позднее Loiseleur-Deslongchamps (1810) предложил название *L. intermedia* (Morales, 2010). Согласно данным международных номенклатурных баз, полный список синонимов состоит из:

- используемое научное название: *Lavandula × intermedia* Emeric ex Loisel (Emeric, 1830);

- базионим: *Lavandula intermedia* Loisel (Loisel, 1810);

синонимы:

- *Lavandula hybrida* Reverchon ex Briq. (Reverchon & Briquet, 1893);

- *Lavandula hortensis* Hy in Bull (Hy, 1908);

- *Lavandula delphinensis* Jord. ex Billot (Jord., 1855);

- *Lavandula burnati* Briq. (Burnat, 1899);

- *Lavandula fragrans* Salisb. (Salisbury, 1796).

Lavandula angustifolia, известная также как лаванда настоящая или лаванда английская, является многолетним полукустарником, эндемичным для горных регионов западного Средиземноморья. Ее естественный ареал произрастания охватывает южные Альпы во Франции, восточную Испанию и северную Италию, где она населяет сухие, хорошо дренированные, каменистые и известняковые склоны на высоте от 600 до 1800 метров над уровнем моря (McNaughton, 2000). Адаптация к суровым условиям высокогорий, включая резкие перепады температур, низкие зимние минимумы и летнюю засуху, сформировала ее ключевые биологические особенности, в том числе относительно высокую морозо- и зимостойкость по сравнению с другими средиземноморскими видами рода (Zárybnický et al., 2018).

Эволюционная история вида тесно связана с климатическими циклами плейстоцена. В периоды оледенений популяции лаванды выживали в изолированных горных участках, что способствовало накоплению генетических различий и формированию значительного внутривидового разнообразия (Gouyon et al., 1986; Lane et al., 2010). Современные дикорастущие популяции демонстрируют высокий уровень полиморфизма как по морфологическим признакам (форма и размер куста, окраска цветков), так и по химическому составу эфирного масла (Boira, Blanquer, 1998). Именно это богатое природное разнообразие послужило неисчерпаемым исходным материалом для всей последующей селекционной работы, начиная от интуитивного массового отбора, который практиковали фермеры Прованса, до создания современных сортов (Woronow, 2011).

Лавандин (*L. × intermedia*) межвидовой гибрид F_1 между лавандой узколистной (*L. angustifolia*) и лавандой широколистной (*L. latifolia* Medik.). Эти два вида имеют частично пересекающиеся ареалы в южной Франции и Испании занимают разные экологические ниши: *L. angustifolia* предпочитает высокогорья, в то время как *L. latifolia* произрастает на более низких и теплых склонах (Herrera, 1987; Meunier et al., 2019; Shmida et al., 2002). На границе соприкосновения ареалов этих видов, на высоте 400–700 метров, происходит естественная гибридизация с образованием гибридных форм с широким спектром промежуточных морфологических и химических признаков (Pascual-Villalobos, Ballesta-Acosta, 2003). Географическое распространение природных популяций лавандина ограничено относительно узкой высотной зоной 200–800 м над уровнем моря, где встречаются оба родительских вида. Основные районы естественного произрастания находятся в горных районах французских Альп (департаменты Альпы Верхнего Прованса, Дром, Воклюз), испанских Пиренеях (провинции Уэска, Лерида), итальянских Альп (регионы Пьемонт, Лигурия), Балканского полуострова (Хорватия, Черногория, Албания) (Lavergne et al., 2005; Herrera, 1987).

Молекулярно-филогенетические исследования подтверждают гибридное происхождение лавандина и указывают на множественные независимые события гибридизации в различных географических точках (Guitton et al., 2010; Demissie et al., 2011; Sarker et al. 2012). Анализ полиморфизма ДНК показал, что современные культивируемые сорта лавандина происходят от нескольких природных клонов, отобранных в различных регионах Франции и Испании (Lis-Balchin, 2002; Adal et al., 2021).

Лавандин как естественный межвидовой гибрид между лавандой узколистной и лавандой широколистной был впервые описан французским ботаником Жан-Батистом Эмерином в 1828 году, однако его культивирование началось значительно раньше в традиционных районах лавандоводства Средиземноморья (Lis-Balchin, 2002).

1.2 Морфологические и биологические особенности лавандина

Морфологические особенности лавандина представляют практический интерес. Растения отличаются более крупными размерами (высота до 120 см против 60-80 см у *L. angustifolia*), большей длиной соцветий и повышенной облиственностью, что облегчает механизированную уборку и увеличивает выход сырья с единицы площади (Upson, Andrews, 2004). Эти характеристики делают лавандин экономически более привлекательной культурой для крупномасштабного производства.

Морфологические характеристики лавандина отражают его гибридную природу, демонстрируя промежуточные признаки между родительскими видами с элементами трансгрессии по некоторым параметрам. Детальное сравнение морфологических особенностей представлено в таблице 1.1.

Lavandula angustifolia Mill. (рисунок 1.1) – многолетний вечнозелёный полукустарник, достигающий высоты до 80 см. Узколинейные листья длиной около 5 см и шириной 0,3–0,4 см покрыты слабым опушением.

Таблица 1.1 - Сравнительная морфологическая характеристика видов рода
Lavandula L.

Признак	<i>L. angustifolia</i> Mill.	<i>L. × intermedia</i> Emeric ex Loisel	<i>L. latifolia</i> Medik
Общие характеристики			
Высота растения, см	30-60	60-120	30-80
Диаметр куста	40-80	80-150	60-100
Форма куста	компактная	раскидистая	промежуточная
Продолжительность жизни, лет	15-20	12-18	10-15
Длина цветоноса, см	15-25	25-40	20-35
Степень одревеснения	сильная	умеренная	слабая
Ветвление	слабое	сильное	умеренное
Опушение стеблей	густое	умеренное	редкое
Длина листа, см	2-6	3-8	2-5
Ширина листа, мм	2-6	4-10	8-15
Форма листа	линейная	линейно-ланцетная	ланцетная
Край листа	цельный	цельный, редко зубчатый	зубчатый
Опушение листьев	густое, войлочное	умеренное	редкое
Цвет листьев	сери-зеленый	зеленый	ярко-зеленый
Длина соцветия, см	4-8	8-15	5-10
Диаметр соцветия, мм	8-12	12-18	10-15
Расстояние между мутовками, мм	3-8	5-12	8-15
Количество мутовок	6-10	8-15	6-12
Форма соцветия	цилиндрическая	коническая	прерывистая
Завязываемость семян, %	70-85	0-5	60-75
Всхожесть семян, %	60-80	0	50-70
Содержание эфирного масла, %	1,0-3,0	1,5-4,0	0,5-1,5
Содержание линалоола, %	25-45	25-38	30-50
Содержание линалилацетата, %	35-55	25-45	2-5
Содержание камфоры, %	0,5-1,0	6-10	15-25
Морозостойкость, °С	-20...-25	-15...-20	-10...-15
Засухоустойчивость	Высокая	Очень высокая	Средняя
Требования к pH почвы	6,5-7,5	6,0-8,0	7,0-8,5
Высота произрастания, м	500-1800	200-800	0-600

Примечание: данные приведены для каждого вида в естественных условиях произрастания

Цветоносные стебли обычно простые, без разветвлений, длиной до 20 см. Цветение приходится на июнь – начало июля, плодоношение – на июль – август.

Растение способно выдерживать морозы до $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Эфирное масло лаванды обладает средней концентрацией, но отличается высоким содержанием линалилацетата и ценится за превосходные парфюмерные качества.



Рисунок 1.1 - *Lavandula angustifolia* Mill



Рисунок 1.2 - *Lavandula latifolia* Medik.



Рисунок 1.3 - *Lavandula x intermedia* Emeric Loisel

Lavandula latifolia Medik. (рисунок 1.2) представляет собой многолетний полукустарник высотой до 130 см с серо-зелёными, густо опушёнными лопатчатыми листьями длиной до 8 см и шириной 1,0–1,3 см. Цветоносные стебли длинные (до 50 см), сложные, с разветвлениями первого и второго порядка. Соцветия рыхлые и длинные, достигают 10 см. Цветёт в августе, плодоносит в сентябре — октябре. Этот вид отличается высокой засухоустойчивостью, долговечностью и способностью переносить морозы до -16°C . Содержание эфирного масла в листьях и цветках может достигать 11 % от абсолютно сухой массы (Работягов, 1972, 2010; Романенко, Машанов, 1987; 1970; Baser, 2005).

Лавандин представляет (рисунок 1.3) собой многолетний полукустарник. Растения больших размеров 95 -110 см, состоят из многочисленных ветвей, образуют компактную крону сферической формы. Старые ветви растения голые, покрыты отслаивающейся пластинчатой бурой корой, тогда как молодые ветви

имеют четырёхгранную форму и покрыты сероватым опушением. Ветви густо облиственны. Листья расположены супротивно, сидячие, удлинённо-ланцетные, сужающиеся к основанию, с цельными краями, загнутыми наружу. При сильном опушении листья приобретают серебристо-белый оттенок с обеих сторон и значительно превосходят по размеру листья лаванды узколистной.

Цветоносные стебли варьируются по длине от 27 до 47 см, бывают как разветвлёнными, так и простыми, и их количество на одном растении достигает в среднем 210–250 штук. Соцветия крупные и плотные, длиной от 5 до 10 см. Цветки обоеполые, располагаются в пазухах прицветников супротивными полумутовками. Прицветные листья зелёные, плёнчатые или слегка плёнчатые, напоминают лавандовые, но отличаются более узкой формой и постепенно переходят в вытянутую острую верхушку. Чашечки крупные, цилиндрической или бочковидной формы, серо-зелёные или фиолетовые с различной степенью опушения, не опадают. Венчики фиолетово-голубые, крупные, опадающие. Тычинок четыре, пестик один, завязь верхняя, четырёхгнездная. Корневая система одревесневшая, ветвистая, густомочковатая, проникает в почву на глубину до трёх и более метров (Машанов, 1987).

На основе классификации, предложенной П.А. Нестеренко (1947), все многообразие гибридных форм лавандина подразделяется на три морфологически обособленных типа. Преобладающим является промежуточный тип, который доминирует как в природе, так и в селекционных программах. Этот тип, в свою очередь, дифференцируется на два подтипа: вероспиковый, морфологически тяготеющий к *L. angustifolia* (характеризуется слабоветвящимися цветоносами и компактными соцветиями), и спиковеровый, проявляющий признаки *L. latifolia* (отличается выраженной ветвистостью). Две другие, значительно более редкие группы, представляют собой не различимые по морфологическим признакам гибриды, фенотипически практически неотличимые от родительских видов (*L. latifolia* и *L. angustifolia* соответственно) и идентифицируемые главным образом по их стерильности.

Лавандин превосходит оба родительских вида по большинству количественных признаков, что является проявлением гетерозиса (гибридной силы). Особенно выражено превосходство по высоте растений, размеру соцветий и содержанию эфирного масла (Lis-Balchin, 2002).

Качественные признаки лавандина носят промежуточный характер, при этом некоторые характеристики наследуются от одного из родителей. Например, форма листьев и тип опушения ближе к *L. angustifolia*, тогда как характер ветвления и строение соцветий больше напоминают *L. latifolia* (Upson, Andrews, 2004). Анатомическое строение лавандина отражает его адаптацию к засушливым условиям и промежуточное положение между родительскими видами. (Christodoulakis et al., 2009).

Лавандин как культура субтропического происхождения предъявляет специфические требования к климатическим и почвенным условиям. Понимание этих требований является основой для успешного возделывания культуры в различных агроклиматических зонах (Zheljazkov et al., 2008). Лавандин относится к теплолюбивым культурам, но обладает достаточно высокой адаптивностью к температурным колебаниям. Оптимальными температурами для различных фаз развития являются; 22 - 28°C для фазы вегетации, 24 - 30°C для фазы бутонизации, 26 - 30°C. Для нормального развития лавандина требуется сумма активных температур (выше 10°C) не менее 2500-3000°C. В зависимости от сорта и климатической зоны эти показатели могут варьировать для ранних сортов 2200-2500°C, среднеспелых сортов 2500-2800°C, позднеспелых 2800-3200°C (Chrysargyris et al., 2016). Лавандин обладает умеренной морозостойкостью, которая зависит от возраста растений, условий подготовки к зиме и наличия снежного покрова. Молодые растения (1-2 года) выдерживают морозы до -15°C, взрослые растения (3-5 лет) до -20°C, а при наличии снежного покрова до -25°C (Hassiotis et al., 2014). Лавандин характеризуется высокой засухоустойчивостью, но для получения максимальных урожаев эфирного масла требует оптимального водного режима. Годовая потребность во влаге - минимальная 350-400 мм, оптимальная 500-600 мм, максимальная: 700-800 мм (Zheljazkov et al., 2008).

Лавандин является светолюбивой культурой, требующей интенсивного солнечного освещения для нормального роста, развития и накопления эфирного масла, необходимо не менее 2000-2200 часов в год, при снижении освещенности на 30% содержание эфирного масла снижается на 40-50%, затенении более 50%: растения вытягиваются, снижается содержание активных веществ, а в условиях недостаточного освещения: задерживается цветение, ухудшается качество масла (Chrysargyris et al., 2016). Лавандин предъявляет специфические требования к почвенным условиям, не подходят заболоченные и переувлажненные почвы, солонцы и солончаки, кислые торфяники, каменистые с малым слоем почвы, с близким залеганием грунтовых вод (Hassiotis et al., 2014). Выбор участка с оптимальными условиями рельефа и экспозиции имеет критическое значение для успешного возделывания лавандина – это склоны южной и юго-западной экспозиции, с высотой над уровнем моря 200-800 м, защищенные от холодных северных ветров (Zheljazkov et al., 2008). Размножение лавандина представляет особую сложность в связи с его гибридной природой и практически полной стерильностью. Основным способом размножения является вегетативный, преимущественно зеленое черенкование (Upson, Andrews, 2004). Зеленое черенкование является наиболее эффективным и широко применяемым способом размножения лавандина, обеспечивающим получение генетически однородного посадочного материала (Calvo, Segura, 1989).

1.3 Химический состав эфирного масла лавандина

Химический состав эфирного масла лавандина представляет особый научный и практический интерес. Масло содержит более 100 компонентов, основными из которых являются линалоол (25-38%), линалилацетат (25-45%), камфора (6-10%), 1,8-цинеол (3-8%) и другие терпеноиды (Shellie et al., 2002). Такой состав обеспечивает широкий спектр биологической активности, включая антимикробные, противовоспалительные, седативные и репеллентные свойства, что определяет многообразие областей применения лавандина. Его химический

профиль является промежуточным: от *L. angustifolia* он наследует способность к синтезу линалилацетата, а от *L. latifolia* — высокое содержание камфоры и 1,8-цинеола, что и определяет его специфический, более резкий аромат (Tucker, 1981; Smith et al., 2015).

Эфирное масло лавандина представляет собой сложную смесь летучих органических соединений, включающую более 150 идентифицированных компонентов. Основу масла составляют монотерпены и их кислородсодержащие производные, которые определяют характерный аромат и биологическую активность (Shellie et al., 2002; Lawrence, 2006; Zaccara et al., 2016). Основными компонентами эфирного масла являются: линалоол - монотерпеновый спирт ($C_{10}H_{18}O$), его содержание варьирует от 25 до 38% в зависимости от сорта и условий выращивания, обладает характерным цветочно-древесным ароматом и является основным носителем седативных и анксиолитических свойств масла (Peana et al., 2006); линалилацетат - сложный эфир линалоола и уксусной кислоты ($C_{12}H_{20}O_2$), его содержание в эфирном масле варьирует от 25 до 45%. Аромат этого компонента придает маслу характерную свежесть и фруктовые нотки, а также обладает выраженным спазмолитическим действием. Соотношение линалоол/линалилацетат является важным показателем качества масла (Prusinowska. Smigielski, 2014); камфора - бициклический монотерпеновый кетон ($C_{15}H_{16}O$), содержание достигает 6-10% в эфирном масле лавандинов. Камфора придает маслу характерные камфорные ноты и обладает стимулирующими, отхаркивающими свойствами (Enshaieh et al., 2007).

Требования к качеству эфирного масла лавандинов регламентируются международным стандартом ISO 8902:2009, который определяет его основные физико-химические характеристики и состав. На Внешний вид эфирное масло - прозрачная жидкость от бледно-жёлтого до светло-зелёного цвета с характерным ароматом лаванды, плотность 0,875–0,890 г/см³ при 20 °C, индекс преломления 1,460–1,470 при 20 °C, угол вращения от –10° до –30°, Содержание основных компонентов - линалоол — не менее 20% и не более 45%, линалилацетат — не

менее 25% и не более 47%, камфора — не более 0,5%, цинеол (эвкалиптол) — не более 2% (ISO 8902:2009).

Экологические факторы оказывают значительное влияние на биосинтез и накопление компонентов эфирного масла лавандина. Основные факторы включают климатические условия, тип почвы, высоту над уровнем моря и агротехнические приемы. Повышение среднесуточной температуры на 5°C приводит к увеличению содержания камфоры на 15-25%, снижению содержания линалилацетата на 8-12%, повышению доли монотерпеновых углеводородов на 20-30% (Zheljazkov et al., 2008).

В зависимости от преобладающих компонентов эфирного масла выделяют несколько хемотипов лавандина, различающихся по биологической активности и областям применения. К линалоольному хемотипу относятся сорта 'Grosso', 'Super A', с содержанием основных компонентов - линалоол: 30-38%, линалилацетат: 35-45%, камфора: 6-8%. Камфорный хемотип характерен для сортов 'Abrial', 'Super' с содержанием линалоола 25-30%, линалилацетата 25-35%, камфоры: 8-12%. Цинеольный хемотип встречается у диких популяций с содержанием в эфирном масле линалоола варьирует от 25 до 32%, эвкалиптола от 6 до 10%, камфоры от 6 до 9% (Shellie et al., 2002).

Лавандин представляет собой богатый источник разнообразных биологически активных веществ, определяющих его терапевтические свойства и широкое применение в различных отраслях промышленности. Химический состав лавандина характеризуется высокой сложностью и включает более 300 идентифицированных соединений различных классов (Enshaieh et al., 2007). Эфирное масло является основным биологически активным веществом лавандина и определяет большинство его фармакологических свойств. Содержание эфирного масла в надземной части растений варьирует от 1,5 до 4,0% в зависимости от сорта, условий выращивания и фазы развития (Prusinowska, Smigielski, 2014). Розмариновая кислота является доминирующим фенольным соединением лавандина, составляя 50-70% от общего содержания фенолов. Это соединение обладает мощной антиоксидантной активностью, превышающей

активность α -токоферола в 3-4 раза (Petersen, Simmonds, 2003). Флавоноиды лавандина представлены преимущественно гликозидами флавонов и флавонолов. Общее содержание флавоноидов составляет 8-15 мг/г сухого вещества в пересчете на рутины (Hassiotis et al., 2014).

Антибактериальная активность эфирного масла лавандина обусловлена синергетическим действием его основных компонентов и представляет значительный интерес для разработки природных антимикробных препаратов. Многочисленные исследования подтверждают широкий спектр антибактериального действия масла против грамположительных и грамотрицательных бактерий (Enshaieh et al., 2007). Эфирное масло лавандина проявляет активность против широкого спектра патогенных и условно-патогенных микроорганизмов. Эффективность действия варьирует в зависимости от вида бактерий, концентрации масла и условий тестирования (Cavanagh, Wilkinson, 2002). Антибактериальное действие эфирного масла лавандина реализуется через несколько взаимосвязанных механизмов, направленных на различные клеточные мишени бактерий (Bakkali et al., 2008). Основным механизмом антибактериального действия связан с нарушением целостности и функций цитоплазматической мембраны бактерий. Липофильные компоненты эфирного масла взаимодействуют с фосфолипидным бислоем мембраны, вызывая следующие изменения (Cristani et al., 2007). Компоненты эфирного масла лавандина способны ингибировать ключевые ферменты бактериального метаболизма, что приводит к нарушению жизненно важных процессов (Burt, 2004). Некоторые компоненты эфирного масла лавандина способны взаимодействовать с нуклеиновыми кислотами и ферментами их метаболизма, что приводит к нарушению процессов репликации и транскрипции. Антибактериальная активность эфирного масла лавандина значительно превышает активность отдельных компонентов, что указывает на наличие синергетических взаимодействий между различными соединениями (Burt, 2004). Несмотря на высокую эффективность, некоторые бактерии могут развивать резистентность к эфирному маслу лавандина. (Bakkali et al., 2008):

Фармакологические свойства лавандина изучены в многочисленных доклинических исследованиях, которые подтверждают широкий спектр биологической активности и обосновывают его терапевтическое применение. Основные эффекты обусловлены синергетическим действием компонентов эфирного масла и других биологически активных веществ (Kasper et al., 2010). Нейротропные эффекты лавандина являются наиболее изученными и клинически значимыми. Исследования на различных экспериментальных моделях демонстрируют выраженное седативное, анксиолитическое и антидепрессивное действие (Woelk, Schlafke, 2010). Противовоспалительные свойства лавандина изучены на различных моделях острого и хронического воспаления. Активность обусловлена как эфирным маслом, так и полифенольными соединениями (Peana et al., 2006). Гепатопротекторные свойства лавандина изучены на моделях токсического поражения печени различными агентами (Chrysargyris et al., 2016). Исследования противоопухолевой активности компонентов лавандина показывают перспективы для разработки адъювантных противоопухолевых препаратов (Peana et al., 2006).

1.4 Степень изученности лавандина на современном этапе

Интерес к лавандину как к объекту научных исследований и промышленного возделывания обусловлен рядом существенных преимуществ по сравнению с родительскими видами. Прежде всего, это значительно более высокая продуктивность эфирного масла — урожайность может достигать 150-200 кг/га в сравнении с лавандой узколистной (15-25 кг/га) (Cavanagh, Wilkinson, 2002). Кроме того, лавандин характеризуется большей устойчивостью к неблагоприятным абиотическим факторам, включая засуху, низкие температуры и засоление почв, что расширяет потенциальные зоны его возделывания (Lesage-Meessen et al., 2015). Межвидовая гибридизация играет важную роль в эволюции рода *Lavandula*, способствуя обмену генетическим материалом и формированию

новых адаптивных комбинаций. Основные зоны гибридизации приурочены к экотонам между различными местообитаниями (Herrera, 1987).

Селекционная работа с лавандином представляет значительный научный интерес в связи с его гибридной природой и преимущественно вегетативным способом размножения. Основные направления селекции включают создание сортов с повышенной продуктивностью, улучшенным качеством эфирного масла, расширенной экологической пластичностью и устойчивостью к биотическим стрессорам (Guitton et al., 2010).

История зарубежной селекции неразрывно связана с парфюмерной промышленностью города Грасс. Начавшись с массового отбора из диких популяций, она перешла к клоновой селекции, которая стала настоящей революцией в отрасли. После успеха клона 'Abrial' были выделены и введены в культуру еще более продуктивные клоны лавандина, такие как 'Super' (1950-е) и, наконец, 'Grosso' (1970-е), который на десятилетия стал мировым эталоном лавандинового масла (Lawrence, 2006). Параллельно велась клоновая селекция и *L. angustifolia* для производства элитного масла (сорта 'Maillette', 'Matheronne'). Современная зарубежная селекция, столкнувшись с проблемой фитоплазменного увядания, сосредоточена на создании устойчивых к болезням сортов, а также на использовании молекулярных маркеров и биотехнологий для ускорения селекционного процесса (Lee et al., 2010, 2012; Urwin et al., 2007). Глубокое понимание генетических особенностей, позволяет целенаправленно создавать гибриды нового поколения, которые смогут объединить в себе лучшие качества обоих таксонов: высокую урожайность лавандина и премиальное качество масла лаванды узколистной (Adal, 2016; Bailly et al., 2001).

Селекционная работа в Никитском ботаническом саду проводилась с 1927 года с лавандами узколистной и широколистной (Laws, 1930; Нестеренко, 1939), в дальнейшем в промышленных целях использовалась только лаванда узколистная, менее ценная лаванда узколистная не культивировалась (Гуныко Г.К., 1930, 1937; Нестеренко, 1939; Лешук, 1952). Селекционный отбор лучших форм велся методом индивидуального отбора из посадок, заложенных семенами, полученных

из Франции и Германии. Позже Г.К. Гунько и П.А. Нестеренко в 1923-1933 гг. отобрали на промышленных плантациях лучшие формы, выделили из них первые отечественные сорта Н-5, Н-13, Н-40. За короткое время этими сортами были заняты практически все промышленные плантации (Нестеренко, 1936, 1939). В последующие годы селекция лаванды узколистной связана с использованием межсортной гибридизации с применением индивидуального отбора. В 1940 году селекционерами П.А. Нестеренко и Р.И. Неструевой отобраны высокопродуктивные формы, которые стали сортами – 'Рекорд', 'Прима' и 'Рассвет' (Романенко, 1972; Буюкли, 1969). Проведенные комплексные исследования этих сортов, позволили выделить наиболее продуктивный сорт – 'Рекорд'. В 1967 году В.И. Машановым выведен сорт 'Южнобережная', превосходящий сорт 'Рекорд' по урожайности на 40%. (Машанов и др., 1969). в последующие годы эффективность индивидуального отбора сильно снизилась, из-за использования вегетативного размножения, плантаций семенного размножения не осталось. Положительные результаты селекции межвидовых гибридов были осуществлены во Франции в 1923 году Ширисом (Chiris, 1931) и в 1930 Антоном, были получены семена и выращены лавандины (Нестеренко, 1939). Исследование гибридов (лавандинов) в НБС началось в 1937 году, к 1939 году коллекция насчитывала 58 номеров, полученные гибриды имели низкую завязываемость семян (до 2%), были стерильными, эфирное масло по качеству уступало лавандовому, характеризовалось высоким содержанием камфоры. Для решения проблемы улучшения качества эфирного масла лавандина, был предложен метод тщательного подбора пар для скрещивания по содержанию химических компонентов. В период с 1968 по 1980 годы В.И. Машановым и П.А. Нестеренко, Е.Г. Мухортовой выделены отечественные сорта лавандина 'Первенец', 'Предгорный', 'Восторг', 'Октябрь', по содержанию эфирного превосходившие лаванду узколистую 40-60% (Машанов и др., 1969). Теоретическими основами подбора исходных форм, как исходного материала, для получения гетерозисных гибридов, экспериментальной полиплоидией и создание высокопродуктивных форм лаванды при межвидовых скрещиваниях занимались Работягов В.Д,

Романенко Л.Г., Свиденко Л.В. Биохимии лавандина посвящены работы В.Д. Работягова, Ю.А. Акимова (Работягов, Акимов, 1986, 1990). В целях совершенствования селекции эфирномасличных культур В.Д. Работяговым разработана модель продуктивности лаванды (1987). Изучению биологии развития лавандина в различных районах Крыма посвящены работы Т.Г. Мухортовой (1972). Свиденко Л.В. изучала биологические и биохимические особенности лавандина в условиях степной зоны юга Украины (2001). На основе исследования по классификации межвидовых гибридов, разработаны схемы скрещивания родительских пар с целью создания высокопродуктивных сортов (гибридов) лаванды, обладающих комплексом полезных хозяйственных признаков, предназначенные для производства высококачественной парфюмерии – тетраплоидные гибриды с повышенным содержанием линалилацетата (до 61%), ориентированные на парфюмерно-косметическую и мыловаренную промышленность - высокопродуктивные аллотриплоидные гибриды, с содержанием линалилацетата и линалоола достигает в эфирном масле до 85%, для производства линалоола - триплоидные гибриды с его высоким содержанием (до 77%), сесквидиплоидные гибриды для медицины (Работягов, Свиденко, 2011). В настоящее время продолжается изучение сортовых характеристик эфиромасличных растений (Феськов и др., 2025), морозоустойчивости триплоидных гибридов (Хохлов и др., 2025), Изучена динамика фенольных соединений (Палий, 2018) качества эфирного масла триплоидных гибридов лаванды (Работягов и др., 2018), характеристика хозяйственно-ценных признаков (Хохлов, Палий, 2017, 2019). Описаны морфо биологические характеристики новых сортов Рабат, Снежный барс и трех перспективных гибриды, для внедрения в производство, парфюмерии, медицины (Работягов и др., 2017). Проведено тестирование экспериментальных препаратов для регуляции биосинтеза метаболитов (Oberemok и др., 2020), оптимизированы методы выделения ДНК для генетического анализа (Bulavin et. al., 2020, Tsiupka et. al., 2022, Brailko, 2019) и оценена активность фотосинтетического аппарата у различных сортов (Tsiupka et. al., 2022).

Изучен комплекс заболеваний и вредителей, поражающих гибриды, и разработаны рекомендации по защите растений в условиях защищенного грунта (Балыкина и др., 2016).

На современном этапе в России, главным направлением селекции стала морозо- и зимостойкость. исследования ведутся на адаптацию культуры к более суровым условиям континентального климата (Коваленко, 2010). Используя методы индивидуального отбора из гибридных популяций и направленной гибридизации, советские селекционеры создали ряд уникальных, адаптированных сортов лаванды узколистной 'Рекорд', 'Степная', 'Синева ' и лавандина 'Рабат', 'Снежный барс' (Работягов, 2011; Плугарь и др., 2016). Современные российские исследования продолжают эту традицию, активно внедряя методы оценки по комплексу признаков, гибридизацию и использование молекулярных маркеров для создания новых, конкурентоспособных сортов (Иванов и др., 2018; Петрова, 2021). Эта работа вносит значительный вклад в сохранение ценного генофонда и расширение ареала возделывания лаванды (Невкрытая и др., 2018).

1.5 Применение в различных отраслях промышленности

Современное значение лавандина в мировой экономике трудно переоценить. По данным Международной организации по стандартизации (ISO), на долю лавандина приходится более 80% мирового производства лавандового эфирного масла, что составляет около 1200-1500 тонн в год (Prusinowska, Smigielski, 2014). Основными производителями являются Франция (регион Прованс), Болгария, Украина, Молдова, Китай и некоторые другие страны с подходящими климатическими условиями.

Глобальный рынок эфирного масла лаванды демонстрирует устойчивый рост, превышающий 5% в год, что обусловлено расширением применения в ароматерапии, косметологии и пищевой промышленности (Grand View Research, 2021; Market Research Future 2022). Основное производство сосредоточено в

странах с развитым сельским хозяйством: Франция, Болгария, Китай и США. Однако ценовая политика и качество сырья варьируются в зависимости от региона. Например, французский лаванда традиционно считается эталоном благодаря уникальному климату Прованса, но сталкивается с растущей конкуренцией со стороны болгарских и китайских производителей, которые предлагают более доступные цены за счет масштабного производства (Pouliot., Redwood 2018).

Трудовые ресурсы остаются одним из критических факторов. Сбор лаванды требует ручного труда, что делает производство трудоемким и зависимым от сезонной миграции работников. Это повышает операционные риски и затраты, особенно в условиях ужесточения миграционных политик в странах ЕС (Ferchichi et al. 2018). Компании, внедряющие современные технологии, получают значительные преимущества за счет снижения потерь и повышения эффективности (Zheljazkov et al. 2008)]. Растущий интерес к органическому сырью стимулирует переход на устойчивые методы производства, что, хотя и требует дополнительных инвестиций, открывает доступ к новым рынкам (Chrysargyris, Hassiotis 2014).

Перспективы рынка лавандина остаются позитивными, обусловленные растущим спросом на натуральные ароматизаторы в пищевой, косметической и фармацевтической промышленности, но производители эфирных масел могут столкнуться с вызовами, связанными с изменением климата (неустойчивые урожаи), колебаниями цен на сырье и ужесточением экологических стандартов.

В парфюмерно-косметической промышленности эфирное масло лавандина используется как базовая нота в композициях, придавая им характерный свежий, травянистый аромат с легкими камфорными оттенками. В отличие от более дорогого масла лаванды узколистной, масло лавандина обеспечивает оптимальное соотношение цена-качество для массового производства косметических и парфюмерных изделий.

Эфирное масло лавандина используется в косметической промышленности благодаря своим дерматологическим свойствам и приятному аромату в виде

добавок в гелях для умывания, мицеллярной воды, скрабах, креме, сыворотках для лица, лосьонах для тела, средствах после бритья, средствах от акне, шампунях, кондиционерах, масках для волос, средствах от перхоти, тониках для кожи головы, мужской и женской парфюмерии (Enshaieh et al., 2007).

Лавандин является одним из основных компонентов ароматерапевтических продуктов благодаря своим седативным и релаксирующим свойствам, его эфирное масло используется в виде масляного раствора для массажа тела проблемных зон и после тренировок. В кристаллической форме в солях для ванн, в виде пены для ванн, используется для ароматизации помещения (Huang et al., 2008).

Использование лавандина в пищевой промышленности ограничено по сравнению с лавандой узколистной из-за более высокого содержания камфоры, однако он находит применение в некоторых специализированных продуктах. Эфирное масло используют в кондитерских изделиях (печенье, бисквиты, мороженом), сухие соцветия для ароматизации и консервации в джемах и меде, экстракты для ароматизации шоколада и йогурта, сухие листья и цветки в смесях с другими травами для ароматизации чая, гидролаты в лимонадах (Chemat, et al., 2017; Ferhat, et al., 2006).

Фармацевтическое применение лавандина основано на его доказанных терапевтических свойствах и включает как традиционные лекарственные формы, так и современные фармацевтические препараты. Используется в виде экстрактов в биологически активных добавках для снижения нервозности, улучшения сна. В лекарственных препаратах Silexan, Lasea (Kasper et al., 2010).

Фармацевтическое применение лавандина основано на его доказанных терапевтических свойствах. Исследования последних десятилетий подтвердили эффективность препаратов лавандина при лечении тревожных расстройств, нарушений сна, головных болей напряжения и некоторых дерматологических заболеваний (Kasper et al., 2010). Антимикробная активность эфирного масла лавандина против широкого спектра патогенных микроорганизмов открывает

перспективы его использования в качестве природного консерванта и антисептика.

Агротехнические аспекты возделывания лавандина продолжают активно изучаться в связи с расширением географии его культивирования. Особое внимание уделяется адаптации существующих сортов к новым климатическим условиям, оптимизации систем удобрения и орошения, разработке эффективных методов защиты от болезней и вредителей (Zheljazkov et al., 2008). Современные исследования также направлены на изучение влияния различных агротехнических приемов на урожайность и качество эфирного масла.

Экологические аспекты возделывания лавандина также заслуживают внимания. Как многолетняя культура, лавандин способствует предотвращению эрозии почв, особенно на склоновых землях. Его медоносные свойства поддерживают популяции пчел и других опылителей, что важно для сохранения биоразнообразия агроландшафтов (Машанов, 1974; Herrera, 1987).

ГЛАВА 2 ОБЪЕКТЫ, УСЛОВИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Объекты исследований

В течение в качестве объектов исследования выступили исходные родительские формы и полученные на их основе аллотриплоидные гибриды F₁ (424 шт.). Год посадки – 2017, период исследования 2020–2023 гг., возраст растений – 4 года.

Исходные формы лаванда узколистная (*L. angustifolia*), представленная тремя образцами:

№ 70116 - массовая доля эфирного масла — 2,1% (на сырую массу) и 5,8% (на абсолютно сухую массу);

№ 32812 - массовая доля эфирного масла — 1,8% (на сырую массу) и 5,2% (на абсолютно сухую массу);

№ 8812 - массовая доля эфирного масла — 1,86% (на сырую массу) и 5,8% (на абсолютно сухую массу).

Амфидиплоидные (тетраплоидные) формы лавадина, полученные на основе *L. angustifolia* и *L. latifolia*, которые использовали как в качестве материнских, так и отцовских компонентов при скрещиваниях:

№ 48 - массовая доля эфирного масла — 2,5% (на сырую массу) и 6,7% (на абсолютно сухую массу).

№ 11 - массовая доля эфирного масла — 3,2% (на сырую массу) и 9,8% (на абсолютно сухую массу).

Между указанными амфидиплоидами и сортами лаванды узколистной были проведены прямые и реципрокные скрещивания для получения гибридного материала. Гибриды F₁ *Lavandula* x *intermedia* Emeric ex Loisel в следующих комбинациях скрещивания:

L. angustifolia №70112 × *L. x intermtdia* №11 - 31 растение

L. x intermtdia №11 x *L. angustifolia* №70112 - 18 растений

L. angustifolia №32816 x *L. x intermtidia* №11 - 54 растения
L. x intermtidia №11x *L. angustifolia* №32816 - 28 растений
L. angustifolia №8812 x *L. x intermtidia* №11 - 40 растений
L. x intermtidia №11 x *L. angustifolia* №8812 - 36 растений
L. angustifolia №70116 x *L. x intermtidia* №48 - 43 растений
L. x intermtidia №48 x *L. angustifolia* №70116м - 33 растения
L. angustifolia №32812 x *L. x intermtidia* №48 - 56 растений
L. x intermtidia №48 x *L. angustifolia* №32812 - 27 растений
L. angustifolia №8812 x *L. x intermtidia* №48 - 40 растений
L. x intermtidia №48 x *L. angustifolia* №8812 - 18 растений

Схема создания прямых комбинаций

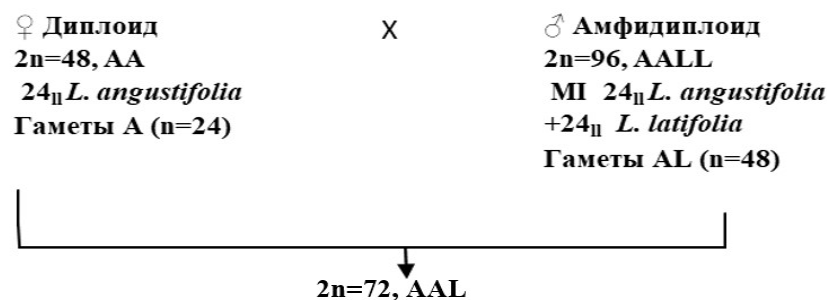


Рисунок 2.1 – Схема скрещивания в прямых комбинациях

Схема создания обратных комбинаций

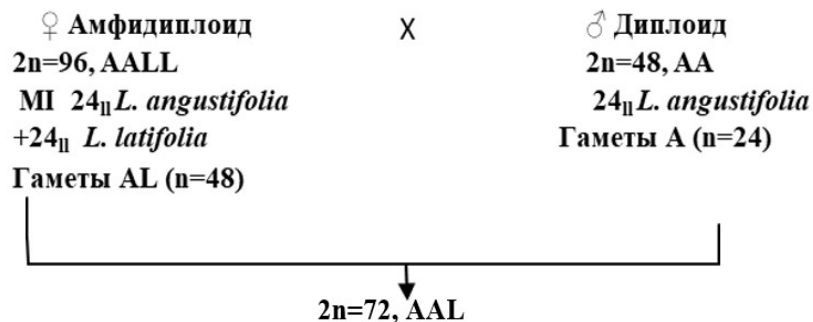


Рисунок 2.2 – Схема скрещивания в обратных комбинациях

В качестве контроля были выбран районированный сорт *Lavandula x intermedia* 'Рабат'. Схема посадки растений – 1 х 1 м методом полной рандомизации повторений. Агротехнические мероприятия общепринятые для возделывания лаванды узколистной. В марте рыхление почвы на глубину 10-12 см в середине междурядий, возле растений на 5-7 см, с одновременным внесением аммиачной селитры 1,5 ц/га. В мае после отрастания сорняков культивация на такую же глубину и ручная прополка в ряду, перед цветением проводилась третья культивация, перед уборкой урожая вторая ручная прополка. После сбора урожая и формирования кустов культивация на глубину 10-12 см. В ноябре проводилось рыхление междурядий на 15-16 см с одновременным внесением минеральных удобрений.

2.2 Методы исследований

Экспериментальную работу лабораторные и полевые опыты проводились в 2020-2023 гг. на участке лаборатории ароматических и лекарственных растений Никитского ботанического сада, площадь питания составляет 1 х 1 м. Опыты были заложены в экологически выровненных условиях на общем агротехническом фоне с соблюдением одинакового ухода за растениями в течение всего периода наблюдений, рандомизированно в четырех повторениях.

Для создания аллотриплоидных гибридов F_1 применяли метод искусственной гибридизации (Работягов, Акимов, 1986; Шоферистова и др., 1977). Процедура включала следующие этапы:

- кастрация (эмаскуляция) проводилась за день до предполагаемого раскрытия цветка путем удаления венчика вместе с приросшими к нему тычинками. Одновременно удаляли нераскрывшиеся бутоны и уже раскрытые цветки на соцветии для предотвращения неконтролируемого опыления.
- подготовленные соцветия изолировали, используя вату и пергаментные изоляторы, для исключения попадания чужеродной пыльцы.

- искусственное опыление проводили на второй-третий день после кастрации, нанося на рыльце пестика свежесобранную пыльцу с отцовских растений.

Фенологические наблюдения проводились по общепринятой методике (Бейдеман, 1974) с некоторыми изменениями и дополнениями применительно к культуре. Отмечались следующие основные фенологические фазы развития: начало цветения, массовое цветение, конец цветения.

Учет урожая проводили в фазу массового цветения растений по методике полевых опытов (Доспехов, 1973). Урожай учитывался по каждому из исследуемому сорту, родительской форме, гибриду F_1 в трёх повторениях отдельно, путем взвешивания соцветий со всех изучаемых растений. Количество цветоносов, размер и массу соцветий, число мутовок в соцветии, число второй мутовки в соцветии, число цветков во второй мутовке, число цветов соцветии количество, диаметр и высоту растения определяли методами, принятыми в отделе новых ароматических и лекарственных культур Никитского ботанического сада (Работягов, Машанов 1999). Данные подвергались статистической обработке при помощи компьютерных программ Excel 2016, Statistica 10 с вычислением среднего арифметического значения, стандартного отклонения, дисперсии, достоверность различий, коэффициента корреляции (Афифи, 1982).

Содержание эфирного масла определяли методом Гинзберга на аппаратах Клевенджера (Ермаков, 1962). Компонентный состав эфирного масла исследовали методом высокоэффективной газо-жидкостной хроматографии на хроматографе AgilentTechnology 6890N. Компонентный состав летучих веществ определяли с помощью хроматографа Agilent Technology 6890 с масс-спектрометрическим детектором 5973. Колонка HP-1 длиной 30 м; внутренний диаметр – 0,25 мм. Температура термостата программировалась от 50 до 2500С со скоростью 4 0С/мин. Температура инжектора – 2500С. Газ носитель – гелий, скорость потока 1 см³/мин. Перенос от газового хроматографа к масс-спектрометрическому детектору прогревался до 230 0С. Температура источника поддерживалась на уровне 2000С. Электронная ионизация проводилась при 70 eV в ранжировке масс

m/z от 29 до 450. Идентификация выполнялась на основе сравнения полученных масс-спектров с данными комбинированной библиотеки NIST05-WILEY2007 (около 500000 масс-спектров).

Индексы удерживания компонентов рассчитывали по результатам контрольных анализов эфирных масел с набором нормальных алканов.

Проводились биометрические измерения (высота, диаметр куста, длина и количество побегов, соцветий, их средняя масса, количество мутовок в соцветии).

Для цитологического и цитометрического исследования материалом служили свежие листья длиной 1-2 мм родительских форм *L. angustifolia*, *L. x intermedia* и гибрида F₁. Подсчет хромосом у исходных видов и лавандинов проводились по методике подсчёта хромосом Паушевой (1988), в клетках меристемы молодых листочков, всего по 5 повторностей для каждого генотипа. Фиксировались молодые листочки в фазе наиболее сильного роста, в качестве фиксатора использовали уксусный алголь, для окрашивания использовали краситель ацетоорсеин. Давленные препараты просматривали с помощью микроскопа Zeiss Jenamed, оборудованного камерой Lomo XC1314, обработка изображений произведена с помощью программы MCviev.

Для определения уровня ploидности и относительное содержание ДНК родительских форм и гибридов F₁, использовали методику исследования объектов с помощью проточной цитометрии, разработанной ЮСБС и Алтайским государственным университетом (Скапцова и др., 2020). Листовые образцы размером около 0,5 см² были помещены в буферный раствор Tris-MgCl₂ (0,2 M Tris, 4 mM MgCl₂; 0,5 % Triton X-100), обогащённый пропидиум йодидом (50 мкг/мл), РНКазой (25-50 мкг/мл) и 2-меркаптоэтанолом (0,2 %), после чего измельчались с использованием безопасной бритвы. Подготовленные пробы фильтровались через мембрану с порами диаметром 30 мкм и анализировались с помощью проточного цитометра CyFlow® PloidyAnalyzer (Partec, Германия). В качестве внешнего контроля использовались растения *Ficus benjamina* L. (2C=0,9 пг).

Моделирование низкотемпературного стресса. Сбор однолетних побегов длиной 20 см для лабораторного анализа проводили в зимние периоды 2020 – 2023 гг. Моделирование мороза осуществляли в климатической камере ТТС 256 (Mettert, Германия) по следующему протоколу:

Закаливание: Образцы выдерживали при температуре 0 °С в течение 10–12 часов.

Промораживание: температуру постепенно снижали до –20 °С в течение 4 часов, после чего продолжали снижение со скоростью 2 °С/час до достижения целевых экспериментальных температур: –16 °С, –18 °С, –20 °С и –25 °С.

Экспозиция: образцы выдерживали при заданной отрицательной температуре в течение 12 часов.

Оттаивание: температуру плавно повышали со скоростью 2 °С/час до 0 °С, выдерживали при этой температуре 12 часов, после чего образцы доводили до комнатной температуры и помещали в емкости с водой.

Оценка степени повреждения тканей

Оценку жизнеспособности тканей проводили через 48 часов после завершения эксперимента. Поперечные срезы, сделанные в центральной части побега, анализировали с помощью стереомикроскопа Nikon SMZ745/745T. Степень потемнения (побурения) тканей, свидетельствующую об их повреждении, оценивали визуально по шести балльной шкале (Яблонский и др., 1984):

0 баллов — повреждения отсутствуют;

1 балл — очень слабые повреждения (до 10% площади ткани);

2 балла — слабые повреждения (11–25%);

3 балла — средние повреждения (26–50%);

4 балла — сильные повреждения (51–75%);

5 баллов — полная гибель ткани (>75%).

Для комплексной оценки морозоустойчивости рассчитывали индекс повреждения (ИП) с учетом морфофизиологической значимости различных тканей (Бублик и др., 2013). Расчет производили по формуле:

$$\text{ИП} = (\text{Б коры} \times 3) + (\text{Б камбия} \times 9) + (\text{Б древесины} \times 2) + (\text{Б сердцевины} \times 1),$$
 где Б — балл повреждения соответствующей ткани, а 3, 9, 2 и 1 — весовые коэффициенты, отражающие вклад каждой ткани в жизнеспособность побега. Максимальное значение индекса, соответствующее полной гибели побега, составляет 75 $((5 \times 3) + (5 \times 9) + (5 \times 2) + (5 \times 1))$.

Величину истинного и конкурсного гетерозиса определяли по методике учета и оценки гетерозиса у растений Омарова. (1975)

Эффект истинного гетерозиса гибридов F1 определяли по формуле: $\text{Гист.} = (F1 - \text{Рлучш.}) / \text{Рлучш.} \times 100$, где:

Гист. — коэффициент истинного гетерозиса;

F1 — среднее значение признака гибрида первого поколения;

Рлучш. — среднее значение признака лучшей родительской формы. Эффект конкурсного гетерозиса гибридов F1 определяли по формуле:

$\text{Гконк.} = F1 - St / St$, где:

F1 — среднее арифметическое значение признака в первом поколении гибрида;

St — среднее арифметическое значение признака стандарта.

Экономическую эффективность выращивания исследуемых форм рассчитывали согласно методическим рекомендациям по определению экономической эффективности интродукционно-селекционной работы с эфиромасличными культурами (Федоров, 1984).

2.3 Почвенно-климатические условия

Опытный участок расположен в Никитском ботаническом саду, на высоте от 195 до 200 метров над уровнем моря в зоне горного Крыма. Этот регион представляет собой вытянутое поднятие с тремя грядами — Главной, Внутренней и Внешней. Центральная часть Главной гряды состоит из плоских вершин и небольших хребтов. Южный склон узкий (3–10 км), простирается от мыса Айя до мыса Киик-Атлама и характеризуется сложным геологическим строением с

пологими, ступенчатыми склонами из таврических сланцев и выступами мощных яйлинских известняков, таких как мыс Ай-Тодор и мыс Мартьян. На территории Никитского ботанического сада преобладают коричневые почвы, типичные для Крымской Южной сухой лесостепи с влиянием средиземноморского климата. Эти почвы формируются под разреженными дубово-можжевельновыми лесами и кустарниками с развитой травянистой растительностью, что способствует накоплению и разложению органического вещества, придающего почве характерный коричневый цвет.

Основные почвы опытного участка — среднегумусированные, карбонатные, мощные, легкоглинистые, образованные из серовато-бурых делювиальных отложений. Гумусный слой составляет 2–4 %, почвообразующая порода залегает глубже 2 метров. Аккумулятивный перегнойный горизонт достигает 50–60 см, переходный гумусовый — 40–50 см, с глубиной 90–105 см. Верхний слой содержит 20–43 % скелетных частиц, преимущественно мелких (хрящ), а в нижних горизонтах преобладает крупный щебень. Для коричневой почвы характерны относительно небольшие величины гигроскопической влажности (3,2–4,2%) и максимальной гигроскопической влажности (7,3–8,0%). Наименьшая влагоемкость (НВ) почвы изменяется от 21,5 до 28,8%, а влажность ее при НВ от 25,5 до 33,0 %. Почва практически не засолена, токсических для растений нормальных карбонатов не обнаружено. Реакция почвы слабощелочная (рН 7,5–7,8) [17]. По своим свойствам почва вполне пригодна для выращивания эфиромасличных и лекарственных культур, в том числе для лаванды узколистной (*Lavandula angustifolia* Mill.) и лавандина (*Lavandula x intermedia* Emeric Loisel) (Орел, 1990).

Метеорологические условия периода проведения исследований (2020–2023 гг.) проанализированы на основании данных метеостанции Никитского ботанического сада (приложение А), данные среднемесячной температуры воздуха за период исследования представлены на рисунке 2.3, а количество выпавших осадков на рисунке 2.4.

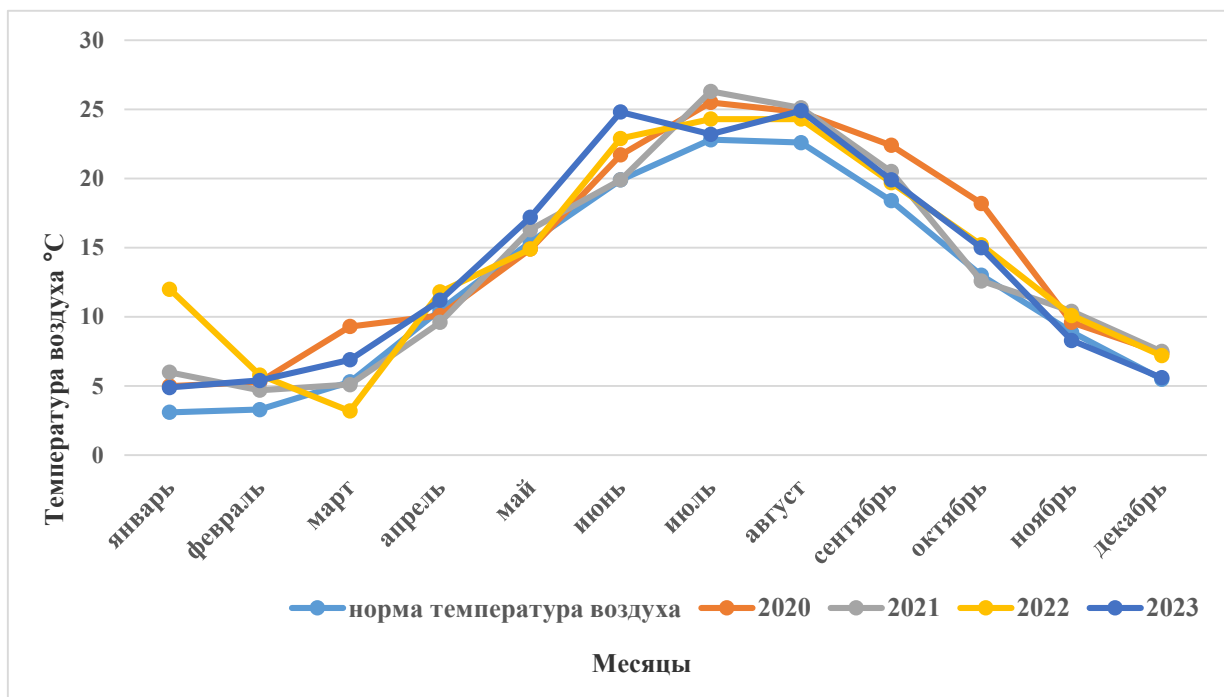


Рисунок 2.3 – Среднемесячная температура воздуха °C, 2020 - 2023 гг.

Климат зоны проведения исследований средиземноморский, засушливый и жаркий, с умеренно тёплой зимой. Среднегодовая температура около 13 °C, август — самый тёплый месяц (23–25 °C), февраль — самый холодный (2,5–4,5 °C).

Абсолютный минимум температуры достигает –15 °C, но зимы с устойчивыми морозами редки. Снег выпадает ежегодно, но снежный покров держится не более 12 дней, а устойчивый — раз в 50–100 лет. Безморозный период длится около 259 дней. Годовое количество осадков — 535 мм, максимум в декабре, минимум — весной. Испаряемость значительно превышает осадки, особенно в вегетационный период. Ветровой режим сложный: преобладают восточные и западные ветры, средняя скорость — 3,5 м/с, зимой до 6,5 м/с, летом 2,3–4,5 м/с. Суховеи редки, в среднем 2–4 дня в году. Морозные повреждения культур случаются не чаще 2–3 % зим. (Климатический атлас Крыма, 2000).

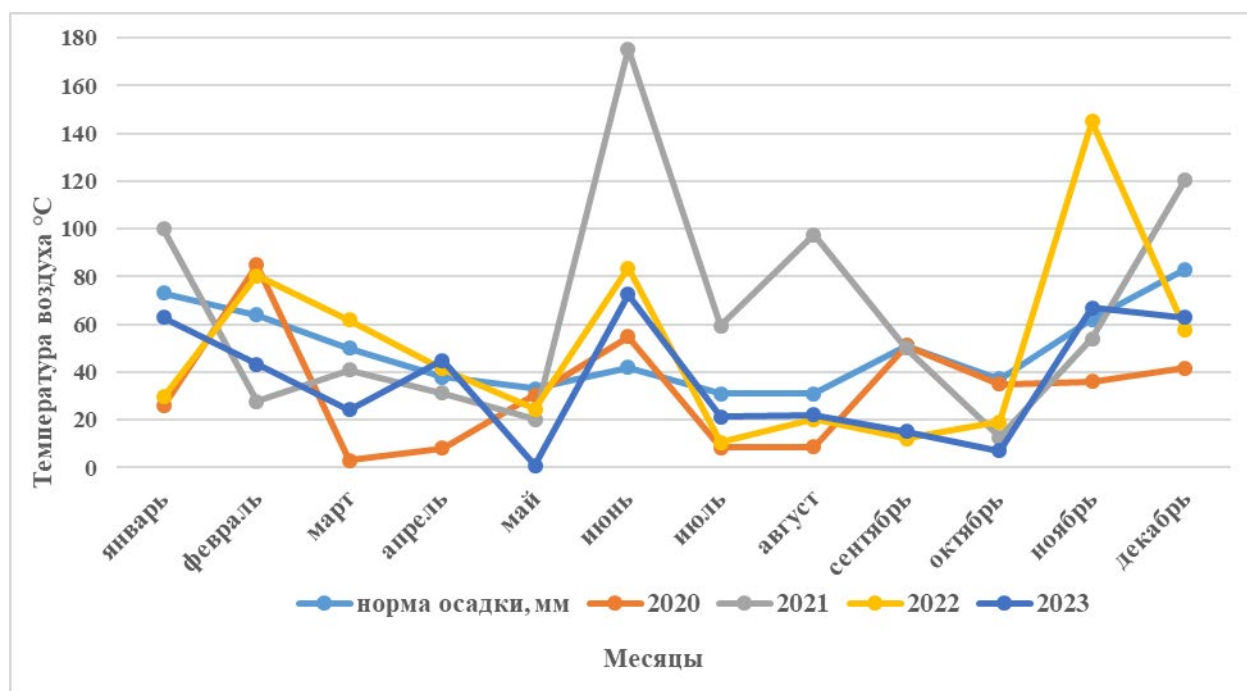


Рисунок 2.4 – Количество выпавших осадков (мм) за 2020–2022 гг.

Зима 2020 года характеризовалась преимущественно относительно теплой с осадками погодой. Средняя температура воздуха составила $5,1^{\circ}\text{C}$, что на $1,9^{\circ}\text{C}$ выше нормы. Самым холодным месяцем был январь, средняя температура воздуха которого составила $5,0^{\circ}\text{C}$, на $1,8^{\circ}\text{C}$ выше нормы. Самым теплым был февраль, средняя температура воздуха которого составляла $5,3^{\circ}\text{C}$, что на $2,0^{\circ}\text{C}$ выше нормы. Выпало 111 мм осадков, на 26 мм ниже нормы. Наибольшее количество осадков выпало в феврале (85,0 мм), наименьшее в январе (25,9 мм).

Весна 2020 года характеризовалась аномально тёплой и сухой погодой. В марте среднесуточные были выше нормы на $4\text{--}7^{\circ}\text{C}$, осадки были крайне низкими — всего около 3 мм, что составляет менее 10 % от нормы. В апреле средняя температура месяца была близка к норме, с небольшим дефицитом осадков — около 8 мм (около 50 % от нормы). Май отличался преимущественно тёплой и относительно сухой погодой, средняя температура была немного выше нормы, около $14\text{--}16^{\circ}\text{C}$, однако в конце месяца наблюдалось превышение нормы осадков — около 27 мм, что составило 180 % от нормы.

Лето 2020 года характеризовалось значительными колебаниями температурного режима и осадков, что оказало существенное влияние на

климатические условия региона. В июне средняя температура составила около 21,4 °С, что выше нормы примерно на 2,5 °С. Осадки за месяц были умеренными и распределялись неравномерно, с общим количеством около 54,8 мм, что превышает норму. Июль характеризовался преимущественно жаркой и сухой погодой. Средние температуры часто превышали норму на 1,8–4,6 °С. Осадки были около 3,4 мм, что составляет менее 15 % от нормы. Август прошёл с преимущественно тёплой и сухой погодой. Средняя температура воздуха была выше нормы на 1,3–3,1 °С, осадки были редкими и незначительными — около 8,7 мм, что составляет примерно 30–40 % от нормы.

Осень 2020 года характеризовалась преимущественно тёплой и сухой погодой с незначительными колебаниями температуры и осадков. В сентябре среднесуточные температуры воздуха были выше нормы на 4–5 °С, осадки выпадали нерегулярно и в небольшом количестве. В октябре наблюдалась аномально тёплая погода: средняя температура месяца превышала норму на 4–6 °С, что стало рекордным показателем за весь период наблюдений с 1930 года. Осадков выпало 18,4 мм (164 % от нормы). Ноябрь отличался более прохладной погодой с постепенным снижением температур. Средняя температура месяца была близка к норме, с небольшим отрицательным отклонением в середине и конце месяца. Осадки выпадали нерегулярно и в небольшом количестве — от 5,6 мм (26 % от нормы) до 20,7 мм (131 % от нормы). В конце месяца наблюдались заморозки.

Зимой 2020-2021 наблюдалась преимущественно относительно тёплая без заморозков погода. Средняя температура воздуха составила 6,0 °С, что на 0 °С выше нормы. Осадков выпало 169 мм или 84,5% от нормы, осадки выпадали преимущественно в виде небольших дождей. Самым холодным месяцем был февраль, средняя температура воздуха которого равнялась 4,7 °С. Абсолютный минимум температуры воздуха за зиму наблюдался в феврале, когда минимальная температура воздуха составила до – 5,9 °С.

Весна 2021 года характеризовалась относительно прохладной и влажной погодой. В апреле средняя температура месяца была ниже нормы на 0,7–0,9 °С и

составляла около 9,6 °С. Осадки в апреле были обильными и распределялись неравномерно, с суммарным количеством около 41 мм, что превышало норму более чем в два раза. Май 2021 года прошёл с постепенным потеплением и уменьшением количества осадков. Средняя температура воздуха повысилась до 16,3 °С, что на 1,3 °С выше нормы. Осадки в мае составили около 20 мм, что близко к норме.

Лето 2021 года характеризовалось значительными колебаниями температур и осадков, создавая переменчивые климатические условия. В июне погода была неустойчивой: со среднесуточными температурами ниже нормы на 2,2 °С и осадками около 175 мм (416 % от нормы). Июль отличался преимущественно жаркой погодой с частыми превышениями температуры над нормой на 2–5 °С. В целом июль был сухим, с осадками менее 20 мм, что составляет около 30–40 % от нормы. Август характеризовался преимущественно тёплой и сухой погодой с температурами выше нормы на 1,3–3,9 °С. Осадки выпадали преимущественно в первой половине месяца, выпало 97,6 мм осадков (312 % от нормы).

Осень 2021 года характеризовалась переменчивыми погодными условиями с колебаниями температуры и осадков. В сентябре средняя температура воздуха была выше нормы на 0,3–1,4 °С, и осадками 50 мм, близким к норме. В октябре наблюдалась относительно прохладная и ветреная погода с температурой воздуха ниже нормы на 0,8–2,5 °С. Средние температуры колебались от 11,7 до 13,7 °С, осадки были незначительными и распределялись неравномерно — от 0,4 мм до 18,4 мм (от 9 % до 164 % от нормы). В ноябре погода стала более тёплой, с температурами выше нормы на 2–5 °С и умеренными осадками. Однако в середине месяца наблюдалось похолодание с заморозками до –1,5 °С на поверхности почвы. Осадки за месяц составили около 39,6 мм (174 % от нормы).

Зимой 2021-2022 наблюдалась преимущественно тёплая без заморозков погода. Средняя температура воздуха составила 8,4 °С, что на 4,5 °С выше нормы. Осадков выпало 78 мм или 106% от нормы, осадки выпадали преимущественно в виде небольших дождей. Самым холодным месяцем был февраль, средняя температура воздуха которого равнялась 5,8 °С.

Весна 2022 года характеризовалась значительными колебаниями температур и осадков, что оказало заметное влияние на развитие растительности и агротехнические условия. Средняя температура марта была $3,2^{\circ}\text{C}$, что на $1,3^{\circ}\text{C}$ ниже нормы, количество осадков превысило норму на 24%. Апрель был тёплым с температурами $11,8^{\circ}\text{C}$ выше нормы на $1,3^{\circ}\text{C}$ и осадками 41 мм. Май характеризовался относительно прохладной и устойчивой погодой. Средняя температура была близка к норме, с небольшими осадками в начале месяца. Во второй половине мая температура немного снизилась, но количество осадков значительно увеличилось, превысив норму на 83 %. В конце месяца наблюдалось потепление до летних значений, при этом осадки были минимальными.

Лето 2022 года характеризовалось переменчивым температурным режимом и осадками. В июне средняя температура была выше нормы на $0,1\text{--}4,7^{\circ}\text{C}$, с резкими перепадами и сильными дождями, включая опасные гидрометеорологические явления. Июль отличался жарой с превышением нормы на $0,4\text{--}4,6^{\circ}\text{C}$ и дефицитом осадков (от 10 % до 140 % нормы). Август был преимущественно тёплым, с температурой выше нормы на $0,3\text{--}3,1^{\circ}\text{C}$ и переменным количеством осадков — от дефицита до нормы.

Осень 2022 года характеризовалась переменчивыми температурными режимами и неравномерным распределением осадков. В сентябре средняя температура воздуха была выше нормы на $0,7\text{--}1,1^{\circ}\text{C}$, а осадки выпадали нерегулярно, суммарно около 31,5 мм (267 % от нормы). В октябре погода была преимущественно тёплой, с температурой выше нормы на $1,5\text{--}3,5^{\circ}\text{C}$. Осадки распределялись неравномерно: в начале месяца выпало 17,4 мм (169 % от нормы), затем осадки практически отсутствовали (1,1 мм, 5 % от нормы), а в конце месяца — 0,5 мм (5 % от нормы). Температуры колебались от 5°C ночью до 24°C днём, с постепенным потеплением к концу месяца. Ноябрь отличался тёплой и влажной погодой с температурой выше нормы на $2,7\text{--}3,5^{\circ}\text{C}$. Осадки были значительными — около 74 мм (349 % от нормы).

Зимой 2022-2023 годов в декабре средняя температура воздуха составила $7,2^{\circ}\text{C}$, что $1,7^{\circ}\text{C}$ выше нормы. Сумма осадков, благодаря достигла 58 мм при

норме 83 мм). В Январе в среднем температура воздуха составила 4,9°C, что на 1,8°C выше нормы. Осадков выпало 63 мм или 86% нормы. В феврале наблюдалась преимущественно тёплая, временами необычно тёплая, с осадками погода, сменяющаяся непродолжительными волнами холода. Средняя температура воздуха составила 5,4°C, что на 2,3°C выше нормы, осадков выпало 43,3 мм (67% нормы).

Весна 2023 года характеризовалась преимущественно тёплой погодой с небольшими колебаниями температуры и осадков. В марте средняя температура воздуха была выше нормы на 1,0–2,6 °C, Осадки в марте были незначительными, составляя от 1,9 мм (11 % от нормы) до 14 мм (74 % от нормы). В апреле наблюдалась относительно тёплая погода с температурой выше нормы на 0,8–1,3 °C. Осадки варьировались от 7,1 мм (56 % от нормы) до 14,8 мм (120 % от нормы). Май отличался более прохладной погодой с температурой ниже нормы на 0,7–1,6 °C, за исключением периода потепления в середине месяца, когда максимальные температуры достигали 24,2 °C. Осадки в мае были значительными, особенно в конце месяца, когда выпало до 59,6 мм (406 % от нормы).

Лето 2023 года характеризовалось значительными колебаниями температур и осадков. В июне средняя температура воздуха была близка к норме, с незначительными отклонениями: в целом она колебалась от –0,5 °C до +0,5 °C относительно нормы. Осадки в июне были неравномерными, с общим количеством около 72 мм, что значительно превышает норму. Июль отличался жаркой погодой с температурами выше нормы на 0,1–1,5 °C. Осадки в июле были скудными, составив около 22 мм, что составляет примерно 30–40 % от нормы.

Август прошёл с заметным превышением температур над нормой — на 1,0–3,6 °C. Осадки были крайне ограничены, всего около 5 мм, что составляет менее 10 % от нормы.

ГЛАВА 3 БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РОДИТЕЛЬСКИХ ФОРМ *L. ANGUSTIFOLIA* И *L. × INTERMEDIA*

L. angustifolia и *L. × intermedia* являются ценными эфиромасличными культурами, широко используемыми в парфюмерии, медицине и косметологии. Подбор родительских форм для получения гибридов F₁ с улучшенными хозяйственно-ценными признаками - ключевая задача селекции, направленная на повышение продуктивности и адаптивности растений. Фенологические особенности гибридов зависят от генотипа родительских форм, гибриды F₁ часто демонстрируют гетерозис по срокам начала вегетации и цветения, что позволяет адаптировать культуру к различным климатическим условиям (Smith et al., 2019). Габитус куста у гибридов может варьировать от компактного до раскидистого, что влияет на плотность посадок и механизацию сбора (Jones, Brown, 2020). Подбор родительских форм с высокой продуктивностью соцветий и надземной массы способствует увеличению валового сбора эфирного масла. Гибриды F₁, полученные от высокопродуктивных форм *L. angustifolia* и *L. × intermedia*, показывают значительное повышение урожайности по сравнению с исходными линиями (Garciaetal, 2021).

Морозоустойчивость является критическим признаком для расширения ареала выращивания лаванды. Гибриды, полученные с использованием морозоустойчивых образцов лаванды узколистной, демонстрируют улучшенную зимостойкость по сравнению с родительскими линиями *L. × intermedia* (Kovalenko et al., 2022). Это позволяет выращивать культуру в более холодных регионах с минимальными потерями. Качество эфирного масла определяется его химическим составом, который зависит от генетики и условий выращивания. Гибриды F₁ могут сочетать в себе ценные компоненты обоих родительских форм, обеспечивая уникальный и стабильный химический профиль (Lee et al., 2020). Важными компонентами являются линалоол, линалилацетат, камфора и

эвкалиптол, содержание которых влияет на аромат и коммерческую ценность масла.

Подбор родительских форм *L. angustifolia* и *L. × intermedia* для получения гибридов F₁ является перспективным направлением селекции, позволяющим улучшить фенологические характеристики, габитус куста, продуктивность, морозоустойчивость и качество эфирного масла.

3.1 Характеристика родительских форм по основным хозяйственно-ценным признакам

Исследования фенологических фаз исходных форм обусловлена необходимостью оптимизации сроков агротехнических мероприятий и повышения эффективности селекционной работы. Понимание временных рамок начала вегетации, цветения и окончания цветения позволяет адаптировать сорта к конкретным климатическим условиям, улучшить продуктивность и качество урожая, а также повысить устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды. В таблице 3.1 представлены результаты сравнительного анализа фенологических фаз развития исходных форм.

Таблица 3.1 – Фенологические фазы исходных форм, 2020-2023 гг.

Генотип (комбинация скрещивания)	Дата			
	Начало вегетации	Начало цветения	Массовое цветение	Конец цветения
<i>L. angustifolia</i> № 32812	08.05-12.05	20.06-29.06	28.06-05.07	02.07-11.07
<i>L. angustifolia</i> № 70116	02.05-09.05	24.06-01.07	30.06-06.07	04.07-10.07
<i>L. angustifolia</i> № 8812	01.05-07.05	26.06-03.07	30.06-08.07	04.07-12.07
<i>L. x intermedia</i> №48	19.04-22.04	20.06-26.06	01.07-09.07	31.07-05.08
<i>L. x intermedia</i> №11	12.04-17.04	15.06-20.06	30.06-12.07	28.07-02.08

Анализ данных выявил четкое разделение генотипов на две группы с различной продолжительностью вегетационного периода и цветения.

По срокам начала вегетации наиболее раннее пробуждение характерно для формы *L. × intermedia* № 11 вторая декада апреля (12.04-17.04), что может быть связано с ее высокой физиологической активностью. Генотипы *L. angustifolia* № 32812, № 70116, № 8812 начинают вегетацию значительно позже, в первой декаде мая. По срокам начала цветения наиболее ранним отличается форма *L. × intermedia* № 11 середина второй декады июня (15.06-20.06). Сумма дней от вегетации до конца цветения у формы № 48 составила 103 дня, у № 11 – 107 дней. Большинство форм *L. angustifolia* № 70116, № 8812, в последнюю декаду июня. Цикл развития от вегетации до конца цветения у формы № 32812 составляет 58 дней, у № 70116 – 62 дня, у № 8812 – 65 дней. По продолжительности цветения наиболее длительным периодом цветения характеризуются тетраплоидные формы *L. × intermedia* № 48 (около 40-45 дней) и *L. × intermedia* № 11 (около 40 дней). Формы *L. angustifolia*, особенно № 70116 и № 32812, имеют очень короткий и дружный период цветения (около 15-20 дней), для формы № 32812 число дней составило 20, для № 70116 – 16 дней, для № 8812 – 17 дней. Это ключевое различие определяет их потенциальное использование: *L. × intermedia* — для селекции на длительный период цветения, *L. angustifolia* — как источники дружного созревания для промышленного производства.

Для комплексной оценки родительских форм необходимы исследования признаков продуктивности. Анализ исходных по высоте и диаметру растения (таблица 3.2) позволил выявить наличие двух четко дифференцированных групп родительских форм, контрастных по показателям габитуса куста (высота и диаметр растений). К группе компактных генотипов отнесены все формы *L. angustifolia* № 32812, № 70116, № 8812. Высота растений варьировала от 53±0,8 см (№ 8812) до 65±0,9 см (№ 32812), что в среднем на 30 - 40 % ниже, чем у форм *L. × intermedia*. Диаметр куста у данной группы также был меньше и составлял от 50±1,1 см до 62±1,0 см. Генотип №8812 был определен как самый низкорослый и компактный, в то время как №32812 — как наиболее рослый и мощный внутри этой группы. К группе высокорослых генотипов, отнесены все исходные формы *L. × intermedia* № 11 и № 48. Средняя высота растений в этой группе варьирует от

97±3,2 см (№11) до 99±2,1 см (№ 48). Эти формы продемонстрировали наибольшую высоту, превосходя все формы *L. angustifolia*. Диаметр куста у всех представителей этой группы был схожим и находился в диапазоне 86-95 см, что свидетельствует о формировании крупных, объемных растений с преимущественно вертикальным приростом.

Таблица 3.2 – Характеристика исходных форм по высоте и диаметру растения, 2020-2023 гг.

Форма	Высота растения, см	Диаметр куста, см
<i>L. angustifolia</i> № 32812	65±0,9	57±1,6
<i>L. angustifolia</i> № 70116	57±0,9	62±1,0
<i>L. angustifolia</i> № 8812	53±0,8	50±1,1
<i>L. x intermedia</i> № 48	99±2,1	86±1,4
<i>L. x intermedia</i> № 11	97±3,2	86±1,4

Сравнительный анализ продуктивности соцветий исходных форм по признаку длина соцветия (таблица 3.3) показал, что все родительские формы относятся к группе со средними показателями длины соцветия (4,5-6,9 см). Анализ числа мутовок в соцветии выявил, что у родительских форм, он варьирует в пределах от 6,7 до 8,4 шт., по количеству цветков во второй мутовке наблюдается четкое разделение: формы №11, № 48 имеют высокую плотность цветков (19,3-21,9 шт.), а формы *L. angustifolia* № 32812, № 70116, № 8812 имеют разреженные мутовки (12,3-16,3 шт.). Формы *L. × intermedia* значительно превосходят формы *L. angustifolia* по числу цветков в соцветии. Варьирование данного признака у №11, № 48, составила 146,2-151,2 шт., а у форм № 32812, № 70116, № 8812 – 89-106 шт. цветков.

Признак масса цветка у родительских форм имеет сильное различие, в зависимости от генотипа: у формы № 48 масса одного цветка варьирует в пределах от 8,0 до 11,0 мг, у формы № 11 масса цветка доходит до 25,7 мг, у форм *L. angustifolia* от 4,0 до 5,0 мг. У формы № 11 соцветие имеет наибольший показатель массы, она составляет 1,92 г. По числу цветоносов на одном растении лидируют родительские формы *L. × intermedia* № 11 — 1306 шт. и № 48 — 1100 шт., в сравнении с *L. angustifolia* – 400-470 шт.

Таблица 3.3 – Продуктивность соцветий и число цветоносов исходных форм, 2020-2023 гг.

Признак	Форма				
	№ 32812	№ 70116	№ 8812	№ 48	№ 11
Длина соцветия, см	4,5±1,6	5,8±1,1	4,6±0,7	6,9±1,2	6,8±1,4
Число мутовок в соцветии, шт.	7,0±0,0	6,7±0,7	7,9±1,2	6,8±0,4	8,4±0,5
Число цветков во второй мутовке, шт.	16,3±5,2	14,6±2,9	12,3±4,1	19,3±3,6	21,9±4,7
Число цветков в соцветии, шт.	95,3±18,6	106,2±22,3	89,3±19,7	111,7±21,2	146,2±27,2
Масса цветка, мг	4,2±1,7	5,5±1,3	4,6±0,9	11,2±2,1	25,7±4,1
Масса соцветия, г	0,49±0,12	0,58±0,16	0,41±0,23	1,18±0,25	1,92±0,39
Число цветоносов на растении, шт.	430±27,4	476±11,8	401,6±22,2	11005±113	1305±97,3

Для сравнения степени изменчивости признаков были рассчитаны коэффициенты вариации (таблица 3.4).

Таблица 3.4 – Коэффициент вариации (CV) признаков продуктивности соцветия и количества цветоносов у исходных форм, 2020-2023 гг.

Признак	№ 32812	№ 70116	№ 8812	№ 48	№ 11
Длина соцветия, см	36,6	18,97	15,22	17,39	20,59
Число мутовок в соцветии, шт.	0,0	10,45	15,19	5,88	5,95
Число цветков во второй мутовке, шт.	31,9	19,86	33,33	18,65	21,46
Число цветков в соцветии, шт.	19,5	21,0	22,1	18,0	18,6
Масса цветка, мг	40,5	23,6	19,6	18,8	15,9
Масса соцветия, г	24,5	27,6	56,1	21,2	20,3
Число цветоносов на растении, шт.	6,37	2,48	5,53	10,28	7,45

Стабильными признаками являются число цветоносов на растении и число мутовок в соцветии. У форм № 70116, № 32812, № 8812, № 11 этот показатель очень низкий в пределах от 2,5% до 7,5%. У формы № 32812 выявлена высокая стабильность по числу мутовок, значение коэффициента вариации равно нулю.

Признаки, связанные с массой, показывают высокую изменчивость, выделяется форма № 48 со значением $CV=56,1\%$, среди всех форм самой стабильной по массе цветка ($CV=16,0\%$) является №11. Наблюдается высокий уровень взаимосвязи между признаками продуктивности у форм (№ 11 и № 48) с высоким значением по массе одного цветка выявлена сильная связь с массой соцветия (№ 11 - $25,7 \pm 4,1$ г и $1,92 \pm 0,39$ мг., № 48 - $11,2 \pm 2,1$ г и $1,18 \pm 0,25$ мг), массой соцветия и числом цветоносов на растении (№ 11 - $25,7 \pm 4,1$ г и $1100,5 \pm 113,1$ шт., № 48 - $11,2 \pm 2,1$ г и $1305,9 \pm 97,3$ шт.).

В течение пяти последовательных вегетационных сезонов (2020-2024 гг.) проведен анализ динамики накопления эфирного масла у родительских форм (таблица 3.5).

Таблица 3.5 – содержание эфирного масла у исходных форм. 2020-2023 гг. (% на а.с.в. растительного сырья)

Исходные формы	Содержание массовой доли эфирного масла (% на а.с.в. растительного сырья)					
	2020	2021	2022	2023	2024	Среднее
<i>L. angustifolia</i> № 8812	2,91	4,21	4,91	3,51	3,37	3,79
<i>L. angustifolia</i> № 70116	6,09	5,85	5,67	5,94	6,10	5,92
<i>L. angustifolia</i> № 32812	4,71	4,64	5,52	4,67	4,90	4,85
<i>L.x intermedia</i> № 48	5,12	5,56	5,82	6,52	6,43	5,91
<i>L. x intermedia</i> № 11	7,65	7,22	7,41	8,93	8,52	8,30

Самое высокое содержание массовой доли эфирного масла выявлено у формы *L. x intermedia* № 11 — 8,30%. У родительской формы № 48 среднее содержание за годы исследования составило 5,91%. К высокопродуктивной форме по изучаемому признаку можно отнести *L. angustifolia* № 70116, у которой зафиксирован уровень накопления масла (5,92%), к средне продуктивному относится № 32812, с показателем 4,85%. Средний показатель по годам для формы № 8812 составил 3,79%, эту форма является низкопродуктивной.

Одним из ключевых этапов селекционной работы является всесторонняя оценка исходного материала. Помимо среднего значения признака, важное значение имеет его вариабельность, которая отражает генетическую стабильность генотипа и его реакцию на условия внешней среды. Для количественной

характеристики изменчивости признака массовая доля эфирного масла у пяти родительских форм был применен вариационно-статистический подход. Рассчитывали среднее арифметическое значение ($\bar{x}$), стандартную ошибку среднего ($S_{\bar{x}}$), пределы варьирования ($\min - \max$) и коэффициент вариации (CV , %). Результаты, представленные в таблице 3.6, позволили выявить не только наиболее продуктивные, но и наиболее стабильные генотипы для дальнейшего использования в гибридизации.

Таблица 3.6 – Массовая доля эфирного масла у родительских форм, 2020-2023 гг. (% на а.с.в. растительного сырья)

Форма	Среднее содержание $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Пределы варьирования	Коэффициент вариации
<i>L. angustifolia</i> № 8812	3,79 $\pm$ 0,10	2,9-4,9	11,6 $\pm$ 0,72
<i>L. angustifolia</i> №70116	5,92 $\pm$ 0,10	5,1-6,9	7,7 $\pm$ 1,33
<i>L. angustifolia</i> № 32812	4,85 $\pm$ 0,20	4,7-5,5	5,01 $\pm$ 0,30
<i>L.x intermedia</i> №4	5,91 $\pm$ 0,10	5,1-6,5	5,3 $\pm$ 0,55
<i>L. x intermedia</i> №1	8,30 $\pm$ 0,13	7,2-8,9	3,6 $\pm$ 0,28

В результате проведенного статистического анализа изменчивости содержания эфирного масла у пяти родительских генотипов максимальный показатель среднего содержания (5,92 %) среди исследованных форм *L. angustifolia*, практически равный № 48, выявлен для № 70116. У этой формы достаточно широкий диапазон предела варьирования (5,1-6,9 %), низкий, но более высокий, в сравнении с формами *L. × intermedia*. У формы № 32812 среднее содержание составило 4,85 %, пределы варьирования имеют очень узкий диапазон (4,7-5,5 %), коэффициент вариации очень низкий (5,01%). Самый низкий показатель среднего содержания (3,79 %), самый широкий диапазон варьирования (2,9-4,9 %) среди всех родительских форм выявлен у № 8812 и среднюю вариабельность показатель относительной изменчивости (11,6 %).

Для форм *L. × intermedia* максимальное среднее значение среди всех исследуемых исходных форм, выявлено у №11 (8,30%), размах предела варьирования достаточно узок (7,2-8,9%), показатель коэффициента вариации очень низкий (3,6%), данный генотип является самым высокомасличным. У формы №48 выявлен средний показатель содержания (5,91 %), сопоставимый с

лучшими формами *L. angustifolia*, узкий диапазон варьирования от 5,1 до 6,5 %, низкий коэффициент вариации 5,3 %.

Анализ степени генетической стабильности по коэффициенту вариации, позволил оценить стабильность признака. Формы *L. × intermedia* № 11, № 48 и *L. angustifolia* № 32812 демонстрируют очень высокую стабильность ($CV = 3-5\%$), что делает их надежными и предсказуемыми компонентами для гибридизации. *L. angustifolia* № 8812, напротив, характеризуется повышенной изменчивостью ($CV = 11,6\%$), что может привести к более сильному расщеплению в гибридном потомстве.

Для селекции по признаку высокая масличность, выделена форма *L. × intermedia* №11, сочетающая максимальное среднее содержание эфирного масла (8,30 %) с максимальной генетической стабильностью этого признака ($CV = 3,6\%$). Среди форм *L. angustifolia* лучшим по продуктивности является генотип № 70116, у которого среднее содержание масла (5,92 %) не уступает тетраплоидной форме № 48. В гибридных линиях с использованием генотипа № 8812 возможно расщепление по этому признаку. Стабильной формой по изучаемому признаку является № 32812.

Основная цель любого сельскохозяйственного производства — максимизация прибыли с единицы площади. Изучение массовой доли эфирного масла, урожайности надземной массы, и экономического показателя — валового сбора эфирного масла, который напрямую определяет рентабельность возделывания исходных форм, позволяет выявить наиболее продуктивные и экономически выгодные генотипы для целенаправленной селекции.

Анализ средних значений изучаемых признаков, полученных за четыре года исследований, позволяет четко разделить все исходные формы на три группы по их продуктивности и экономической эффективности (таблица 3.7).

Таблица 3.7 – Характеристика исходных форм по содержанию массовой доли эфирного масла, урожайности надземной части и валового сбора эфирного масла, 2020-2023 гг.

Признак	Год	Форма				
		№ 32812	№ 70116	№ 8812	№ 11	№ 48
Массовая доля эфирного масла, %	2020	1,6	1,9	1,4	2,2	2,1
	2021	1,8	1,8	1,5	2,7	2,4
	2022	1,5	1,9	1,6	2,4	2
	2023	1,6	2	1,4	2,1	2,2
	Среднее	1,63	1,9	1,5	2,8	2,2
Урожайность надземной массы, ц/га	2020	50,4	60,2	43,2	126,5	81,6
	2021	57,1	70,6	45,6	126,5	90,2
	2022	54,3	65,4	47,8	113,4	94,5
	2023	53,8	68,2	44,6	121,8	85,6
	Среднее	53,9	66,1	45,3	116,4	87,9
Валовой сбор эфирного масла, кг/га	2020	80,6	114,4	60,5	249,5	188,31
	2021	102,9	130,6	68,4	253,0	171,4
	2022	81,5	124,3	76,5	255,8	216,5
	2023	86,1	136,4	62,4	267,7	189,0
	Среднее	87	126,4	66,8	256,9	191,2

К группе с высокой продуктивностью относятся две формы *L. × intermedia* значительно превосходят все остальные по главному показателю — валовому сбору масла, что объясняется их генетической природой происхождения — удвоенной плоидность в сравнении с формами *L. angustifolia*. Форма № 11 при не самом высоком содержании массовой доли в 2,8% и максимальным средним значением урожайности в 116 ц/га, характеризуется самым большим валовым сбором эфирного масла в 256,9 кг/га, среди всех изученных генотипов. Значения признаков у формы №48 показывают стабильно ровные результаты за годы исследования по валовому сбору (191,2 кг/га), урожайностью 87,9 ц/га и средним содержанием эфирного масла (2,2 %). С экономической точки зрения лучшим среди форм *L. angustifolia*, приближенным по показателям к генотипам *L. × intermedia*, можно отнести №70116 по валовому выходу (126,4 кг/га), высокой масличностью (1,9%) и средней урожайностью (66,1 ц/га).

Ко второй группе, с низкими показателями продуктивности, относятся формы *L. angustifolia* № 32812, № 8812. Форма № 32812 показывает низкий результат по сбору масла (87,0 кг/га), который обусловлен невысокой урожайностью (53,9 ц/га) и средней масличностью (1,63 %). Самыми низкими

показателями по продуктивности, характеризуется форма № 8812 (валовой сбор масла 66,8 кг/га, урожайность надземной массы 45,3 ц/га, масличность 1,5%).

Морзоустойчивость исходных форм лавандинов F₁

Важным хозяйственно-ценным признаком, является морозоустойчивость, влияние отрицательных температур негативно сказывается на развитии, росте и обмене веществ, нарушает функциональное состояние растений. Анализ морозоустойчивости родительских форм проводили при четырех температурных режимах (таблица 3.8) (Хохлов и др., 2025).

Таблица 3.8 – Степень повреждения побегов исходных форм отрицательными температурами, 2020-2023 гг.

Форма	Вариант	Степень повреждения побегов, балл (среднее)									
		кора		камбий		древесина		сердцевина		общая	
		балл	индекс	балл	индекс	балл	индекс	балл	индекс	балл	индекс
<i>L. angustifolia</i> № 32812	-16°C	0	0	1	9	1	2	0	0	2	11
	-18°C	1,5	4,5	1	9	1,6	3,3	1	1	5,1	17,8
	-20°C	1,9	5,8	2	18	2	3,9	1	1	6,9	28,9
	-25°C	4,3	12,8	4,3	38,3	4	8	3	3	15,5	62
<i>L. angustifolia</i> № 70116	-16°C	0	0	1	9	1	2	0	0	2	11
	-18°C	1,6	4,7	1,7	15	1,8	3,7	1	1	6	24,5
	-20°C	3,3	9,8	3,5	31,5	2,4	4,8	1	1	10,1	47
	-25°C	4,5	13,5	5	45	5	10	3	3	17,5	71,5
<i>L. angustifolia</i> № 8812	-16°C	0	0	1	9	1	2	0	0	2	11
	-18°C	1,3	3,8	1,8	16	1,3	2,5	1	1	5,3	23,3
	-20°C	2,3	6,8	2,9	25,9	3,5	7	1,1	1,1	9,8	40,7
	-25°C	4,5	13,5	5	45	5	10	3	3	17,5	71,5
<i>L. × intermedia</i> №48	-16°C	0	0	1	9	1	2	0	0	2	11
	-18°C	1,6	4,9	2	18,6	2,1	4,2	1	1	6,8	27,6
	-20°C	2,8	8,2	2,5	22,5	2,1	4,3	1,5	1,5	8,9	36,5
	-25°C	5	15	5	45	5	10	3	3	17,3	71,5
<i>L. × intermedia</i> №11	-16°C	0	0	1	9	1	2	0	0	2	11
	-18°C	1,5	4,5	1,5	13,5	2,5	5,0	1	1	6	24
	-20°C	3	9	2,9	25,9	3,3	6,5	1,8	1,8	10,9	43,2
	-25°C	4,5	13	4,5	40,5	4,5	9	2,8	2,8	16,3	65,8

При температуре –16°C все исследуемые генотипы продемонстрировали высокую устойчивость. Повреждения тканей были минимальны и не носили критического характера: степень повреждения коры, камбия и древесины не превышала 1 балла. Общий индекс повреждения для всех форм составил 11 баллов, что свидетельствует об отсутствии значимого стрессового воздействия.

Температурный режим -18°C также не вызвал серьезных повреждений. Наблюдалось незначительное увеличение степени некроза тканей (общий балл варьировал от 5,1 до 6,8), однако все формы сохраняли высокую жизнеспособность.

Температура -20°C стала сублетальной, выявившей существенные различия в морозоустойчивости генотипов. Высокая устойчивость зафиксирована у формы № 32812, общий балл повреждения которого составил 6,9. У остальных форм повреждения были более значительными (общий балл от 8,9 до 10,9).

Критическим для большинства исходных форм оказался температурный режим -25°C . При этой температуре были зафиксированы сильные, зачастую необратимые повреждения. Наиболее уязвимой тканью оказался камбий, степень повреждения которого у форм № 70116, № 8812 и № 48 достигла максимального значения — 5 баллов. Это сопровождалось отслоением коры и глубоким потемнением древесины. Наиболее устойчивые формы № 32812 (индекс повреждения 62,0) и № 11 (индекс 65,8). У остальных генотипов индекс повреждения превысил 71 балл, что привело к полной потере жизнеспособности побегов (рисунок 3.1).

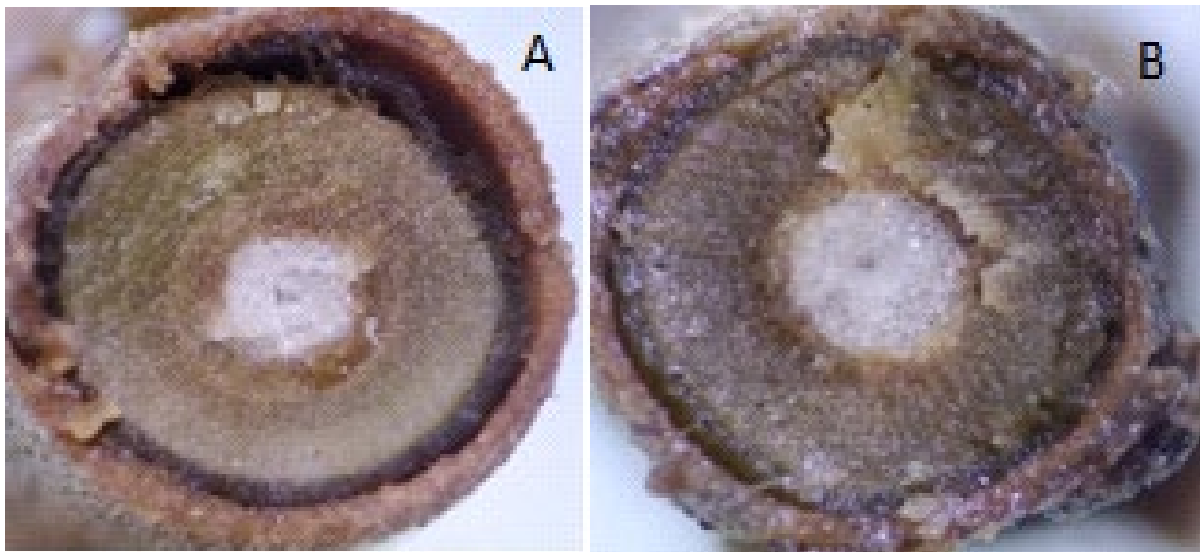


Рисунок 3.1 – Поперечные срезы побегов наиболее морозоустойчивых исходных форм при температуре -25°C : А — *L. angustifolia* 32812; Б — *L. × intermedia* № 11.

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о критической важности корректного отбора исходных форм при селекционной работе, направленной на создание морозоустойчивых гибридов F_1 *L. × intermedia*. Изученные формы проявляют различную степень устойчивости к воздействию отрицательных температур. Так, при понижении температуры до -16°C были зафиксированы лишь минимальные повреждения тканей, понижение температуры до -18°C также не вызывало значительных нарушений структурной целостности побегов, однако температурный порог в -20°C оказался более губительным. При этой температуре наблюдались серьезные повреждения проводящих и покровных тканей побега, а именно коры, камбия и древесины. В то же время сердцевина побегов продемонстрировала наибольшую устойчивость, получив наименьшие повреждения. Температурный режим -25°C был определен как критический для большинства исследованных исходных форм, были зафиксированы существенные, зачастую необратимые, повреждения вегетативных органов, свидетельствующие о превышении предела физиологической устойчивости растений.

На основании полученных данных, по совокупности показателей морозоустойчивости были идентифицированы наиболее перспективные исходные формы для дальнейшей селекции. К ним относятся *L. × intermedia* № 11 и *L. angustifolia* № 32812. Эти генотипы рекомендуются к использованию в качестве доноров признака морозоустойчивости в программах целенаправленной селекции *L. × intermedia*.

3.2 Качественный и количественный состав эфирных масел исходных форм

Проведен сравнительный анализ компонентного состава эфирных масел исходных форм. На гистограмме (рисунок 3.2) показан биохимический профиль эфирного масла трех форм *L. angustifolia* (№ 8812, № 32812, № 70116) и двух форм *L. × intermedia* (№ 11, № 48), по процентному содержанию двух

компонентов (линалоола и линалилацетата), отвечающих за качество эфирного масла. Данные наглядно иллюстрируют ключевые различия в биосинтезе линалоола и линалилацетата у *L. angustifolia* и *L. × intermedia*.

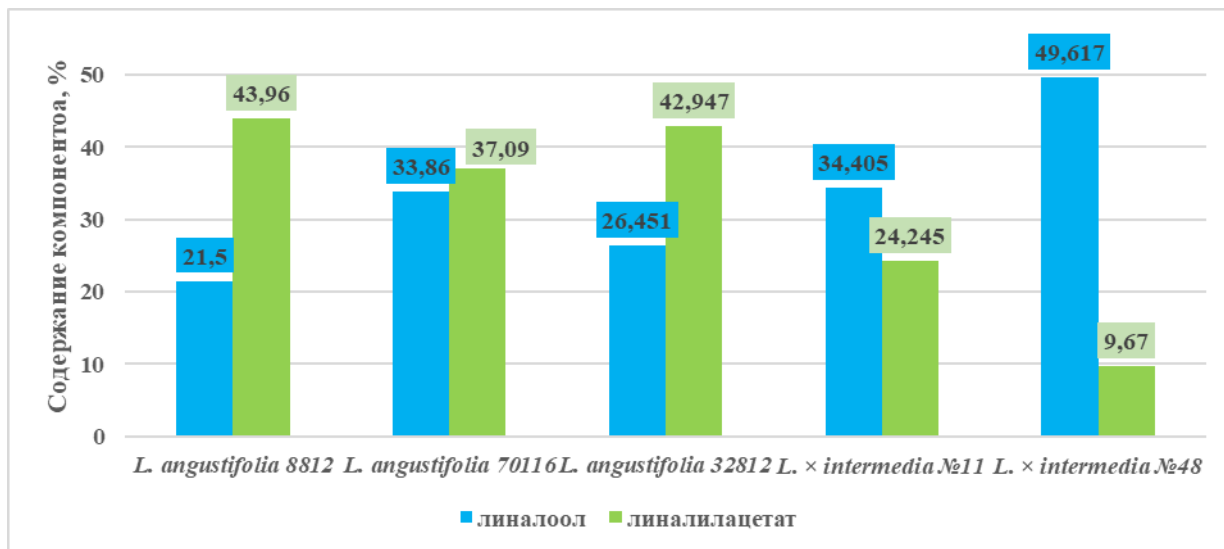


Рисунок 3.2 – Сравнительная характеристика содержания линалоола и линалилацетата в эфирном масле исходных форм, 2020-2023 гг.

В химическом профиле эфирных масел всех трех исследованных форм *L. angustifolia* доминирующим компонентом, является линалилацетат, с вариацией по содержанию от 37 % до 44 %. Содержание линалоола находится на умеренном или высоком уровне (21 – 34 %). Максимальный уровень линалилацетата выявлен в образце №8812 (43,96 %), при относительно низком содержании линалола (21,5 %), форма № 70116 отличается наиболее сбалансированным составом (линалол 33,9 % и линалилацетат 37,1 %), у формы № 32812 содержание линалилацетата также высокое (42,95 %) при умеренном уровне линалола (26,4 %).

Химический профиль эфирных масел обеих форм *L. × intermedia* демонстрирует обратную взаимосвязь между накоплением линалоола и линалилацетата, т.е. в их эфирном масле резко доминирует линалоол, а содержание линалилацетата значительно ниже. У формы № 11 происходит смещение в сторону увеличения доли линалола (34,4 %), а значения линалилацетата снижены (24,2 %). У формы № 48 наблюдается преобладание

линалола (49,6 %) и минимальная доля линалилацетата (9,7 %), что типично для *L. × intermedia*, который характеризуется линалольным хемотипом.

На гистограмме (рисунок 3.3) представлен сравнительный анализ содержания 1,8-цинеола, камфоры и борнеола в эфирном масле у исходных форм.

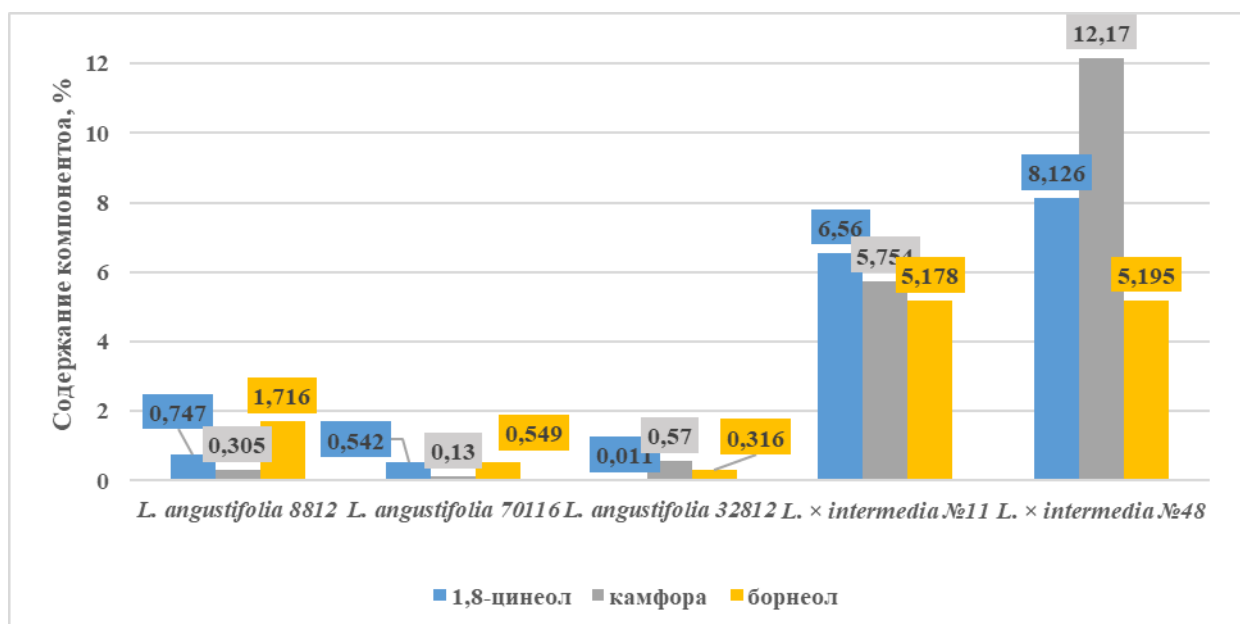


Рисунок 3.3 – Сравнительная характеристика содержания 1,8-цинеола, камфоры, борнеола в эфирном масле исходных форм, 2020-2023 гг.

Установлены четкие межвидовые биохимические различия в отношении исследуемых форм. Формы *L. angustifolia* можно отнести к хемотипу с низким содержанием 1,8-цинеола и камфоры менее 1 %. Все три формы этого вида характеризуются низким содержанием всех трех анализируемых компонентов. Содержание 1,8-цинеола варьирует от следового (0,011 %) до низкого (0,747 %), камфоры — от 0,13 % до 0,57 %, борнеола — от 0,316 % до 1,716 %. Формы *L. × intermedia*, напротив, принадлежат к камфорному хемотипу, унаследованному от *L. latifolia*, с содержанием этих компонентов от 5 % до 12 %, Содержание 1,8-цинеола варьирует от 6,56 % до 8,13 %, камфоры от 5,75 % до 12,17 %; борнеола до 5,20 %.

Так же был изучен полный химический профиль состава эфирных масел у исходных форм (таблица 3.8).

Таблица 3.8 – Качественный и количественный состав эфирного масла исходных форм, 2020-2023 гг.

№	Компоненты	Форма				
		№32812	№70116	№ 8812	№48	№11
1	2	3	4	5	6	7
1	1-Hexanol	-	-	-	0,25	0,10
2	Tricyclene	0,03	-	-	0,08	-
3	α -Thujene	-	0,03	-	-	0,18
4	α -Pinene	0,10	0,06	0,04	0,52	0,49
5	Camphene	0,45	-	0,08	-	0,27
6	1-Octen-3-ol	-	0,04	-	0,58	0,86
7	3-Octanone	0,40	0,32	0,16	0,37	0,05
8	β -Pinene	-	-	-	0,31	0,16
9	β -Myrcene	0,76	0,94	0,49	0,57	0,58
10	Hexylacetate	1,10	0,49	1,07	0,16	0,25
11	3-Carene	0,08	0,05	-	0,22	0,32
12	D-Limonene	-	-	-	0,98	-
13	α -Terpinene	-	0,05	-	-	-
14	m-Cymene	0,04	-	-	-	-
15	p-Cymene	0,11	0,04	0,12	0,11	0,23
16	(E)-Ocimene	6,88	2,21	2,83	3,26	1,49
17	Eucalyptol	-	0,54	0,75	5,01	5,19
18	(Z)-Ocimene	-	0,89	1,61	0,97	0,64
19	α - Terpinolen	-	-	-	0,27	0,12
20	γ -Terpinene	-	0,10	0,20	-	0,12
21	cis-Linaloloxide	0,08	-	-	0,65	-
22	trans-Linalooloxide	-	-	0,08	-	-
23	cis-Sabinenehydrate	-	0,04	-	-	0,24
24	cis-Linalooloxide	-	-	-	0,65	-
25	trans-Linalooloxide (	-	-	-	0,47	-
26	α - Terpinolen	-	0,13	-	0,27	0,18
27	Linalool	26,18	34,0	21,61	49,58	34,73
28	1-Octen-3-yl-acetate	0,77	0,74	0,46	-	0,89
29	3-Octanol, acetate	0,14	-	0,05	-	-
30	-	0,08	0,07	0,09	-	-
31	n-Hexylisobutyrate	0,05	0,06	0,05	0,17	0,17
32	Camphor	0,57	0,13	0,31	12,46	5,86
33	Lavandulol	0,08	0,31	0,40	0,86	0,12
34	endo-Borneol	3,12	0,56	1,74	5,03	5,14
35	Terpinen-4-ol	tr	6,14	3,59	0,14	9,11
36	Cryptone	-	tr	tr	0,14	0,29
37	α -Terpineol	-	3,96	1,74	0,90	0,66
38	-	-	-	0,11	-	-
39	Nerol	0,35	0,54	0,24	0,11	0,04
40	Cuminal		0,17	0,19	-	0,23
41	Linalylacetate	43,06	37,50	44,28	12,86	24,52
42	($\pm$)-Lavandulylacetate	3,87	3,43	10,22	-	0,72

Продолжение таблицы 3.8

1	2	3	4	5	6	7
43	Nerylacetate	0,80	0,88	-	-	0,25
44	Bornylacetate	1,55	-	0,44	0,26	-
45	p-Cymen-7-ol	-	-	0,05	-	-
46	-	-	-	0,06	-	-
47	-	-	-	0,21	-	-
48	-	-	-	0,25	-	-
49	Nerylacetate	0,80	0,88	0,65	0,16	-
50	Geranylacetate	1,54	1,66	1,05	0,27	0,21
51	Santalene	0,13	0,33	0,62	-	0,22
52	β -Caryophyllene	2,09	2,19	2,21	-	1,82
53	trans- α -Bergamotene	-	0,08	0,15	-	-
54	(E)- β -Farnesene	0,46	1,05	0,37	-	-
55	-	-	-	0,03	-	-
56	Humulene	-	-	0,06	-	-
57	-	-	-	0,21	-	-
58	Germacrene D	0,12	0,12	0,25	-	-
59	Caryophylleneoxide	0,40	0,15	0,82	-	-
60	.tau.-Cadinol	0,18	-	0,08	-	-
Идентифицировано		92,3%	96,8%	93,3%	98,0%	94,7%

По результатам изучения полного химического профиля состава эфирных исходных форм выявлено различие по количеству идентифицированных химических компонентов, как и по содержанию эфирного масла, имеются отличия. У форм *L. angustifolia* индцировано от 92,3 % до 96,3 % компонентов, самое большое количество обнаружено у № 8812, у № 70116 и № 32812 почти одинаковый количество, 37 % и 39 % соответственно. У формы *L. × intermedia* № 11 идентифицировано 94,7% (36 компонентов) и у № 48 - 98,0 % 32 компонента).

Среднее содержание сложных эфиров для всех изученных форм составило для hexylacetate (1,10 %), 1-Octen-3-yl-acetate (0,07 %), 3-Octanol acetate (0,14 %), n-Hexylisobutyrate (0,05 %), linalylacetate (43,6 %), lavandulylacetate (3,87 %), nerylacetate (0,80 %), dornylacetate (1,55 %), nerylacetate (0,80 %), geranylacetate (1,54 %). По суммарному содержанию сложных эфиров выделена форма *L. angustifolia* 8812 (58,3 %), с высокими содержаниями линалилацетата и лавандулилацетата (10,2 %). Сумма содержанию сложных эфиров у форм №70116

и №32812 составила 45,6 % и 53,6 % соответственно. Формы *L. × intermedia* являются низкоэфирными, с содержанием у № 11 27,0 % и самым минимальным у № 48 (13,9 %). Ценными и перспективными для получения гибридов по признаку качества эфирного масла, являются *L. angustifolia* № 8812 и № 32812.

Анализ процентного соотношения основных химических групп в эфирном масле (таблица 3.9) для каждой из пяти родительских форм.

Таблица 3.9 – Процентное соотношение основных химических групп в эфирном масле исходных форм, 2020-2023 гг.

Химическая группа	№32812	№70116	№ 8812	№48	№11
Сложные эфиры линалиацетат	52,9	44,6	57,8	13,7	26,8
	43,1	37,5	44,3	12,9	24,5
Спирты линалоол	29,8	45,6	27,8	56,9	51,0
	26,2	34,0	21,6	49,6	34,7
Терпены	8,1	5,4	5,5	7,6	5,3
Кетоны камфора	1,0	0,5	0,5	13,0	6,2
	0,6	0,1	0,3	12,5	5,9
Оксиды	0,5	0,7	1,7	6,8	5,4

У трех форм *L. angustifolia* сумма эфиров варьирует от 44% до 58%, содержание спиртов от 21% до 34%, терпенов от 5,4% до 8,1%, содержание кетонов от 0,5% до 1,0% и оксидов от 0,5% до 1,7%. Больше всего терпенов обнаружено у формы №32812. У форм *L. × intermedia* выявлено повышенное содержание кетонов (6,2-13,0%) и оксидов (5,4-6,8%).

Наглядно качественный и количественный состав эфирного масла для формы № 8812 представлен, на рисунке 3.4, для формы № 32812 – рисунок 3.5, для формы № 70116 – рисунок 3.6, для формы № 48 – рисунок 3.7, для формы № 11 – рисунок 3.8.

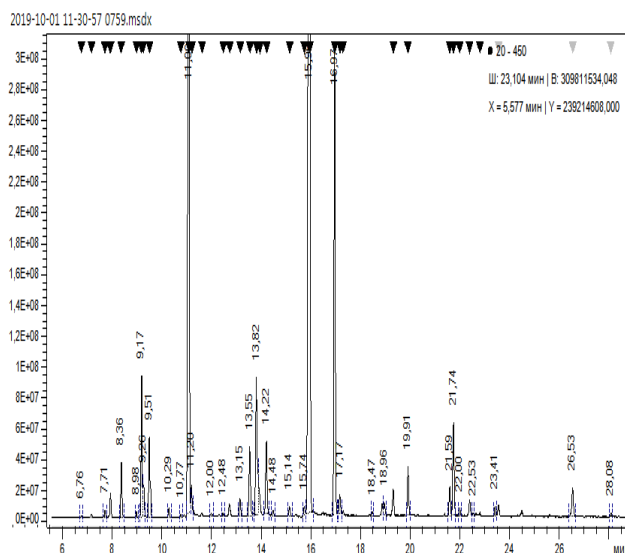


Рисунок 3.4 – Хроматограмма формы №8812

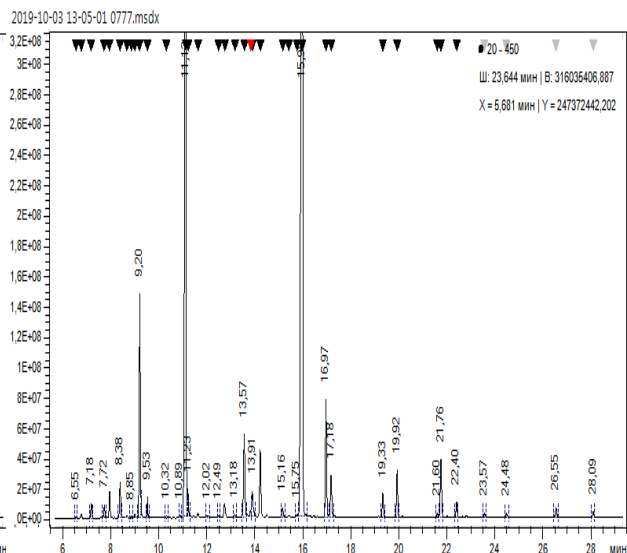


Рисунок 3.5 – Хроматограммы форма №32812

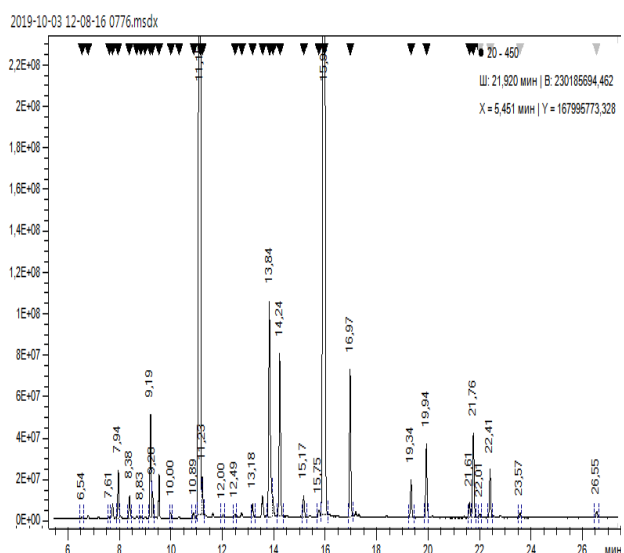


Рисунок 3.6 – Хроматограмма формы №70116

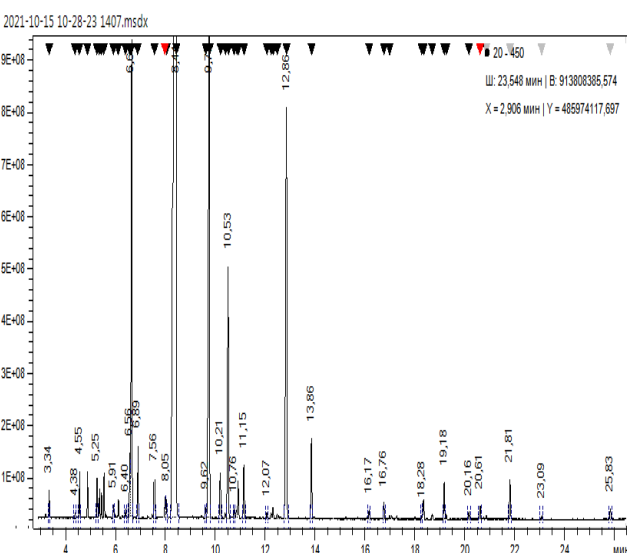


Рисунок 3.7 – Хроматограмма формы №48

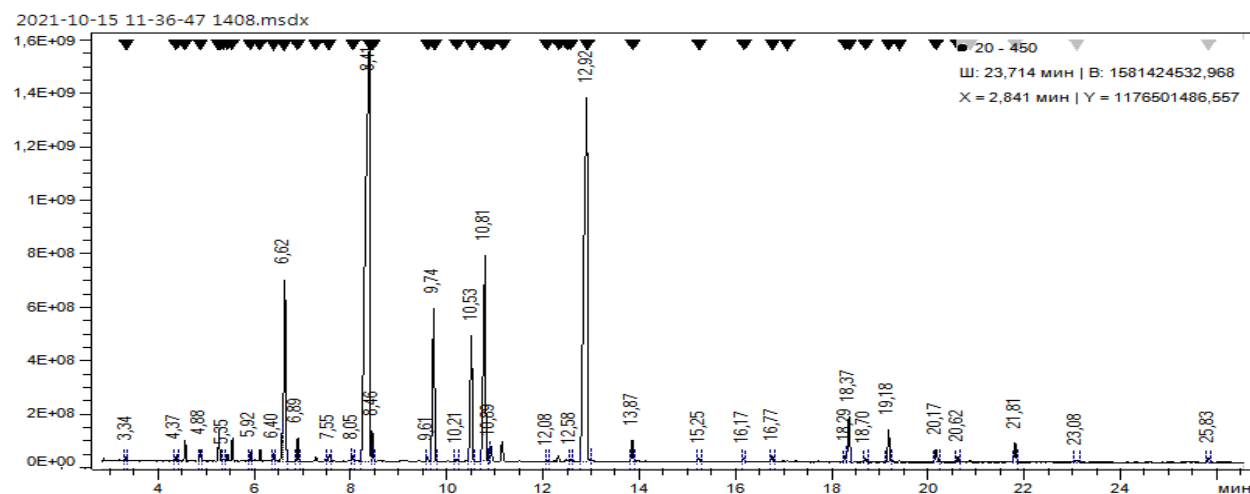


Рисунок 3.8 – Хроматограмма формы №11

3.3 Описание морфологических и хозяйственных признаков исходных форм

Описание морфологических и хозяйственных признаков исходных форм обусловлено необходимостью понимания их биологических особенностей. Морфологические характеристики, такие как габитус куста, структура соцветий и фенологические особенности, напрямую влияют на адаптацию растений к различным климатическим условиям и агротехническим требованиям. Хозяйственные признаки, включая продуктивность надземной массы, содержание и качество эфирного масла, а также устойчивость к стрессовым факторам, определяют экономическую эффективность выращивания. Систематическое описание и анализ исходных форм *L. angustifolia* и *L. × intermedia* являются ключевыми для разработки новых высокопродуктивных и адаптированных гибридных форм F₁.

По результатам проведенного исследования исходные формы имеют следующие характеристики.

Форма *L. angustifolia* № 8812 (рисунок 3.9). Цикл развития от вегетации до конца цветения, составляет 65 дней, продолжительность цветения 17 дней, высота растения 53 см, диаметр куста 50 см, длина соцветия 4,6 см, число мутовок в соцветии 8 шт., число цветков во второй мутовке 12 шт., число цветков в соцветии 89 шт., масса цветка 4,6 мг, масса соцветия 0,41 г, число цветоносов на растении 401 шт., содержание массовой доли эфирного масла 1,5 %, урожайность надземной массы 45,3 ц/га, валовой сбор эфирного масла 66,8 кг/га, содержание линалилацетата 44,28 % .

Форма *L. angustifolia* № 32812 (рисунок 3.10). Цикл развития от вегетации до конца цветения, составляет 58 дней, продолжительность цветения 20 дней, высота растения 65 см, диаметр куста 57 см, длина соцветия 4,5 см, число мутовок в соцветии 7 шт., число цветков во второй мутовке 16 шт., число цветков в соцветии 95 шт., масса цветка 4,2 мг, масса соцветия 0,49 г, число цветоносов на растении 430 шт., содержание массовой доли эфирного масла 1,63 %,

урожайность надземной массы 53,9 ц/га, валовый сбор эфирного масла 87 кг/га, содержание линалилацетата 43,06 % .



Рисунок 3.9 – *Lavandula angustifolia* Mill. № 8812



Рисунок 3.10 – *Lavandula angustifolia* Mill. № 32812

Форма *L. angustifolia* №70116 (рисунок 3.11). Цикл развития от вегетации до конца цветения, составляет 62 дня, продолжительность цветения 16 дней, высота растения 57см, диаметр куста 62 см, длина соцветия 5,8 см, число мутовок в соцветии 7 шт., число цветков во второй мутовке 15 шт., число цветков в соцветии 106 шт., масса цветка 5,5 мг, масса соцветия 0,58 гр., число цветоносов на растении 476 шт., содержание массовой доли

эфирного масла 1,9%, урожайность надземной массы 66,1 ц/га, валовый сбор эфирного масла 126,4 кг/га, содержание линалилацетата 37,50%.



Рисунок 3.11 – *Lavandula angustifolia* Mill. № 70116

Форма *L. × intermedia* №11 (рисунок 3.12). Цикл развития от вегетации до конца цветения, составляет 107 дней, продолжительность цветения 40 дней, высота растения 97 см, диаметр куста 86 см, длина соцветия 6,8 см, число мутовок в соцветии 8 шт., число цветков во второй мутовке 22 шт., число цветков в соцветии 146 шт., масса цветка 25 мг, масса соцветия 1,9 г, число цветоносов на растении 1305 шт., содержание массовой доли эфирного масла 2,8%, урожайность надземной массы 116,4 ц/га, валовый сбор эфирного масла 256,9 кг/га, содержание линалилацетата 24,52% .

Форма *L. × intermedia* №48 (рисунок 3.13). Цикл развития от вегетации до конца цветения, составляет 103 дня, продолжительность цветения 40-45 дней, высота растения 99 см, диаметр куста 86 см, длина соцветия 6,9 см, число мутовок в соцветии 7 шт., число цветков во второй мутовке 19 шт., число цветков в соцветии 111 шт., масса цветка 11,2 мг, масса соцветия 1,18 гр., число цветоносов

на растении 1100 шт., содержание массовой доли эфирного масла 2,2%, урожайность надземной массы 87,9 ц/га, валовый сбор эфирного масла 191,2 кг/га, содержание линалилацетата 12,86%.



Рисунок 3.12 – *Lavandula* × *intermedia* Emeric Loisel № 11



Рисунок 3.13 – *Lavandula* × *intermedia* Emeric Loisel № 48

Проведенная комплексная оценка пяти исходных форм лаванды выявила четкое разделение на две контрастные группы: высокопродуктивные, но позднеспелые тетраплоидные формы *L.* × *intermedia* (№ 11, № 48) с длительным периодом цветения, высоким валовым сбором эфирного масла (191,2–256,9 кг/га)

и линалоольным/камфорным хемотипом, и компактные, скороспелые формы *L. angustifolia* (№ 32812, № 70116, № 8812) с дружным цветением, ацетатным хемотипом масла и значительно более низкой, но стабильной продуктивностью, среди которых выделена форма № 70116. На основании результатов исследования выделены перспективные источники хозяйственно-ценных признаков для селекции: формы № 11 (высокая масличность и урожайность), № 48 (длительное цветение) и № 32812 (морозоустойчивость), а также установлена целесообразность их использования в гибридизации для совмещения хозяйственно-ценных признаков в одном генотипе.

ГЛАВА 4 АНАЛИЗ РЕЦИПРОКНЫХ СКРЕЩИВАНИЙ И ОЦЕНКА КОМБИНАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ИСХОДНЫХ ГЕНОТИПОВ

При выведении сортов с триплоидным геномом (AAL) вида *L. × intermedia* используется гибридизация между видами *L. angustifolia* и тетраплоидными формами *L. × intermedia*. Одним из ключевых этапов селекционной работы является подбор родительских пар, которые обладают необходимыми хозяйственно–ценными признаками, так как результаты гибридизации в значительной степени зависят от генетической совместимости этих форм.

4.1 Семенная продуктивность исходных форм

Завязываемость и образование полноценных гибридных семян являются показателями успешности проведённых комбинаций скрещивания. По степени семенной продуктивности оценивается результативность искусственного опыления. Высокий уровень завязываемости полноценных семян обеспечивает большой выход сеянцев в гибридной семье, что, в свою очередь, увеличивает генетическое разнообразие полученного потомства. Это имеет существенное значение для дальнейшего селекционного отбора. Цель исследования, представленного в данном разделе – подбор лучшей родительской пары по генетической совместимости с учётом образования полноценных семян, всхожести и получения жизнеспособных сеянцев, полученных в результате гибридизации родительских форм в почвенно-климатических условиях ЮБК.

При проведении гибридизации между генотипами испытали 12 реципрокных комбинации между формами двух видов – *L. angustifolia* (№ 70116, № 32812, № 8812) и *L. × intermedia* (№ 11, № 48). Для получения гибридных сеянцев опылили 1683 цветка, в результате чего получено 424 гибридных растения (Таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Завязываемость и всхожесть семян в реципрокных комбинациях скрещивания у гибридов F₁ лавандина

Комбинация скрещивания	Число опыленных цветков, шт.	Завязываемость семян, %	Всхожесть семян, %	Выращено растений, шт.
70116♀ × 11♂	88	26,1	58,6	31
11♀ × 70116♂	99	13,4	38,2	18
32812♀ × 11♂	184	30,3	44,9	54
11♀ × 32812♂	100	20,7	36,3	28
8812♀ × 11♂	143	14,4	34,2	40
11♀ × 8812♂	198	10,5	31,4	36
70116♀ × 48♂	194	16,4	29,2	43
48♀ × 70116♂	145	12,8	19,4	33
32812♀ × 48♂	148	23,2	69,9	56
48♀ × 32812♂	182	17,7	52,3	27
8812♀ × 48♂	102	21,3	45,0	40
48♀ × 8812♂	100	18,8	28,4	18

По результатам проведенных реципрокных скрещиваний отмечено, что при использовании прямого скрещивания (2х ♀ × 4х ♂) средние показатели завязываемости семян составили 21,95%, средняя всхожесть семян равна 47,0 %, в реципрокном (обратном 4х ♀ × 2х ♂) скрещивании средняя завязываемость семян составила 15,65%, средняя всхожесть семян равна 34,3%, т.е. выявлена биологическая закономерность, что при использовании диплоидной формы в качестве материнской (2х ♀ × 4х ♂) завязываемость семян в среднем на 40 % выше, а всхожесть этих семян на 37 % выше, чем при обратном скрещивании.

Детальный анализ реципрокных комбинации, показал, что в линии с родительскими формам *L. angustifolia* № 70116 и *L. × intermedia* № 11, в комбинации 70116♀ × 11♂ при опылении 88 цветков значение по завязываемости семян составило 26,1 %, всхожесть семян была достаточно высокой (58,6 %), количество полученных гибридных растений составило 31 шт. Для комбинации 11♀ × 70116♂ в обратном скрещивании несмотря на большее число опылённых цветков (99 шт.), показатели завязываемости (13,4 %), всхожести (38,2 %) и выращенных растений (18 шт.) были ниже, чем прямой комбинации. В данной линии более высокие показатели завязываемости, всхожести семян и числа выращенных растений, были получены при использовании в качестве материнской формы *L. angustifolia* № 70116.

Для линии с родительскими формам *L. angustifolia* № 32812 и *L. × intermedia* № 11, в прямой комбинации $32812_{\text{♀}} \times 11_{\text{♂}}$ при опылении 184 цветков получен лучший результат по завязываемости и всхожести семян – 30,3 %, показатели всхожести были средними — 44,9 %, число выращенных растений составило – 54 шт. В обратной комбинации скрещивания $11_{\text{♀}} \times 32812_{\text{♂}}$ число, при опылении 100 цветков, было выращено 28 растений, показатели завязываемости и всхожести семян составили 20,7 % и 36,6 %. В этой комбинации показатели ниже вдвое, чем в прямой. Комбинация с использованием в качестве материнской формы *L. angustifolia* № 32812 обеспечивает в 2 раза больше количество полученных растений (54 шт. против 28 шт.).

Для реципрокных комбинаций с родительскими формам *L. angustifolia* № 8812 и *L. × intermedia* № 11, в прямой комбинации $8812_{\text{♀}} \times 11_{\text{♂}}$ было опылено 143 цветка, завязываемость составила 14,4 %, всхожесть 34,2 %, количество растений 40 шт. В обратной комбинации $11_{\text{♀}} \times 8812_{\text{♂}}$ при опылении 198 цветков, выращено 36 растений, показатели завязываемости и всхожести семян составили – 31,4 % и 36 %. В данной комбинации несмотря на большее число опылённых цветков, показатели завязываемости и всхожести ниже. Прямая комбинация $8812_{\text{♀}} \times 11_{\text{♂}}$ показала более высокую продуктивность при использовании *L. angustifolia* № 32812 в качестве материнской формы. Завязываемость выше (14,4 % против 10,5 %) и получено больше растений с меньшего количества опылённых цветков.

В линии с родительскими формам *L. angustifolia* № 70116 и *L. × intermedia* № 48, в комбинации $70116_{\text{♀}} \times 48_{\text{♂}}$ при опылении 194 цветков, завязываемость составила 16,4 %, всхожесть – 29,2 %, количество полученных растений – 43 шт. В обратной комбинации скрещивания $48_{\text{♀}} \times 70116_{\text{♂}}$, при опылении 145 цветков, получено 33 растения, завязываемость семян 12,8 %, зафиксирован минимум по показателю всхожести среди всех изученных комбинаций – 19,4 %. Обе комбинации показали средний результат, но в прямой комбинации с использованием *L. angustifolia* № 70116, в качестве материнской формы

завязываемость выше (16,4 % против 12,8 %) и получено больше количество гибридных растений (43 шт. против 33 шт.).

При проведении скрещиваний между генотипами, с родительскими формам *L. angustifolia* № 32812 и *L. × intermedia* № 48, в прямой комбинации $32812♀ \times 48♂$ было опылено 148 цветков, показатель завязываемости семян составил 23,2 %, выявлен рекордный показатель среди всех комбинаций по всхожести – 69,9 %, получено максимальное число среди всех изученных комбинаций – 56 шт. В обратной комбинации скрещивания $48♀ \times 32812♂$, было опылено 182 цветка, завязываемость и всхожесть семян составили – 17,7 % и 52,3 %, число растений – 27 шт. В данном варианте скрещиваний, у прямой комбинации $32812♀ \times 48♂$, с использованием *L. angustifolia* № 70116 в качестве материнской формы число выращенных растений в 2 раза больше чем в обратной, при меньшем числе опылённых цветков (56 шт. против 27 шт.).

В линии с родительскими формам *L. angustifolia* № 8812 и *L. × intermedia* № 48, в комбинации $8812♀ \times 48♂$ при опылении 102 цветков значение по завязываемости семян составило 45,0 %, всхожесть семян была достаточно высокой (45,0 %), количество выращенных растений составило 40 шт. Для комбинации $48♀ \times 8812♂$ в обратном скрещивании число опылённых цветков (100 шт.), показатели завязываемости (18,8 %), всхожести (28,4 %) и выращенных растений (18 шт.) были ниже, чем прямой комбинации. В этой более высокие показатели завязываемости, всхожести семян и числа выращенных растений, были получены при использовании в качестве материнской формы *L. angustifolia* № 8812.

В результате проведенных исследований установлено, что использование в качестве материнских форм *L. angustifolia* № 8812, № 70116, № 32812 обеспечивает более высокие значения завязываемости и всхожести в сравнении с обратными комбинациями (*L. × intermedia* № 11 и № 48). У прямых в сравнении с обратными комбинациями скрещивания средние значения выше по показателям завязываемости (21,8 % против 15,7 %), всхожести (47,1 % против 34,6 %) и числу выращенных растений (44 шт. против 27 шт.). Лучшие результаты по числу

выращенных растений и всхожести семян выявлены у материнской формы *L. angustifolia* №32812, в паре с *L. × intermedia* № 11 (54 растения) и установлена максимальная комбинационная способность с *L. × intermedia* № 48 (всхожесть семян – 69,9 %, число растений – 56 шт.). Гибридная форма *L. × intermedia* № 11 проявляет хорошую комбинационную способность с формой *L. angustifolia* № 8812, при самом низком числе опыленных растений (88 шт.), среди всех изученных комбинаций, данный генотип показал хорошую всхожесть семян (58,6%).

4.2 Цитологический и цитометрический анализ исходных форм и гибридов F₁ лавандина

Неотъемлемой частью селекционных исследований с использованием полиплоидных генотипов, является цитологический анализ исходных родительских форм и гибридного потомства, полученных в результате скрещивания по типу диплоид – тетраплоид. Уровень плоидности напрямую влияет на фертильность, морфологические признаки и хозяйственную ценность растений. Цель исследования заключалась в проведении сравнительного анализа плоидности исходных и гибридных форм F₁ методами цитологии и проточной цитометрии.

Подсчёт числа хромосом и определение уровня плоидности проведены на примере исходных форма *L. angustifolia* № 32812, *L. × intermedia* № 11 и гибридном генотипе F₁ в комбинации скрещивания 32812♀ × 11♂.

Несмотря на методологические трудности, обусловленные малым размером хромосом и их частичному наложению друг на друга на метафазных пластинках, для всех исследуемых форм удалось получить четкие микрофотографии и провести подсчет числа хромосом.

В соматических клетках контрольного образца — диплоидной формы *L. angustifolia* № 32812 — число хромосом варьировало в диапазоне 46–48.

Преобладающим и модальным числом, на основании которого был определен кариотип, является $2n = 48$ (рисунок 4.1А).

Цитологический анализ родительской формы *L. × intermedia* № 11 выявил диапазон хромосомных чисел от 90 до 96. Модальное число составило $2n = 96$ (рисунок 4.1В). Этот результат подтверждает, что данная форма является аллотетраплоидом ($2n=4x$), обладая удвоенным по сравнению с диплоидным видом набором хромосом.

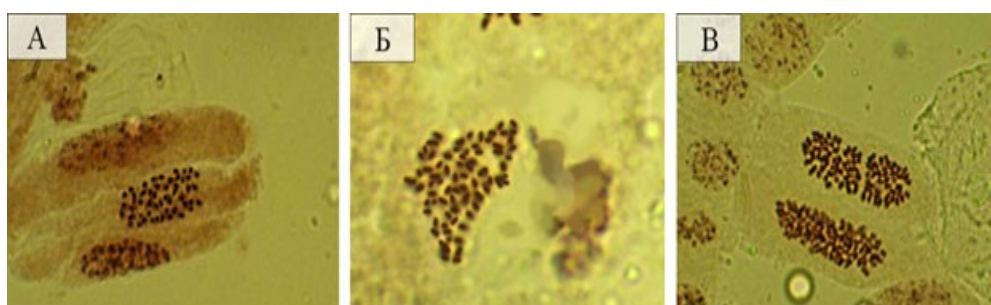


Рисунок 4.1 – Числа хромосом в клетках растений:

А – *L. angustifolia* №32812 $2n=48$;

Б – *L. × intermedia* F₁8812♀ × 11♂ $2n=72$

В – *L. × intermedia* № 11 $2n=96$

Для гибридной формы F₁ в комбинации скрещивания 32812♀ × 11♂, было установлено число хромосом в диапазоне 71–75. Среднее и наиболее часто встречающееся значение составило $2n = 72$ (рисунок 4.1Б). Данное число хромосом является промежуточным между родительскими формами (48 и 96) и соответствует триплоидному уровню ($2n=3x$), что полностью соответствует теоретическим ожиданиям для потомства от скрещивания диплоидной и тетраплоидной форм.

Для подтверждения полученных результатов при прямом подсчете хромосом, нами проведена работа, по количественной оценке, содержания ядерной ДНК с помощью цитометра (CyFlow® PloidyAnalyzer). Результаты проточной цитометрии полностью подтвердили данные уровня ploidyности исследуемых генотипов.

Для контрольного образца *L. angustifolia* № 32812 ($2n = 48$) на гистограмме флуоресценции был зафиксирован один четкий пик, соответствующий 2С-содержанию ДНК (пик А на рисунке 4.2).

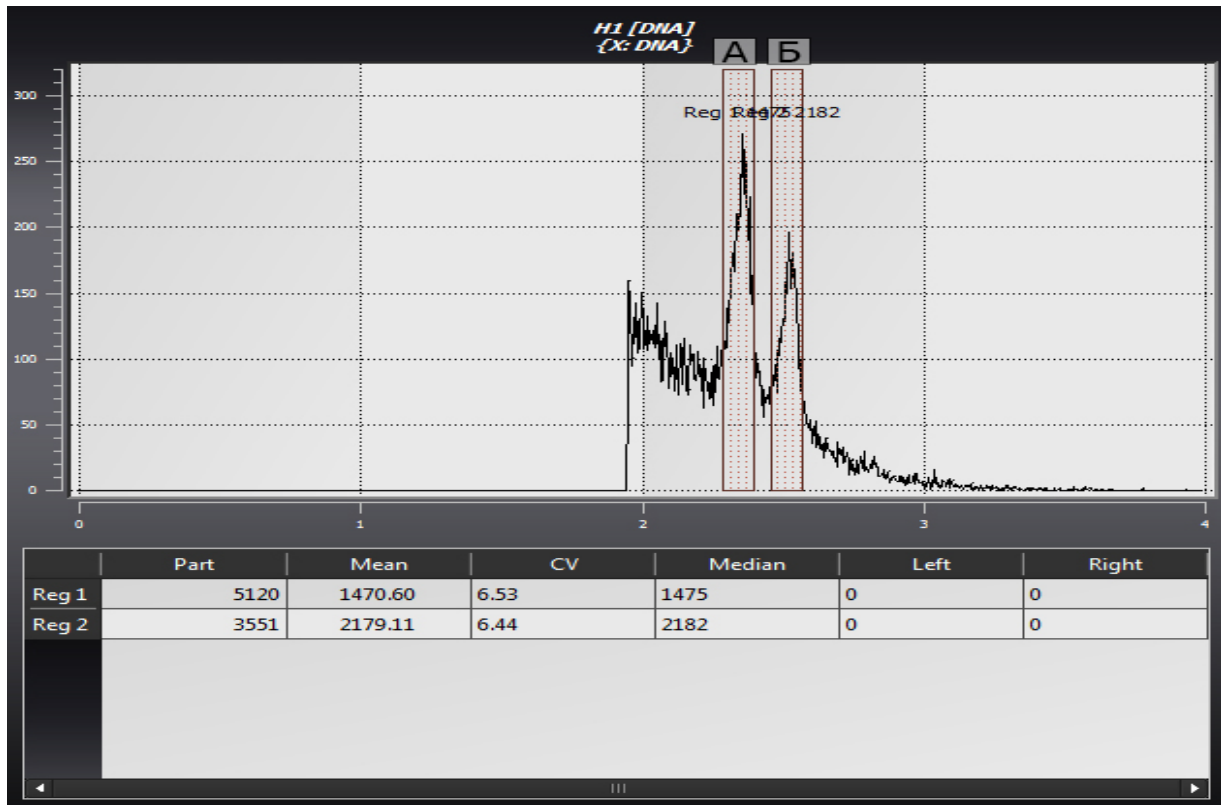


Рисунок 4.2 – Гистограммы плоидности ядер, выделенных из листовых пластинок зародышевых листьев: пик А - *L. angustifolia* №32812($2n = 48$),
Пик Б – *L. × intermedia* № 11

Анализ гибридной формы F_1 в комбинации скрещивания $32812_{\text{♀}} \times 11_{\text{♂}}$ ($2n = 72$) также показал наличие одного основного пика флуоресценции (пик Б на рисунке 4.2), который был смещен вправо относительно диплоидного стандарта. Относительное содержание ДНК для этого генотипа составило $2C = 2,67 \pm 0,19$ пг. Это значение примерно в 1,5 раза превышает показатель диплоидного контроля, что корректно отражает его триплоидный геномный статус.

Для тетраплоидной формы *L. × intermedia* № 11 ($2n = 96$) был зафиксирован пик флуоресценции, смещенный значительно правее по сравнению с диплоидным стандартом. Относительное содержание ДНК для данного генотипа составило $2C = 3,50 \pm 0,20$ пг. Это значение приблизительно вдвое превышает показатель

диплоидного контроля, что подтверждает тетраплоидный уровень данного генотипа (пик Б на рисунке 4.3).

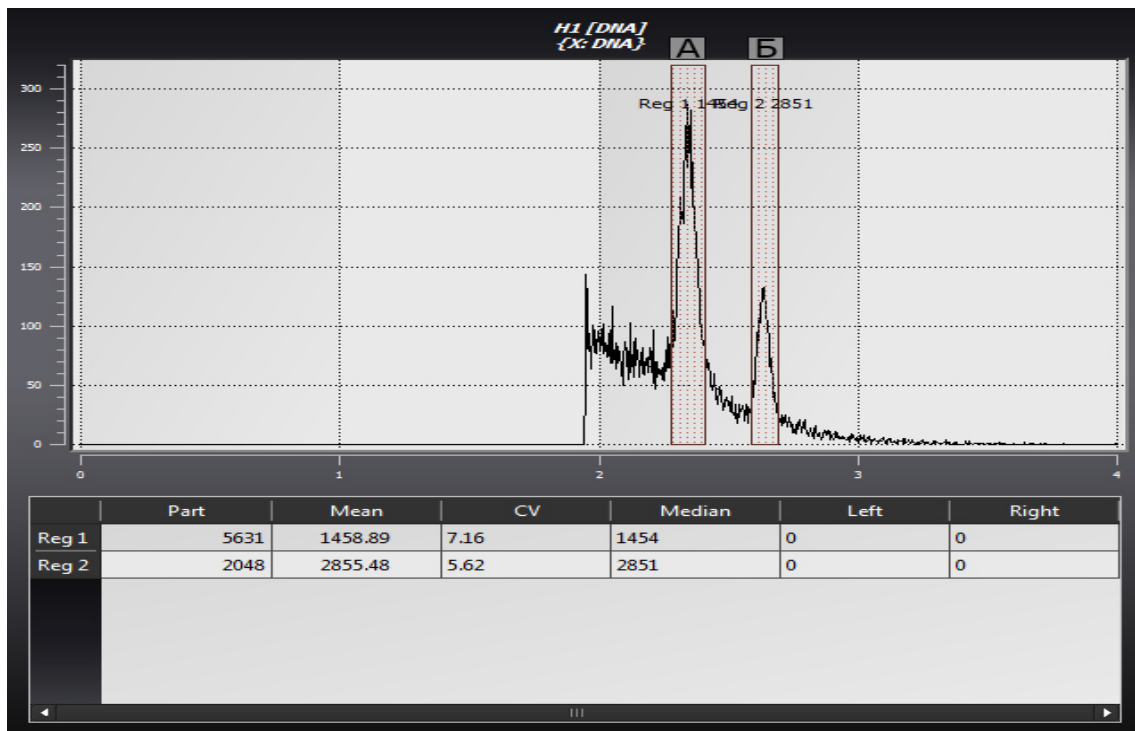


Рисунок 4.3 – Гистограммы плоидности ядер, выделенных из листовых пластинок зародышевых листьев:

пик А – *L. angustifolia* №32812 ($2n = 48$) (контроль),
 пик Б – *L. × intermedia* F₁ 8812♀ × 11♂ ($2n = 72$)

Проведенное исследование позволило получить комплексную цитогенетическую характеристику образцов *L. angustifolia* и *L. × intermedia*. Результаты прямого подсчета хромосом четко продемонстрировали ожидаемое наследование генетического материала: гибрид F₁ комбинации скрещивания 32812♀ × 11♂ ($2n=72$) получил гаплоидный набор хромосом от диплоидного родителя ($n=24$) и диплоидный набор от тетраплоидного родителя ($n=48$), что в сумме дает триплоидный набор. Это подтверждает правильность подбора родительских пар и успешность искусственного опыления.

Данные проточной цитометрии не только подтвердили уровни плоидности, но и дали их количественную оценку. Установленные значения содержания ДНК образуют четкую полиплоидную серию, где триплоидное значение является

аддитивным по отношению к родительским формам (близко к среднему арифметическому между 2х и 4х).

Таким образом, проведенный цитогенетический анализ исходных родительских форм и гибрида F₁ с использованием методов прямого подсчета хромосом и проточной цитометрии, позволил установить соматические числа хромосом для исследуемых генотипов: для *L. angustifolia* № 32812 – 2n=48 (диплоид, 2х); для фертильного гибрида *L. × intermedia* № 11 – 2n=96 (аллотетраплоид, 4х); для гибрида F₁ в комбинации скрещивания 32812♀ × 11♂ – 2n=72 (аллотриплоид, 3х). Методом проточной цитометрии подтверждены уровни пloidности и определено относительное содержание ядерной ДНК (2С): для диплоидной формы –1,80 пг, для триплоидной –2,67 пг, для тетраплоидной –3,50 пг.

4.3 Исследования фенологических фаз гибридов лавандина F₁ лавандина

Фенологические наблюдения являются классическим, но незаменимым методом в селекции и выведении сортов, позволяющим оценить адаптивный потенциал и хозяйственную пригодность генотипов.

Представленные в таблице 4.3 диапазоны дат начала фенологических фаз, отражают естественную вариабельность сроков наступления фенофаз, обусловленную различными метеорологическими условиями в годы наблюдений.

Многолетний анализ фенологических данных позволил провести всестороннюю оценку исследуемых генотипов, выявить закономерности наследования признаков и определить их селекционную ценность.

Родительские генотипы демонстрируют значительное разнообразие по ритмам сезонного развития (рисунок 4.1).

Анализ фенологических показателей гибридных форм показал, что скрещивание генетически различных родительских форм привело к появлению у гибридов F₁ гетерозиса по продолжительности цветения. В комбинации

70116♀ × 48♂ наблюдается эффект гибридной силы, гибрид цветет до 10 августа, что дольше, чем у обоих родителей (*L. angustifolia* № 70116 – до 10.07, *L. x intermedia* № 48 – до 05.08).

Таблица 4.3 – Фенологические характеристики цветения изученных исходных форм и гибридов F₁ лавандина, 2020-2023 гг.

Генотип (комбинация скрещивания)	Фенологическая фаза			
	Начало вегетации	Начало цветения	Массовое цветение	Конец цветения
Родительские формы и сорта				
<i>L. × intermedia</i> cv Рабат (контроль)	06.05-08.05	23.06-27.06	01.07-07.07	20.07-25.07
<i>l. angustifolia</i> № 32812	08.05-12.05	20.06-29.06	28.06-05.07	02.07-11.07
<i>l. angustifolia</i> № 70116	02.05-09.05	24.06-01.07	30.06-06.07	04.07-10.07
<i>l. angustifolia</i> № 8812	01.05-07.05	26.06-03.07	30.06-08.07	04.07-12.07
<i>L.x intermedia</i> № 48	19.04-22.04	20.06-26.06	01.07-09.07	31.07-05.08
<i>L. x intermedia</i> № 11	12.04-17.04	15.06-20.06	30.06-12.07	28.07-02.08
Гибридные формы F ₁				
32812♀ × 48♂	24.04-28.04	14.06-20.06	04.07-14.07	22.07-01.08
48♀ × 32812♂	30.04-3.05	17.06-22.06	10.07-14.07	27.07-06.08
32812♀ × 11	28.04-01.05	14.06-19.06	09.07-15.07	18.07-26.07
11♀ × 32812♂	25.04-29.04	20.06-27.06	04.07-14.07	24.07-01.08
70116♀ × 48♂	21.04-28.04	16.06-22.06	28.06-08.07	30.07-10.08
48♀ × 70116♂	19.04-23.04	20.06-26.06	30.06-09.07	23.07-02.08
70116♀ × 11♂	15.04-23.04	13.06-20.06	02.07-12.07	28.07-06.08
11♀ × 70116♂	19.04-25.4	17.06-22.06	05.07-13.07	17.07-29.07
8812♀ × 48♂	28.04-05.05	18.06-28.06	01.07-09.07	19.07-31.07
48♀ × 8812♂	27.04-30.04	30.06-05.07	10.07-16.07	22.07-30.7
8812♀ × 11♂	25.04-30.4	20.06-28.06	05.07-14.07	24.07-02.08
11♀ × 8812♂	24.04-29.04	30.06-09.07	09.07-16.07	28.07-08.08

Это свидетельствует о том, что гибрид унаследовал от обоих родителей аллели, влияющие на продолжительность сроков цветения, что в итоге привело к проявлению гетерозиса. Аналогичный, хотя и менее выраженный, эффект наблюдается в комбинации 11♀ × 8812♂. Гибридная форма 70116♀ × 11♂ по количественному признаку выходит за пределы изменчивости родительских форм и начинает цвести 13–20 июня, что раньше, чем самый ранний из его родителей (*L. x intermedia* №11, 15–20 июня), у данного гибрида произошла удачная

рекомбинация генов, контролирующих скороспелость, что привело к появлению раннецветущего фенотипа.

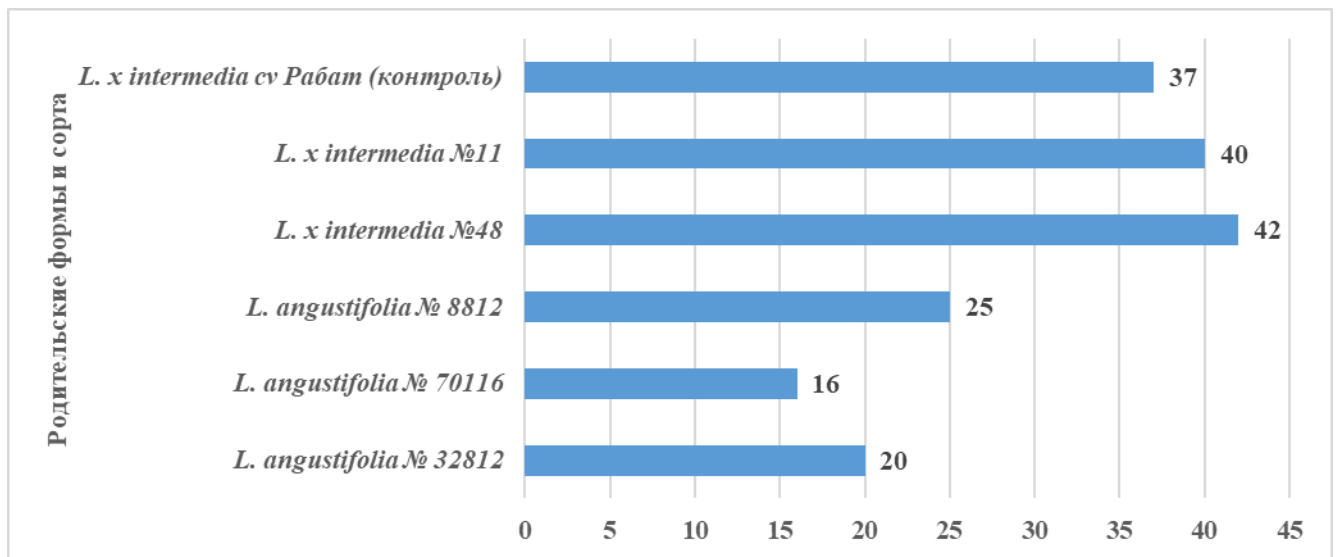


Рисунок 4.1 – Цветение родительских форм
(фазы: начало – конец цветения в днях)

Сравнение пар гибридов, полученных от прямого и обратного скрещивания, показывает, что выбор материнского растения оказывает решающее влияние на фенологию потомства (рисунок 4.2).

Фенологический анализ реципрокных пар для исходных форм *L. angustifolia* № 32812 и *L. × intermedia* № 48 показал, что донором на раннеспелость здесь выступает раннецветущая (20–29 июня) материнская форма *L. angustifolia* № 32812 для гибрида 32812♀ × 48♂ (начало вегетации 24–28 апреля, начало цветения очень раннее 14–20 июня, продолжительность цветения 38–42 дня), когда же материнской формой является более поздноцветущий *L. × intermedia* № 48 (20–26 июня), начало цветения у потомства 48♀ × 32812♂ сдвигается на более поздние сроки (начало вегетации позже 30 апреля - 3 мая, начало цветения раннее, но заметно позже гибрида, чем в прямой комбинации 17–22 июня, продолжительность цветения дольше 40–45 дней).

Родительская пара *L. angustifolia* № 32812 и *L. x intermedia* № 11 подтверждает предыдущий вывод, что материнская форма №32812 является донором на раннеспелость для F₁ № 32812 x № 11 (начало вегетации 28 апреля – 1

мая, раннее начало цветения: 14–19 июня, продолжительность цветения 34–38 дней), несмотря на то, что *L. × intermedia* №11 является самым раннецветущим из родителей (15–20 июня), когда он выступает в роли материнской формы, дает более поздноцветущее потомство, чем *L. angustifolia* № 32812, для гибрида $11♀ \times 32812♂$ (начало вегетации происходит раньше 25-29 апреля прямой комбинации, начало цветения средне–раннее 20–27 июня, значительно позже, продолжительность цветения 35–40 дней).

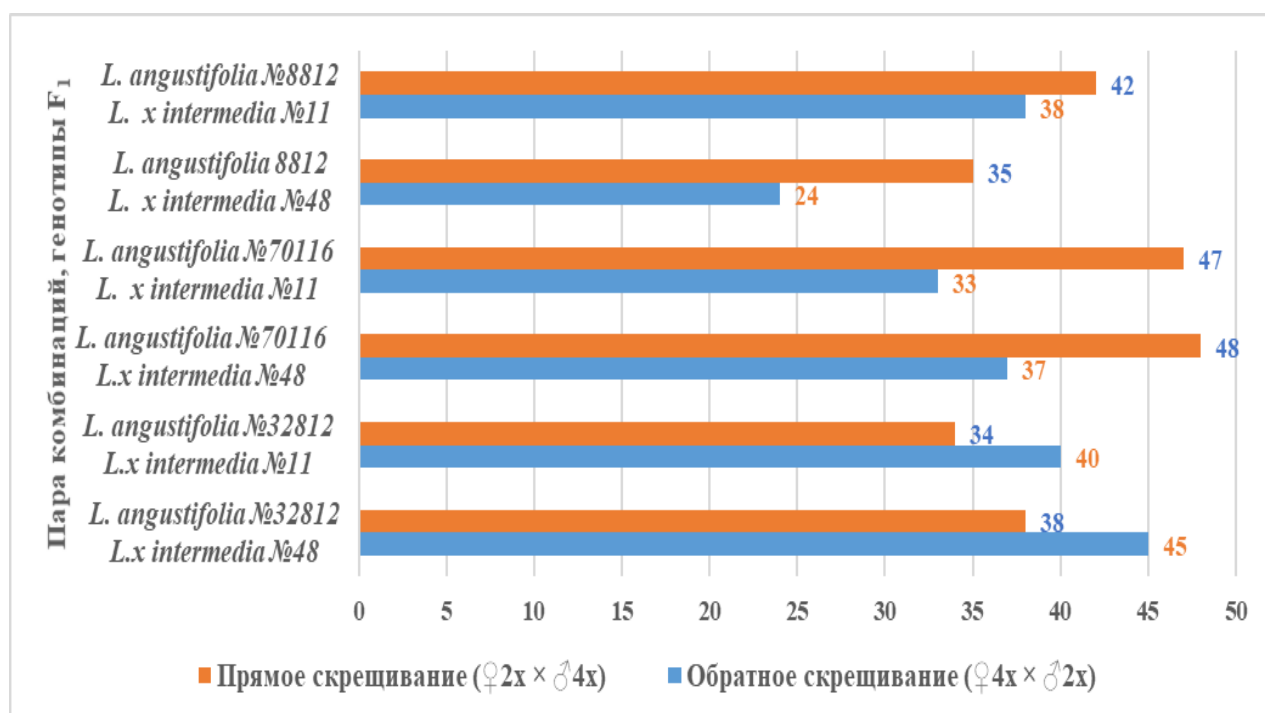


Рисунок 4.2 – Фенологический анализ пар комбинаций скрещивания гибридов F₁ по длительности цветения (фазы: начало – конец цветения в днях)

У пары *L. angustifolia* № 70116 и *L. × intermedia* №48 виден материнский эффект, при использовании № 70116 в качестве материнской формы не только ускоряет начало цветения, но и, увеличивает его продолжительность, приводя к проявлению гетерозиса для $70116♀ \times 48♂$ (начало вегетации 21–28 апреля, раннее начало цветения: 16–22 июня, очень длительная продолжительность цветения 45–50 дней с проявлением гетерозиса). Когда материнской формой является *L. x intermedia* № 48, эффект гетерозиса по длительности цветения не проявляется для $48♀ \times 70116♂$ (начало вегетации более раннее 19–23 апреля, раннее начало

цветения 20–26 июня, но позже гибрида $70116_{\text{♀}} \times 48_{\text{♂}}$, а продолжительность цветения 33–38 дней, значительно короче).

Анализ фенологических данных для пары *L. angustifolia* № 70116 и *L. x intermedia* №11 показывает самое заметное проявление материнского влияния. Именно в комбинации, где *L. angustifolia* №70116 является материнской формой, гибридная форма $70116_{\text{♀}} \times 11_{\text{♂}}$ значительно превосходит показатели как одного, так и другого родителя по раннеспелости, так же проявляется эффект гетерозиса по длительности цветения (начало вегетации 15–23 апреля, ультрараннее начало цветения 13–20 июня, проявление трансгрессии, очень длительная продолжительность цветения 45–50 дней). В обратной комбинации, где материнской формой выступает раннеспелый генотип *L. x intermedia* № 11, потомство $11_{\text{♀}} \times 70116_{\text{♂}}$ (начало вегетации 19–25 апреля, раннее, но без трансгрессии начало цветения: 17–22 июня, продолжительность цветения 30–35 дней, что значительно короче, чем в прямой комбинации) получается хорошим, но без этих выдающихся характеристик, что объясняется высокой рекомбинацией генов обоих родителей, приводящей к максимальному положительному эффекту.

Использование *L. angustifolia* № 8812, в качестве материнской формы, дает раннецветущее потомство $8812_{\text{♀}} \times 48_{\text{♂}}$ со средней продолжительностью цветения (начало вегетации 28 апреля - 5 мая, раннее начало цветения: 18–28 июня, продолжительность цветения 31–38 дней). Использование *L. x intermedia* № 48, в качестве материнской формы, в паре с *L. angustifolia* №8812 приводит к резкому сдвигу цветения на поздние сроки и его сокращению у генотипа $48_{\text{♀}} \times 8812_{\text{♂}}$ (начало вегетации 27–30 апреля, очень позднее начало цветения: 30 июня - 5 июля, короткая продолжительность цветения 22–26 дней), что может указывать на некоторую цитоплазматическую несовместимость.

Для пары *L. angustifolia* № 8812 и *L. x intermedia* №11, в отличие от всех предыдущих комбинаций скрещивания, использование *L. x intermedia* № 11 в качестве материнской формы приводит к резкому сдвигу к позднему цветению и увеличению его продолжительность до гетерозисного уровня, для формы $11_{\text{♀}} \times 8812_{\text{♂}}$ (начало вегетации 24–29 апреля, очень позднее начало цветения 30

июня – 9 июля, длительная продолжительность цветения 39–45 дней, с проявлением гетерозиса). Использование *L. angustifolia* №8812 в качестве материнской формы дает более раннее, но менее продолжительное цветение у генотипа $8812_{\text{♀}} \times 11_{\text{♂}}$ (начало вегетации 25–30 апреля, среднераннее начало цветения: 20–28 июня, продолжительность цветения 35–40 дней). Это говорит о том, что отличающиеся цитоплазмы способны по-разному влиять на наступление фенологических фаз, цитоплазма *L. angustifolia* № 8812 влияет на ранее наступление фазы вегетации, а цитоплазма *L. × intermedia* №11 способствует длительности цветения.

Выявлена высокая фенотипическая изменчивость изученных растений, отличающихся значительным генетическим разнообразием по ключевым фенологическим признакам (сроки начала вегетации, сроки и продолжительность цветения). Установлено, что сроки наступления фенологических фаз у гибридов *L. × intermedia* F₁ значительно различаются, демонстрируя широкий диапазон варьирования сроков наступления фазы начала вегетации (с 12 апреля по 12 мая) и цветения (с 13 июня по 9 июля).

Контроль cv Рабат характеризуется средней продолжительностью и стабильностью фенологических фаз, тогда как у форм *L. angustifolia* фазы наступают позднее, но проходят более компактно. Продолжительность цветения у гибридов оказалась на 10–15 дней больше контроля и в 2 раза больше по сравнению с формами *L. angustifolia*, они занимают промежуточное положение в сравнении с исходными формами наследуют как раннее начало цветения ($32812_{\text{♀}} \times 11_{\text{♂}}$, $701_{\text{♀}} \times 11_{\text{♂}}$), так и поздние сроки окончания фазы конец цветения ($70116_{\text{♀}} \times 48_{\text{♂}}$, $11_{\text{♀}} \times 8812_{\text{♂}}$), отдельные комбинации проявляют трансгрессивную изменчивость ($70116_{\text{♀}} \times 11_{\text{♂}}$, $70116_{\text{♀}} \times 48_{\text{♂}}$, $11_{\text{♀}} \times 8812_{\text{♂}}$), сочетая раннее начало и позднее окончание цветения.

Экспериментально доказана возможность получения, с использованием межвидовой гибридизации, как гетерозисных форм, превосходящих родителей по продолжительности цветения ($70116_{\text{♀}} \times 48_{\text{♂}}$), так и трансгрессивных форм с экстремальной скороспелостью ($70116_{\text{♀}} \times 11_{\text{♂}}$). Установлено доминирующее

влияние материнского наследования, выявлены сильные и последовательные реципрокные эффекты, свидетельствующие о том, что выбор материнского растения является важным фактором, определяющим фенологические характеристики гибридного потомства. В подавляющем большинстве случаев (5 из 6 изученных пар скрещивания) использование диплоидной формы *L. angustifolia* в качестве материнской приводит к получению более раннецветущего потомства, чем в обратной комбинации.

Для целенаправленного создания ультраранних сортов, адаптированных к коротким вегетационным периодам, рекомендуется использовать генотип № 32812, раннецветущих сортов рекомендуется использовать генотипы № 11 и № 70116, скороспелых сортов № 70116, сортов с максимально длительным периодом цветения рекомендуется использовать исходные формы *L. × intermedia* № 48 и № 11, причем форму, несущую желаемый признак, предпочтительно использовать в качестве материнской формы.

4.4 Морфологические параметры исходных форм и гибридов F₁ лавандина

Изучение морфологии исходных форм и гибридных популяций *L. angustifolia* и *L. × intermedia* имеет принципиальное значение для создания новых сортов с разным габитусом растения, подходящих для механизированной уборки. Урожайность и хозяйственная ценность *L. × intermedia* во многом определяются морфологическими признаками растений: высотой и диаметром куста. Эти параметры определяют общий объём цветкового сырья и, как следствие, производственный потенциал по валовому сбору эфирного масла. Одним из ключевых направлений современной селекции является выявление и использование гетерозисных комбинаций, который проявляется в виде усиления морфометрических показателей у гибридов F₁ по сравнению со средними значениями родительских форм и в сравнении с лучшим из родителей.

Анализ данных (таблица 4.4) для гибридных форм показал, что часть комбинаций F_1 ($32812_{\text{♀}} \times 48_{\text{♂}}$ и $48_{\text{♀}} \times 32812_{\text{♂}}$) занимают промежуточное положение на уровне контроля (св. Рабат) и не выходят за пределы значений родительских форм.

Таблица 4.4 – Характеристика исходных форм и гибридов F_1 лавандина по высоте и диаметру растения

Генотип (комбинация скрещивания)	Высота растения, см	Диаметр куста, см
Родительские формы и сорта		
<i>L. × intermedia</i> св. Рабат (контроль)	85±1,1	95±1,2
<i>l. angustifolia</i> 32812	65±0,9	57±1,6
<i>l. angustifolia</i> 70116	57±0,9	62±1,0
<i>l. angustifolia</i> 8812	53±0,8	50±1,1
<i>L.xintermedia</i> №48	99±2,1	86±1,4
<i>L. x intermedia</i> №11	97±3,2	86±1,4
Гибридные формы F_1		
$32812_{\text{♀}} \times 48_{\text{♂}}$	86±1,0	94±1,1
$48_{\text{♀}} \times 32812_{\text{♂}}$	83±0,9	84±1,07
$32812_{\text{♀}} \times 11$	96±1,12	77±1,02
$11_{\text{♀}} \times 32812_{\text{♂}}$	93±0,93	106±1,35
$70116_{\text{♀}} \times 48_{\text{♂}}$	77±0,85	86±1,27
$48_{\text{♀}} \times 70116_{\text{♂}}$	74±0,78	85±1,52
$70116_{\text{♀}} \times 11_{\text{♂}}$	105±0,97	93±0,88
$11_{\text{♀}} \times 70116_{\text{♂}}$	110±2,1	107±0,96
1	2	3
$8812_{\text{♀}} \times 48_{\text{♂}}$	73±0,96	79±1,41
$48_{\text{♀}} \times 8812_{\text{♂}}$	82±2,54	73±0,7
$8812_{\text{♀}} \times 11_{\text{♂}}$	79±1,1	80±0,89
$11_{\text{♀}} \times 8812_{\text{♂}}$	82±0,78	78±0,71

Высота растений для этих комбинаций составила 83–86 см, диаметр 84–94 см, тип наследования признаков стабильный, получены выровненные по морфологии формы. Гибридные формы в комбинациях $70116_{\text{♀}} \times 11_{\text{♂}}$ (высота 105±0,97 см, диаметр 93±0,88 см) и $11_{\text{♀}} \times 70116$ (высота 110±2,1 см, диаметр 107±0,96 см) превосходят не только контроль св Рабат, но родительские формы № 11 и № 48, здесь проявляется выраженный эффект гетерозиса по высоте и ширине куста. В комбинации $32812_{\text{♀}} \times 11_{\text{♂}}$ гибриды, более вытянутые по высоте (96±1,12 см) и компактные по диаметру (77±1,02 см), в обратной комбинации

11♀ × 32812♂ растения более низкие (93±0,93 см), но с большим диаметром (106±1,35 см), здесь чётко прослеживается влияние выбора материнских форм, влияющих на показатели исследуемых признаков (высота, диаметр растения). Похожая закономерность наблюдается и в парах 70116♀ × 11♂ и 11♀ × 70116, где гибрид с материнской формой №11 значительно превосходит все другие по высоте (110±2,1 см) и ширине (107±0,96 см). Комбинации с участием *L. angustifolia* №8812 использованной в качестве материнской формы (8812♀ × 48♂, 8812♀ × 11♂) уступали контролю и родительским формам № 11, № 48, характеризовались невысокими (73-82 см) и узкими кустами (79-80 см).

Результаты морфологического анализа гибридов F₁ демонстрируют сложную картину наследования признаков, включающую доминирование, выраженный гетерозис и значительные реципрокные эффекты, что свидетельствует о высоком селекционном потенциале исследуемого материала. Использование исходных форм *L. × intermedia* № 11 и № 48 в качестве материнских форм систематически приводило к получению более мощного и рослого потомства по сравнению с обратными скрещиваниями, где в качестве матери выступали формы *L. angustifolia*. Положительный конкурсный гетерозис в большинстве случаев проявлялся при использовании генотипа № 11 в качестве материнской формы.

Для создания сортов с максимальными показателями (высота — 100см, диаметр растения — 100 см) рекомендуется исходная форма №11, для сортов со средними значениями 80-90 см формы №48 и №70112, для низкорослых до 75 см форма №8812.

4.5 Сравнительная характеристика продуктивности соцветий исходных и гибридных форм F₁ лавандина

В представленной таблице 4.5 учитывались следующие признаки продуктивности соцветия: показатель общей продуктивности — длина соцветия

(см), показатели продуктивности цветочной массы – число мутовок в соцветии, количество цветков во второй мутовке и в целом в соцветии, показатели отражающие полезный выход растительного сырья – масса цветка (мг), масса соцветия (г) и важный показатель потенциальной урожайности – число цветоносов на растении.

Анализ наследования признаку длина соцветия показал, что все родительские формы относятся к группе со средними показателями длины соцветия (4,5-6,9 см), уступая контролю св. Рабат (9,35 см.). У большинства гибридных комбинаций (10 из 12) наблюдается промежуточное наследование или частичное доминирование родителя с более коротким соцветием

Длина соцветий гибридов варьирует от 5,4 до 6,9 см и в основном находится в диапазоне значений родительских форм. Значимых реципрокных эффектов по данному признаку не выявлено, наследование у гибридов слабо зависит от направления скрещивания и является относительно стабильным признаком с преимущественно промежуточным характером наследования. Гибридизация в данном наборе родительских форм не приводит к существенному увеличению этого показателя.

Анализ числа мутовок в соцветии показал, что у родительских и гибридных форм, он варьирует в пределах от 6,7 до 8,4 шт., уступая контролю св. Рабат (9 шт.), Наследование также носит преимущественно характер, гибриды в среднем имеют по 7-8 мутовок, показывая промежуточные значениями между родительскими формами. Реципрокные эффекты выявлены в парах комбинаций с использованием *L. × intermedia* № 11. Когда он выступает в роли материнской формы, гибриды $11 \text{ ♀} \times 70116 \text{ ♂}$ и $11 \text{ ♀} \times 32812 \text{ ♂}$ имеют стабильно 8 мутовок. Когда он выступает в роли отцовской формы, у всех других комбинаций скрещивания число мутовок меньше (7,2 - 7,5 шт.), здесь обнаружено влияние материнское формы на стабильность формирования структуры соцветия.

Таблица 4.5 -Сравнительная характеристика продуктивности соцветий исходных форм и гибридов F₁ лавандина

Генотип (комбинация скрещивания)	Длина соцветия, см	Число мутовок в соцветии	Число цветков во второй мутовке	Число цветков в соцветии	Масса цветка, мг	Масса соцветия, г	Число цветоносов на растении
Родительские формы и сорта							
<i>L. × intermedia</i> cv. Рабат (контроль)	9,35±1,5	9,0±0,0	21,9±4,3	151,8±15	8,1±2,1	1,19±0,14	843,7±56,1
<i>L. angustifolia</i> № 32812	4,5±1,6	7,0±0,0	16,3±5,2	95,3±18,6	4,2±1,7	0,49±0,12	430±27,4
<i>L. angustifolia</i> № 70116	5,8±1,1	6,7±0,7	14,6±2,9	106,2±22,3	5,5±1,3	0,58±0,16	476±11,8
<i>L. angustifolia</i> № 8812	4,6±0,7	7,9±1,2	12,3±4,1	89,3±19,7	4,6±0,9	0,41±0,23	401,6±22,2
<i>L.xintermedia</i> №48	6,9±1,2	6,8±0,4	19,3±3,6	111,7±21,2	11,2±2,1	1,18±0,25	1100,5±113,1
<i>L. x intermedia</i> №11	6,8±1,4	8,4±0,5	21,9±4,7	146,2±27,2	25,7±4,1	1,92±0,39	1305,9±97,3
Гибридные формы F ₁							
70116♀ × 11♂	6,6±1,5	7,2±0,4	19,5±6,1	132,7±25,6	19,3±2,9	1,56±0,44	922,3±113,7
11♀ × 70116♂	6,09±1,3	8,0±0,0	18,9±4,5	142,6±32,9	20,9±3,6	1,78,2±0,50	989,7±144,6
32812♀ × 11	6,2±1,1	7,5±0,6	20,8±3,8	138,9±27,8	18,4±6,6	181,5±0,42	1095,7±159,6
11♀ × 32812♂	6,7±1,3	8,0±0,0	21,5±5,2	144,8±33,2	23,7±4,1	190,8±0,28	1120,5±132,8
8812♀ × 11♂	5,5±0,61	8,1±0,2	16,4±3,2	101±14,6	7,2±3,1	0,86±0,14	623±112,1
11♀ × 8812♂	6,1±1,1	7,0±0,1	19,3±4,4	119,8±17,9	14,3±1,6	168,1±0,89	695,4±87,1
70116♀ × 48♂	6,9±0,4	7,0±0,0	16,8±5,2	120,1±14,3	9,4±1,2	0,97±0,32	765±86,1
48♀ × 70116♂	5,9±0,9	5,8±0,4	26,1±1,9	142±17,8	8,9±1,3	1,33±0,17	891,9±87,4
32812♀ × 48♂	6,2±0,6	6,9±0,3	19,4±2,2	135,6±12,1	9,6±1,8	122,8±0,56	796,4±62,8
48♀ × 32812♂	6,1±1,4	6,6±0,26	21,4±2,1	129,6±20,9	13,7±1,8	1,74±0,36	865,4±56,2
8812♀ × 48♂	5,9±0,81	6,7±0,11	20,3±4,1	122,8±19,1	11,6±1,1	1,52±0,28	710,5±86,9
48♀ × 8812♂	5,4±0,73	6,8±0,42	19,1±3,6	130,9±13,6	13,6±1,4	1,61±0,21	825,3±102,1

Анализ характеристики исходных форм по признаку число цветков во второй мутовке показал, что здесь наблюдается четкое разделение: формы № 11, № 48 и контроль св. Рабат имеют высокую плотность цветков (19,3 - 21,9 шт.), а формы *L. angustifolia* № 32812, № 70116, № 8812 имеют разреженные мутовки (12,3 - 16,3 шт.). Почти во всех комбинациях скрещивания наследование признака у гибридов F₁ проходит по типу полного или частичного доминирования родительских форм № 11, № 48. Число цветков в мутовке у гибридов в среднем варьирует от 19 до 21 шт., приближаясь к значениям форм *L. × intermedia*, значительно превосходя формы *L. angustifolia*. В паре реципрокных скрещиваний с исходными формами № 70116 и № 48, с использованием в качестве материнского растения № 70116, лучшим по исследуемому признаку стал гибрид 48♀ × 70116♂ (26,1 цветка в мутовке), превосходя лучшего родителя № 48 (19,3 цветка в мутовке), в обратной комбинации (70116♀ × 48♂) показатель значительно ниже (16,8 цветка в мутовке). В целом, можно сделать вывод, что число цветков во второй мутовке, зависит от направления скрещивания и наследуется от родительских форм *L. × intermedia*, приводя к превосходству над лучшим родителем по этому признаку.

Сравнение характеристик родительских форм выявило, что формы *L. × intermedia* и св. Рабат значительно превосходят формы *L. angustifolia* по числу цветков в соцветии. Вариация по этому признаку у № 11, № 48 св. Рабат, составила 146,2-151,2 шт., а у форм № 32812, № 70116, № 8812 – 89 - 106 цветков. Гибриды наследуют признак по типу промежуточного положения со сдвигом в сторону лучших родительских форм (*L. × intermedia*), со средними значениями 120-145 цветков. В большинстве изученных пар скрещивания (4 из 6) использование в качестве материнской формы № 11 и № 48 приводит к формированию большего числа цветков в соцветии. В комбинациях с родительской формой №48 наследование признака имеет промежуточное положение, потомство сохраняет высокое

количество цветков в соцветии (120 - 142 шт.) в комбинациях $70116\text{♀} \times 48\text{♂}$ и $48\text{♀} \times 70116\text{♂}$.

По признаку масса цветка у родительских форм наблюдается сильное различие: у формы №48 и св. Рабат масса одного цветка варьирует в пределах от 8 до 11 мг, у формы №11 масса цветка доходит до 25,7 мг, у форм *L. angustifolia* составляет 4 - 5 мг. Во всех комбинациях с участием материнской формы №11 наблюдается явное доминирование признака, что приводит к формированию значительно более тяжелого цветка у потомства. Гибриды $11\text{♀} \times 32812\text{♂}$, $11\text{♀} \times 70116\text{♂}$, $11\text{♀} \times 8812\text{♂}$ имеют массу цветка 14-24 мг, разница с рецiproкными гибридами составляет от 8 % ($70116\text{♀} \times 11\text{♂}$) до 29 % ($32812\text{♀} \times 11\text{♂}$).

Сравнение характеристик по основному хозяйственному признаку масса соцветия, показало, что лидером, превосходящим контроль св. Рабат (1,19 г) на 61%, является форма №11 (1,92 г). Лучший гибридной комбинацией достигшей по показателю продуктивности материнскую форму №11, является $11\text{♀} \times 32812\text{♂}$, с массой соцветия — 1,91 г. Гибриды с участием №48 показывают продуктивность выше среднего родительского значения, но ниже контроля. Продуктивность гибридов по признаку масса соцветия напрямую зависит от вовлечения в скрещивание в качестве материнских форм *L. × intermedia*.

По числу цветоносов на растении родительские формы *L. × intermedia* № 48 и № 11 формируют значительно больше цветоносов (№11 — 1306 шт. и №48 — 1100 шт.), чем формы *L. angustifolia* (400 - 470 шт.). Большинство гибридов F_1 в различных комбинация скрещивания, с использованием материнских форм №11, №48, формируют мощные кусты с большим количеством цветоносов (700 - 1100 шт.). Комбинации $70116\text{♀} \times 11\text{♂}$ и $11\text{♀} \times 70116\text{♂}$ (922 - 989 цветоносов), $32812\text{♀} \times 11\text{♂}$ и $11\text{♀} \times 32812\text{♂}$ (1095 - 1120 цветоносов) превышают контроль св. Рабат. Для линии с родительскими формами № 11, № 48 использование *L. angustifolia*

№ 8812, в качестве материнской формы наблюдается депрессия данного признака ($8812_{\text{♀}} \times 11_{\text{♂}} - 623$ цветоноса, $8812_{\text{♀}} \times 11_{\text{♂}} - 710$ цветоносов).

Установлено, что высокая продуктивность у гибридов F_1 определяется высокой массой отдельного цветка, большим числом цветков в соцветии и числом цветоносов на растении. Анализ всех реципрокных пар показал, что использование форм № 11 и № 48 в качестве материнских растений приводит к получению более продуктивного потомства. $L. \times intermedia$ № 11 является источником генов по массе цветка и соцветия, $L. \times intermedia$ № 48 является донором генов, отвечающих за число цветков в мутовке и цветоносов на растении. Комбинации F_1 с участием амфидиплоида №1 демонстрируют наиболее выраженный эффект гетерозиса по массе цветка и соцветия (до 25 % выше родительских форм). Прямые и обратные скрещивания показали, что форма $L. angustifolia$ №8 812 с низкой комбинационной способностью снижает результативность гибридов по признакам продуктивности соцветия и потенциальной урожайности. Контроль св. Рабат уступает гибридам F_1 в комбинациях с родительскими формами № 32812, № 70116, № 11 и № 48 по признакам масса соцветия и число цветоносов. Ценными являются комбинации $11_{\text{♀}} \times 32812_{\text{♂}}$ и $11_{\text{♀}} \times 70116_{\text{♂}}$, с высокой продуктивностью соцветия и большим числом цветоносов на растении.

4.6 Массовая доля эфирного масла у исходных форм и гибридов F_1 лавандина

Ключевым фактором селекционной ценности сортов и гибридных форм является массовая доля эфирного масла и характер её наследования в потомстве, закономерности наследования данного признака у межвидовых гибридов лаванды изучены недостаточно полно. Сравнительный анализ характера наследования и распределения частоты растений по содержанию массовой доли эфирного масла, имеет важное практическое значение для

селекции, заключающиеся в подборе исходных форм в реципрокных скрещиваниях, прогнозе продуктивности гибридных линий, выделении перспективных генотипов с высоким содержанием эфирного масла.

Проведены комплексные исследования, направленные на количественное определение массовой доли эфирного масла у исходных гибридных форм F_1 . Исследуемые исходные и гибридные формы значительно отличаются как по средним, так и по крайним значениям (таблица 4.6).

Таблица 4.6 – Содержание массовой доли эфирного масла у исходных форм и гибридов F_1 лавандина (% на а.с.в. растительного сырья), 2020-2023 гг.

Форма	Среднее содержание $\bar{x} \pm S_x$	Пределы варьирования	Коэффициент вариации
Родительские формы и сорта			
<i>l. angustifolia</i> 8812	3,79 $\pm$ 0,10	2,9-4,9	11,6 $\pm$ 0,72
<i>l. angustifolia</i> 70116	5,92 $\pm$ 0,10	5,1-6,9	7,7 $\pm$ 1,33
<i>l. angustifolia</i> 32812	4,85 $\pm$ 0,20	4,7-5,5	5,01 $\pm$ 0,30
<i>L.xintermedia</i> №48	5,91 $\pm$ 0,10	5,1-6,5	5,3 $\pm$ 0,55
<i>L. x intermedia</i> №11	8,30 $\pm$ 0,13	7,2-8,9	3,6 $\pm$ 0,028
Гибридные формы F_1			
48♀ $\times$ 8812♂	6,51 $\pm$ 0,11	6,2-7,3	4,6 $\pm$ 0,57
8812♀ $\times$ 48♂	6,67 $\pm$ 0,15	5,6-7,8	7,92 $\pm$ 0,69
48♀ $\times$ 70116♂	6,48 $\pm$ 0,13	4,9-7,6	10 $\pm$ 1,02
70116♀ $\times$ 48♂	6,13 $\pm$ 0,10	4,7-7,3	11,5 $\pm$ 0,32
48♀ $\times$ 32812♂	7,10 $\pm$ 0,16	6,2-7,6	7,0 $\pm$ 0,46
32812♀ $\times$ 48♂	6,17 $\pm$ 0,11	4,1-7,6	14,9 $\pm$ 0,87
11♀ $\times$ 8812♂	7,11 $\pm$ 0,46	5,2-9,5	8,0 $\pm$ 0,35
8812♀ $\times$ 11♂	6,57 $\pm$ 0,10	5,3-7,8	8,4 $\pm$ 0,42
11♀ $\times$ 70116♂	6,81 $\pm$ 0,11	5,9-7,6	4,4 $\pm$ 0,61
70116♀ $\times$ 11♂	5,61 $\pm$ 0,20	4,5-6,4	8,3 $\pm$ 0,55
11♀ $\times$ 32812♂	9,07 $\pm$ 0,29	5,9-10,9	12,5 $\pm$ 1,25
32812♀ $\times$ 11♂	7,31 $\pm$ 0,10	5,8-8,7	9,7 $\pm$ 0,15

Существенное различие установлено в отношении минимального содержания массовой доли эфирного масла. Низкий уровень среднего содержания установлен для формы *L. angustifolia* № 8812 - 3,79 %, максимальный выявлен у формы № 11 - 8,30 %. Результаты исследования указывают на разнообразие профилей исследуемых форм, диапазон

вариации четко разграничен, и степень изменчивости содержания эфирного масла у исследуемых образцов относительно невелика. Это может быть связано с генетической стабильностью или схожими адаптационными механизмами, присущими этим формам.

Исследование характера содержания эфирного масла у межвидовых гибридов F_1 , в процентном соотношении от общего числа изучаемых растений в различных комбинациях скрещивания, с использованием материнской формы № 11 и отцовских форм *L. angustifolia* № 8812 (36 шт.), №70116 (18 шт.), №32812 (28 шт.) показало, что больший выход гибридных форм, превосходящих лучшую родительскую форму № 11 по продуктивности содержания массовой доли эфирного масла наблюдается в комбинации $11♀ \times 32812♂$ (24 %), для комбинации $11♀ \times 8812♂$ эта величина составила 11,5 %, самый низкий показатель 2 % выявлен для комбинации $11♀ \times 70116♂$. Значительное число гибридов с содержанием эфирного масла на уровне лучшей родительской формы установлено для комбинации $11♀ \times 32812♂$ — 62,5 %, для первой и третьей 33,7 % и 33 % соответственно (таблица 4.6).

Таблица 4.6 – Характер наследования содержания эфирного масла у гибридов F_1 (% от общего числа растений в каждой комбинации скрещивания)

Тип наследования	Комбинация скрещивания		
	F_1 №11♀ x №8812♂ (36 шт.)	F_1 №11♀ x №32812♂ (28 шт.)	F_1 №11♀ x №70116♂ (18 шт.)
Превысили лучшего родителя	11,5	24	2
Равные лучшему родителю	33,7	62,5	32
Промежуточный	49,3	6	40
Равные худшему родителю	4,5	3	24
Ниже худшего родителя (депрессия)	1	4,5	2

Большая часть полученных гибридов в первой (49,3 %) и третьей (40 %) комбинациях имеют промежуточный характер наследования. В третьей комбинации скрещивания $11♀ \times 70116♂$ число гибридов с

содержанием эфирного масла на уровне худшей родительской формы (форма №70116) составило 24 %.

Исследование показало, что комбинация $11♀ \times 32812♂$ является наиболее перспективной для получения гибридов F_1 с повышенной продуктивностью содержания эфирного масла.

Детальное представление результатов сравнения различных комбинаций скрещивания растений, в которых материнской формой был генотип №11, представлено на графике (рисунок 4.6).

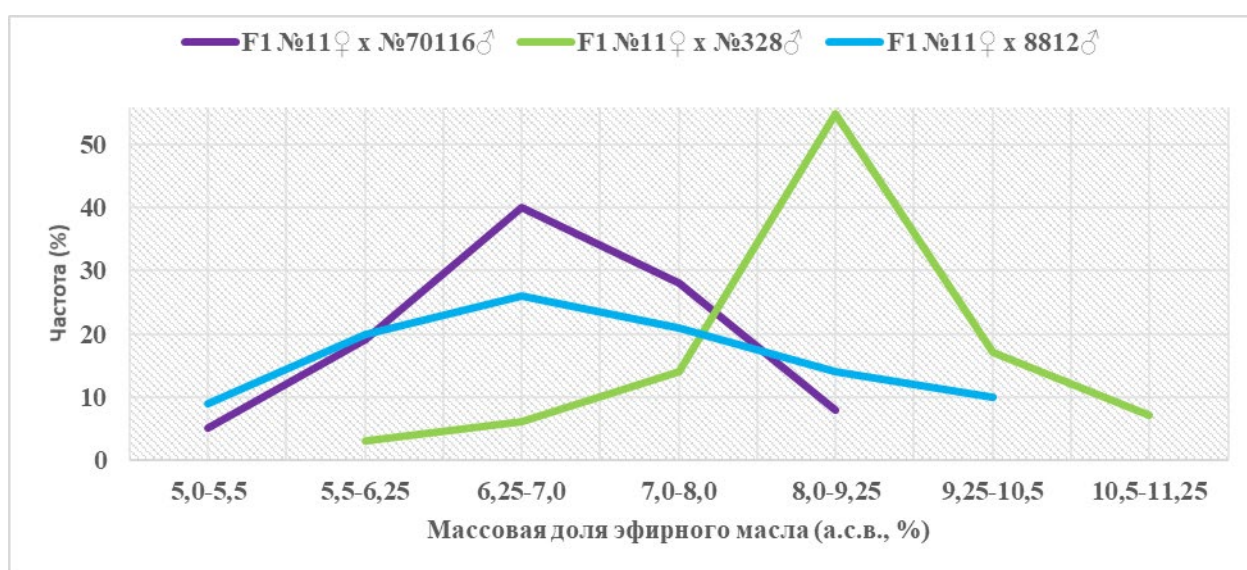


Рисунок 4.6 – Распределение межвидовых гибридов F_1 по содержанию эфирного масла в разных комбинациях скрещивания

Данные на графике 4.6 демонстрируют распределение гибридных форм в зависимости от массовой доли эфирного масла, содержащегося в их сырье. На графике кривая распределения для гибридов, в комбинации $11♀ \times 8812♂$ (36 растений), имеет классическую колоколообразную форму, характерную для нормального распределения. Гибриды в данной комбинации скрещивания демонстрирует широкий диапазон изменчивости, с одной стороны, наблюдается уход части растений в область минимального содержания эфирного масла - 5 %, с другой стороны, кривая включает

растения с высоким уровнем содержания эфирного масла, достигающим значений до 10,5 % (на абсолютно сухую массу сырья), что свидетельствует о значительном генетическом разнообразии, возникшем в результате рекомбинации родительских генов. Основная масса гибридов сосредоточена в интервале содержания эфирного масла от 5,5 % до 8,0 % (23 растения). Эта группа охватывает значительную часть выборки - 64 % от общего числа исследованных растений. Минимальное содержание (5,0 - 5,5 %) встречается у 4 растений (10 % выборки).

Максимум частоты (пик распределения) приходится на диапазон 6,25–7,0 % - таких растений около 9 из 36 (25 %). Растения, характеризующиеся более высоким содержанием эфирного масла, в пределах от 8,0 % до 10,5 %, составляют 24 % (9 растений) от всех исследованных гибридных форм. В интервале 9,25 - 10,51 % с частотой в 10 % обнаружены 4 растения с высоким содержанием эфирного масла.

Наиболее успешным подходом к выбору родительских пар при создании гибридных форм с высоким содержанием эфирного масла оказался вариант скрещивания генотипов №11♀ × 32812♂. Кривая распределения для данной комбинации, в отличие от классического симметричного колокола, демонстрирует сильную положительную асимметрию. Кривая резко смещена вправо, в сторону высоких и очень высоких значений. Характер распределения гибридных форм по уровню содержания эфирного масла становится шире в сторону более высоких значений этого показателя и демонстрируют варьирование данного параметра в диапазоне от 5,5 % до 11,25 %. Для одного гибрида зафиксированы признаки депрессии, выражающиеся в снижении содержания эфирного масла до уровня от 5,5 %. Всего 10 % растений (3 шт.) имеют содержание массовой доли менее 7 %, при этом подавляющее большинство исследованных образцов (55 %) характеризуются содержанием эфирного масла в пределах от 8,0 % до 9,25 % (15 растений). Это указывает на высокую эффективность упомянутой комбинации скрещивания для получения гибридов, характеризующихся

увеличенным содержанием эфирного масла. В данной комбинации скрещивания удалось получить рекордные результаты — выведены гибриды с высоким содержанием эфирного масла, достигающим до 9,25 % и 11,25 %, в этом диапазоне обнаружено 7 растений. Особенность таких гибридов делает их перспективным объектом для последующего внедрения в производство.

Для комбинации скрещивания №11♀ × 70116♂ кривая на графике имеет в целом колоколообразную форму, наблюдается небольшая левосторонняя асимметрия, в популяции присутствует значительная доля растений со средними и пониженными значениями. Параметры выборки демонстрируют средние значения содержания эфирного масла в диапазоне от 5,5 % до 8,0 %, у одного растения (5 %) содержание эфирного масла находится в пределах от 5,0 % до 5,5 %, наибольшая доля гибридов (40 %) характеризуется содержанием эфирного масла на уровне 6,25 - 7,0 % (7 растений). У 36 % растений содержание эфирного масла располагается в пределах от 7 % до 9 % (7 растений), что свидетельствует о наличии сравнительно небольшой группы растений с наиболее высоким уровнем этого признака. Следовательно, данная комбинация скрещивания демонстрирует ограниченный потенциал в селекционной работе, направленной на увеличение продуктивности содержания эфирного масла. Несмотря на наличие отдельных растений с относительно высокими концентрациями эфирного масла (до 9%), большая часть гибридов характеризуется либо средними, либо ниже средними значениями данного признака. Такое распределение может указывать на отсутствие выраженного доминантного влияния генетических факторов, отвечающих за повышенное содержание эфирного масла, что, в свою очередь, ограничивает селекционную ценность комбинации 11♀ × 70116♂.

Изучен характер содержания эфирного масла у гибридов лавандина F₁ (таблица 4.7).

Таблица 4.7 – Характер наследования содержания эфирного масла у гибридов лавандина F₁ (% от общего числа растений в каждой комбинации скрещивания)

Тип наследования	Комбинация скрещивания		
	F ₁ №48♀ × №8812♂	F ₁ №48♀ × №32812♂	F ₁ №48♀ × №70116♂
Превысили лучшего родителя	36	37	16
Равные лучшему родителю	40	45	26
Промежуточный	6	17	37
Равные худшему родителю	2	1	25
Ниже худшего родителя (депрессия)	0	0	3

Анализ проводился на различных комбинациях скрещивания, в ходе которого использовалась материнская форма № 48 и три отцовские формы *L. angustifolia*: № 8812, № 70116 и № 32812. Все показатели представлены в процентном соотношении относительно общего числа изучаемых растений.

Результаты проведенного исследования показали, что максимальный выход гибридных форм, превосходящих лучшую родительскую форму № 48 по продуктивности содержания массовой доли эфирного масла, был зафиксирован в комбинациях 48♀ × 8812♂ и 48♀ × 32812♂. В этих комбинациях данный показатель составил 36 % и 37 % соответственно. В комбинации 48♀ × 70116♂ этот показатель оказался значительно ниже и составил 16 %. Наибольшее количество гибридов, содержание эфирного масла у которых оказалось на уровне лучшей родительской формы №48, было установлено для второй комбинации (48♀ × 32812♂) – 45 %, в то время как для первой комбинации (48♀ × 8812♂) это число составило 40 %, а для третьей (48♀ × 70116♂) – 26 %. Наиболее высокий процент выхода гибридов с промежуточными показателями содержания эфирного масла, сопоставимыми как с материнской, так и с отцовскими формами, был обнаружен у третьей комбинации (48♀ × 70116♂) – 37 %. Для первой и второй комбинаций этот показатель составил 6 % и 17 % соответственно. Четверть от общего числа гибридов (25 %) с содержанием эфирного масла на уровне худшей родительской формы (форма № 70116) была зафиксирована в комбинации 48♀ × 70116♂. Сравнение результатов

различных комбинаций скрещивания гибридов, в которых материнской формой являлся $L \times intermedia$ № 48, демонстрирует характерную частотную зависимость распределения содержания массовой доли эфирного масла, обнаруженного в сырье исследованных растений (рисунок 4.7).

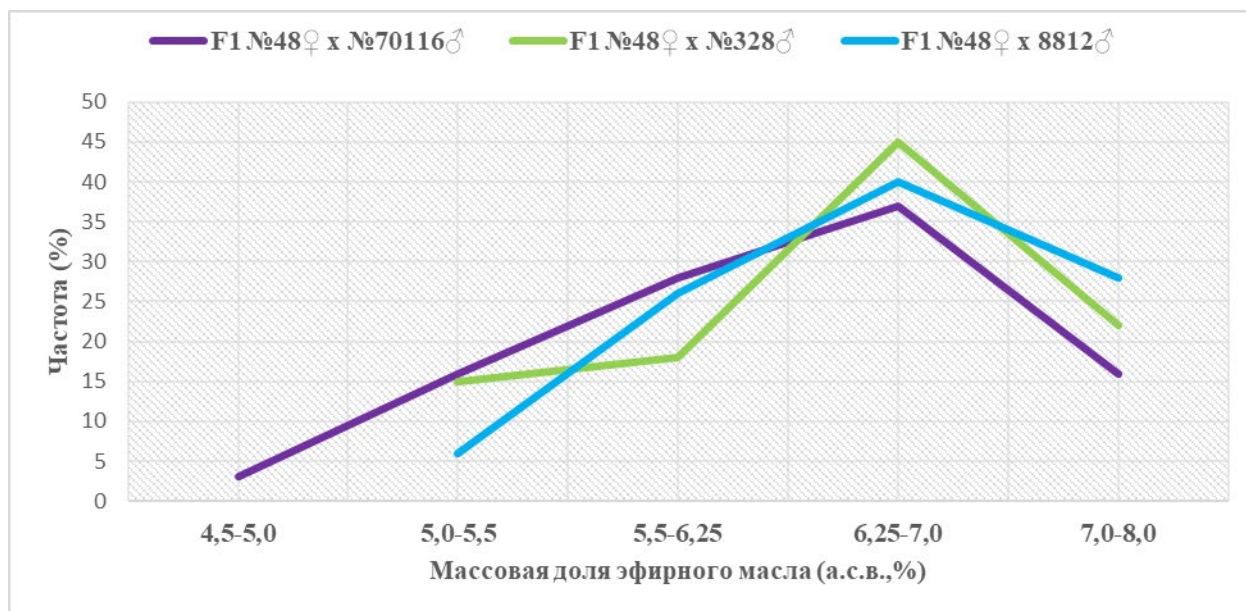


Рисунок 4.7 – Распределение межвидовых гибридов F_1 по содержанию эфирного масла в разных комбинациях скрещивания

Кривая частот для комбинации $48♀ \times 32812♂$ имеет четко выраженную асимметричную форму со смещением влево, в сторону низких и средних значений содержания массовой доли эфирного масла. Размах варьирования признака довольно узок — от 5,0 % до 8,0 %. Основная масса гибридных растений, 67 % от общего числа сосредоточена в диапазоне значений 6,25–8,0 %, где наблюдается основная вариативность признака. Более того, 45 % изученных гибридов демонстрирует содержание эфирного масла на уровне 6,25–7,5 % (12 растений), что свидетельствует о высокой продуктивности части комбинации. Часть растений, составляющих 33 % от общей выборки, проявляет депрессивный уровень синтеза эфирного масла, что выражается в значениях ниже 6,25 % от общей массы сырья. Такое снижение может быть обусловлено наследственными факторами, влиянием

неблагоприятных аллелей или особенностями комбинаций родительских генотипов. Подавляющее большинство гибридов (78 %, или 21 из 28 растений) имеют содержание масла ниже 7,0 %. Это указывает на то, что данное скрещивание приводит скорее к депрессии или наследованию по промежуточному типу со сдвигом к худшему родителю, чем к селекционному улучшению.

Кривая распределения частоты встречаемости признака массовой доли эфирного масла у исследуемых генотипов F_1 в комбинации $48\text{♀} \times 8812\text{♂}$, имеет классическую колоколообразную форму, характерную для нормального распределения, размах варьирования признака достаточно узок от 5,0 % до 8,0 %. Большая часть гибридных форм (16 из 18, 90 % от общего числа растений) характеризуется содержанием эфирного масла, находящимся в пределах диапазона 5,5–8,0 %. Пик кривой приходится на интервал 6,25–7,0 %, в него попадает большинство растений (около 7 из 18). В группу с содержанием масла выше 7,0 % попадает только 5 растений, что составляет 28 % от выборки. Остальные 6 % растений имеют низкие значения массовой доли эфирного масла, достигающие примерно 5,5 %. Эти генотипы составляют меньшинство выборки. Гибриды в данной комбинации скрещивания являются источником для отбора растений с содержанием эфирного масла до 7,0 %.

Полигон частот для форм в линии № 48♀ и № 70116♂ имеет четко выраженную асимметричную форму со смещением влево, в сторону низких и средних значений, в данной гибридной комбинации доминируют гены, отвечающие за средний или пониженный уровень накопления эфирного масла. Отмечено низкое варьирования признака у гибридов, он смещен в сторону пониженных значений и составляет 4,5 – 8,0 %, в данной линии отсутствуют растения с содержанием эфирного масла более 8,0 %. Большинство гибридов (84 %, или 28 из 33 растений) имеют содержание масла ниже 7,0 %, а 48 % генотипов имеет содержание масла ниже 6,25 %. Пик кривой приходится на интервал 6,25 – 7,0 % (около 12 из 33 растений).

Основная масса гибридных форм находится в диапазоне более высокого содержания эфирного масла — от 6,25 % до 8,0 %, что составляет 81 % от общего числа исследованных гибридов. Пять гибридных растений (16 %) характеризуются содержанием эфирного масла, достигающим 7,0 – 8,0 %. Данная комбинация, обладает низким селекционным потенциалом для отбора по признаку высокой масличности и может рассматриваться как источник стабильности на среднем уровне признака.

В таблице 4.8 представлены характеристики наследования содержания эфирного масла у гибридных с использованием материнских форм № 8812, №7 0116, № 32812 и отцовской формы № 48.

Таблица 4.8 – Характер наследования содержания эфирного масла у гибридов F₁ лавандина
(% от общего числа растений в каждой комбинации скрещивания)

Тип наследования	Комбинация скрещивания		
	F ₁ №8812♀ × №48♂	F ₁ 3281248♀ × №48♂	F ₁ №70116♀ × №48♂
Превысили лучшего родителя	13	10	8
Равные лучшему родителю	50	32	26
Промежуточный	27	40	47
Равные худшему родителю	10	10	10
Ниже худшего родителя (депрессия)	0	8	9

Проанализированы данные трех основных комбинаций скрещивания, описано распределение значений исследуемого признака среди гибридных форм, а также указана доля растений, соответствующих различным вариантам наследования.

В комбинации 8812♀ × 48♂ наблюдаются следующие результаты. Большая часть растений, составляющая 50 % от общего количества исследованных генотипов, является идентичной лучшей родительской форме по содержанию эфирного масла. Около 27 % гибридных форм демонстрируют промежуточный характер наследования признака продуктивности, то есть их содержание эфирного масла по значению находится между показателями лучшей и худшей родительских форм. Доля

растений, сходных с лучшей родительской формой № 48, составляет 13 %, а 10 % соответствуют худшей материнской форме (№ 8812), что свидетельствует о частичном проявлении эффекта депрессии.

Скращивание материнских форм *L. angustifolia* № 32812 и № 70116 с отцовской формой *L. × intermedia* № 48 (комбинации $32812_{\text{♀}} \times 48_{\text{♂}}$ и $70116 \times 48_{\text{♂}}$) показало, что в обеих комбинациях преобладает промежуточный характер наследования - у 40 % и 47 % растений, соответственно. Доля гибридов, равных лучшей родительской форме, составляет 32 % для комбинации $32812_{\text{♀}} \times 48_{\text{♂}}$ и 26 % для комбинации $70116_{\text{♀}} \times 48_{\text{♂}}$. Меньшая доля гибридных форм, а именно 10 % и 8 % в этих комбинациях соответственно, соответствует лучшей родительской форме № 48. Кроме того, наблюдаются гибриды с признаками депрессии по содержанию эфирного масла, доля которых составляет 8 %, в комбинации $32812_{\text{♀}} \times 48_{\text{♂}}$ и 9 % в комбинации $70116_{\text{♀}} \times 48_{\text{♂}}$, в данной группе часть растений имеет показатели, соответствующие худшей родительской форме.

На рисунке 4.8 представлен график, отражающий результаты распределения доли эфирного масла, в различных гибридных формах F_1 , полученных в результате скрещивания, где материнскими формами служили № 8812, № 32812 и № 70116, а в качестве опылителя использовался *L. × intermedia* № 48.

Исследование гибридных форм F_1 , полученных в комбинации скрещивания $\text{№}8812_{\text{♀}} \times 48_{\text{♂}}$, демонстрирует наличие асимметричной

кривой распределения частоты изучаемого признака со смещением влево, в сторону низких и средних значений. Диапазон варьирования содержания эфирного масла составляет от 5,5 % до 8,0 %, что указывает на относительно узкий разброс значений в популяции. Наиболее распространённым является интервал содержания эфирного масла в пределах от 6,25 % до 7,0 %, который охватывает 70 % всех исследованных гибридных растений (20 шт.). Это распределение указывает на

доминирование стабильных значений признака в анализируемой популяции и может быть обусловлено генетической устойчивостью.

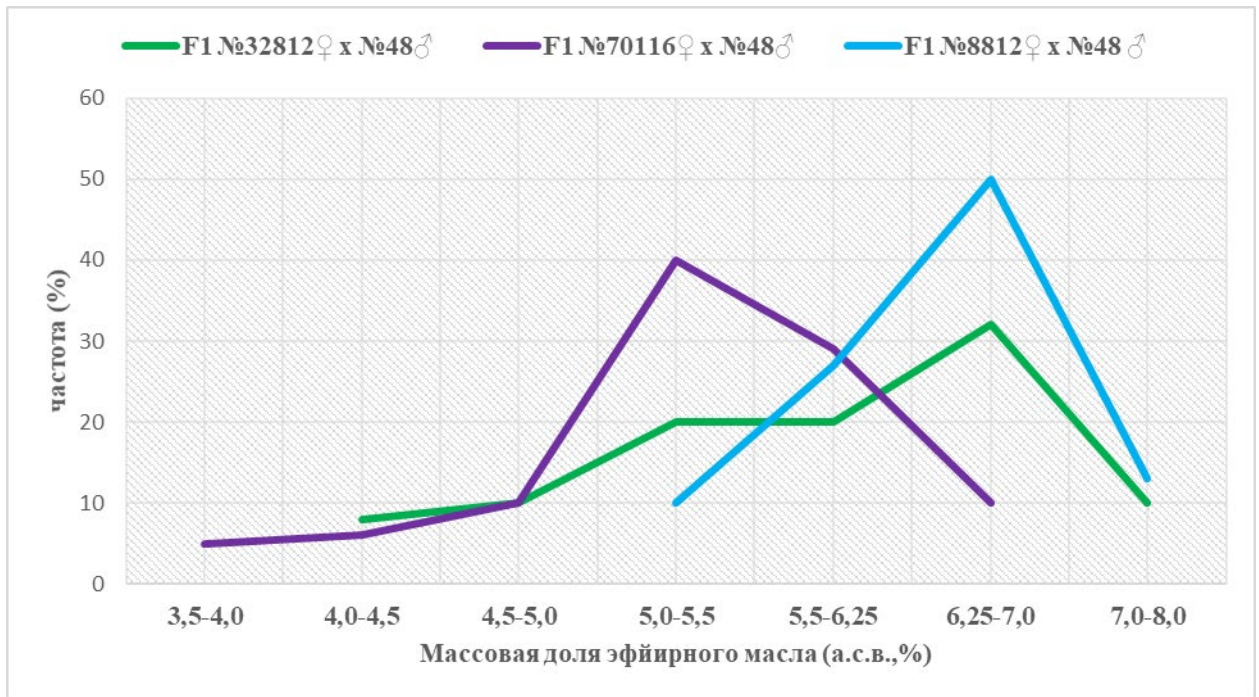


Рисунок 4.8 – Распределение межвидовых гибридов F₁ по содержанию эфирного масла в разных комбинациях скрещивания

Содержание эфирного масла на минимальном уровне в 5,5 % наблюдается у 10% изученных растений (4 шт.), что может указывать на влияние неблагоприятных комбинаций аллелей. Максимальное содержание эфирного масла, от 7,0 % до 8 %, было зафиксировано только у пяти генотипов, это позволяет использовать данные генотипы в целенаправленной селекции для создания высокопродуктивных сортов. Результаты исследования подтверждают наличие сбалансированного распределения частоты содержания эфирного масла для данной комбинации скрещивания.

Кривая для 56 гибридных форм в комбинации скрещивания 32812♀ × 48♂, характеризуется ассиметричным распределением частоты изучаемого признака с наличием отдельных случаев как снижения, так и повышения значений. Диапазон варьирования содержания эфирного масла

составляет от 4 % до 7,5 %. Большая часть растений (72 %) сосредоточена в интервале от 5 % до 6,25 % (40 шт.), что указывает на стабильность изучаемого признака в данной комбинации скрещивания, вероятно, связано с влиянием родительских форм и их генетической совместимостью. У небольшой части растений (18 %) отмечено снижение содержания эфирного масла, находящегося в диапазоне от 4 % до 5 % (6 растений), что связано с депрессией, вызванной неблагоприятной комбинацией аллелей. Шесть растений (10 %) с максимальными показателями находятся в интервале от 7,0 % до 7,5 % и демонстрируют увеличение продуктивности по содержанию эфирного масла. Результаты для этой комбинации скрещивания демонстрируют сбалансированное распределение исследуемого признака, сопровождаемое характерными отклонениями.

Кривая распределения для гибридов, полученных в результате скрещивания в комбинации $70116_{\text{♀}} \times 48_{\text{♂}}$, имеет четко выраженную асимметричную форму со смещением влево, в сторону низких и средних значений, диапазон варьирования узок и смещен в сторону очень низких значений (3,5 – 7,0 %). Пик кривой приходится на интервал 5,0 – 5,5 %, в него попадает значительная часть гибридов (17 из 43 растений). Основная масса гибридов (12 растений) сосредоточена в интервале содержания эфирного масла от 5 % до 6,25 %. Эта группа составляет значительную часть выборки, охватывая 70 % всех проанализированных растений. Такой результат может свидетельствовать о стабильной передаче данного признака от родительских форм, а также об отсутствии заметных отклонений в этой части популяции. Растения с более высоким содержанием эфирного масла (4 шт.), находящиеся в диапазоне от 6,25 % до 7,0 %, встречаются реже и составляют 10 % от всей исследованной выборки, подавляющее большинство гибридов (90 %, или 38 из 43 растений) имеют содержание масла ниже 6,25 %. Более того, большая часть популяции (69 %, или 26 растений) имеет содержание масла ниже 5,5 %. Это указывает на то, что данное скрещивание приводит к сильной депрессии признака, то есть к

резкому снижению среднего показателя у потомства по сравнению с родителями.

Анализ наследования содержания эфирного масла у гибридных форм F_1 в различных комбинациях скрещивания, где в качестве материнских форм использовались № 8812, № 70116, № 32812, а в качестве отцовской формы — $L \times intermedia$ № 11, выявил отсутствие гибридов, превосходящих лучшего родителя (форма № 11) по исследуемому признаку.

В комбинациях $8812_{\text{♀}} \times 11_{\text{♂}}$ и $32812_{\text{♀}} \times 11_{\text{♂}}$ наблюдается значительный выход гибридов, равных лучшей родительской форме, который составляет 65 % и 68 % соответственно. Это свидетельствует о том, что большая часть потомства унаследовала высокие показатели содержания эфирного масла от формы № 11. Промежуточный характер наследования, при котором содержание эфирного масла находится между показателями родительских форм, проявляется у 35 % и 26 % исследованных растений в этих же комбинациях.

В комбинации $70116_{\text{♀}} \times 11_{\text{♂}}$ большинство гибридов, а именно 47 %, соответствуют худшей родительской форме (форма № 70116), что указывает на преобладание менее продуктивных генотипов, 45 % гибридов в этой комбинации демонстрируют промежуточный характер наследования, что свидетельствует о частичном влиянии формы № 11 на потомство.

В таблице 4.9 представлены результаты анализа распределения доли эфирного масла в различных гибридных формах F_1 , полученных в результате скрещивания. В качестве материнских форм были использованы № 8812, № 32812 и № 70116, а опылителем послужил $L \times intermedia$ № 11.

Таблица 4.9 – Характер наследования содержания эфирного масла у гибридов F₁ лавандина
(% от общего числа растений в каждой комбинации скрещивания)

Тип наследования	Комбинация скрещивания		
	F ₁ №8812♀ × №11♂	F ₁ №32812♀ × №11♂	F ₁ №70116♀ × №11♂
Превысили лучшего родителя	0	0	0
Равные лучшему родителю	65	68	7
Промежуточный	35	26	45
Равные худшему родителю	0	6	47
Ниже худшего родителя (депрессия)	0	0	1

Кривая распределения для комбинации скрещивания 11♀ × 8812♂ имеет четко выраженную асимметричную форму со смещением влево, в сторону средних и низких значений (рисунок 4.9).

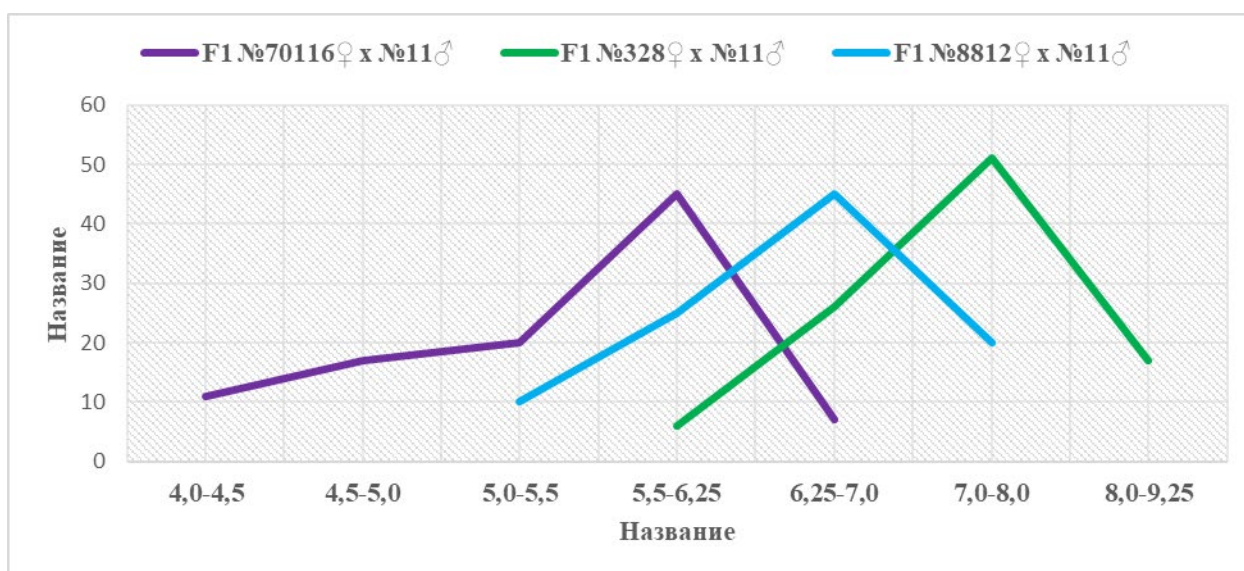


Рисунок 4.9 – Распределение межвидовых гибридов F₁ по содержанию эфирного масла в разных комбинациях скрещивания

Размах варьирования признака у потомства узок и смещен в сторону невысоких значений (5 – 8 %). Большинство гибридов (80%, или 32 из 40 растений) имеют содержание масла ниже 7,0%. Это указывает на то, что данное скрещивание приводит скорее к стабилизации признака на среднем уровне или наследованию по промежуточному типу со сдвигом к худшему родителю, чем к селекционному улучшению. У 10% растений

зафиксировано минимальное содержание эфирного масла, равное 5,0%, что относит их к нижней границе диапазона (4 шт.). Восемь образцов (20%) показали содержание масла, достигающее 7,0-8,0%. Данная комбинация перспективна для получения генотипов с содержанием эфирного масла до 8%.

Кривая распределения частоты массовой доли для комбинации скрещивания $32812♀ \times 11♂$ имеет в правильную форму со сдвигом вправо, в сторону высоких значений, со значительным варьированием содержания эфирного масла: от 5,5% до 9,25%. Основной пик распределения находится в диапазоне от 7,0% до 8,0%, где сосредоточена половина популяции (28 из 54 растений), у 3 растений (3%) зафиксировано снижение содержания эфирного масла до уровня 5,5% - 6,25%. Высокие уровни содержания эфирного масла (от 8% до 9,25%) наблюдаются у 18% исследованных растений (28 шт.). Из этой группы три растения имеют содержание эфирного масла на уровне максимальных значений — 9,0%. Эта комбинация является источником генетического материала с высоким и стабильным содержанием эфирного масла и перспективен для выделения новых сортов с повышенным уровнем этого признака.

Худшие показатели частоты содержания массовой доли эфирного масла были зафиксированы для комбинации $70116♀ \times 11♂$. Кривая распределения массовой доли демонстрирует смещение как в сторону низких значений содержания эфирного масла (4 – 5,5 %), так и в сторону среднего уровня значений (5,5 – 6,5 %). Растения (4 шт.) с низкими уровнями содержания эфирного масла (4 – 5,5 %) составляют 11 % от общей численности выборки. Основную долю выборки (45 %) занимают растения со средними уровнями содержания эфирного масла, варьирующимися в пределах от 5,5 % до 6,5 % (20 из 31 растения). Два растения имеют содержание эфирного масла до 7 %. В данной комбинации скрещивания наблюдалась депрессия признака, большая доля гибридов (93 %, или 28 из

31 растения) имеют содержание масла ниже 6,25 %, 14 растений (48%) имеет содержание масла ниже 5,5%.

Проведённое исследование гибридных форм F_1 , полученных в результате различных комбинаций скрещивания, выявило ряд закономерностей в распределении содержания эфирного масла, что отражает как устойчивость, так и вариабельность данного признака в изученных популяциях.

Анализ комбинаций скрещивания растений с $L \times intermedia$ № 11 в качестве материнской формы показал, что в комбинации $11\text{♀} \times \text{№}8812\text{♂}$ варьирование содержания эфирного масла составило от 5 % до 9,5 %. Основная часть растений (49 %) находится в диапазоне 6,5 – 7,5 %, а 44 % — от 7,5 % до 9,5 %. Редкие рекордные значения (до 9,5 %) зафиксированы у пяти гибридов. Комбинация показывает умеренную эффективность и потенциал из-за гибридов с высоким уровнем эфирного масла. В комбинации $\text{№}11\text{♀} \times 32812\text{♂}$ распределение эфирного масла смещено к более высоким значениям (6 % до 11 %). 74 % растений имеют содержание 8,5 – 10 %. Наиболее высокие показатели (10 – 11 %) достигнуты у 9 растений, что делает эту комбинацию наиболее перспективной для дальнейшей селекции. Уровень содержания эфирного масла в образце $11\text{♀} \times 70116\text{♂}$ ниже (6 – 7,5 %). Большинство гибридов (58 %) имеют около 6 %, лишь 24 % достигают 7 – 7,5 %. Эффективность данной комбинации для создания гибридов с повышенным содержанием эфирного масла низкая.

Результат для материнской формы № 48 продемонстрировал различия в характере распределения содержания эфирного масла в сырье растений. Комбинация $48\text{♀} \times 32812\text{♂}$ показала сравнительно узкий диапазон варьирования признака (6 – 7,5 %), 94 % гибридов сосредоточены в интервале 6,5 – 7,5 %, причём 21 % образцов характеризуется высокой продуктивностью (7,5 %). Комбинация $48\text{♀} \times 8812\text{♂}$ продемонстрировала ещё меньшую генетическую изменчивость в содержании эфирного масла (6 – 7,5 %). Большинство гибридов (83 %) сосредоточено в диапазоне 6 – 7 %, что

можно считать доминирующим уровнем признака, 17 % растений обладают повышенными значениями (до 7,5 %), Комбинация $48♀ \times 70116♂$ характеризуется более широкой изменчивостью содержания эфирного масла (5,0 – 7,5 %) с преимущественным сосредоточением значений (84 %) в диапазоне 6,0 – 7,0 %. Небольшая доля высокопродуктивных растений (4 %) и умеренное число образцов с пониженным уровнем содержания масла (19 %).

Линии, в которых в качестве материнской формы использовали № 8812, № 32812, № 70116 характеризуются следующими показателями, в комбинации $8812♀ \times 11♂$ содержание эфирного масла варьирует от 5,5 % до 8 %. Основная масса гибридов (88 %) находится в диапазоне 6 %–7,5 %, что свидетельствует о стабильности признака. Минимальное содержание (5,5 %) наблюдается у 10 % растений, вероятно, из-за неблагоприятных комбинаций аллелей, а максимальное содержание (8 %) встречается очень редко (у двух генотипов), подчеркивая ценность этих растений для селекции.

В комбинации $32812♀ \times 11♂$ содержание эфирного масла колеблется от 4 % до 7,5 %. Большинство растений (60 %) имеет содержание 5 – 6 %, что говорит о стабильной передаче признака. У 16 % растений наблюдается снижение уровня масла (4 – 5 %) из-за генетической депрессии. Растения с уровнем эфирного масла 6,5 – 7 % составляют 19 % выборки, что указывает на наличие перспективных генотипов для селекции. В комбинации $70116♀ \times 11♂$ содержание эфирного масла варьирует от 5% до 7%. Большинство растений (70 %) демонстрируют уровень 5 – 6 %, что соответствует стабильной группе. Растения с высоким содержанием масла (6 – 7 %) встречаются реже (19 %), указывая на селекционный потенциал этих генотипов.

Наиболее перспективной комбинацией для создания сорта с высоким содержанием эфирного масла является $11♀ \times 32812♂$. Эта комбинация демонстрирует широкий диапазон варьирования и максимальные показатели

(до 11%). Для создания сортов с высоким содержанием эфирного масла рекомендуются формы *L. angustifolia* № 32812 и *L. × intermedia* № 11.

4.7 Проявление эффекта гетерозиса у гибридов F₁ по содержанию массовой доли эфирного масла

В исследовании были проанализированы различные комбинации скрещивания между исходными формами, для определения закономерностей проявления гетерозиса у выделенных гибридных форм F₁ по содержанию эфирного масла (таблица 4.10) в сравнении с контрольным св. Рабат (средне содержание массовой доли эфирного масла 7 %, в перерасчете на сухое вещество).

В комбинациях $48♀ \times 8812♂$ и $8812♀ \times 48♂$ исходные формы различались по содержанию эфирного масла на 2,12 % (в пересчете на абсолютно сухое вещество). При прямом скрещивании ($48♀ \times 8812♂$) было установлено значение наследование признака по типу полного доминирования ($h_r = 1,56$). В обратной комбинации ($8812♀ \times 48♂$) наблюдалась депрессия значения признака, с коэффициентом доминирования ($h_r = -1,74$). В комбинациях $11♀ \times 8812♂$ и $8812♀ \times 11♂$ исходные формы значительно отличались по содержанию массовой доли эфирного масла, разница составила 4,51 %.

При прямом скрещивании ($11♀ \times 8812♂$) было выявлено наследование признака по типу частичного положительного доминирования ($h_r = 0,47$), тогда как в обратной комбинации ($8812♀ \times 11♂$) наблюдалась депрессия признака ($h_r = -0,23$). Максимальные значения положительного истинного гетерозиса, равные 73,35 % и 76,78 %, были получены при использовании тетраплоидных форм № 11 и № 48 в качестве отцовской формы в комбинациях $8812♀ \times 11♂$ и $8812♀ \times 48♂$ соответственно. Однако три комбинации, в которых использовались лаванда узколистная №8812 и

тетраплоидные формы № 11 и № 48 в качестве родительских пар ($48\text{♀} \times 8812\text{♂}$, $8812\text{♀} \times 48\text{♂}$, $8812\text{♀} \times 11\text{♂}$), проявили отрицательный конкурсный гетерозис по количественному признаку содержания эфирного масла. Положительный конкурсный гетерозис по сравнению с сортом – контролем Рабат, равный 1,57 %, был получен при использовании образца №11 в качестве материнской формы в комбинации $11\text{♀} \times 8812\text{♂}$.

Таблица 4.10 – Проявление степени доминирования, истинного и конкурсного гетерозиса по содержанию массовой доли эфирного масла у гибридов F_1 лавандина, 2020-2023 гг.

Комбинация скрещивания	Исходные формы			Гибриды F_1	Степень доминирования (hp)	Гетерозис истинный, %	Гетерозис конкурсный, %
	♀	♂	Р ср				
$48\text{♀} \times 8812\text{♂}$	5,91	3,79	4,85	6,51	1,56	10,15	-7,00
$8812\text{♀} \times 48\text{♂}$	3,79	5,91	4,85	6,70	-1,74	76,78	-4,28
$11\text{♀} \times 8812\text{♂}$	8,3	3,79	6,04	7,11	0,47	-14,33	1,57
$8812\text{♀} \times 11\text{♂}$	3,79	8,3	6,04	6,57	-0,23	73,35	-6,14
$48\text{♀} \times 70116\text{♂}$	5,91	5,1	5,50	6,48	2,40	9,64	-7,42
$70116\text{♀} \times 48\text{♂}$	5,1	5,91	5,50	6,13	-1,54	20,19	-12,42
$11\text{♀} \times 70116\text{♂}$	8,3	5,1	6,70	6,81	0,06	-17,95	-2,71
$70116\text{♀} \times 11\text{♂}$	5,1	8,3	6,70	5,61	0,68	10,00	-19,85
$48\text{♀} \times 32812\text{♂}$	5,91	4,85	5,38	7,10	3,24	20,13	1,42
$32812\text{♀} \times 48\text{♂}$	4,85	5,91	5,38	6,17	-1,49	27,21	-11,85
$11\text{♀} \times 32812\text{♂}$	7,2	4,85	6,03	9,07	2,59	25,97	29,57
$32812\text{♀} \times 11\text{♂}$	4,85	7,2	6,03	7,31	-1,09	50,70	4,43

Анализ гибридных линий F_1 (рисунок 4.10), полученных в результате скрещивания *L. angustifolia* № 70116 с формами *L. × intermedia* № 11 и № 48 показал, что в комбинациях $48\text{♀} \times 70116\text{♂}$ и $70116\text{♀} \times 48\text{♂}$ исходные формы незначительно различались по содержанию эфирного масла в сырье, разница составила всего 0,81 %.

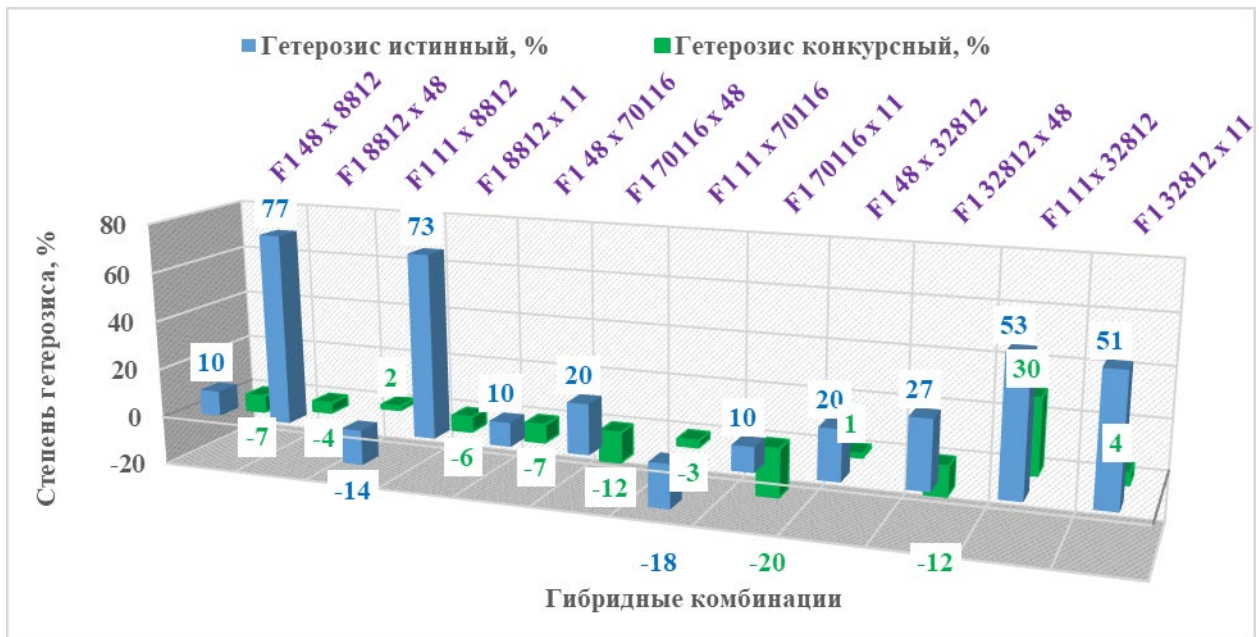


Рисунок 4.10 – Проявление степени доминирования, истинного и конкурсного гетерозиса у гибридов F_1 лавандина по количественному признаку (содержанию эфирного масла)

В прямой комбинации ($48♀ \times 70116♂$) наблюдалось полное доминирование признака при значении $h_r = 2,40$. В обратной комбинации ($70116♀ \times 48♂$) была зафиксирована сильная депрессия признака ($h_r = -1,54$). В линиях $11♀ \times 70116♂$ и $70116♀ \times 11♂$ родительские формы различались по содержанию эфирного масла на 3,2 %. Для прямой комбинации ($11♀ \times 70116♂$) была зафиксирована низкая величина положительного доминирования, равная 0,06, что указывает на слабое влияние отцовской формы на потомство. В обратной комбинации ($70116♀ \times 11♂$) наблюдалось частично положительное значение признака ($h_r = 0,68$). Максимальное значение истинного гетерозиса было установлено в комбинации $70116♀ \times 48♂$ и составило 20,19 %. Для комбинаций $48♀ \times 70116♂$ и $70116♀ \times 11♂$ это значение составило 9,64 % и 10 % соответственно. Однако в комбинации $11♀ \times 70116♂$ было зафиксировано отрицательное значение истинного гетерозиса, равное -17,95 %. Все изученные растения проявили отрицательный конкурсный гетерозис по количественному признаку содержания массовой доли эфирного масла во всех комбинациях.

В комбинациях $48♀ \times 32812♂$ и $32812♀ \times 48♂$ разница в содержании эфирного масла между исходными формами составила 1,06 % (в пересчете на абсолютно сухое вещество). В прямой комбинации ($48♀ \times 32812♂$) наследование признака происходило по типу полного доминирования, что подтверждается значением степени доминирования $h_r = 3,24$. В обратной комбинации ($32812♀ \times 48♂$) наблюдались признаки депрессии со степенью $h_r = -1,49$. Для комбинаций $11♀ \times 32812♂$ и $32812♀ \times 11♂$ различие в содержании эфирного масла между исходными формами составило 2,35 %.

Все изученные комбинации растений продемонстрировали как положительные, так и отрицательные гетерозисные проявления по содержанию эфирного масла. В комбинациях $48♀ \times 8812♂$ и $8812♀ \times 48♂$ наблюдалось различие в содержании эфирного масла на 2,12 %. При этом при прямом скрещивании ($48♀ \times 8812♂$) было установлено полное доминирование признака ($h_r = 1,56$), в то время как в обратной комбинации ($8812♀ \times 48♂$) наблюдалась его депрессия ($h_r = -1,74$). Это подчеркивает важность фактора родительской формы в селекции. В комбинациях $11♀ \times 8812♂$ и $8812♀ \times 11♂$ разница по содержанию эфирного масла составила 4,51 %, причем наследование признака было частичным положительным ($h_r = 0,47$) для прямого скрещивания и негативным ($h_r = -0,23$) для обратного. Максимальные значения гетерозиса достигли 73,35 % и 76,78 % в комбинациях с формами *L. × intermedia* № 11 и № 48, что указывает на их высокую селекционную ценность. Для гибридной линии с формой №70116 установлено незначительное различие по содержанию эфирного масла (0,81 % и 3,2 %) в разных комбинациях. В большинстве случаев наблюдалось полное доминирование, однако и депрессия признака была заметна. Наивысший уровень истинного гетерозиса достиг 20,19 % в комбинации $70116♀ \times 48♂$, в то время как в комбинации $11♀ \times 70116♂$ зафиксировано отрицательное значение гетерозиса (-17,95 %). В комбинациях $48♀ \times 32812♂$ и $32812♀ \times 48♂$ наблюдалось различие в 1,06 %, при этом полное доминирование было установлено в прямой

комбинации с $h_r = 3,24$. Положительный гетерозис был зафиксирован в нескольких комбинациях, максимальное значение гетерозиса составило 50,70 % в комбинации $32812_{\text{♀}} \times 11_{\text{♂}}$.

В комбинации $11_{\text{♀}} \times 32812_{\text{♂}}$ был зафиксирован полный тип доминирования со значением $h_r = 2,59$, тогда как в обратной комбинации ($32812_{\text{♀}} \times 11_{\text{♂}}$) наблюдалась депрессия признака $h_r = -1,09$. Положительные гетерозисные проявления были отмечены в комбинациях $48_{\text{♀}} \times 32812_{\text{♂}}$, $32812_{\text{♀}} \times 48_{\text{♂}}$ и $11_{\text{♀}} \times 32812_{\text{♂}}$, со значениями 20,13 %, 27,21 % и 25,97 % соответственно. Максимальное значение положительного истинного гетерозиса, равное 50,70 %, было получено при использовании образца №32812 в качестве материнской формы в комбинации $32812_{\text{♀}} \times 11_{\text{♂}}$. Положительный конкурсный гетерозис проявился в трех комбинациях: $48_{\text{♀}} \times 32812_{\text{♂}}$ (1,42 %), $11_{\text{♀}} \times 32812_{\text{♂}}$ (29,57 %) и $32812_{\text{♀}} \times 11_{\text{♂}}$ (4,43 %).

В результате анализа проявления степени истинного и конкурсного гетерозиса различных комбинаций скрещивания по высоте растений (таблица 4.11), в сравнении с контрольным св. Рабат (средняя высота растения – 95 см), было установлено, что исходные формы, представленные парами $48_{\text{♀}} \times 8812_{\text{♂}}$ и $8812_{\text{♀}} \times 48_{\text{♂}}$, различались по высоте на 46 см. Для обеих комбинаций было зафиксировано значение наследования признака по типу слабого доминирования ($h_r = 0,26$ и $h_r = 0,13$ соответственно). Для пары $11_{\text{♀}} \times 8812_{\text{♂}}$ и $8812_{\text{♀}} \times 11_{\text{♂}}$ различие по высоте составило 44 см. Средние значения положительного истинного гетерозиса, равные 37,74 % и 49,06 %, были получены при использовании форм № 48 и № 11 в качестве отцовской формы в комбинациях $8812_{\text{♀}} \times 48_{\text{♂}}$ и $8812_{\text{♀}} \times 11_{\text{♂}}$ соответственно. Все четыре комбинации проявили отрицательный конкурсный гетерозис по признаку высота растения.

Таблица 4.11 – Проявление степени доминирования, истинного и конкурсного гетерозиса по высоте растения у гибридов F₁, 2020-2023 гг.

Комбинация скрещивания	Исходные формы			Гибриды F ₁ Высота растения	Степень доминирования (hp)	Гетерозис истинный, %	Гетерозис конкурсный, %
	♀	♂	P _{ср}				
F ₁ 48 × 8812	99	53	76	82	0,26	-17,17	-3,53
F ₁ 8812 × 48	53	99	76	73	0,13	37,74	-14,12
F ₁ 11 × 8812	97	53	75	82	0,32	-15,46	-3,53
F ₁ 8812 × 11	53	97	75	79	-0,18	49,06	-7,06
F ₁ 48 × 70116	99	57	78	74	-0,19	-25,25	-12,94
F ₁ 70116 × 48	57	99	78	77	0,05	35,09	-9,41
F ₁ 11 × 70116	97	57	77	110	1,65	13,40	29,41
F ₁ 70116 × 11	57	97	77	105	-1,40	84,21	23,53
F ₁ 48 × 32812	99	65	82	83	0,06	-16,16	-2,35
F ₁ 32812 × 48	65	99	82	86	-0,24	32,31	1,18
F ₁ 11 × 32812	97	65	81	93	0,75	-4,12	9,41
F ₁ 32812 × 11	65	97	81	96	-0,94	47,69	12,94

Для гибридных линий F₁ (рисунок 4.11), полученных в результате скрещивания исходных форм № 70116, № 11 и № 48, было установлено, что различие по высоте растения в комбинациях 48♀ × 70116♂ и 70116♀ × 48♂ составило 42 см. В прямой комбинации (70116♀ × 48♂) была зафиксирована очень слабая депрессия признака (hp = -0,19), а для комбинации (48♀ × 70116♂) наблюдалось слабое доминирование признака при значении hp = 0,05. Это указывает на минимальное влияние как материнской, так и отцовской форм на наследование данного признака.

В линиях 11♀ × 70116♂ и 70116♀ × 11♂ родительские формы различались по высоте на 40 см. Для прямой комбинации (70116♀ × 11♂) было зафиксировано полное доминирование признака со значением hp = 1,65. В обратной комбинации (11♀ × 70116♂) наблюдалась депрессия значения признака с коэффициентом доминирования, равным hp = -1,40. Максимальное значение истинного гетерозиса было установлено в комбинации 70116♀ × 11♂ и составило 84,21 %. В комбинациях 70116♀ × 48♂ было получено среднее значение (35,09 %), а для 11♀ × 70116♂ – низкое значение (13,40%). В комбинации 48♀ × 70116♂

было зафиксировано отрицательное значение истинного гетерозиса, равное - 25,25 %.

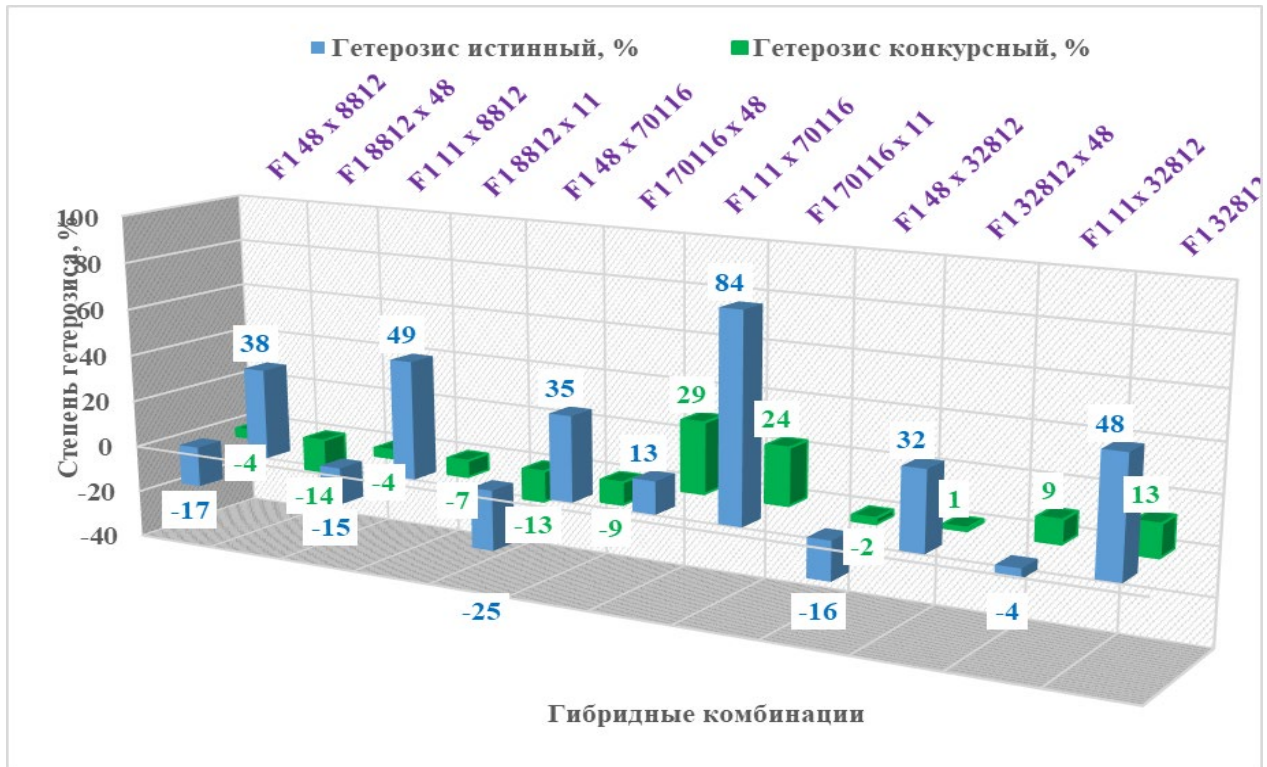


Рисунок 4.11 – Проявление истинного и конкурсного гетерозиса у межвидовых гибридов F₁ по высоте растения

Растения в реципрокных скрещиваниях с формой № 48 проявили отрицательный конкурсный гетерозис, тогда как с использованием формы №11 был наблюдаем положительный гетерозис ($11♀ \times 70116♂$ — 29,41 %, $11♀ \times 70116♂$ — 23,53 %).

В комбинациях $48♀ \times 32812♂$, $32812♀ \times 48♂$, 11×32812 и $32812♀ \times 11♂$ разница по высоте растения составила 32–34 см. Для всех изученных растений в данных комбинациях наблюдались низкие значения депрессии ($32812♀ \times 48♂$ — $h_p = -0,24$, $32812♀ \times 11♂$ — $h_p = -0,94$) и низкие значения наследования признака ($48♀ \times 32812♂$ — $h_p = 0,06$, $11♀ \times 32812♂$ — $h_p = 0,94$). Максимальные значения положительного истинного гетерозиса, равные 32,31% и 47,69%, были получены при использовании родительских форм №11 и №48 в качестве отцовской формы в комбинациях

32812♀ × 11♂ и 11♀ × 32812♂. Положительные значения конкурсного гетерозиса в сравнении с сортом – контролем св. Рабат, равные 1,57 %, были получены для трех комбинаций — 32812♀ × 48♂ (1,18 %), 11♀ × 32812♂ (9,41 %) и 32812♀ × 11♂ (12,94 %).

Данные таблицы 4.12 представляют результаты исследования, направленного на определение типа наследования и количественную оценку эффектов гетерозиса по признаку — диаметр куста, в сравнении с исходными формами и контролем св. Рабат.

Таблица 4.12 – Проявление степени доминирования, истинного и конкурсного гетерозиса по диаметру растения у гибридов F₁, 2020-2023 гг.

Комбинация скрещивания	Исходные формы			Гибриды F ₁ диаметр растения	Степень доминирования (hp)	Гетерозис истинный, %	Гетерозис конкурсный, %
	♀	♂	Рср				
F ₁ 48 × 8812	86	57	71,5	73	0,10	-15,12	-23,16
F ₁ 8812 × 48	57	86	71,5	79	-0,52	38,60	-16,84
F ₁ 11 × 8812	86	57	71,5	78	0,45	-9,30	-17,89
F ₁ 8812 × 11	57	86	71,5	80	-0,59	40,35	-15,79
F ₁ 48 × 70116	86	62	74	85	0,92	-1,16	-10,53
F ₁ 70116 × 48	62	86	74	86	-1,00	38,71	-9,47
F ₁ 11 × 70116	86	62	74	107	2,75	24,42	12,63
F ₁ 70116 × 11	62	86	74	93	-1,58	50,00	-2,11
F ₁ 48 × 32812	86	57	71,5	84	0,86	-2,33	-11,58
F ₁ 32812 × 48	57	86	71,5	94	-1,55	64,91	-1,05
F ₁ 11 × 32812	86	57	71,5	106	2,38	23,26	11,58
F ₁ 32812 × 11	57	86	71,5	77	-0,38	35,09	-18,95

В комбинациях 48♀ × 8812♂ и 8812♀ × 48♂ исходные формы различались признаку диаметр куста на 29 см. В комбинации скрещивании (48♀ × 8812♂) было установлено значение наследование признака по типу слабого доминирования (hp = 0,10), в комбинации (8812♀ × 48♂) наблюдалась депрессия значения признака, с коэффициентом доминирования (hp = -0,52). В линиях 11♀ × 8812♂ и 8812♀ × 11♂ разница показателей признака составила 29 см. Для комбинации 11♀ × 8812♂ был выявлен частично положительный тип доминирования (hp = 0,45), в комбинации

8812♀ × 11♂ наблюдалась депрессия признака ($h_p = -0,59$). В комбинациях 8812♀ × 11♂ и 8812♀ × 48♂ при использовании форм №11 и №48 в качестве отцовской, значения положительного истинного гетерозиса составили 38,60 % и 40,35 %. Все четыре комбинации с *L. angustifolia* №8812 проявили отрицательный конкурсный гетерозис по признаку — диаметр растения.

В результате анализа биометрических данных гибридных линий F₁ (рисунок 4.12) *L. angustifolia* № 70116 установлено, что исходные формы различались по диаметру растения, разница составила 24 см.

Для комбинаций 48♀ × 70116♂ и 11♀ × 70116 установлено значение признака по типу полного доминирования ($h_p = 0,92$ и $h_p = 2,75$). в комбинациях 70116♀ × 48♂ и 70116♀ × 11♂ депрессия с коэффициентом доминирования ($h_p = -1,00$ и $h_p = -1,58$), максимальное значение истинного гетерозиса было установлено в комбинации 70116♀ × 11♂ — 50,00 %, в комбинациях 11♀ × 70116♂ значения составили 38,7 % и 24,42 %, в сравнении с контролем св. Рабат положительное значение конкурсного гетерозиса установлено для комбинации в 11♀ × 70116♂.

Анализ гибридных линий F₁, полученных с использованием формы №32812 показал различие в 29 см значения признака (диаметр куста), в комбинации 48♀ × 32812♂ наблюдалось частичное доминирование признака ($h_p = 0,86$), для комбинации 32812♀ × 48♂ полное доминирование признака при значениях $h_p = 2,38$. Сильная депрессия признака ($h_p = -1,55$) установлена для 32812♀ × 48♂, частичная ($h_p = -0,8$) для 32812♀ × 11♂. Отрицательное значение истинного гетерозиса, равное -3,33 % зафиксировано для 48♀ × 32812♂, положительные значения истинного гетерозиса для комбинаций 32812♀ × 48♂, 11♀ × 32812♂, 32812♀ × 11♂ составили 64,91 %, 23,26 %, 35,06 % соответственно. Положительный конкурсный гетерозис получен при использовании образца №11 в качестве материнской формы в комбинации 11♀ × 32812♂ (11,58 %).

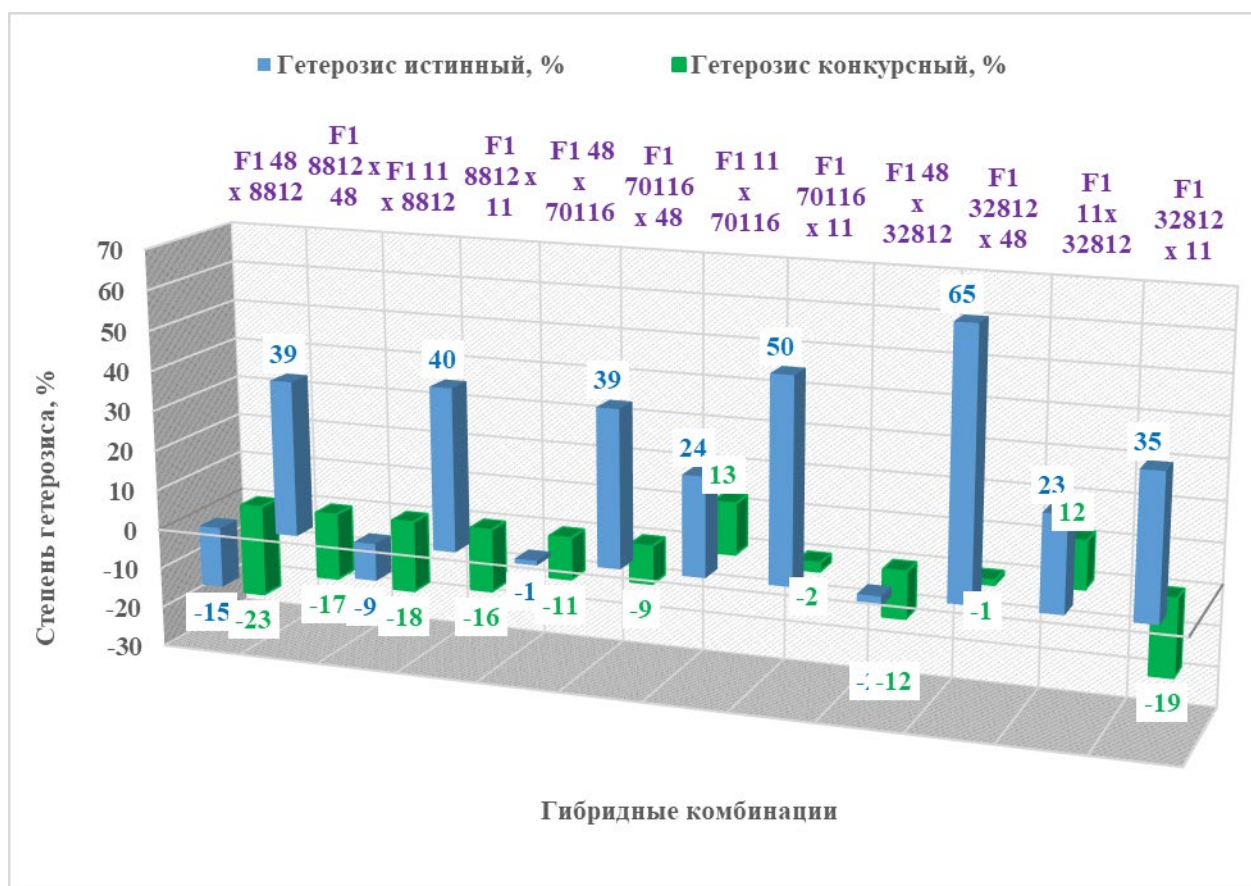


Рисунок 4.12 Проявление истинного и конкурсного гетерозиса у межвидовых гибридов F_1 по диаметру растения

4.8 Урожайности полученных гибридов F_1 лавандина

Актуальность представленных данных (таблица 4.13) обусловлена необходимостью повышения эффективности производства эфирного масла за счёт селекции высокопродуктивных и высокомасличных гибридных форм. Сравнительный анализ массовой доли эфирного масла, урожайности надземной массы и валового сбора эфирного масла у исходных форм, контрольного сорта и гибридов F_1 позволяет выявить наиболее перспективные комбинации для промышленного использования.

Таблица 4.13 – Характеристика гибридов F₁ по содержанию массовой доли эфирного масла, урожайности надземной массы и валового сбора эфирного масла, 2020-2023 гг.

Сорт, гибрид F ₁	Признак		
	Массовая доля эфирного масла, %	Урожайность надземной массы, ц/га	Валовый сбор эфирного масла, кг/га
Исходные формы			
№ 32812	1,63±0,11	53,9±4,65	87,0±7,65
№ 70116	1,9±0,09	66,1±5,18	126,4±10,32
№ 88812	1,5±0,10	45,3±3,22	66,8±5,68
№ 11	2,8±0,14	116,4±4,62	256,9±26,49
№ 48	2,2±0,12	87,9±3,85	191,2±15,07
св. Рабат	2,9 ±0,17	72,92±2,71	211,47±10,90
Гибриды F ₁			
8812♀ × 11♂	2,33±0,05	62,66±3,12	145,99±11,66
11♀ × 8812♂	2,68±0,18	63,44±3,46	170,02±12,54
48♀ × 8812♂	2,46±0,09	62,35±3,41	153,38±15,09
8812♀ × 48♂	2,75±0,12	58,45±3,34	160,74±12,23
48♀ × 70116♂	2,25±0,11	57,02±3,69	128,29±9,67
70116♀ × 48♂	2,51±0,15	56,48±2,16	141,76±9,39
70116♀ × 11♂	2,34±0,23	86,75±6,68	202,9±16,96
11♀ × 70116♂	3,03±0,24	68,27±2,66	206,85±9,88
11♀ × 32812♂	3,28±0,10	76,66±3,65	251,45±30,17
32812♀ × 11♂	3,08±0,05	68,89±2,62	212,18±13,25
32812♀ × 48♂	2,86±0,12	62,23±3,76	177,98±13,03
48♀ × 32812♂	2,96±0,19	65,38±5,46	193,52±13,95

Подробный анализ по каждой комбинации скрещивания показал, что гибрид в прямой комбинации 8812♀ × 11♂ по содержанию массовой доли эфирного масла (2,33 %) и валовому сбору (145,99 кг/га) уступает как контролю, так и лучшей родительской форме. Гибрид в обратной комбинации 11♀ × 8812♂ превосходит контроль по валовому сбору (170,02 кг/га). В комбинациях 48♀ × 70116♂ и 70116♀ × 48♂ показатели массовая доля эфирного масла (2,25 % и 2,51 %), урожайности (57,02 и 56,48 ц/га), валового сбора ниже контроля и лучшего родителя №11. Близким по значениям к контролю и лучшего родителя стала комбинация 70116♀ × 11♂ с значениями 86,75 ц/га и 202,9 кг/га, в обратной комбинации 11♀ × 70116♂ гибрид превосходит контроль по содержанию масла (3,03 %) и валовому сбору (206,85 кг/га). Лучшей по содержанию масла (3,28 %) и валовому сбору (251,45 кг/га), является 11♀ × 32812, гибриды в комбинациях 32812♀ × 11♂ и 32812♀ × 48♂ показывают высокие показатели, близкие к

контролю, в комбинации $48\text{♀} \times 32812\text{♂}$ превосходит контроль по содержанию эфирного масла (2,96 %).

Благодаря проведённой работе, выделены гибриды с высоким содержанием масла и повышенной урожайностью: $11\text{♀} \times 32812\text{♂}$, $32812\text{♀} \times 11\text{♂}$. Установлено, что лучшей комбинационной способностью характеризуются родительские формы №32812 и №11. Лучшей родительской формой является *L. × intermedia* №11, так как все гибриды с высокой продуктивностью были получены с ее участием ($11\text{♀} \times 32812$, $32812\text{♀} \times 11\text{♂}$, $11\text{♀} \times 70116\text{♂}$, $70116\text{♀} \times 11\text{♂}$).

4.9 Морозоустойчивость полученных гибридов F₁

Анализ морозоустойчивости гибридов F₁ показал значительное расщепление по данному признаку, что позволило выделить генотипы с различным уровнем адаптации к низким температурам (таблица 4.13).

При воздействии температур -18°C и -20°C наблюдалась четкая дифференциация гибридов по наличию некроза в тканях побегов. Наиболее устойчивыми оказались комбинации, в которых одним из родителей выступали форма № 32812 или форма № 11. Например, гибриды $48\text{♀} \times 32812\text{♂}$ и $11\text{♀} \times 32812\text{♂}$ показали минимальные повреждения (индексы 15,2 и 19,8 соответственно при -18°C). В то же время гибриды, полученные от скрещивания менее устойчивых форм ($11\text{♀} \times 8812\text{♂}$), продемонстрировали значительно более высокий уровень повреждения (индекс 46,0).

Анализ реакции на критическую температуру -25°C подтвердил ключевую роль родительских форм в наследовании морозоустойчивости (рисунок 4.13). Подавляющее большинство гибридных комбинаций получило необратимые повреждения с индексом >70 . Исключением стал гибрид $11\text{♀} \times 32812\text{♂}$, который продемонстрировал высокую морозоустойчивость,

его индекс повреждения составил всего 44,0, что говорит о высокой селекционной ценности комбинации скрещивания наиболее устойчивых исходных форм — 32812 и № 11.

Таблица 4.13 – Степень повреждения отрицательными температурами побегов гибридов F₁ *L. × intermedia*, 2020-2023 гг.

Гибриды F ₁ <i>L. × intermedia</i>	Вариант	Средние оценка повреждений структурных частей растения, в баллах и индексах (4 повторности)									
		Кора		Камбий		Древесина		Сердцевина		Общая средняя	
		Балл	Индекс	Балл	Индекс	Балл	Индекс	Балл	Индекс	Балл	Индекс
32812 ♀ × 48♂	-16°C	0	0	1	9	1	2	0	0	2	11
	-18°C	1	3	1	9	1	2	0	0	3	14
	-20°C	3,5	10,5	3	27	2,8	5,5	2	2	11,3	45
	-25°C	5	15	5	45	5	10	3	3	18	70,8
48♀ × 32812♂	-16°C	0,5	1,5	1,6	14,4	1,2	2,4	0	0	2,5	13,9
	-18°C	0,8	2,4	1,2	10,8	1	2	0	0	3	15,2
	-20°C	2,5	7,6	2,2	19,4	2,8	5,5	2	2	9,4	34,4
	-25°C	5	15	5	45	5	10	3	3	18	70,8
701116♀ × 48♂	-16°C	0	0	1	9	1	2	0	0	2	11
	-18°C	2	6	1,2	11	2,1	4,3	0	0	5,4	21,3
	-20°C	4	11,9	3	27,7	3	6	2,2	2,2	12,2	47,7
	-25°C	4,9	14,6	4,6	41,6	4,8	9,5	3,3	3,3	17,5	66,5
48♀ × 70116♂	-16°C	0	0	1	9	1	2	0	0	2	11
	-18°C	2	6	2,9	25,9	2,2	4,4	1,8	1,8	8,8	38
	-20°C	3,9	11,6	4	36	3,6	7,3	3,3	3,	14,8	58,1
	-25°C	4,9	14,6	4,9	43,9	4,8	9,5	3,5	3,5	17	71,5
48♀ × 8812 ♂	-16°C	0	0	1	9	1	2	0	0	2	11
	-18°C	2	6	1,5	13,5	2,5	5	0	0	6	24,5
	-20°C	3,5	10,5	3,5	31,5	3	6	2	2	10	50
	-25°C	5	15	5	45	5	10	3	3	18	70,8
8812 ♀ × 48♂	-16°C	0	0	1	9	1	2	0	0	2	11
	-18°C	1,5	4,5	2	18	1,5	3	0	0	5	25,5
	-20°C	3,5	10,5	3	27	3	6	2	2	11,5	45,5
	-25°C	4,9	14,6	4,9	43,9	4,8	9,5	3,5	3,5	17	71,5
32812 ♀ × 11♂	16°C	1,5	4,5	1,6	14,4	1,2	2,4	0	0	4,3	21,4
	-18°C	1,8	5,4	2,7	23,9	2	4	1	1	7,5	34,3
	-20°C	2,8	8,4	3,1	27,9	2,6	5,1	2	2	10,5	43,3
	-25°C	5	15	5	45	5	10	3	3	18	70,8
11♀ × 2812♂	-16°C	0	0	1	9	1	2	0	0	2	11
	-18°C	1,2	3,6	1,6	14	1,1	2,2	0	0	3,9	19,8
	-20°C	2,4	7,1	2,2	19,6	2,1	4,2	1,3	1,3	8	32
	-25°C	3	9	3	26,6	3,9	7,9	3,1	3,1	13	44

Продолжение таблицы 4.13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
70116 ♀ × 11 ♂	-16°C	0	0	1	9	1	2	0	0	2	11
	-18°C	2	6	2,9	25,9	2,2	4,4	1,8	1,8	8,8	38
	-20°C	3,9	11,6	4	36	3,6	7,3	3,3	3,3	17,8	58,2
	-25°C	4,8	14,6	4,9	43,9	4,8	9,5	3,1	3,1	17,6	71,1
11 ♀ × 701116 ♂	-16°C	0	0	1	9	1	2	0	0	2	11
	-18°C	2,8	8,4	2,9	25,9	3,1	6,3	1,9	1,9	10,6	42,3
	-20°C	4,8	14,3	4	36	3,9	7,8	2,5	2,5	15,1	60,5
	-25°C	5	15	5	45	4,8	9,5	3	3	17,8	72,5
8812 ♀ × 11 ♂	-16°C	0	0	1	9	1	2	0	0	2	11
	-18°C	1,5	4,5	1,5	13,5	1,5	3	0	0	4,5	21
	-20°C	4	12	4	36	2,5	5	1,5	1,5	12	54,5
	-25°C	5	15	5	45	5	10	3	3	18	73
11 ♀ × 8812 ♂	-16°C	0	0	1	9	1	2	0	0	2	11
	-18°C	3	9	3	27	4	8	2	2	12	46
	-20°C	5	15	5	45	5	10	3	3	18	73
	-25°C	5	15	5	45	5	10	3	3	18	73

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о критической важности корректного отбора исходных форм при селекционной работе, направленной на создание морозоустойчивых гибридов лавандина.

В ходе эксперимента было установлено, что изученные генотипы растений проявляют разную степень устойчивости к воздействию отрицательных температур. Так, при понижении температуры до -16°C были зафиксированы лишь минимальные повреждения тканей. Дальнейшее понижение до -18°C также не вызывало значительных нарушений структурной целостности побегов, что указывает на высокий адаптационный потенциал растений в данном температурном диапазоне.

Однако температурный порог в -20°C оказался более губительным. При этой температуре наблюдались серьезные повреждения проводящих и покровных тканей побега, а именно коры, камбия и древесины. В то же время сердцевина побегов продемонстрировала наибольшую устойчивость, получив наименьшие повреждения.

Температурный режим -25°C был определен как критический для большинства исследованных видов и гибридов. При данном воздействии были зафиксированы существенные, зачастую необратимые, повреждения вегетативных органов, свидетельствующие о превышении предела физиологической устойчивости растений.

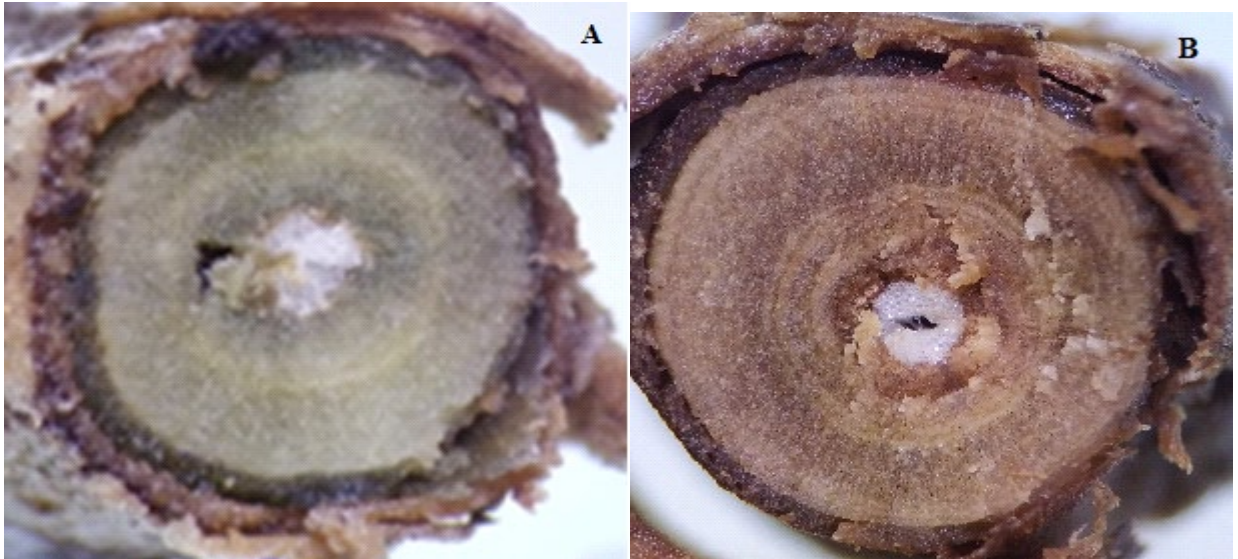


Рисунок 4.13 – Сравнительный анализ повреждений побегов гибридов F_1 при температуре -25°C : А — наиболее устойчивый гибрид F_1 $11_{\text{♀}} \times 32812_{\text{♂}}$; Б — неустойчивый гибрид F_1 $11_{\text{♀}} \times 8812_{\text{♂}}$.

На основании полученных данных, по совокупности показателей морозоустойчивости были идентифицированы наиболее перспективные исходные формы для дальнейшей селекции. К ним относятся *L. × intermedia* № 11 и *L. angustifolia* № 32812. Эти генотипы рекомендуются к использованию в качестве источников признака морозоустойчивости в программах целенаправленной селекции *L. × intermedia*.

4.10 Компонентный состав эфирного масла гибридов F_1 лавандина

Для анализа биохимического профиля гибридов F_1 в полученных в результате реципрокных скрещиваний между исходными формами, было выделено по одному высокомасличному генотипу с содержанием до и более

3 % доли эфирного масла в сырье. Данные таблицы 4.14 представляют результаты анализа компонентного состава эфирного масла у 12 гибридных форм F₁ и контроля св. Рабат, по содержанию основных компонентов 1,8-цинеол, камфора, борнеол, линалоол, линалилацетат.

Таблица 4.14 – Сравнительная характеристика содержания 1,8-цинеола, камфоры, борнеола, линалоола, линалицетата в эфирном масле гибридных форм F₁

№ формы (комбинация)	Компонент									
	1,8-цинеол		Камфора		Борнеол		Линалоол		Линалицетат	
контроль										
св. Рабат	5,4		7,3		5,2		42,6		26,9	
Гибриды F ₁ , % к контролю										
3/4 8812♀ × 11♂	1,8	-67	6,2	-15	5,3	+2	61,3	+44	14,5	-46
11♀ × 8812♂	2,2	-59	6,3	-14	5,4	+4	58,1	+36	14,3	-47
48♀ × 8812♂	0,7	-87	7,3	0	5,9	+13	57,2	+34	10,6	-60
8812♀ × 48♂	2,2	-59	4,2	-42	2,7	-48	39,2	-8	31,1	+15
48♀ × 70116♂	3,2	-41	9,7	33	5,5	+6	60,7	+42	13,6	-49
11♀ × 70116♂	4,6	-15	8,5	16	6,3	+21	52,8	+24	13,9	-48
70116♀ × 48♂	3,3	-39	6,4	-12	4,2	-19	48,5	+14	25,2	-6
70116♀ × 11♂	4,1	-24	8,6	18	6,9	+33	53,9	+26	13,4	-50
11♀ × 32812♂	2,4	-56	4,5	-38	2,8	-46	35,3	-17	37,2	+39
32812♀ × 11♂	1,7	-69	5,5	-25	5,3	-2	44,8	+5	20,9	-22
32812♀ × 48♂	5,1	-6	6,8	-7	5,2	0	49,6	+16	9,5	-65
48♀ × 32812♂	4,9	-9	5,9	-19	4,6	-12	46,9	+10	15,9	-41

Компонентный состав эфирного масла у контроля св. Рабат характеризуется высоким содержанием линалоола (42,65 %), умеренными содержанием линалилацетата (26,97 %), значительным камфоры (7,31 %) и 1,8-цинеола (5,44 %). К комбинациям с повышенным синтезом линалоола, значительно превосходящих по его содержанию контроль св. Рабат (42,65 %), отнесены следующие гибридные формы в комбинациях скрещивания 8812♀ × 11♂ (61,35 %, +44 %), 48♀ × 70116♂ (60,72 %, +42 %), 48♀ × 8812♂ (57,24 %, +34 %), данные гибриды могут использоваться для создания сортов технического назначения, предназначенных для производства натурального линалоола.

Перспективными образцами для создания сортов *L. × intermedia* с улучшенным качеством эфирного масла, превосходящих на 15-18 % по содержанию линалилацетата контроль св. Рабат (26,97 %), выделены гибриды в комбинациях $8812♀ \times 48♂$ (31,11 %, +15 %) и $11♀ \times 32812♂$ (37,29 %, +39 %). Минимальное содержание 1,8-цинеола, значительно ниже контроля (5,44 %) установлено для форм в комбинациях $48♀ \times 8812♂$ (0,77 %) и $32812♀ \times 11$ (1,77 %).

Содержание камфоры ниже, чем у контроля (7,31 %), зафиксировано у гибридов в комбинациях $32812♀ \times 11$ (5,57 %), $8812♀ \times 48$ (4,2 %, -42 %) и $11♀ \times 32812♂$ (4,5 %, -38 %), нежелательное увеличение содержания камфоры обнаружено у гибрида $48♀ \times 70116$ (9,7 %, +33 %). Содержание борнеола у всех гибридных форм варьирует в пределах от 4,62% до 6,93, превосходящие по его содержанию контроль св. Рабат (5,2 %) формы – $48♀ \times 8812♂$ (5,9 %, +13 %), $11♀ \times 70116♂$ (6,3 %, +21 %), $70116♀ \times 11♂$ (6,9 %, +33 %).

Сравнение реципрокных пар скрещивания показало, что использование №8812 в качестве материнской формы приводит к трехкратному увеличению содержания линалилацетата в комбинации $8812♀ \times 48$ (31,85 %), в сравнении с обратной комбинацией (10,66 %). Использование №11 в качестве материнской формы позволило по содержанию линалилацетата получить гибрид в комбинации $11♀ \times 32812♂$ (31,38 %) превосходящий на 50 % комбинацию $32812♀ \times 11♂$ (20,92 %). Двукратное увеличение содержания линалилацетата на уровне контроля (26,97 %), установлено для гибрида в прямой комбинации скрещивания $70116♀ \times 11♂$ (25,22 %), с использованием материнской формы №70116, в сравнении с прямой обратной комбинацией $11♀ \times 70116♂$ (25,22 %).

Анализ реципрокных пар показал, что выбор материнского растения оказывает влияние на хемотипы полученных гибридных форм по содержанию линалилацетата. Выделены лучшие материнские формы *L. angustifolia* № 8812, № 32812, № 70116, *L. × intermedia* № 11,

рекомендуемые для создания сортов с высоким содержанием линалилацетата до 37 %. Выделены перспективные гибриды в комбинациях $8812\text{♀} \times 48\text{♂}$ (31,85 %) и $11\text{♀} \times 32812\text{♂}$ (31,38 %), которые по содержанию линалилацетата превосходят контроль и являются перспективными для создания сортов с улучшенным компонентным составом эфирного масла. Гибриды в комбинациях скрещивания $8812\text{♀} \times 11\text{♂}$, $48\text{♀} \times 70116\text{♂}$, $48\text{♀} \times 8812\text{♂}$ рекомендуются для создания сортов с высоким содержанием линалоола (до 61 %).

Анализ полного химического профиля состава эфирных св. Рабат и гибридных форм показал незначительное различие по количеству идентифицированных химических компонентов и их содержанию в эфирном масле, 100 % идентифицировано у формы в комбинации $8812\text{♀} \times 48$ и от 99,95% у $11\text{♀} \times 32812\text{♂}$ до 99,98% у св. Рабат (Таблица 4.15).

Таблица 4.15 – Качественный и количественный состав эфирного масла лучших гибридных F_1 форм и св. Рабат

№	Компоненты	Сорт, гибрид F_1		
		св. Рабат	$11\text{♀} \times 32812\text{♂}$ (5/3)	$8812\text{♀} \times 48$ (7/22)
1	1-Hexanol	0,02	0,04	0,03
2	α -Thujene	0,04	0,28	-
3	α -Pinene	0,24	-	-
4	Camphene	0,23	0,25	0,20
5	1-Octen-3-ol	0,10	-	0,08
6	3-Octanone	0,24	0,36	0,33
7	β -Pinene	0,08	0,08	-
8	β -Myrcene	1,19	0,71	1,03
9	Hexylacetate	0,40	0,75	0,63
10	3-Carene	0,12	0,06	0,08
11	p-Cymene	0,04	0,06	0,05
12	trans- β -Ocimene	4,35	2,27	3,16
13	Eucalyptol	5,40	2,40	2,20
14	cis- β -Ocimene	2,45	2,55	2,73
15	γ -Terpinene	0,05	0,06	0,05
16	cis-Sabinenehydrate	-	0,06	0,08
17	α - Terpinolen	-	0,18	0,24
18	cis-Linalooloxide	0,07	-	-
19	α - Terpinolen	0,32	-	-

Продолжение таблицы 4.15

1	2	3	4	5
20	Linalool	42,65	35,37	39,20
21	1-Octen-3-yl-acetate	0,56	0,43	0,46
22	n-Hexylisobutyrate	0,06	0,10	0,11
23	(-)-Camphor	7,31	4,54	4,22
24	(±)-Lavandulol	0,14	0,11	0,13
25	endo-Borneol	5,22	2,88	2,71
26	Terpinen-4-ol	0,82	1,08	1,19
27	Hexylbutyrate	0,34	0,73	0,52
28	α-Terpineol	4,04	1,76	2,94
29	-	0,02	0,05	0,03
30	Nerol	0,54	0,23	0,41
31	Hexyl 2-methylbutyrate	0,03	0,10	0,14
32	Linalylacetate	26,97	37,29	31,11
33	(±)-Lavandulylacetate	2,28	1,86	1,86
34	Bornylacetate	0,06	-	-
35	Hexyltiglate	0,03	0,05	0,06
36	Nerylacetate	0,83	0,43	0,63
37	Geranylacetate	1,63	0,85	1,25
38	Santalene	0,05	-	0,06
39	β-Caryophyllene	0,60	0,47	0,57
40	trans-α-Bergamotene	0,04	-	-
41	(E)-β-Farnesene	0,40	0,76	0,69
42	Germacrene D	0,19	0,15	0,17
43	Lavandulylisovalerate	0,09	0,12	0,09
44	trans-α-Bisabolene	0,25	0,42	0,32
45	α-Bisabolol	0,04	0,10	0,06
Идентифицировано		99,98	99,95	100,00

Среднее содержание сложных эфиров для контроля св. Рабат составило 32,91 %, спиртов 53,37 %, терпенов 10,64 %, кетонов 7,55 %, оксидов 0,34 %. У гибрида F₁ 7/22 (8812♀ × 48) значение содержания сложных эфиров составило 36,20 %, оксидов на 0,55 %, что на 11 % и 62 % больше, чем у св. Рабат.

Самые высокие показатели содержания сложных эфиров обнаружены у гибрида F₁ 5/3 (11♀ × 32812♂) 41,88 %, что выше, чем у контроля на 27 %, превышение по содержанию сложных эфиров составило 38 %, содержание остальных компонентов значительно ниже. По соотношению линалилацетата

(37,29 %) и линалоола (35,37 %) приблизился к показателю лучшей исходной формы *L. angustifolia* №70116 (линалилацетат 37,51 %) и линалоола (34,0 %).

Таблица 4.16 – Процентное соотношение основных химических групп в эфирном масле гибридных форм F₁

Химическая группа	Сорт, гибрид F ₁ , разница к контролю, %				
	св. Рабат	F ₁ 5/3 (11♀ × 32812♂)		F ₁ 7/22 (8812♀ × 48)	
Сложные эфиры линалилацетат	32,91	41,88	+27	36,20	+10
	26,97	37,29	+38	31,11	+15
Спирты линалоол	53,37	41,63	-22	46,83	-12
	42,65	35,37	-17	39,20	-8
Терпены	10,64	7,10	-33	8,10	-24
Кетоны камфора	7,55	4,90	-35	4,55	-40
	7,31	2,40	-67	4,22	-42
Оксиды	0,34	0,48	+41	0,55	+62

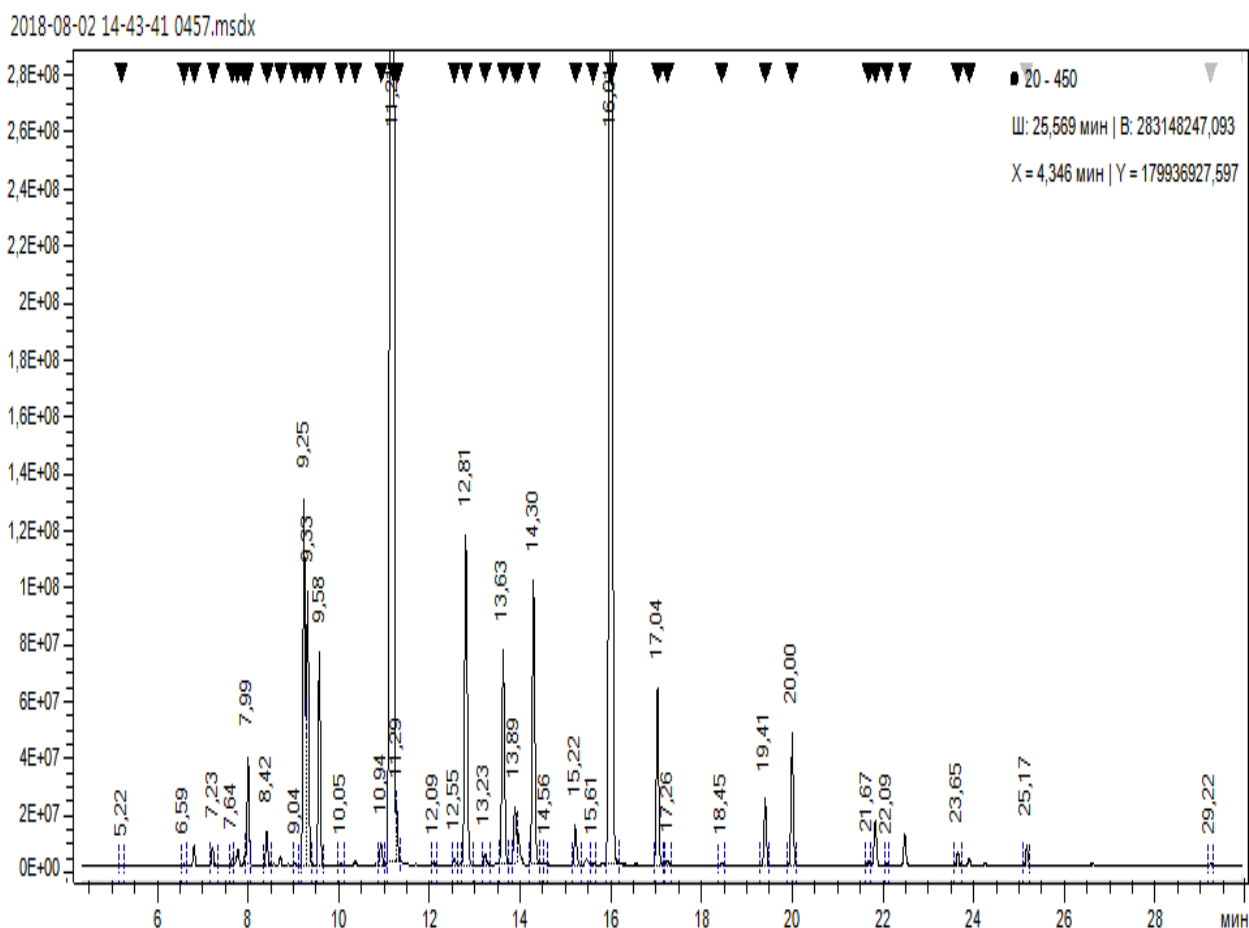


Рисунок 4.14 – Хроматограмма качественного и количественного состава эфирного масла св. Рабат

2018-08-02 15-40-13 0458.msdx

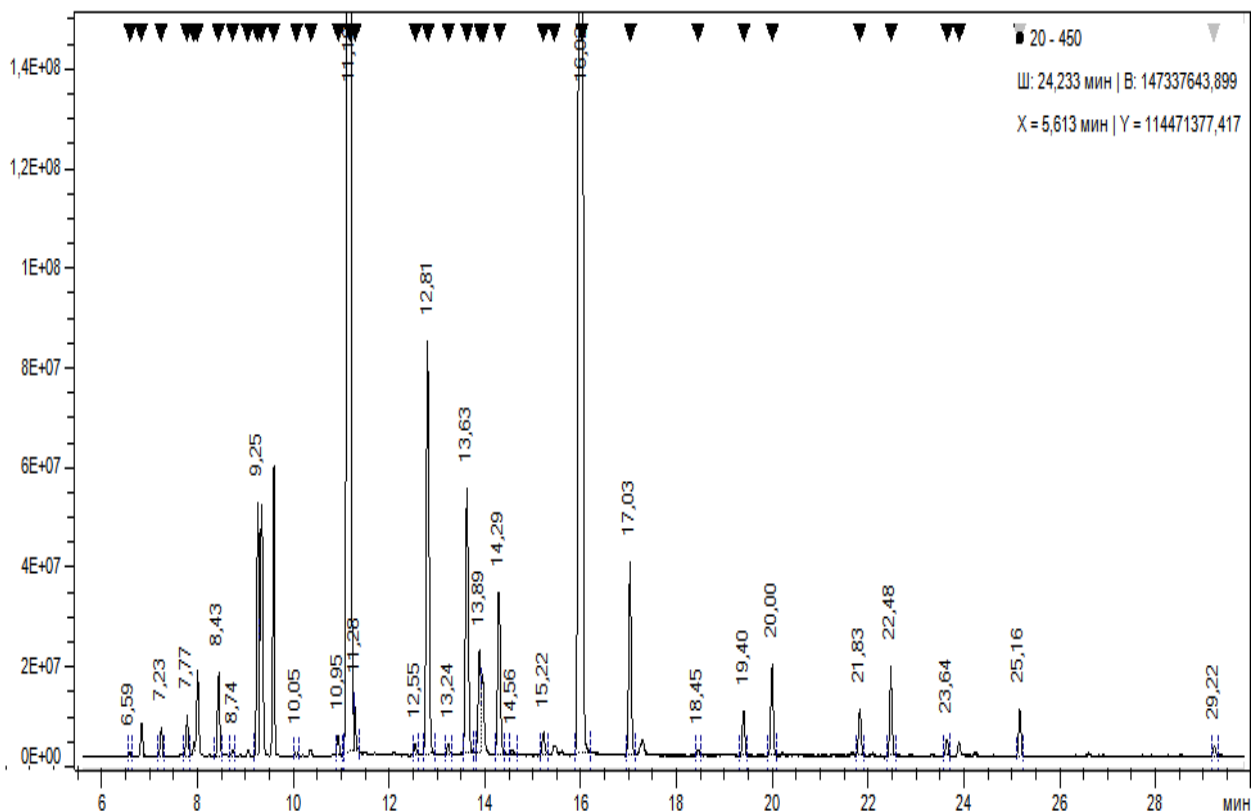


Рисунок 4.15 – Хроматограмма качественного и количественного состава эфирного масла F₁ 5/3 (11♀ × 32812♂)

2018-08-03 09-06-55 0461.msdx

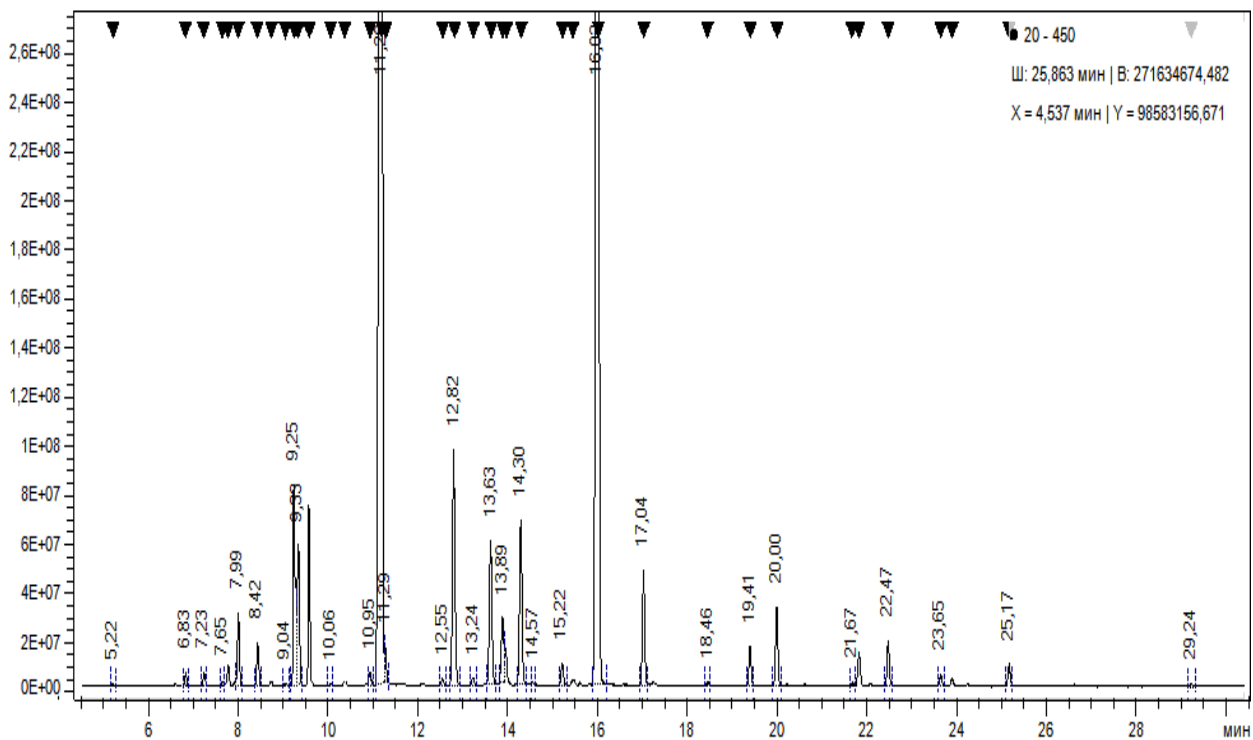


Рисунок 4.16 – Хроматограмма качественного и количественного состава эфирного масла F₁ 7/22 (8812♀ × 48)

ГЛАВА 5 КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА МОРФОЛОГИЧЕСКИХ, БИОЛОГИЧЕСКИХ И ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ГИБРИДНЫХ ФОРМ F₁

Основной целью изучения гибридов F₁, полученных в результате прямого и обратного скрещивания между двумя видами — *L. angustifolia* и *L. × intermedia* является выявление наиболее ценных форм для дальнейшего использования в селекционной работе. Такие гибриды представляют собой важный источник генетического разнообразия, способствующего совершенствованию существующего сортимента рода *Lavandula*.

Исследование морфологических, биологических и хозяйственных признаков этих гибридов позволяет определить перспективные комбинации, обладающие повышенной продуктивностью, устойчивостью к неблагоприятным факторам и улучшенным качеством эфирного масла. Для выявления лучших гибридов был применён кластерный метод сравнительной оценки, в котором гибриды сопоставлялись с контрольным сортом св. Рабат по комплексу ключевых хозяйственных признаков. Данный метод позволяет сгруппировать генотипы на основе их сходства по всему комплексу ключевых хозяйственных признаков (Таблица 5.1), в следующих категориях: по признакам продуктивности и морфологии — габитус растения (высота и диаметр куста), структура соцветия (длина, число цветков во второй мутовке и общее число цветков), показатели урожайности (масса соцветия, урожайность цветочного сырья и итоговый валовый сбор эфирного масла), по биохимическим показателям — массовой доли эфирного масла в сырье, компонентному составу эфирного масла (содержание цинеола, линалоола, камфоры, борнеола и линалилацетата) и адаптивности (морозоустойчивость, оцениваемая в баллах).

Таблица 5.1 -Сравнительная характеристика генотипов *L. x intermedia* и контроля св. Рабат (среднее за 2020-2023 гг.).

Сорт, гибрид F ₁	Признак															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Рабат	85	95	9,35	9	21,9	151,8	8,1	1,19	843	2,9	72,92	211,4	17	42,6	26,9	37
32812♀ × 48♂	86	94	6,2	6,9	19,4	135	9,6	122	796	2,86	62,23	177	18	49,6	9,5	38
48♀ × 32812♂	83	84	6,1	6,6	21,4	129	13,7	1,74	865	2,96	65,38	193	18	46,9	15,9	45
32812♀ × 11	96	77	6,2	7,5	20,8	138,9	18,4	1,85	1095,7	3,08	68,89	212	18	44,8	20,9	34
11♀ × 32812♂	93	106	6,7	8	21,5	144	23,7	1,90	1120,5	3,28	76,66	251	13	35,3	37,2	40
70116♀ × 48♂	77	86	6,9	7	16,8	120	9,4	0,97	765	2,51	56,48	141	17,5	48,5	25,2	37
48♀ × 70116♂	74	85	5,9	5,8	26,1	142	8,9	1,33	891	2,25	57	128	17	60,7	13,6	48
70116♀ × 11♂	105	93	6,09	8	18,9	142,6	20,9	1,78	989	2,34	86,75	202	17,6	53,9	13,4	33
11♀ × 70116♂	110	107	6,6	7,2	19,5	132,7	19,3	1,56	922	3,03	68,27	206	17,8	52,8	13,9	47
8812♀ × 48♂	73	79	5,9	6,7	20,3	122	11,6	1,52	710	2,75	58,5	160	18	39,2	31,1	24
48♀ × 8812♂	82	73	5,4	6,8	19,1	130	13,6	1,61	825	2,46	62,35	153	18	57,2	10,6	35
8812♀ × 11♂	79	80	5,5	8,1	16,4	101	7,2	0,86	623	2,33	62,66	145,9	18	61,3	14,5	38
11♀ × 8812♂	82	78	6,1	7	19,3	119	14,3	168	695	2,68	63,44	170	18	58,1	14,3	42

Примечание: 1 – высота растения в см, 2 – диаметр растения в см, 3 – длина соцветия в см, 4 – число мутовок в колосе шт., 5 – число цветков во второй мутовке в шт., 6 – число цветков в соцветии в шт., 7 – масса цветка в мг., 8 – масса соцветия в гр., 9 – число цветоносов на растении, 10 – массовая доля эфирного масла в сыром сырье в мл., 11 – урожайность надземной массы в ц/га., 12 – валовый сбор эфирного масла в кг/га, 13 – морозоустойчивость при -25 °С в баллах, 14 – содержание линалоола в %, 15 – содержание линалилацетата в %.

Данный комплексный подход обеспечивает всестороннюю характеристику гибридов и позволяет выделить наиболее перспективные формы для дальнейшего внедрения в селекционную практику и промышленное производство.

5.1 Комплексная оценка гибридных форм F₁

Выявлена степень сходства изучаемых генотипов, в качестве меры расстояния между каждым коллекционным образцом было выбрано евклидово пространство. Объекты объединены в дерево классификации, которое отражено в дендрограмме (Рисунок. 5.1).

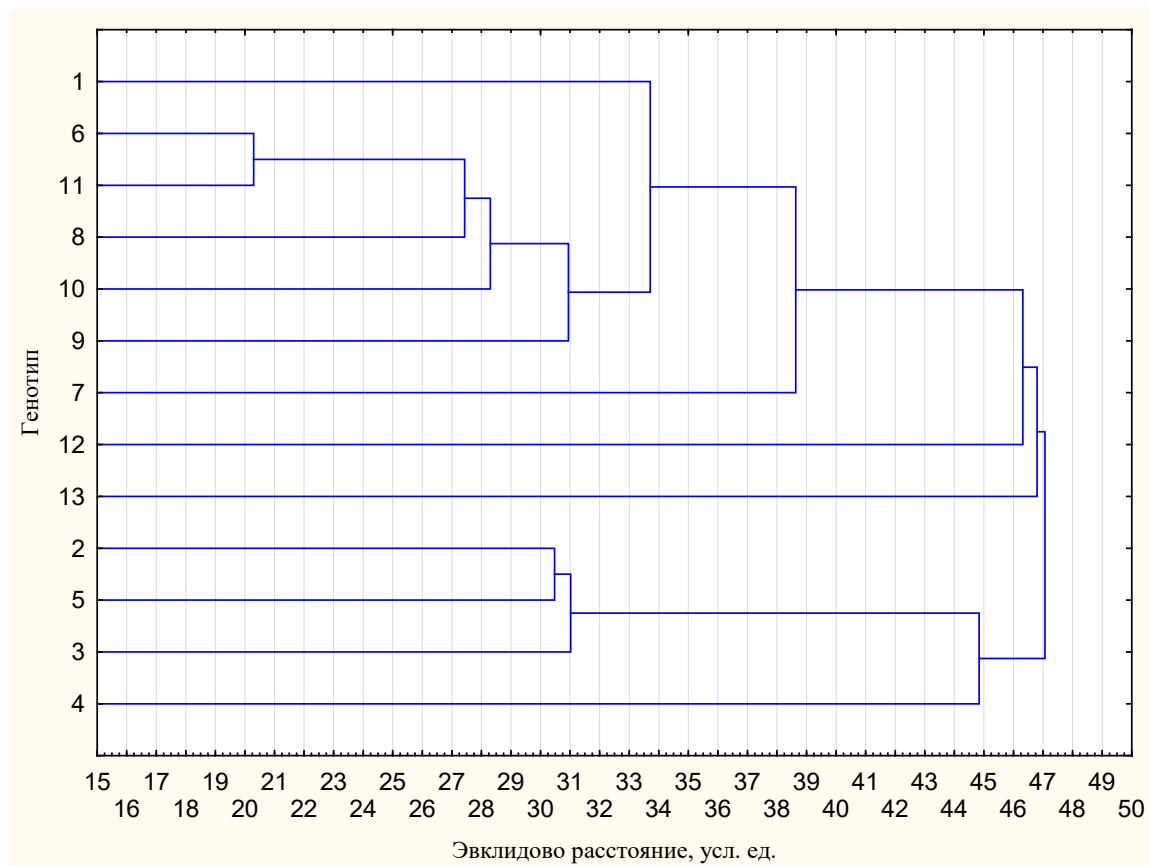


Рисунок 5.1 - Кластерный анализ сходства гибридов F₁ в различных комбинациях скрещивания с контролем: 1.св. Рабат, 2. 70116♀ × 48♂, 3. 48♀ × 70116♂, 4. 8812♀ × 11♂, 5. 11♀ × 8812♂, 6. 70116♀ × 11♂, 7. 11♀ × 70116♂, 8. 32812♀ × 11♂, 9. 11♀ × 32812♂, 10. 48♀ × 32812♂, 11. 32812♀ × 48♂, 8812♀ × 48♂, 13. 48♀ × 8812♂.

По схожести признаков и их величине гибриды F₁, объединенные в шесть групп (кластеров): первый кластер - 6,11,8,10,9; второй кластер -7; третий кластер – 12; четвертый – 13; пятый -2,5,3; шестой – 4. Близкими по комплексу данных признаков к контрольному сорту Рабат (34 ед. эвклидова расстояния) выделены четыре гибрида в комбинациях скрещивания 11♀ × 32812♂ (31 ед. эвклидова расстояния), 70116♀ × 48♂ (29,5 ед. эвклидова расстояния), 11♀ × 8812♂ (29,5 ед. эвклидова расстояния), 48♀ × 70116♂ (31 ед. эвклидова расстояния).

При изучении разных комбинаций скрещивания по различным признакам (продуктивности, морфологии показателям урожайности, адаптивности), выделилось два гибрида F₁ по биохимическим показателям (содержание массовой доли линалилацетата в эфирном масле) — F₁ (11♀ × 32812♂) и F₁ (8812♀ × 48). Для определения взаимосвязей хозяйственно ценных признаков использовали парные коэффициенты корреляции.

1	-																
2	0,37																
3	0,45																
4	-0,48	-0,44															
5	0,17	0,15	-0,13														
6	0,05	-0,03	0,19	0,40													
7	-0,35	-0,01	-0,06	0,23	0,26												
8	-0,05	-0,19	-0,06	0,31	-0,01	0,25											
9	0,25	0,22	-0,20	-0,07	0,03	-0,26	-0,01										
10	0,19	0,02	-0,32	-0,27	-0,10	0,16	0,00	0,35									
11	-0,23	0,24	-0,08	0,22	-0,05	0,44	-0,12	-0,29	-0,21								
12	-0,12	-0,36	0,09	0,12	-0,14	-0,24	0,28	-0,06	0,18	-0,23							
13	-0,25	-0,34	0,21	0,02	0,22	0,07	0,03	0,12	-0,24	-0,18	-0,41						
14	0,26	0,45	-0,19	-0,03	0,24	-0,01	0,12	0,02	0,15	-0,12	0,05	-0,28					
15	-0,40	-0,03	0,15	0,13	-0,24	-0,10	-0,04	-0,07	-0,10	0,19	0,25	0,18	-0,58				
16	0,03	-0,02	0,07	0,30	-0,18	-0,37	0,01	0,29	-0,27	0,09	0,28	-0,01	-0,42	0,52			
17	-0,14	-0,02	0,21	0,36	0,54	0,00	0,12	-0,10	-0,14	0,33	0,25	-0,10	0,46	0,06	0,02	-	
		1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

Рисунок 5.2 - Корреляционные связи между хозяйственными признаками гибридной формы F₁ 5/3 (11♀ × 32812♂), где 1. длина соцветия (см), 2. число цветков во второй мутовке (шт.), число цветков в соцветии (шт.), масса цветка (шт.), масса соцветия (гр.), Число цветоносов на растении (шт.), 1,8-цинеол (%), линалоол (%), камфора (%), борнеол (%), линалилацетат (%), массовая доля эфирного масла (%), урожай надземной массы (ц/га), валовой сбор эфирного масла (кг/ га), высота растения (см), диаметр растения (см).

На рисунке 5.2 предоставлены данные парных корреляционных связей между признаками для гибрида F_1 5/3 ($11\text{♀} \times 32812\text{♂}$), учитывались положительные и отрицательные корреляции с значением коэффициента ≥ 0.25 (умеренные и сильные связи). Положительные корреляции: число мутовок и число цветков во второй мутовке +0.45; масса соцветия и масса цветка: +0.40; масса соцветия и число цветков в соцветии: +0.26; число цветков в соцветии и число цветоносов на растении: +0.26; 1,8-цинеол и Масса цветка: +0.31; линалоол и масса соцветия +0.25; камфора и масса соцветия: +0.35; борнеол и масса соцветия: +0.29; линалилацетат и линалоол: +0.28; линалилацетат и масса соцветия: +0.28; урожай цветочного сырья и число мутовок: +0.26; урожай цветочного сырья и число цветков во второй мутовке +0.45; диаметр растения и масса соцветия: +0.54; диаметр растения и масса цветка +0.36; диаметр растения и число цветков в соцветии +0.33; высота растения и масса соцветия: +0.30; высота растения и урожай цветочного сырья +0.29; высота растения и масса цветка +0.27; валовый сбор эфирного масла и урожай цветочного сырья +0.25; валовый сбор эфирного масла и масса соцветия +0.25; валовый сбор эфирного масла и линалилацетат +0.25; валовый сбор эфирного масла и диаметр растения +0.46; валовый сбор эфирного масла и высота растения +0.52. Отрицательные корреляции: число цветков в соцветии и длина соцветия -0.48; число цветков в соцветии и число мутовок -0.44; линалилацетат и число мутовок -0.36; линалилацетат и число цветков во второй мутовке -0.34; линалилацетат и валовый сбор эфирного масла -0.41; валовый сбор эфирного масла и длина соцветия -0.40; высота растения и число цветков в соцветии -0.37; высота растения и длина соцветия -0.37; валовый сбор эфирного масла и число мутовок -0.28; валовый сбор эфирного масла и число цветков во второй мутовке -0.28; валовый сбор эфирного масла и число цветков в соцветии -0.58; валовый сбор эфирного масла и масса цветка -0.42. У этого гибрида положительные связи показывают, что увеличение таких признаков, как масса соцветия, масса цветка, диаметр и высота растения связано с увеличением урожайности и

валового сбора эфирного масла. Анализ данных по отрицательным корреляциям показывает, что увеличение длины соцветия связано с уменьшением числа цветков в соцветии и валового сбора масла.

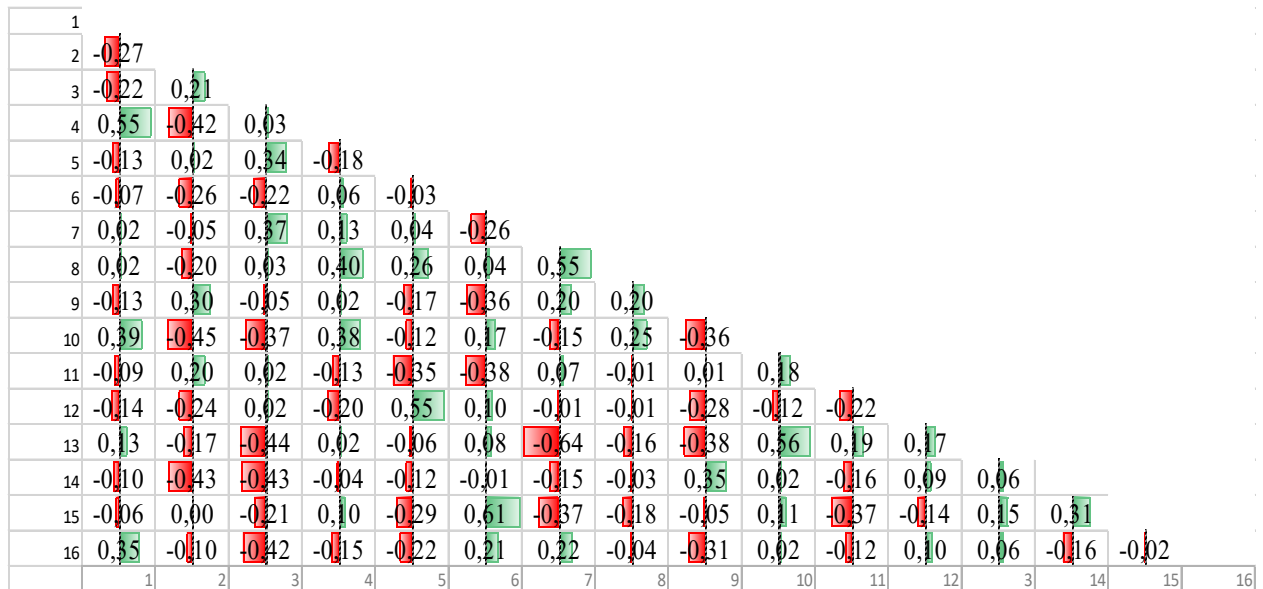


Рисунок 5.3 - Корреляционные связи между хозяйственными признаками гибридной формы F_1 (8812♀ × 48), где 1. длина соцветия (см), 2. число цветков во второй мутовке (шт.), число цветков в соцветии (шт.), масса цветка (шт.), масса соцветия (гр.), Число цветоносов на растении (шт.), 1,8-цинеол (%), линалоол (%), камфора (%), борнеол (%), линалилацетат (%), массовая доля эфирного масла (%), урожай надземной массы (ц/га), валовой сбор эфирного масла (кг/ га), высота растения (см), диаметр растения (см).

На основе предоставленных данных парных корреляций между признаками (Рисунок 5.3) для гибрида F_1 8812♀ × 48 с учетом коэффициентов корреляции с значением ≥ 0.30 (умеренные и сильные связи), выделены положительные связи: масса цветка и число цветков во второй мутовке +0.55; масса цветка и масса соцветия +0.34; масса цветка и линалоол +0.40; масса цветка и линалилацетат: +0.35; масса соцветия и выход масла +0.55; линалоол и масса цветка +0.40; линалоол и линалилацетат +0.67; камфора и линалилацетат +0.38; борнеол и масса цветка +0.39; урожай цветочного сырья и валовый сбор эфирного масла +0.56; валовый сбор эфирного масла и выход масла +0.35; высота растения и линалоол +0.31; высота растения и диаметр растения +0.31; диаметр растения и масса цветка: +0.35.

Отрицательные корреляции: число цветков в соцветии и масса цветка -0.42; число цветков в соцветии и валовый сбор эфирного масла: -0.43; число цветков в соцветии и борнеол: -0.45; линалилацетат и число цветков в соцветии: -0.38; линалилацетат и борнеол: -0.38; урожай цветочного сырья и число цветков в соцветии: -0.44; урожай цветочного сырья и линалилацетат: -0.64; валовый сбор эфирного масла и число цветков в соцветии: -0.43; валовый сбор эфирного масла и линалилацетат: -0.41; камфора и борнеол: -0.36; линалилацетат и выход масла: -0.35. У данного гибрида положительные корреляции указывают на тесную взаимосвязь между массой цветка, содержанием линалоола и линалилацетата, а также с продуктивностью (выход масла, урожай, валовый сбор). Отрицательные корреляции показывают, что увеличение числа цветков в соцветии связано с уменьшением массы цветка, валового сбора эфирного масла и содержания некоторых компонентов (борнеол, линалилацетат).

Проведенное комплексное исследование гибридов F_1 , полученных в результате прямых и обратных скрещиваний между формами *L. angustifolia* и *L. × intermedia*, позволило выделить перспективные гибридные формы, превосходящие по основным хозяйственным признакам контроль cv. Рабат.

Установлено, что для большинства изученных гибридов увеличение общей продуктивности (валового сбора) связано не с увеличением числа цветков в соцветии, а с высотой, диаметром растения и массой одного цветка и соцветия). Нежелательной является сильная отрицательная связь между валовым сбором и числом цветков в соцветии.

По результатам сравнительной оценки и кластерного анализа был выделен гибрид F_1 в комбинации $11♀ \times 32812♂$, с высокой продуктивностью и качеством эфирного масла, превосходящий контроль по валовому сбору эфирного масла — на 18,7% (251 кг/га) и содержанию линалилацетата — на 38% (37,2%).

Анализ корреляционных связей гибрида F_1 5/3 ($11♀ \times 32812♂$) выявил слабые положительные зависимости между валовым сбором масла и

содержанием линалилацетата ($r = +0,25$), а также сильные положительные связи между валовым сбором и габитусом куста (высота $r = +0,52$; диаметр $r = +0,46$). Это указывает на то, что лучшей комбинацией скрещивания является $11♀ \times 32812♂$ по признакам габитуса куста, урожайности и качеству эфирного масла, с использованием в качестве родительской формы *L. × intermedia* №11. Данный гибрид рекомендуется для промышленного внедрения.

Выделенный перспективный гибрид F_1 7/22 ($8812♀ \times 48♂$), характеризуется высоким содержанием линалилацетата (31,1%), но, в отличие от F_1 5/3 ($11♀ \times 32812♂$) у него выявлена отрицательная корреляция между урожайностью и качеством масла ($r = -0,64$ урожайность надземной массы – линалилацетат). Тем не менее, *L. angustifolia* №8812 в качестве материнской формы может быть использована в межвидовой гибридизации для улучшения химического профиля других гибридных линий.

На основании полученных данных перспективный гибрид F_1 5/3 ($11♀ \times 32812♂$) рекомендуется для передачи на государственное сортоиспытание как новый сорт, сочетающий в себе высокую урожайность и качество эфирного масла.

5.2 Экономическая эффективность выращивания гибридов F_1 лавандина

Введение в культуру высокопродуктивных эфиромасличных растений позволяет значительно расширить ассортимент вырабатываемых нашей промышленностью эфирных масел. Проведена оценка экономической эффективности получения эфирного масла перспективного гибрида F_1 $11♀ \times 32812♂$ в сравнении с контролем *cv.* Рабат.

В основу расчетов экономической эффективности получения эфирного масла гибридов были положены методические рекомендации по

определению экономической эффективности интродукционно–селекционной работы с эфирномасличными растениями, рассчитываются следующие показатели:

расход сырья на 1 кг. масла, затраты на возделывание 1 га, себестоимость 1 кг. масла, чистый доход с 1 кг. масла, рентабельность.

Учитываются урожайность, содержание эфирного масла, валовой сбор сырья. Гибрид лавандина F1 11♀ × 32812♂ характеризуются высокой урожайностью цветочного сырья и сбором эфирного масла.

Перспективный гибрид превосходит контроль по рентабельности позволяет получать высокие доходы – порядка 371,1 тыс. руб. с 1 га, а на каждый рубль эксплуатационных затрат можно получить от 1,50 руб.

Таблица 5.2 - Экономическая эффективность получения эфирного масла лавандина

Показатель		cv. Рабат	11♀ × 32812♂
Массовая доля эфирного масла	%	2,9	3,3
Урожайность надземной массы	ц/га	72,9	76,6
Валовой сбор масла	кг/га	211	251
Расход сырья на 1 кг масла	кг	30,54	30,54
Затраты на 1 га, включая переработку сырья	тыс. руб.	599	620
Реализационная цена 1 кг. масла	тыс. руб.	3,95	3,95
Доход с 1 га	тыс. руб.	833,5	991,5
Прибыль с 1 га	тыс. руб.	234,5	371,7
Рентабельность	%	39,1	59,9

В основу расчетов были положены методические рекомендации по определению экономической эффективности интродукционно – селекционной работы с эфирномасличными растениями, рассчитываются следующие показатели: расход сырья на 1 кг. масла, затраты на 1 га, себестоимость 1 кг. масла, чистый доход с 1 кг. масла, рентабельность (учитываются урожайность, содержание массовой доли эфирного масла, валовой сбор сырья). Гибрид F1 5/3 (11♀ × 32812♂) даёт высокие урожаи цветочного сырья и сбор эфирного масла. Позволяет получать высокие

доходы – порядка 371,6 тыс. руб. с 1 га (таблица 5.2). На каждый рубль эксплуатационных затрат можно получить от 1,50 рублей дохода (приложение Б).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе комплексного изучения биологических особенностей родительских форм *Lavandula angustifolia* и *L. × intermedia* и их гибридов F₁, полученных методом реципрокных скрещиваний, были выделены ценные источники хозяйственно-полезных признаков (высокая продуктивность, морозоустойчивость, улучшенный компонентный состав эфирного масла) и созданы новые перспективные гибридные формы, что позволяет рекомендовать их для передачи в Госсорткомиссию с целью включения в Реестр селекционных достижений РФ и дальнейшего использования в производстве.

1. Обоснован выбор исходных родительских форм и подтверждена возможность межвидовой гибридизации тетраплоидных фертильных лавандинов с образцами лаванды узколистной.

2. Проведены реципрокные скрещивания родительских форм, оценена комбинационная способность по числу выращенных растений и всхожести семян выявлены у материнской формы *L. angustifolia* № 32812, в паре с *L. × intermedia* № 11 (54 растения) и установлена максимальная комбинационная способность с *L. × intermedia* № 48 (всхожесть семян – 69,9%, число растений – 56 шт.). Гибридная форма *L. × intermedia* № 11 проявляет хорошую комбинационную способность с формой *L. angustifolia* № 70116, при самом низком числе опыленных растений (88 шт.), среди всех изученных комбинаций, данный генотип показал хорошую всхожесть семян (58,6%).

3. Проведено комплексное изучение (фенология, морфологические параметры, урожайность, массовая доля эфирного масла, качественный и количественный состав эфирного масла, морозоустойчивость) 12 гибридных форм лавандина F₁, полученных в результате реципрокных скрещиваний. Превосходят контроль сорт 'Рабат' следующие гибриды: в комбинации скрещивания 11♀ × 32812♂ по высоте (110 см), диаметру (107 см) растений; гибриды 11♀ × 32812♂ и 32812♀ × 11♂ по содержанию массовой доли (3,28 и 3,08%) и

валовому сбору эфирного масла (251 и 212 ц/га); гибрид $11♀ \times 32812♂$ – по устойчивости к низкому температурному режиму с показателями - балл 15,5, индекс повреждения 59,5; гибриды в комбинациях $8812♀ \times 48♂$ (31,1%) и $11♀ \times 32812♂$ (37,2%) – по качеству эфирного масла (содержание линалилацетата).

4. Установлена плоидность методами цитологического и цитометрического анализа родительских и гибридной форм в комбинации $11♀ \times 32812♂$. Лаванда узколистная являются: диплоидом с числом хромосом $2n = 48$, гибрид F_1 $11♀ \times 32812♂$ $2n = 72$, лавандин тетраплоидом с $2n = 96$.

5. Выделены перспективные гибриды в комбинациях $8812♀ \times 48$ (31,85%) и $11♀ \times 32812♂$ (31,38%), превосходящие контрольный сорт (Рабат) по компонентному содержанию линалилацетата в эфирном масле. Перспективной комбинацией для создания сорта с высоким содержанием эфирного масла является № $11♀ \times 32812♂$. Эта комбинация демонстрирует широкий диапазон варьирования и максимальные показатели массовой доли эфирного масла (до 11%). Для создания сортов с высоким содержанием эфирного масла рекомендуются формы лаванды узколистной № 32812 и лавандина № 11.

6. Доказано, что родительские формы лаванды являются источниками ценных селекционных признаков: лаванда узколистная № 8812 - высокое содержание линалиацетата, № 32812 – морозоустойчивости, № 70116 – продуктивности и раннеспелости, что стало основанием для регистрации их как сортов 'Вайлет' (Боркута и др., 2022), 'Прима Южная' (Боркута и др., 2022) и 'Рекорд Никитский' (Боркута и др., 2022) (включены в Реестр РФ и запатентованы).

7. Подготовлена научно-техническая документация для передачи в Госсортокомиссию перспективного гибрида лавандина ($11♀ \times 32812♂$), с высокой продуктивностью валовым сбором эфирного масла (251 ц/га) и качеством эфирного масла (31,38%). для передачи на Государственное

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ И ПРОИЗВОДСТВА

1. В качестве источников хозяйственно ценных признаков для использования в селекции рекомендуются для создания:

- ультраранних сортов по цветению с коротким вегетационным периодом – сорт 'Прима Южная' (№32812); раннецветущих – лавандин № 11 и лаванда 'Вайлет' (№ 70116); скороспелых – лаванда 'Рекорд Никитский' № 70116; с длительным периодом цветения – лавандины № 48 и № 11; высокорослых гибридов – лавандин №11; ладаванды узколистные: 'Вайлет' – на высокое содержание линалиацетата, Прима южная – морозоустойчивости, 'Рекорд' – продуктивности и раннеспелости.

2. Для использования в эфиромасличном производстве, а также в селекции рекомендуются три новых сорта: 'Вайлет', 'Прима Южная' и 'Рекорд Никитский' (включены в Реестр РФ и запатентованы), которые характеризуются высоким качеством эфирного масла, урожайность и морозоустойчивостью, а также новый гибрид лавандина ($11♀ \times 32812♂$), переданный в Госсорткомиссию, который выделяется высокими качеств 1. В качестве источников хозяйственно ценных признаков для использования в селекции рекомендуются для создания:

- ультраранних сортов по цветению с коротким вегетационным периодом – сорт 'Прима Южная' (№32812); раннецветущих – лавандин № 11 и лаванда 'Вайлет' (№ 70116); скороспелых – лаванда 'Рекорд' никитский № 70116; с длительным периодом цветения – лавандины № 48 и № 11; высокорослых гибридов – лавандин №11; ладаванды узколистные: 'Вайлет' – на высокое содержание линалиацетата, Прима южная – морозоустойчивости, 'Рекорд' – продуктивности и раннеспелости.

2. Для использования в эфиромасличном производстве, а также в селекции рекомендуются три новых сорта: 'Вайлет', 'Прима Южная' и 'Рекорд Никитский' (включены в Реестр РФ и запатентованы), которые характеризуются высоким качеством эфирного масла, урожайность и морозоустойчивостью, а также новый гибрид лавандина ($11♀ \times 32812♂$), переданный в Госсорткомиссию, который выделяется высоким качеством и валовым сбором эфирного масла.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

- РФ – Российская Федерация
 НБС, НБС-ННЦ – Никитский ботанический сад
 ЮБК – Южный берег Крыма
 к – контроль (контрольный сорт)
 из семян от свободного опыления
 F₁ – первое поколение
 мм – миллиметр
 см – сантиметр
 мкм – микрометр
 шт. – штука
 г – год
 гг. – годы
 ч. – час
 мг – миллиграмм
 руб. – рублей
 кг – килограмм
 ц – центнер
 тыс. – тысяча
 га – гектар
 м² – метр квадратный
 °С – градус Цельсия
 % – процент
 Хср. – среднее значение
 Хмах – максимальное значение
 mх – ошибка средней
 V, % – коэффициент вариации
 r – коэффициент корреляции
 n – объем выборки
 Гист – гетерозис истинный
 Гкон – гетерозис конкурсный
L. × intermedia – *Lavandula × intermedia* Emeric Loisel
L. angustifolia – *Lavandula angustifolia* Mill.
 ♀ – материнская форма
 ♂ – отцовская форма
 абс. с. в. – абсолютно сухой вес

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балыкина, Е.Б. Фитосанитарная оценка состояния лавандина в условиях закрытого грунта / Е.Б. Балыкина, В.Д. Работягов, **Ю.С. Хохлов** // Бюллетень государственного Никитского ботанического сада. – 2016. – № 118. – С. 74-80.
2. Бейдеман, И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. – Новосибирск, 1974. – 155 с.
3. Бочкарев Н.И. Современное состояние таксономии, морфологии и селекции лаванды / Н.И. Бочкарев, С.В. Зеленцев // Масличные культуры: научно-технический бюллетень ВНИИМК. – 2013. – Вып. 2. – С. 155-156.
4. Бублик М.О. Лабораторные и полевые методы определения морозоустойчивости плодовых культур / М.О. Бублик, Е.И. Патика, О.И. Китаев. – Киев, 2013. – 26 с.
5. Буюкли М.В. Лаванда и ее культура в СССР. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1969.
6. Вульф Е.В. Эфирномасличные растения и их культура / Е.В. Вульф // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Ленинград, 1927. – Т. 17, Вып. 4. – С. 283-341.
7. Вульф Е.В. Полиплоидия и географическое распространение растений / Е.В. Вульф // Успехи современной биологии. – 1927. – Т. 7, Вып. 2.
8. Гостев А.А. Выделение полиплоидных форм по косвенным признакам / А.А. Гостев // Цитология и генетика. – 1970. – Т. 4, № 1.
9. Денисов В.Ф. Методика лабораторного промораживания корней и побегов плодовых культур / В.Ф. Денисов // Бюллетень ЦГЛ им. И.В. Мичурина. – 1961. – Вып. 11–12. – С. 79–81.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1973. – 374 с.

11. Ергина Е.И. Пространственно-временные закономерности процессов современного почвообразования на Крымском полуострове. – Симферополь: АРИАЛ, 2017. – 224 с.
12. Ермаков А.И. Методы биохимического исследования растений. – М.-Л.: Колос, 1962. – 520 с.
13. Иванов В.И. Руководство к производству фенологических наблюдений. – М.: Изд-во Шиповского опытного лесничества, 1905. – 87 с.
14. Иванов Н.Н. Методы биохимии и физиологии. – М.-Л., 1946. – 268 с.
15. Любусь О.К. Эфиромасличные и пряно-ароматические растения / О.К. Любусь и др. – Херсон: Айлант, 2004. – С. 14-15.
16. Машанов В.И. Биологические основы возделывания лаванды / В.И. Машанов, А.К. Кальченко, Т.Я. Лещук. – Симферополь: Таврия, 1972.
17. Машанов В.И. Новые технические культуры / В.И. Машанов // Сб. науч. трудов. – Ялта, 1987. – С. 13-14.
18. Машанов В.И. Интродукция и селекция эфирномасличных растений в Никитском ботаническом саду / В.И. Машанов // IV Международный конгресс по эфирным маслам: Тезисы докладов. – Тбилиси, 1968. – Т. 2. – С. 110-113.
19. Машанов В.И. Методические рекомендации по возделыванию лавандина / В.И. Машанов, Т.Г. Мухортова. – Ялта, 1974. – 15 с.
20. Мухортова Т.Г. Морфо-биологические и хозяйственные особенности лавандина в различных районах Крыма / Т.Г. Мухортова // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – Ялта, 1972. – Вып. 1(17). – С. 27-33.
21. Научно-технический отчет агрометеостанции Никитский сад за 2014-2020 гг. – С. 14-18.
22. Нестеренко П.А. Селекция лавандинов / П.А. Нестеренко // Тр. Никит. ботан. сада. – Ялта, 1947. – Т. 24, вып. 2.
23. Омаров Д.С. К методике учета и оценки гетерозиса у растений / Д.С. Омаров // Сельскохозяйственная биология. – М.: Колос, 1975. – С. 123-127.

24. Орел Т.И. Влияние капельного орошения на свойства южного чернозема и коричневых почв Крыма: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук / Т.И. Орел. – Киев, 1990. – 46-48 с.

25. Палий, А.Е. Летучие соединения этанольных экстрактов представителей рода *Lavandula* L. / А.Е. Палий, В.Д. Работягов, **Ю.С. Хохлов** // Труды Кубанского аграрного университета. – 2017. – № 67. – С. 195-199.

26. Палий, А.Е. Динамика фенольных соединений у представителей рода *Lavandula* L. в течение вегетации / А. Е. Палий, В. Д. Работягов, И. Н. Палий [и др.] // Биотехнология как инструмент сохранения биоразнообразия растительного мира (физиолого-биохимические, эмбриологические, генетические и правовые аспекты): Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Yalta, 01–05 октября 2018 года. – Yalta: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2018. – С. 170-171.

27. Паушева, З.П. Практикум по цитологии растений. – М.: Агропромиздат, 1988.

28. Плугатарь Ю.В. Экологический мониторинг Южного берега Крыма / Ю.В. Плугатарь, С.П. Корсакова, О.А. Ильницкий. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2015. – 164 с.

29. Патент на селекционное достижение № 12898 Российская Федерация. Лаванда декоративная *Lavandula* L. Вайлет: заявл. 06.06.2022: опубл. 21.06.2023 / А. И. Боркута, В. Д. Работягов, **Ю.С. Хохлов**; заявитель Никитский ботанический сад - Национальный научный центр РАН.

30. Патент на селекционное достижение № 13326 Российская Федерация. Прима Южная: заявл. 27.05.2022: опубл. 18.12.2023 / А. И. Боркута, В. Д. Работягов, **Ю. С. Хохлов**; заявитель Никитский ботанический сад.

31. Патент на селекционное достижение № 13327 Российская Федерация. Рекорд Никитский: заявл. 27.05.2022: опубл. 27.02.2022 / А. И. Боркута, В. Д. Работягов, **Ю.С. Хохлов**; заявитель Никитский ботанический сад - Национальный научный центр РАН.

32. Прохоров А.М. Большая советская энциклопедия: в 30 т. / гл. ред. А.М. Прохоров. – 3-е изд. – М.: Советская энциклопедия, 1969.
33. Работягов В.Д. Экспериментальная полиплоидия у лаванды настоящей: автореф. дис. ... канд. биол. наук / В.Д. Работягов. – Донецк, 1972. – 19 с.
34. Работягов В.Д. Наследование содержания и состава эфирного масла при межвидовой гибридизации лаванды / В.Д. Работягов, Ю.А. Акимов // Генетика. – 1986. – Т. 22, № 7. – С. 1163-1172.
35. Работягов В.Д. Создание высокопродуктивных форм лаванды при межвидовых скрещиваниях: метод. рекоменд. / В.Д. Работягов, Л.В. Свиденко. – Ялта, 2010. – 36 с.
36. Работягов В.Д. Способ отбора высокопродуктивных форм лаванды: авторское свидетельство SU 1421279 A1 / В.Д. Работягов. – Заявка № 4259954 от 23.04.1987.
37. Работягов В.Д. Генетика наследования содержания и состава эфирного масла у тетра- и сесквидиплоидов лаванды / В.Д. Работягов, Ю.А. Акимов // Генетика. – 1990. – Т. 26, № 2. – С. 283-291.
38. Работягов В.Д. Межвидовая гибридизация в селекции (*Lavandula* × *intermedia* Emeric ex Loisel.) на качество эфирного масла / В.Д. Работягов, А.Е. Палий, **Ю.С. Хохлов** // Сельскохозяйственная биология. – 2018. – Т. 53, № 3. – С. 547-556.
39. Работягов В.Д. Преодоление стерильности у лавандинов *L. angustifolia* и *L. latifolia* / В.Д. Работягов // Цитология и генетика. – 1975. – Т. 9, № 5. – С. 57-60.
40. Работягов В.Д. Морфобиологическая характеристика перспективных форм лавандина (*L. × intermedia* Emeric ex Loisel.) / В.Д. Работягов, **Ю.С. Хохлов**, А.Е. Палий // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2017. – Вып. 123. – С. 83-89.
41. Работягов, В. Д. Компонентный состав и содержание эфирного масла в соцветиях лавандинов / В. Д. Работягов, А. Е. Палий, **Ю. С. Хохлов** // Молодые

ученые и фармация XXI века: Сборник научных трудов Четвертой научно-практической конференции с международным участием, Москва, 16 декабря 2016 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений", 2016. – С. 301-305.

42. Работягов В.Д. Лавандины и их классификация / В.Д. Работягов, Л.В. Свиденко // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2001. – Вып. 83. – С. 70-73.

43. Работягов В.Д. Виды и сорта эфиромасличных, пряно-ароматические и пищевые растения коллекции Никитского ботанического сада / В.Д. Работягов, Л.А. Хлыпенко, Н.Н. Бакова, В.И. Машанов // Аннотированный каталог. – Симферополь: Таврида, 2013. – С. 17-19.

44. Работягов В.Д. Интродукция эфиромасличных и пряно-ароматических растений / В.Д. Работягов, В.И. Машанов. – Ялта, 1999. – С. 30.

45. Работягов В.Д. Наследование содержания и состава эфирного масла у *Lavandula L.* и их морфологические особенности / В.Д. Работягов // Генетика. – 1986. – Т. 27. – С. 1014-1017.

46. Работягов В.Д. Проблема синтеза лавандина / В.Д. Работягов // Новые ароматические и лекарственные растения: сб. науч. трудов. – Ялта, 2011. – Т. 133. – С. 188.

47. Работягов В.Д. Селекция лаванды и классификация её межвидовых гибридов / В.Д. Работягов, Л.В. Свиденко // Новые ароматические и лекарственные растения: труды Никитского ботанического сада. – Ялта, 2011. – Т. 133. – С. 188.

48. Романенко Л.Г. Изучение родительских сортов, как исходного материала, для получения гетерозисных гибридов / Л.Г. Романенко // Актуальные проблемы изучения эфиромасличных растений и эфирных масел: тезисы доклада 2-го симпозиума – Кишинев, 1970. – С. 27-28.

49. Свиденко Л.В. Особенности биологии и биохимии лавандина в условиях степной зоны юга Украины / Л.В. Свиденко // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2001. – Вып. 83. – С. 90-93.
50. Скапцов М.В. Проблемы стандартизации в проточной цитометрии растений / М.В. Скапцов, С.В. Смирнов, М.Г. Куцев, А.И. Шмаков // *Turczaninowia*. – 2016. – Т. 19, № 3. – С. 120-122.
51. Сырокомская И.В. Влияние погодных условий, температуры воздуха и температуры почв различного механического состава на фенологическое развитие луговых растений в Ленинградской области / И.В. Сырокомская // Труды фенологического совещания. – Л.: Гидрометеиздат, 1960. – С. 123-144.
52. Тимирязев К.А. Земледелие и физиология растений. – М.: Сельхозгиз, 1957. – 396 с.
53. Федоров В.Г. Методические рекомендации по определению экономической эффективности интродукционно-селекционной работы с эфиромасличными. – Ялта, 1984. – 32 с.
54. Феськов, С.А. Изменчивость сортовых характеристик *Hyssopus officinalis* L. cv. Никитский белый при культивировании в разных природно-климатических условиях / С.А. Феськов, А.П. Диваков, **Ю.С. Хохлов**, О.М. Шевчук // Бюллетень государственного ботанического сада. – 2025. – Вып. 156. – С. 112-124.
55. Хохлов Ю.С. Сравнительная характеристика основных хозяйственных признаков межвидовых гибридов рода *Lavandula* L. / Ю.С. Хохлов, А.Е. Палий // Биология растений и садоводство: теория, инновации. – 2019. – № 2(151). – С. 76-85.
56. Хохлов, Ю.С. Морозоустойчивость видов и гибридов рода *Lavandula* L / Ю. С. Хохлов, О. М. Шевчук, В. В. Корзин // Биология растений и садоводство: теория, инновации. – 2025. – № 1(174). – С. 64-73.
57. Хохлов, Ю.С. Оценка морозостойкости межвидовых гибридов рода *Lavandula* L. И их родительских форм / Ю. С. Хохлов // Ароматические и лекарственные растения: интродукция, селекция, агротехника, биологически

активные вещества, влияние на человека: тезисы международной научно-практической конференции, Ялта, 21–25 июня 2021 года / Никитский ботанический сад - Национальный научный центр РАН. – Симферополь: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2021. – С. 30.

58. Шайтан, И.М. Основные понятия интродукции растений / И.М. Шайтан // Интродукция и селекция южных и плодовых растений: сб. научных работ. – Киев: Наук. думка, 1983. – С. 7-14.

59. Шнелле, Ф. Фенология растения: перевод с нем. – Л., 1961. – 356 с.

60. Шоферистова, Е.Г. Органогенез и биология цветения лаванды и лавандина / Е.Г. Шоферистова, В.Д. Работягов, В.И. Машанов // Ботанический журнал. – 1977. – Т. 62. – С. 1479.

61. Шоферистова, Е.Г. Органогенез и биология цветения лаванды и лавандина / Е.Г. Шоферистова // Ботанический журнал. – 1977. – Т. 62. – С. 1479-1490.

62. Яблонский, Е.А. Методические рекомендации по оценке зимостойкости косточковых и орехоплодных культур / Е.А. Яблонский, Т.С. Елманова, Т.П. Кучерова. – Ялта: ГНБС, 1984. – 26 с.

63. Ahmad, A. Fungicidal activity of thymol and carvacrol by disrupting ergosterol biosynthesis and membrane integrity against *Candida* / A. Ahmad, A. Khan, F. Akhtar, S. Yousuf, I. Xess, L.A. Khan, N. Manzoor // European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases. – 2011. – Vol. 30, № 1. – P. 41-50.

64. Astani, A. Comparative study on the antiviral activity of selected monoterpenes derived from essential oils / A. Astani, J. Reichling, P. Schnitzler // Phytotherapy Research. – 2010. – Vol. 24, № 5. – P. 673-679.

65. Bailey, L.H. The Standart Cyclopedia of Horticulture. – London, 1927.

66. Baser, K.H.C. Enantiomeric distribution of Linalool, Linalyl acetate and Camphor in Bulgarian Lavender Oil / K.H.C. Baser // Journal of Essential Oil Research. – 2005. – Vol. 17, № 2. – P. 135-136.

67. Bendiksby, M. An updated phylogeny and classification of Lamiaceae subfamily Lamioideae / M. Bendiksby, L. Thorbek, A.C. Scheen, C. Lindqvist, O. Ryding // *Taxon*. – 2011. – Vol. 60, № 2. – P. 471-484.
68. Brailko, V.A. The quality of the DNA isolated from the leaves of *Lavandula angustifolia* Mill. / V.A. Brailko, I.V. Bulavin, V.V. Oberemok [et al.] // *The First International Symposium on Botanical Gardens and Landscapes: Program and Abstracts, Bangkok, 02–04 декабря 2019 года*. – Bangkok, 2019. – P. 81-82.
69. Bulavin, I.V. The quality of the dna isolated from *Lavandula angustifolia* leaves / I.V. Bulavin, V.A. Brailko, O.A. Grebennikova, I.V. Mitrofanova, I.L. Zhdanova, **Yu.S. Khokhlov** // *Acta horticulturae*. – 2020. – № 1298. – P. 563-568.
70. Burnat, F. *Flore des Alpes Maritimes*. Vol. 3. – 1899. – P. 244.
71. Burt, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review / S. Burt // *International Journal of Food Microbiology*. – 2004. – Vol. 94, № 3. – P. 223-253.
72. Cavanagh, H.M.A. Biological activities of lavender essential oil / H.M.A. Cavanagh, J.M. Wilkinson // *Phytotherapy Research*. – 2002. – Vol. 16, № 4. – P. 301–308.
73. Chaytor, D.A. A taxonomic study of the genus *Lavandula* / D.A. Chaytor // *Journal of the Linnean Society of London, Botany*. – 1937. – Vol. 51, № 338. – P. 153-204.
74. Chemat, F. Ultrasound assisted extraction of food and natural products. Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications. A review / F. Chemat, N. Rombaut, A.G. Sicaire, A. Meullemiestre, A.S. Fabiano-Tixier, M. Abert-Vian // *Ultrasonics Sonochemistry*. – 2017. – Vol. 34. – P. 540-560.
75. Christodoulakis, N.S. Structural and cytochemical investigation of the leaf of *Lavandula angustifolia* Mill. (Lamiaceae) / N.S. Christodoulakis, P.N. Lampri, C. Fasseas // *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*. – 2009. – Vol. 204, № 7. – P. 543-548.
76. Chrysargyris, A. Nitrogen and phosphorus levels affected plant growth, essential oil composition and antioxidant status of lavender plant (*Lavandula*

angustifolia Mill.) / A. Chrysargyris, C. Panayiotou, N. Tzortzakis // *Industrial Crops and Products*. – 2016. – Vol. 83. – P. 577-586.

77. Chrysargyris, A. Effects of Water Stress and Re-watering on the Volatile Organic Compounds (VOCs) of *Lavandula angustifolia* Mill. Flowers / A. Chrysargyris, N. Tzortzakis // *Industrial Crops and Products*. – 2016. – Vol. 89. – P. 260-266.

78. Chaytor, D.A. A Taxonomic study of genus *Lavandula* / D.A. Chaytor // *Journal of the Linnean Society of London, Botany*. – 1937. – Vol. 51, № 338.

79. Darlington, C.D. Chromosome Atlas of Flowering Plants / C.D. Darlington, A.P. Wylie. – 2nd Edition. – London, 1955.

80. Demissie, Z.A. Cloning and functional characterization of β -phellandrene synthase from *Lavandula angustifolia* / Z.A. Demissie, L.S. Sarker, S.S. Mahmoud // *Planta*. – 2011. – Vol. 233, № 4. – P. 685-696.

81. Emeric, A. Sur une nouvelle espèce de lavande / A. Emeric // *Bulletin de la Société Botanique de France*. – 1830. – Vol. 1. – P. 28.

82. Engel, A. Die natürlichen Pflanzenfamilien nebst ihren Gattungen und wichtigeren Arten insbesondere den Nutzpflanzen / A. Engel, K. Prantl. – Leipzig, 1897.

83. Enshaieh, S. The efficacy of 5% topical tea tree oil gel in mild to moderate acne vulgaris: a randomized, double-blind placebo-controlled study / S. Enshaieh, A. Jooya, A.H. Siadat, F. Iraj // *Indian Journal of Dermatology, Venereology, and Leprology*. – 2007. – Vol. 73, № 1. – P. 22-25.

84. Enshaieh, S. In vitro antibacterial activity of the essential oil of *Lavandula angustifolia* against burn wound bacterial isolates / S. Enshaieh, M. Shafaati, A.H. Siadat, F. Abdollahpour // *Indian Journal of Pharmacology*. – 2007. – Vol. 39, № 3. – P. 178–181.

85. Ferchichi, S. *Hordeum vulgare* and *Hordeum maritimum* respond to extended salinity stress displaying different temporal accumulation pattern of metabolites / S. Ferchichi, K. Hessini, E. Dell'Aversana, L. D'Amelia, P. Woodrow, L.F. Ciarmiello, P. Carillo // *Functional Plant Biology*. – 2018. – Vol. 45, № 11. – P. 1096-1109.

86. Ferhat, M.A. An improved microwave Clevenger apparatus for distillation of essential oils from orange peel / M.A. Ferhat, B.Y. Meklati, J. Smadja, F. Chemat // *Journal of Chromatography A*. – 2006. – Vol. 1112, № 1-2. – P. 121-126.
87. Garcia, M. Yield and oil composition of *Lavandula* hybrids under Mediterranean conditions / M. Garcia [et al.] // *Industrial Crops and Products*. – 2021. – Vol. 170. – Art. 113789.
88. Grand View Research. Lavender Oil Market Size, Share & Trends Analysis Report by Product, By Application, By Region and Segment Forecasts, 2021-2028. – Report ID: GVR-4-68038-559-4. – 2021.
89. Guenther, E. The French Lavender and Lavandin Industry / E. Guenther // *French*. – 1954. – P. 172.
90. Guitton, Y. Differential accumulation of volatile terpene and terpene precursors in lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) / Y. Guitton, F. Nicolè, S. Moja, N. Valot, S. Legrand, F. Jullien, L. Legendre // *Physiologia Plantarum*. – 2010. – Vol. 138, № 2. – P. 150-163.
91. Guitton, Y. Diversité des composés terpéniques volatils au sein du genre *Lavandula*: aspects évolutifs et physiologiques: thèse de doctorat: biologie et physiologie végétales / Y. Guitton. – Saint-Etienne: Université Jean-Monnet, 2010. – 33 p.
92. Hammer, K.A. Antifungal effects of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil and its components on *Candida albicans*, *Candida glabrata* and *Saccharomyces cerevisiae* / K.A. Hammer, C.F. Carson, T.V. Riley // *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. – 2004. – Vol. 53, № 6. – P. 1081-1085.
93. Hassiotis, C.N. Environmental and developmental factors affect essential oil production and quality of *Lavandula angustifolia* during flowering period / C.N. Hassiotis, F. Ntana, D.M. Lazari, S. Poulis, K.E. Vlachonasios // *Industrial Crops and Products*. – 2014. – Vol. 62. – P. 359-366.
94. Herrera, J. Flower and fruit biology in southern Spanish Mediterranean shrublands / J. Herrera // *Annals of the Missouri Botanical Garden*. – 1987. – Vol. 74, № 1. – P. 69-78.

95. Hy, A. Les lavandes de France / A. Hy // Bulletin de la Société Botanique de France. – 1908. – Vol. 55. – P. 562.
96. ISO. Essential oil of lavandin (*Lavandula* × *intermedia* Emeric ex Loiseleur), French type: ISO 8902:2009. – Geneva: International Organization for Standardization, 2009.
97. Jones, A. Morphological traits and yield potential of *Lavandula angustifolia* and *Lavandula* × *intermedia* hybrids / A. Jones, P. Brown // Industrial Crops and Products. – 2020. – Vol. 150. – Art. 112456.
98. Jord, J. Annotations sur la flore de France et d'Allemagne / J. Jord // Annotations sur la Flore de France et d'Allemagne. – 1855. – Vol. 1. – P. 34.
99. Kara, N. Essential oil characteristics of lavandins (*Lavandula* × *intermedia* Emeric ex loisel.) of Isparta province, kuyucak district, where lavender production center of Turkey / N. Kara, H. Baydar // Journal of Selcuk Agriculture and Food Sciences. – 2011. – Vol. 25, № 4. – P. 41-45.
100. Kasper, S. Silexan, an orally administered *Lavandula* oil preparation, is effective in the treatment of 'subsyndromal' anxiety disorder: a randomized, double blind, placebo-controlled trial / S. Kasper, M. Gastpar, W.E. Muller, H.P. Volz, H.J. Möller, A. Dienel, S. Schläfke // International Clinical Psychopharmacology. – 2010. – Vol. 25, № 5. – P. 277-287.
101. Kovalenko, V. Cold tolerance in *Lavandula angustifolia* and *Lavandula* × *intermedia* hybrids / V. Kovalenko [et al.] // Plant Physiology and Biochemistry. – 2022. – Vol. 170. – P. 123-130.
102. Lapczynski, A. Fragrance material review on linalyl acetate / A. Lapczynski, S.P. Bhatia, R.J. Foxenberg, C.S. Letizia, A.M. Api // Food and Chemical Toxicology. – 2008. – Vol. 46, № 11. – P. S190-S192.
103. Lavergne, S. Limitations on reproductive success in endemic *Aquilegia viscosa* (Ranunculaceae) relative to its widespread congener *Aquilegia vulgaris*: the interplay of herbivory and pollination / S. Lavergne, M. Debussche, J.D. Thompson // Oecologia. – 2005. – Vol. 142, № 2. – P. 212-220.

104. Laws, D. Zytologische Untersuchungen Uber den Formenkreis von *Lavandula spica* L. – Berlin, 1930.
105. Lee, S. Chemical profiling of essential oils from *Lavandula* hybrids: a comparative study / S. Lee [et al.] // *Molecules*. – 2020. – Vol. 25, № 18. – Art. 4231.
106. Lewith, G.T. A single-blinded, randomized pilot study evaluating the aroma of *Lavandula angustifolia* as a treatment for mild insomnia / G.T. Lewith, A.D. Godfrey, P. Prescott // *Journal of Alternative & Complementary Medicine*. – 2005. – Vol. 11, № 4. – P. 631-637.
107. Lis-Balchin, M. *Lavender*. – Taylor & Francis, 2002. – 237 p.
108. Lis-Balchin, M. (Ed.). *Lavender: The Genus Lavandula*. – CRC Press, 2002.
109. Loisel, A. *Herbier Amat*. – Vol. 2. – 1810. – P. 82.
110. Market Research Future. *Lavender Oil Market Research Report - Global Forecast until 2028*. – Report ID: MRFR/CnM/3648-CR. – 2022.
111. Monter, A.B. Monoterpene production and regulation in Lavenders (*Lavandula angustifolia* and *Lavandula x intermedia*) / A.B. Monter. – Okanagan: University of British Columbia, 2008. – 86 p.
112. Morales, R. *Flora Iberica: Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares*. Vol. XII. *Verbenaceae-Labiatae-Callitrichaceae*. – Madrid: Real Jardín Botánico, CSIC, 2010. – 650 p.
113. Nesbitt, M. *Lavender. The culture of plants* / M. Nesbitt // Google Books Result. – 2005. – P. 247.
114. Oberemok, V.V. Successful management of secondary metabolite biosynthesis of essential oil plants using unmodified antisense oligonucleotides in a *Lavandula angustifolia* Mill. model / V.V. Oberemok, E.V. Laikova, R.Z. Useinov, N.V. Galchinsky, R.A. Yurchenko, **Yu.S. Khokhlov**, I.A. Novikova // *In Vitro Cellular & Developmental Biology - Animal*. – 2020. – Vol. 56, Suppl. 1. – P. S61-S62.
115. Ochatt, S.J. Ploidy Level Determination within the Context of in Vitro Breeding / S.J. Ochatt, E.M. Patat-Ochatt, A. Moessner // *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. – 2011. – Vol. 104. – P. 329-341.

116. Peana, A.T. (-)-Linalool produces antinociception in two experimental models of pain / A.T. Peana, P.S. D'Aquila, M.L. Chessa, M.D.L. Moretti, G. Serra, P. Pippia // *European Journal of Pharmacology*. – 2006. – Vol. 460, № 1. – P. 37-41.
117. Perlin, D.S. Mechanisms of echinocandin antifungal drug resistance / D.S. Perlin // *Annals of the New York Academy of Sciences*. – 2015. – Vol. 1354, № 1. – P. 1-11.
118. Perveen, A. Pollen flora of Pakistan-LIX. Lamiaceae / A. Perveen, M. Qaiser // *Pakistan Journal of Botany*. – 2010. – Vol. 42, № 2. – P. 1129-1135.
119. Petersen, M. Rosmarinic acid / M. Petersen, M.S.J. Simmonds // *Phytochemistry*. – 2003. – Vol. 62, № 2. – P. 121-125.
120. Peyron, L. Lavandula e Lavandin / L. Peyron, I. Benezet // *Rivista Italiana Essenze, Profumi, Piante Officinali, Aromi, Saponi, Cosmetici, Aerosol*. – 1969. – Vol. 51, № 5. – P. 209–218.
121. Pouliot, M. Agritourism and lavender farming: A case study of economic diversification / M. Pouliot, M. Redwood // *Journal of Rural Studies*. – 2018. – Vol. 61. – P. 80-89.
122. Prusinowska, R. Composition, biological properties and therapeutic effects of lavender (*Lavandula angustifolia* L.). A review / R. Prusinowska, K.B. Smigielski // *Herba Polonica*. – 2014. – Vol. 60, № 2. – P. 56-66.
123. Rehder, F. Manual of cultivated trees and shrubs. – Second Edition, Revised and Enlarged. – New York, 1949.
124. Reverchon, J. Flore des Alpes-Maritimes / J. Reverchon, J. Briquet. – Laboratoire d'Alpinisme Maritimes, 1893. – P. 123-126.
125. Rosato, A. Antibacterial and antifungal activity of commercial essential oils / A. Rosato, C. Vitali, N. De Laurentis, D. Armenise, M.A. Milillo // *Journal of Essential Oil Research*. – 2007. – Vol. 19, № 3. – P. 220-225.
126. Salisbury, R. Prodrum Stirpium in Horto Allertoni. – 1796.
127. Sanglard, D. Emerging threats in antifungal-resistant fungal pathogens / D. Sanglard // *Frontiers in Medicine*. – 2016. – Vol. 3. – Art. 11.

128. Sarker, L.S. Molecular cloning and functional characterization of borneol dehydrogenase from the glandular trichomes of *Lavandula × intermedia* / L.S. Sarker, M. Galata, Z.A. Demissie, S.S. Mahmoud // *Archives of Biochemistry and Biophysics*. – 2012. – Vol. 528, № 2. – P. 163-170.
129. Schnitzler, P. Antiviral activity of Australian tea tree oil and eucalyptus oil against herpes simplex virus in cell culture / P. Schnitzler, K. Schon, J. Reichling // *Pharmazie*. – 2001. – Vol. 56, № 4. – P. 343-347.
130. Shellie, R. Characterisation of lavender essential oils by using gas chromatography–mass spectrometry with correlation of linear retention indices and comparison with comprehensive two-dimensional gas chromatography / R. Shellie, L. Mondello, P. Marriott, G. Dugo // *Journal of Chromatography A*. – 2002. – Vol. 970, № 1-2. – P. 225-234.
131. Shmida, A. Adaptive matching rules in plant-pollinator interactions: pollination efficiency and floral evolution in *Lavandula* / A. Shmida, O. Fragman, Y. Yom-Tov, Y. Sapir, H. Seligmann // *Israel Journal of Plant Sciences*. – 2002. – Vol. 50, Suppl. 1. – P. S35-S44.
132. Smith, J. Phenological variation in *Lavandula* hybrids: implications for cultivation / J. Smith [et al.] // *Journal of Essential Oil Research*. – 2019. – Vol. 31, № 4. – P. 345-355.
133. Tsiupka, V. Molecular genetic diversity of *Lavandula × intermedia* Emeric. ex Loisel. in the Nikita Botanical Garden's collection detected by microsatellite markers / V. Tsiupka, I.V. Bulavin, O.A. Grebennikova [et al.] // *Acta Horticulturae*. – 2022. – Vol. 1339. – P. 435-442. – DOI 10.17660/ActaHortic.2022.1339.55.
134. Tsiupka, S. Evaluation of the photosynthetic apparatus functioning in *Lavandula angustifolia* Mill. at different stages of post aseptic adaptation / S. Tsiupka, V. Tsiupka, I. Zhdanova, Yu.V. Plugatar, **Yu. Khokhlov** // *Acta Horticulturae*. – 2020. – Vol. 1334. – P. 297-304.
135. Upson, T. The genus *Lavandula* / T. Upson, S. Andrews. – 1st edn. – Portland, Oregon: Timber Press, 2004.

136. Urwin, N.A.R. Generation and characterisation of colchicine-induced autotetraploid *Lavandula angustifolia* / N.A.R. Urwin, J. Horsnell, T. Moon // *Euphytica*. – 2007. – Vol. 156. – P. 257–266.
137. Verdeguer, M. Phytotoxic effects of *Lantana camara*, *Eucalyptus camaldulensis* and *Eriocephalus africanus* essential oils in weeds of Mediterranean summer crops / M. Verdeguer, M.A. Blázquez, H. Boira // *Biochemical Systematics and Ecology*. – 2009. – Vol. 37, № 4. – P. 362–369.
138. Verma, R.S. Essential oil composition of *Lavandula angustifolia* Mill. cultivated in the mid hills of Uttarakhand, India / R.S. Verma, L.U. Rahman, C.S. Chanotiya [et al.] // *Journal of the Serbian Chemical Society*. – 2010. – Vol. 75, № 3. – P. 343–348.
139. Vinot, M. Etudes sur la Lavande. VI. Les hybrides / M. Vinot, A. Bouscary // *Recherches*. – 1971. – Vol. 18. – P. 29–44.
140. Woelk, H. A multi-center, double blind, randomised study of the Lavender oil preparation Silexan in comparison to Lorazepam for generalized anxiety disorder / H. Woelk, S. Schläfke // *Phytomedicine*. – 2010. – Vol. 17, № 2. – P. 94–99.
141. Woronow, A. Lavender and Lavandin / A. Woronow // *Handbook of Herbs and Spices*. Second Edition. Vol. 2. – Woodhead Publishing, 2011. – P. 329–358.
142. Zaccara, S. Antifungal activity of essential oils from blue gum (*Eucalyptus globulus*) and lavender (*Lavandula angustifolia*) / S. Zaccara, G. Panfili, M. Benvenuto, L. Benvenuto, M. Lambardi // *Journal of Essential Oil Research*. – 2016. – Vol. 28, № 4. – P. 350–358.
143. Zárbynický, L. Evaluation of winter hardiness of selected lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) cultivars and hybrids / L. Zárbynický, J. Kutil, K. Novotná // *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. – 2018. – Vol. 66, № 2. – P. 487–493.
144. Zheljazkov, V.D. Hydrodistillation extraction time effect on essential oil yield, composition, and bioactivity of coriander oil / V.D. Zheljazkov, T. Astatkie, V. Schlegel // *Journal of Oilseed Brassica*. – 2012. – Vol. 3, № 2. – P. 68–75.

145. Zheljazkov, V.D. Content, composition, and bioactivity of the essential oils of three basil genotypes as a function of harvesting / V.D. Zheljazkov, C.L. Cantrell, B. Tekwani, S.I. Khan // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2008. – Vol. 56, № 2. – P. 380-385.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Таблица А.1 - Агрометеорологические условия 2020 г.

Месяц	Температура воздуха, °С			Температура на почве, °С		Осадки, мм	Влажность воздуха, %	
	средняя	максимальная	минимальная	максимальная	минимальная	сумма	средняя	минимальная
Январь	5,0	11,9	-1,4	10,9	-0,5	25,9	67	29
Февраль	5,3	17,5	-7,1	17,3	-6,9	85,0	65	19
Март	9,3	22,1	-1,6	22,0	-0,5	3,0	60	23
Апрель	10,1	17,1	1,8	16,7	2,9	8,1	50	11
Май	14,9	28,5	8,0	28,0	9,5	30,5	66	25
Июнь	21,7	30,5	10,0	30,1	10,3	54,8	63	10
Июль	25,5	34,0	18,3	33,6	19,0	8,4	58	31
Август	24,8	34,8	17,5	34,4	17,8	8,7	51	30
Сентябрь	22,4	31,3	14,0	31,2	14,2	24,1	63	28
Октябрь	18,2	26,2	8,9	23,7	9,2	35,0	70	29
Ноябрь	9,6	19,0	1,9	18,7	3,1	35,7	73	30
Декабрь	7,4	17,2	-0,8	16,4	-,04	41,6	82	50
Сумма	-	-	-	-	-	360,8	-	-
Средне- годовая	14,5	-	-	-	-	-	64	-

Таблица А.2 - Агрометеорологические условия 2021 г.

Месяц	Температура воздуха, °С			Температура на почве, °С		Осадки, мм	Влажность воздуха, %	
	средняя	максимальная	минимальная	максимальная	минимальная	сумма	средняя	минимальная
Январь	6,0	14,8	-4,8	14,0	-4,5	100,0	73	24
Февраль	4,7	16,5	-5,9	14,9	-5,8	27,6	70	30
Март	5,1	15,5	-5,1	13,8	-5,0	75	64	28
Апрель	9,5	18,8	3,1	17,1	3,5	41,2	71	23
Май	16,4	27,0	7,9	26,4	8,3	20,2	66	36
Июнь	19,9	29,0	11,5	27,9	12,3	176,0	76	42
Июль	26,3	35,0	18,4	34,0	18,8	60	55	30
Август	25,1	32,4	19,2	31,2	20,1	97,6	62	39
Сентябрь	17,9	27,0	10,4	25,9	10,7	50	58	33
Октябрь	12,6	21,2	5,9	18,4	6,8	13,0	70	31
Ноябрь	10,3	20,5	2,0	19,9	2,5	54	77	37
Декабрь	7,5	18,1	-6,7	16,9	-6,6	94	79	40
Сумма	-	-	-	-	-	808,6	-	-
Средне- годовая	13,4	-	-	-	-	-	68,4	-

Таблица А.3 - Агрометеорологические условия 2022 г.

Месяц	Температура воздуха, °С			Температура на почве, °С		Осадки, мм	Влажность воздуха, %	
	средняя	максимальная	минимальная	максимальная	минимальная	сумма	средняя	минимальная
Январь	4,0	14,9	-3,6	14,4	-3,2	30,0	68	35
Февраль	5,8	12,4	-1,7	12,1	-1,6	75,0	77	40
Март	3,3	17,0	-5,1	14,4	-4,8	62	61	21
Апрель	11,7	22,9	2,6	22,6	3,6	39	65	26
Май	14,9	25,9	8,4	24,0	9,0	24	61	39
Июнь	22,8	32,4	14,5	32,4	15,1	82	58	22
Июль	24,2	32,4	17,5	32,2	18,4	23	53	29
Август	25,8	33,6	20,3	33,0	20,4	21	65	22
Сентябрь	22,1	30,7	10,6	30,4	11,4	12	61	30
Октябрь	15,1	24,0	5,0	22,4	7,6	19	60	25
Ноябрь	11,4	20,0	5,7	19,2	6,0	106,0	81	43
Декабрь	7,8	14,4	-0,8	14,0	-0,5	81	82	21
Сумма	-	-	-	-	-	574,0	-	-
Средне- годовая	14,0	-	-	-	-	-	66	-

Таблица Б.1 -Технологическая карта возделывания лавандина (перспективный гибрид)

[illegible]

Таблица Б.2 -Расчет экономической эффективности получения масла лавандина
(перспективный гибрид, руб. с 1га

Эксплуатационные издержки на возделывание и уборку по технологической карте тыс. руб	371 836,67
Стоимость минеральных удобрений , руб	22 968,00
Стоимость ядохимикатов (т.5), тыс. руб	9 597,82
итого тыс. руб.	404 402,49
Прочие расходы, тыс. руб	40 440,25
Накладные расходы (10% от эксп.расх.), тыс. руб	44 484,27
Всего затрат на возделывание 1 га	489 327,01
Затраты на переработку сырья, тыс. руб	130 474,82
Всего, тыс. руб	619 801,83
Выход сырья (для производства),ц\га	76,66
Получение масло в %	3,28
Валовый сбор масла, кг.	251,00
Расход сырья на получение масла, кг.	30,54
Себестоимость 1 кг. масла,руб.	2 469,33
Средняя цена реализации за 1 кг., руб	3 950,00
Доход от реализации масла, руб.	991 450,00
Доход от реализации 1 кг.масла, руб.	1 480,67
Прибыль на 1 га, руб.	371 648,17
Рентабельность, %	59,96

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Государственная комиссия Российской Федерации
по испытанию и охране селекционных достижений»

ПАТЕНТ НА СЕЛЕКЦИОННОЕ ДОСТИЖЕНИЕ

№ 13327

Лаванда
Lavandula angustifolia Mill.

РЕКОРД НИКИТСКИЙ

Патентообладатель

ФГБУН 'ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ НИКИТСКИЙ
БОТАНИЧЕСКИЙ САД-НАЦИОНАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РАН'

Авторы -

БОРКУТА АННА ИВАНОВНА
РАБОТЯГОВ ВАЛЕРИЙ ДМИТРИЕВИЧ
ХОХЛОВ ЮРИЙ СЕРГЕЕВИЧ



ВЫДАН ПО ЗАЯВКЕ № 7754412 С ДАТОЙ ПРИОРИТЕТА 27.05.2022 г.
ОПИСАНИЕ, ОПРЕДЕЛЯЮЩЕЕ ОБЪЕМ ОХРАНЫ, ПРИЛАГАЕТСЯ
ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ГОСУДАРСТВЕННОМ РЕЕСТРЕ
ОХРАНЯЕМЫХ СЕЛЕКЦИОННЫХ ДОСТИЖЕНИЙ 18.12.2023 г.

Врио председателя

А.В. Куликов

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Государственная комиссия Российской Федерации
по испытанию и охране селекционных достижений»

ПАТЕНТ НА СЕЛЕКЦИОННОЕ ДОСТИЖЕНИЕ

№ 12898

Лаванда декоративная
Lavandula L.

ВАЙЛЕТ

Патентообладатель

ФГБУН 'ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ НИКИТСКИЙ
БОТАНИЧЕСКИЙ САД-НАЦИОНАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РАН'

Авторы -

БОРКУТА АННА ИВАНОВНА
РАБОТЯГОВ ВАЛЕРИЙ ДМИТРИЕВИЧ
ХОХЛОВ ЮРИЙ СЕРГЕЕВИЧ



ВЫДАН ПО ЗАЯВКЕ № 7754432 С ДАТОЙ ПРИОРИТЕТА 06.06.2022 г.
ОПИСАНИЕ, ОПРЕДЕЛЯЮЩЕЕ ОБЪЕМ ОХРАНЫ, ПРИЛАГАЕТСЯ
ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ГОСУДАРСТВЕННОМ РЕЕСТРЕ
ОХРАНЯЕМЫХ СЕЛЕКЦИОННЫХ ДОСТИЖЕНИЙ 21.06.2023 г.

Председатель

 М.Ю. Александров

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Государственная комиссия Российской Федерации
по испытанию и охране селекционных достижений»

ПАТЕНТ НА СЕЛЕКЦИОННОЕ ДОСТИЖЕНИЕ

№ 13326

Лаванда
Lavandula angustifolia Mill.

ПРИМА ЮЖНАЯ

Патентообладатель

ФГБУН 'ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ НИКИТСКИЙ
БОТАНИЧЕСКИЙ САД-НАЦИОНАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РАН'

Авторы -

БОРКУТА АННА ИВАНОВНА
РАБОТЯГОВ ВАЛЕРИЙ ДМИТРИЕВИЧ
ХОХЛОВ ЮРИЙ СЕРГЕЕВИЧ



ВЫДАН ПО ЗАЯВКЕ № 7754411 С ДАТОЙ ПРИОРИТЕТА 27.05.2022 г.
ОПИСАНИЕ, ОПРЕДЕЛЯЮЩЕЕ ОБЪЕМ ОХРАНЫ, ПРИЛАГАЕТСЯ
ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ГОСУДАРСТВЕННОМ РЕЕСТРЕ
ОХРАНЯЕМЫХ СЕЛЕКЦИОННЫХ ДОСТИЖЕНИЙ 18.12.2023 г.

Врио председателя

А.В. Куликов