

*На правах рукописи*

**Пашенко Ольга Игоревна**

**ОЦЕНКА КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ *FREESIA REFRACTA*  
В ЗОНЕ ВЛАЖНЫХ СУБТРОПИКОВ РОССИИ  
С ЦЕЛЬЮ СОЗДАНИЯ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ**

Специальность 06.01.05 – Селекция и семеноводство  
сельскохозяйственных растений

**Автореферат**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Краснодар – 2018

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и субтропических культур» (ФГБНУ ВНИИЦиСК) в 2011 – 2016 гг.

- Научный руководитель: кандидат сельскохозяйственных наук  
старший научный сотрудник  
**Мохно Валентина Сергеевна**
- Официальные оппоненты: **Щеглов Сергей Николаевич**, доктор биологических наук, профессор кафедры генетики, микробиологии и биотехнологии, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»  
**Сорокопудов Владимир Николаевич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий центром генетики, селекции и интродукции садовых культур, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства»
- Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад — Национальный научный центр РАН»

Защита диссертации состоится 28 июня 2018 г. в 09:00 часов на заседании диссертационного совета Д 220.038.03, созданного на базе ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», по адресу: 350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13 (главный корпус, 1 этаж, ауд. 106), тел./факс (8-861) 221-57-93.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», по адресу: 350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13 и на сайте <http://www.kubsau.ru>, с авторефератом – на официальных сайтах: Высшей аттестационной комиссии – <http://www.vak.ed.gov.ru> и ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина» – <http://www.kubsau.ru>.

Автореферат разослан «1» июня 2018 г.

Ученый секретарь диссертационного совета  
доктор биологических наук, профессор

Цаценко Л.В.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность работы.** Культура фрезии в последние 20 лет, наравне с тюльпаном, на мировом рынке срезочной цветочной продукции занимает одно из первых мест. В настоящее время выращиванием фрезии на промышленной основе занимаются в Голландии, Англии, Бельгии, Дании и Новой Зеландии (Гиль, Ефимов, 1980; Бутане, 1990; Братухина, Лепилов, 2001; Братухина, Мохно, 2006).

В Россию фрезия была завезена из Голландии в 1963 г., к 1980 г. ее выращивание достигло промышленных масштабов. В 1984 г. были начаты исследования фрезии, связанные с интродукцией, сортоизучением, разработкой технологий возделывания и размножения её в зоне влажных субтропиков России во Всероссийском НИИ цветоводства и субтропических культур (ВНИИЦиСК, г. Сочи) (Вакула, 1979; Мохно, Братухина, 2001).

Черноморское побережье Краснодарского края по своим природным условиям благоприятно для выращивания цветов фрезии на срез в течение почти всего года в теплицах с нерегулируемым микроклиматом. Красивые цветы с разнообразной яркой окраской и нежным ароматом, изящная форма соцветий, устойчивость в срезе делают фрезии наиболее популярной среди цветочных культур закрытого грунта (Самойлова, 1974; Братухина, Мохно, 2001, 2006, 2012; Пащенко, 2014). Зимний и ранневесенний срок цветения способствуют увеличению спроса на цветы фрезии, т.к. в этот период ассортимент цветочной продукции на рынке ограничен. Цветки фрезии содержат ценные эфирные масла, которые широко используются в парфюмерной промышленности (Самойлова, 1974; Ярцев, 1976; Балюнене, 1977; Гиль, Ефимов, 1980; Вечерко, 2010; Пащенко, 2016).

Сорта зарубежной селекции фрезии гибридной, завезенные в цветоводческие хозяйства Черноморского побережья Краснодарского края и выращиваемые в условиях закрытого грунта, обладая высокими декоративными качествами, сильно поражаются грибными и вирусными болезнями. В результате сорта быстро вырождаются, теряется декоративность растений и резко снижается эффективность возделывания культуры (Ярцев, 1976; Смеянов, 1986).

Для получения высоких и устойчивых урожаев среза цветов и посадочного материала (клубнелуковиц) существует необходимость создания новых высокодекоративных, относительно устойчивых к вирусным и грибным заболеваниям сортов фрезии, адаптивных для возделывания на Черноморском побережье Краснодарского края в условиях закрытого грунта, в том числе без технического обогрева. Некоторые вопросы целенаправленного подбора родительских пар, комбинационной способности отдельных исходных форм, в том числе появляющихся новых современных сортов, а также перспективности каждой отобранной гибридной формы еще требуют изучения. Требуется глубокая проработка всего накопленного селекционного материала.

**Степень разработанности темы.** За 30 лет в ФГБНУ ВНИИЦиСК создана коллекция из зарубежных и отечественных сортообразцов, проведены межсортовые скрещивания, в том числе между сортами разного уровня ploidy.

Сотрудниками института разработаны следующие вопросы: подбор родительских пар для получения константных семенных рас фрезии, с целью оценки генетических достоинств и селекционных возможностей исходных форм проведено изучение и установлены хромосомные числа 56 сортов фрезии, среди которых обнаружены ди-, три- и тетраплоидные; разработана методика культуры зародышей и семяпочек при использовании разноплоидных скрещиваний фрезии (Соловьева, Смянов, 1991; Мохно, Братухина, Арутюнова, 2005, 2007). Создан значительный гибридный фонд, в Государственной комиссии Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений зарегистрированы 27 отечественных сортов.

**Цель исследований** – оценить коллекционные образцы *Freesia refracta* в зоне влажных субтропиков России для создания исходного селекционного материала.

**Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:**

- Провести анализ коллекционных сортообразцов фрезии, изучить биологические и хозяйственные особенности сортов и гибридов разных групп с целью подбора исходных родительских пар для гибридизации.
- Провести межсортовые скрещивания фрезии гибридной.
- Оценить завязываемость и всхожесть семян от прямых и обратных комбинаций скрещивания фрезии гибридной.
- Изучить рост и развитие сеянцев разных комбинаций скрещиваний в ювенильном и репродуктивном возрасте, выявить возможности раннего отбора перспективных форм по заданным признакам фрезии гибридной.
- Отобрать, изучить и провести оценку гибридных форм по комплексу признаков (прочность и устойчивость цветоноса, чистая яркая окраска долей околоцветника, коэффициент размножения клубнелуковиц, урожайность и устойчивость в срезе).
- Исследовать воздействие лазерного излучения (лазерной стимуляции) на растительный организм фрезии гибридной.
- Выделить перспективные гибридные формы, приспособленные к условиям влажно-субтропического климата, размножить, провести первичное и конкурсное испытание, передать в Государственную комиссию Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений сорта фрезии гибридной.

**Научная новизна.** В условиях закрытого грунта с нерегулируемым микроклиматом во влажных субтропиках России для получения гибридов фрезии:

1. Подобраны исходные родительские формы.
2. Исследованы: жизнеспособность пыльцы, семенная продуктивность в зависимости от исходных родительских форм, различия по всхожести семян от разных комбинаций скрещиваний.
3. Изучены особенности роста и развития сеянцев в ювенильном и репродуктивном возрасте, возможности раннего отбора перспективных форм.
4. Проведена оценка комбинационной способности разных сортов и форм фрезии гибридной, позволившая выделить лучшие комбинации скрещивания.

5. Выявлены особенности наследования декоративных признаков цветка, высоты растения и доминирования этих признаков в потомстве в зависимости от их происхождения, способствующие созданию новых гибридов.

6. Выявлены зависимости между основными характеристиками пигментного аппарата и параметрами медленной индукции флуоресценции хлорофилла листьев фрезии, которые позволят разработать экспресс-диагностику фотосинтетической активности растений на ранних стадиях развития гибридов.

**Практическая значимость.** Определены наиболее перспективные комбинации скрещивания для создания новых форм фрезии гибридной по заданным признакам. Получены гибридные сеянцы с высокими декоративными качествами, устойчивые к условиям возделывания в зоне влажных субтропиков России. Выделено: 57 перспективных гибридов, из которых 9 – кандидатов в сорта, находящихся в конкурсном испытании, и 14 элитных форм.

**Личный вклад автора.** Автором обосновано направление исследований и разработана программа их проведения, осуществлены работы по гибридизации, получены новые формы с комплексом хозяйственно-ценных признаков; проведены полевые и лабораторные исследования существующих и созданных новых форм фрезии гибридной. Сделан анализ полученных данных и обобщены результаты научно-практических исследований.

#### **Основные положения диссертации, выносимые на защиту:**

1) Биологические и хозяйственные особенности исходных форм фрезии, выращенных во влажных субтропиках России в условиях закрытого грунта без технического обогрева и с регулируемым микроклиматом.

2) Особенности роста и развития сеянцев от разных комбинаций скрещивания фрезии гибридной и закономерности наследования гибридным потомством основных признаков исходных сортообразцов фрезии гибридной.

3) Возможности выделения холодоустойчивых и жаростойких генотипов на ранних стадиях онтогенеза методом оценки функционального состояния фотосинтетического аппарата листьев по параметрам медленной индукции флуоресценции хлорофилла.

4) Выход перспективных форм от разных комбинаций скрещивания, отличающихся высокой декоративностью, продуктивностью, устойчивостью к биотическим и абиотическим факторам.

**Апробация работы.** Основные положения диссертационной работы доложены на ежегодных отчетных заседаниях Ученого совета ФГБНУ ВНИИЦиСК (2012–2016 гг.), на международных, всероссийских, региональных научных и научно-практических конференциях: «Dynamika naukowuch Badan – 2012» (Пшемысль, 2012); «Цветоводство: традиции и современность» (Волгоград, 2013); «Декоративное садоводство России: состояние, проблемы, перспективы» (Сочи, 2013, 2015, 2017); «Бъдещето въпроси от света на науката – 2013» (София, 2013); «Проблемы и перспективы исследований растительного мира» (Ялта, 2014); «Актуальные вопросы плодоводства и декоративного садоводства в начале XXI века» (Сочи, 2014); «Conduct of modern science – 2014» (Шеффилд, 2014); III (XI) Международная ботаническая конференция молодых ученых

(Санкт-Петербург, 2015); «Перспективы развития цветоводства в России» (Сочи, 2016); «Современное состояние и перспективы биотехнологии в растениеводстве» (Сочи, 2016).

**Публикации результатов исследований.** По теме диссертации опубликовано 18 работ, отражающих основные положения проведенных исследований (в т.ч. 4 – в рецензируемых журналах, определенных ВАК РФ, одна – в БД Scopus).

**Структура и объём диссертации.** Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Общий объём насчитывает 136 страниц, включая 23 таблицы и 16 рисунков. Список литературы включает 200 наименования, в том числе 33 на иностранных языках.

Автор выражает искреннюю благодарность за оказанное содействие в выполнении данной работы своему руководителю к.с.-х.н. В.С. Мохно, и консультативную помощь к.с.-х.н. Р.В. Кулян, к.с.-х.н. Н.М. Гутиевой, к.б.н. Н.Н. Карпун, к.б.н. Н.А. Слепченко, к.с.-х.н. К.В. Клемешовой и другим коллегам из ФГБНУ ВНИИЦиСК, а также д.т.н. А.В. Будаговскому и д.т.н. О.Н. Будаговской (Федеральный научный центр им. И.В. Мичурина, г. Мичуринск).

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследований, показаны научная новизна и практическая значимость работы.

### 1 КУЛЬТУРА ФРЕЗИИ ВО ВЛАЖНЫХ СУБТРОПИКАХ РОССИИ (обзор литературы)

В главе рассмотрены биологические, морфологические и генетические особенности рода *Freesia*, описывается история распространения, введения в культуру, состояние и перспективы развития селекционной работы с фрезией в России, в том числе в зоне влажных субтропиков. Оценены современные методы создания сортов фрезии гибридной.

### 2 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТОВ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ

**2.1 Характеристика климатических условий.** Фрезия – цветочная культура закрытого грунта. В условиях Сочи выращивается в необогреваемых стеклянных теплицах с нерегулируемым микроклиматом, поэтому температурный режим региона оказывает значительное влияние на возможность и рентабельность возделывания этой культуры.

Климат региона Сочи характеризуется относительно теплой зимой, продолжительной прохладной весной, жарким летом и теплой сухой осенью. Экстремальные для фрезии зимы повторяются примерно раз в 10 лет. По данным Сочинской АМС, зимой 2011–2012 гг., абсолютный минимум температуры составил – 8,2 °С.

**2.2 Агротехнические условия опытов.** Для выращивания фрезии в условиях закрытого грунта требуется мощный слой почвенного субстрата (на опытном

участке в состав субстрата входят в равных долях дерновая земля, торф с добавкой песка). За вегетационный период растениям дают несколько подкормок. Перед закладкой опыта площади под посадку обеззараживают. Посадку клубнелуковиц проводят на глубину 5–8 см. На 1 м<sup>2</sup> высаживается 80–125 крупных, готовых к цветению клубнелуковиц. Для защиты стеблей фрезии от полегания по всей длине грядки натягивается сетка с ячейкой 12,5 см. Первая сетка натягивалась на высоте 15–20 см, вторая – 30–40 см.

**2.3 Объекты и методики исследований.** В качестве объектов исследований использованы зарубежные и отечественные сорта коллекции ФГБНУ ВНИИЦиСК, а также гибридные сеянцы, полученные нами в результате межсортовых скрещиваний. Исследовано 9 029 сеянцев от 83 комбинаций скрещивания, из которых 58 были проведены в течение 2012–2015 гг., а также две формы мутационного происхождения.

Работа выполнялась в течение 2011 – 2016 гг. на территории «Опытного поля», в научных отделах и лабораториях ВНИИЦиСК. Исследования проводились в соответствии с планом НИР ВНИИЦиСК согласно общепринятым программам и методикам сортоизучения и селекционных исследований (Программа ..., 1995, 1999; Мохно и др., 2002, 2005; Программа ..., 2013).

Подбор родительских форм для гибридизации основывался на результатах изучения сортообразцов, имеющихся в коллекции ВНИИЦиСК, комбинационной способности форм, а также на закономерности наследования признаков и свойств в F<sub>1</sub>. Схемы комбинаций скрещиваний составляли ежегодно.

Опыление проводили согласно разработанных для фрезии методик (Мохно и др., 2002, 2005; Программа ..., 2013).

Для проращивания пыльцы пыльники подсушивались в открытых бумажных коробочках (при t +22 °С). Из раскрывшихся пыльников пыльцу стряхивали в стеклянные бюксы, которые закрывали ватой и хранили при этой же температуре. Жизнеспособность пыльцы изучалась в лабораторных условиях (по Транковскому) на искусственной питательной среде в двух вариантах (1 %-ный агар-агар + 5 %-ной и 10 % сахарозы).

По каждой комбинации учитывалось количество опыленных цветков, число вызревших коробочек и семян, размер семян и среднее количество семян на коробочку.

Выращивание сеянцев из семян проводили в условиях стеллажной стеклянной необогреваемой теплицы. Семена высевали в специально подготовленную легкую земельную смесь почвы с торфом и песком (1:1:1) на глубину 1 см.

Для гибридологического анализа сеянцев, изучения характера наследования ими признаков от исходных родительских форм различали следующие типы наследственности: материнский, отцовский и иной (Программа ..., 1995). Оценку и выбраковку отобранных ранее форм проводили среди цветущих гибридов по декоративным качествам, продуктивности и устойчивости.

Конкурсную оценку отобранных форм и выделение кандидатов в сорта проводили в течение 2 лет согласно разработанных для фрезии методик (Мохно и

др., 2002, 2005; Программа ..., 2013). При подготовке гибридов для передачи в Государственную комиссию Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений проводилась их оценка на отличимость, однородность и стабильность по международной методике (форма RTG /27/1 от 05.09.1995 №12 – 06/14).

Лазерная стимуляция посадочного материала проводилась на лазерной установке ЛОС в ФГБНУ ВНИИ генетики и селекции плодовых культур (г. Мичуринск). Было исследовано 4 варианта обработки клубнелуковиц-детки с экспозицией: 30, 60, 120 и 240 секунд (по 20 шт. в варианте); и 5 вариантов обработки семян с экспозицией: 30, 60, 120, 240 и 480 секунд (по 50 шт. в варианте).

Физиологическое состояние сортообразцов фрезии в разные периоды развития растений учитывалось с помощью прибора LPT-3С (разработанного учеными Будаговским А.В., Будаговской О.Н. и Будаговским И.А.) путём оценки функционального состояния фотосинтетического аппарата листьев по параметрам медленной индукции флуоресценции хлорофилла.

Содержание фотосинтетических пигментов определяли в экстракте зеленых листьев методом А.А. Шлыка с использованием расчетных формул Циглера и Эгле. Анализ почвы выполнен в лаборатории агрохимии и почвоведения ВНИИЦиСК.

Статистическую обработку экспериментальных данных осуществляли по Б.А. Доспехову (1985).

### **3. СОЗДАНИЕ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ ФОРМ ФРЕЗИИ**

#### **3.1 Характеристика сортообразцов, отобранных для гибридизации**

Для проведения межсортовых и разноплоидных скрещиваний было отобрано 36 исходных форм, отличающихся высокими декоративными и хозяйственно-ценными признаками, устойчивых в культуре, в том числе: 11 зарубежных сортов – Athene, Blue Ocean, Blue Navy, Fantasy, Gabriel, Mercurius, Purple Rain, Streipt Perl, Surprise, Голландская белая, Голландская желтая; 16 отечественных сортов – Вега, Весна, Георгий Победоносец, Голубой Жемчуг, Иней, Ирина, Кавказ, Карамель, Кубанская Белая, Кубанская желтая, Мечта, Романтика, Сонет, Чайка, Элизабет, Юбилейная; 9 перспективных гибридных форм – И-60-9, И-108-1, К-76-3/1, К-86-4, Л-10-3, М-Р-6, М-94-1, Н-10-14, О-10-14.

Наилучшую устойчивость к климатическим факторам в условиях необогреваемых теплиц во влажных субтропиках Краснодарского края показали отечественные сорта Вега, Георгий Победоносец и гибридные формы И-108-1, К-86-4, Л-10-3. Хорошей устойчивостью в культуре отличается большинство отобранных сортов и гибридных форм: Athene, Gabriel, Mercurius, Purple Rain, Surprise, Голландская Белая, Голландская Желтая, Фантазия, Весна, Иней, Кавказ, Карамель, Кубанская Белая, Кубанская Желтая, Мечта, Сонет, Элизабет, И-60-9, К-76-3/1, М-94-1, Н-10-14, О-10-14. Неустойчивым в культуре оказался сорт Streipt Perl.



### **3.2 Жизнеспособность пыльцы и семенная продуктивность фрезии в зависимости от исходных родительских форм**

Была исследована жизнеспособность пыльцы сортообразцов фрезии: ранние – Мечта, Голубой Жемчуг; средние – Gabriel, К-76-3/1, Кавказ, Вега, М-Р-6, О-10-14, К-86-4, Л-10-3; поздние – Георгий Победоносец, Сонет, П-28-1, П-34-1.

В цитологических опытах по проращиванию пыльцы фрезии на искусственной питательной среде с разным процентным содержанием глюкозы, результат оказался отрицательным. Пыльца, взятая в цитологический опыт, также была включена в гибридизацию и в результате опыления были получены полноценные гибридные семена. Эти результаты подтверждаются литературными данными о том, что рост пыльцевых трубок в естественной среде – на рыльце и в столбике – зачастую сильно отличается от роста в искусственных условиях на различных питательных средах и в пыльце имеется значительное количество физиологически активных веществ, например гормон гетероауксин, который стимулирует прорастание и рост пыльцевых трубок в естественных условиях (Вечерко, Вечерко, 2010).

В течение 2012–2015 гг. на культуре фрезии было проведено 58 комбинаций скрещиваний, получено 3 189 шт. гибридных семян. Скрещивания проводили по типу неполных диаллельных схем, когда материнская форма скрещивалась только с частью отцовских, при этом разные отцовские формы участвовали в скрещиваниях с разными материнскими.

У основной массы комбинаций скрещиваний (63 %) завязываемость плодов составила 60–100 %. Выход семян в расчете на одну семенную коробочку в 2013 и 2015 гг. составлял 1,3–3,6 штук, у отдельных популяций (Athene × Карамель, Чайка × Л-10-3) в 2013 г. – 9,1–9,4 штук, а в 2015 г. – не более 5–6 штук (Вега × Athene, О-10-14 × Голубой Жемчуг).

В 2014 г. отмечен более высокий процент завязываемости плодов 71–100 %, выход семян у 68 % комбинаций составил 5,0–10,9 штук семян на плод.

При использовании в гибридизации как в качестве материнской, так и отцовской родительской формы высокий процент завязываемости семенных коробочек (71–100 %) и высокий выход полноценных семян (9,0–15,2 штук на плод) обеспечивали сорта Георгий Победоносец, Иней, Кавказ, Сонет, Юбилейная, а также большинство отборных гибридных форм, особенно И-108-1 и К-86-4.

В комбинациях при прямых скрещиваниях (Голубой Жемчуг × Мечта и Голубой Жемчуг × О-10-14) получено всего 3,0–3,1 семени на плод. В комбинациях К-76-3/1 × Георгий Победоносец и К-76-3/1 × И-108-1 выход семян составил в среднем 3,5–1,3 штуки на плод.

Не завязали плодов (коробочек) в большинстве случаев: сорт Streipt Perl при использовании его в качестве опылителя с сортами Athene и Purple Rain.

Таким образом, лучшей завязываемостью семян отличаются комбинации скрещивания, где в качестве материнской или отцовской формы были исполь-

зованы тетраплоидные отечественные сорта и перспективные гибридные формы фрезии.

### 3.3 Всхожесть семян и развитие сеянцев от разных комбинаций скрещивания

В результате проведенных исследований выявлены определенные различия по всхожести семян, срокам массового прорастания как в зависимости от их происхождения от разных комбинаций скрещиваний, так и от срока посева в осенний период.

При посеве семян 18 октября 2012 г. первые всходы у целого ряда семенных популяций появились 8–14 ноября, а в массе – 23 ноября – 4 декабря 2012 г. Высеянные в 2013–2015 гг. с 24 по 30 октября семена взошли, в основном, 22–30-ноября, а массовое прорастание отмечено только 6–21 декабря.

Наиболее ранние всходы семян (8 ноября) наблюдались только в 2012 г. у 4 популяций: Кубанская Желтая × Мечта, Юбилейная × Мечта, К-86-4 × О-10-14 и Purple Rain × Юбилейная. В 2013-2015 гг. практически при одновременном сроке посева (24–30 октября) разница по первым всходам семян отдельных комбинаций была также незначительной – 5–9 дней. Появление массовых всходов семян во все годы исследований, кроме отдельных в 2012 г., отмечено через 2 недели и более после начала.

При использовании гибрида К-86-4 в качестве материнской формы первые и массовые всходы этих гибридных семян появлялись на 1–1,5 недели раньше, чем у семян от комбинаций с использованием К-86-4 в качестве отцовского родителя.

В целом наши исследования показали, что в условиях Сочи при выращивании семян на стеллажах в необогреваемой стеклянной теплице оптимальным сроком для посева является последняя декада октября при температуре 13–15 °С.

Выход клубнелуковиц фрезии от разных комбинаций скрещивания представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Выход однолетних клубнелуковиц фрезии, полученных в разных комбинациях скрещивания (г. Сочи, ВНИИЦиСК)

Комбинация скрещивания	Высеяно семян, шт.	Получено однолетних клубнелуковиц		Средняя масса одной клубнелуковицы, г
		шт.	%	
2013 год				
Mercurius × смесь пыльцы	32	28	87,5	0,82
Purple Rain × Юбилейная	11	7	63,6	0,64
Иней × Сонет	36	34	94,4	0,73
К-86-4 × Юбилейная	19	19	100	0,98
К-86-4 × Сонет	21	10	47,6	0,95
Streipt Perl × К-86-4	4	-	-	-
Фантазия × Streipt Perl	8	2	25,0	0,70
Л-10-3 × И-108-1	46	43	93,5	0,65
Atene × Юбилейная	16	16	100	0,99

Юбилейная × Мечта	68	42	61,8	0,87
Юбилейная × К-86-4	76	66	86,8	0,72
Кубанская Желтая × Мечта	21	5	23,8	0,88
Голландская Желтая × И-108-1	25	14	56,0	0,76
Георгий Победоносец × Весна	49	45	91,8	0,75
Сонет × Кавказ	36	12	33,3	0,62
М-Р-6 × Юбилейная	32	27	84,4	0,89
Blue Ocean × К-86-4	68	51	75,0	0,98
Н-10-14 × К-76-3/1	17	-	-	-
Романтика × К-86-4	61	44	72,1	0,98
К-86-4 × О-10-14	46	28	60,9	0,89
Кубанская Белая × Streipt Perl	31	4	12,9	0,56
НСР <sub>05</sub>	0,20	0,15	0,08	0,01
2014 год				
Л-10-3 × Surprise	359	284	79,1	0,75
К-76-3/1 × И-108-1	96	67	69,8	0,87
Blue Navy × И-108-1	185	99	53,5	0,72
Чайка × Мечта	94	65	69,1	0,96
Юбилейная × Мечта	21	10	47,6	0,89
Кавказ × Ирину	170	85	50,0	0,68
Atene × Карамель	183	111	60,7	0,67
К-86-4 × Карамель	47	29	61,7	1,02
Белая × К-76-3/1	135	63	46,7	0,86
Чайка × Л-10-3	207	107	51,7	0,75
НСР <sub>05</sub>	0,30	0,17	0,05	0,02
2015 год				
Иней × К-76-3/1	42	19	45,2	0,86
К-76-3/1 × Иней	54	6	11,1	0,65
Белая × Streipt Perl	19	-	-	-
Кубанская Белая × Streipt Perl	15	8	53,3	0,52
И-60-9 × Streipt Perl	8	-	-	-
Георгий Победоносец × Сонет	72	-	-	-
Сонет × Георгий Победоносец	64	7	10,9	0,97
Чайка × Георгий Победоносец	123	7	5,7	1,01
Кавказ × Георгий Победоносец	111	30	27,0	1,00
Георгий Победоносец × О-10-14	87	-	-	-
М-Р-6 × О-10-14	21	-	-	-
НСР <sub>05</sub>	0,04	0,02	0,02	0,02
2016 год				
Голубой жемчуг × О-10-14	1	1	100	0,61
О-10-14 × Голубой Жемчуг	60	39	65,0	0,74
Георгий Победоносец × К-76-3/1	28	21	75,0	0,96
К-76-3/1 × Георгий Победоносец	53	25	47,2	0,99
Голубой жемчуг × Мечта	27	17	26,6	0,83

Мечта × Голубой Жемчуг	64	11	17,2	0,67
Кавказ × Габриэль	36	6	16,7	0,61
Вега × Atene	20	17	85,0	0,88
Atene × Вега	37	29	78,4	0,76
НСР <sub>05</sub>	0,06	0,04	0,09	0,01

Практически во всех комбинациях, где в качестве родительских форм (как материнских, так и отцовских) были использованы сорта Athene, Георгий Победоносец и гибрид К-86-4 (Меланж), получены высокие показатели по количеству образовавшихся гибридных клубнелуковиц (86,8–100%) и их массе (0,89–1,02 г). Достаточно высокий процент выхода клубнелуковиц у однолетних сеянцев отмечен также в комбинациях с участием в качестве материнских исходных форм сортов: Иней (94,4 %), Юбилейная (86,8 %), Вега (85,0 %) и гибрида Л-10-3 (Ангел) (93,5 %). Невысокие и нулевые показатели по этим признакам получены в комбинациях с участием сорта Streipt Perl как в качестве материнского, так и отцовского родителя, хотя его использование в комбинациях скрещивания было необходимо для получения высокодекоративных форм с цветками, отличающимися яркими фиолетовыми штрихами на лепестках.

#### **3.4 Отбор элитных форм фрезии на ранних этапах селекции**

Первичный отбор и оценку по декоративным качествам проводили на цветущих в первый год образцах, по методу негативного отбора. Отбор по приоритетным признакам (высокая декоративность цветка, яркая не выгорающая окраска, прочный устойчивый цветонос, устойчивость к основным болезням и вредителям) проводился при дальнейшем изучении. По таким показателям как размер цветка и высота растения требования нами были несколько снижены в связи с тем, что декоративные, относительно устойчивые формы могут быть рекомендованы для различного применения: низкорослые – в качестве горшечной культуры, высокорослые – на срезку. Было отобрано 43 перспективные формы.

Для дальнейшего более детального изучения выделено 7 отборных форм: Т-10-1, Т-30-1, Т-34-4, Т-70-1, Т-71-1, Т-71-2 и Т-74-1, для конкурсного изучения рекомендовано 7 перспективных гибридов – О-10-14, П-28-2, Р-24-1, Р-28-3, Р-34-3, Р-34-4, С-24-1. Заключительная оценка как кандидатов в сорта также дана более ранним отборам: И-108-1, П-28-1, П-30-1, П-34-1 и Р-28-2.

Наибольшее количество отборных форм, выделенных элитных форм, гибридов для конкурсного изучения и для заключительной оценки как кандидатов в сорта выделено из комбинаций с участием зарубежных сортов Blue Navy, Карин и отечественных – Анюта, Георгий Победоносец, Карамель, Солнечный Берег, Элизабет.

Таким образом, исследуя рост и развитие сеянцев, полученных от разных генотипов и их сочетаний в широком спектре, возможно провести ранний отбор форм, способных интенсивно наращивать вегетативную массу.

Результаты проведенных исследований дали возможность установить давление естественного отбора на отпад и выживаемость растений по различным комбинациям скрещивания, т.е. на первых этапах органогенеза. Лучшая выжи-

ваемость сеянцев и большая масса образовавшихся у них клубнелуковичек свидетельствует о хорошей приспособленности гибридных сеянцев к экологическим условиям влажных субтропиков, даже в условиях неотапливаемой теплицы, а также служат косвенным показателем перспективности отдельных комбинаций скрещиваний.

### 3.5 Отбор устойчивых форм фрезии по параметрам медленной индукции флуоресценции хлорофилла

Экстремальные условия выращивания, связанные с перепадом температур (зимой и ранней весной температура воздуха в теплицах в отдельные дни может составлять 0...–5 °С, а во второй половине апреля–мае – подниматься до 25–30 °С), негативно влияют на физиологическое состояние самих растений, и, как следствие, становятся причиной изменения сроков и длительности цветения, ухудшения качества срезочного материала. В связи с тем, что активность фотосинтетической деятельности является одним из показателей функционального состояния растений, вопрос об изучении работы ассимиляционного аппарата в данных условиях выращивания актуален, тем более что флуоресцентный метод часто используется в качестве косвенного показателя устойчивости растения в целом.

В исследования были включены сорта и гибридные формы фрезии селекции ВНИИЦиСК, различного срока цветения: сорта – Георгий Победоносец, Меланж; гибридные формы – И-108-1, М-Р-5, П-30-1, П-34-1, П-28-1.

Для объектов исследования характерно сезонное изменение содержания и соотношения хлорофилла, а также каротиноидов. По мере созревания листа количество хлорофилла а (1,655 мг/г), хлорофилла b (0,761 мг/г) и сумма каротиноидов (0,969 мг/г) в нем плавно нарастает с достижением максимума в конце февраля – марте (рисунок 1).

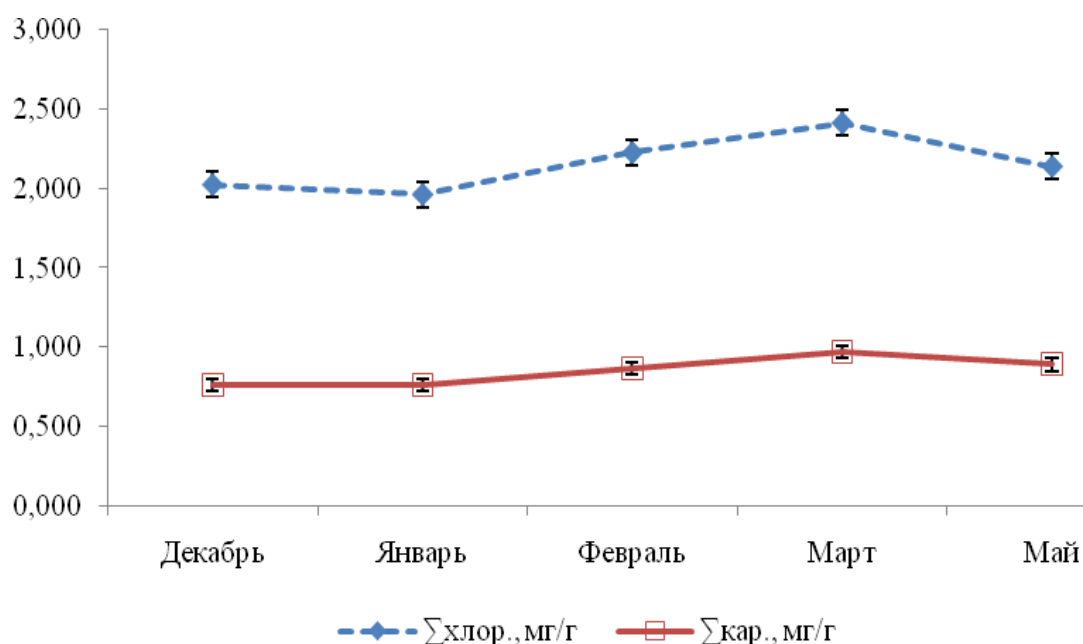


Рисунок 1 - Динамика накопления фотосинтетических пигментов в листьях фрезии в среднем по культуре (г. Сочи, ВНИИЦиСК, 2014–2016 гг.)

Выявленные закономерности динамики накопления фотосинтетических пигментов являются общими для всех сортов культуры фрезии, но устойчивые растения характеризуются меньшей лабильностью хлорофиллов и большим накоплением каротиноидов. В этом процессе четко просматриваются сортовые отличия (таблица 2).

Таблица 2 - Характеристика пигментного аппарата листьев фрезии различных сортов и гибридных форм (г. Сочи, ВНИИЦиСК, 2014–2016 гг.)

Образец	Ca, мг/г	Cb, мг/г	Σхлор., мг/г	Σкар., мг/г	Ca/Cb	Σхлор./ Σкар.
Георгий Победоносец	1,44 ±0,25	0,66 ±0,15	2,11 ±0,40	0,79 ±0,21	2,22 ±0,13	2,44 ±0,20
Меланж	1,51 ±0,27	0,66 ±0,10	2,17 ±0,37	0,85 ±0,16	2,28 ±0,07	2,56 ±0,07
И-108-1	1,58 ±0,19	0,63 ±0,16	2,21 ±0,29	0,89 ±0,12	2,26 ±0,06	2,46 ±0,11
М-Р-5	1,50 ±0,26	0,65 ±0,13	2,15 ±0,38	0,85 ±0,14	2,31 ±0,06	2,53 ±0,08
П-30-1	1,46 ±0,17	0,63 ±0,12	2,09 ±0,29	0,82 ±0,13	2,35 ±0,31	2,54 ±0,06
П-34-1	1,62 ±0,14	0,69 ±0,06	2,31 ±0,18	0,92 ±0,08	2,34 ±0,23	2,53 ±0,10
П-28-1	1,39 ±0,21	0,64 ±0,10	2,03 ±0,30	0,81 ±0,12	2,16 ±0,09	2,52 ±0,11
НСР <sub>05</sub>	0,28	0,16	0,51	0,19	0,33	0,14

Основным фотосинтезирующим пигментом в листьях фрезии является хлорофилл а, его количество колеблется в пределах от 1,39 ± 0,21 мг/г (гибридная форма П-28-1) до 1,62 ± 0,14 мг/г (гибридная форма П-34-1). Гибридные формы П-28-1, П-30-1 и контрольный сорт Георгий Победоносец отличаются от остальных исследуемых образцов меньшим содержанием данной хлорофилльной группы. Значение хлорофилла b, повышенное содержание которого характерно для растений более теневыносливых, существенно не изменялось в зависимости от сорта и составило в среднем 0,65 ± 0,12 мг/г. Наибольшее количество хлорофилла b отмечено у образца П-34-1 (0,69 ± 0,06).

По содержанию каротиноидов между гибридными формами и выведенными ранее сортами нет существенных отличий. Минимальное значение отмечено у сорта Георгий Победоносец (контроль) 0,79 ± 0,21 мг/г, максимальное – у гибридной формы П-34-1 – 0,92 ± 0,08 мг/г. Разница содержания каротиноидов в исследуемых образцах, в сравнении с контролем, составила 1,5–11,2 %.

Судя по отношению a/b, фрезия относится к светолюбивым растениям и самозатенение листьев имеет для неё, скорее всего, стрессовый характер. Наибольшее отношение хлорофиллов (a/b) отмечено у гибридных форм П-30-1 (2,35 ± 0,31) и П-34-1 (2,34 ± 0,23), наименьшее – у гибридной формы П-28-1 (2,16 ± 0,09), однако эти различия несущественны. Следует отметить, что изменение отношения хлорофиллов (a/b) в течение вегетации находится в противофазе с содержанием хлорофилла b (большее снижение содержания хлорофилла b приводит к увеличению отношения Ca/Cb).

Чем меньше отношение суммы хлорофиллов к каротиноидам – тем устойчивость растения выше. По приведённому показателю выделяются контрольный сорт Георгий Победоносец (2,44 ± 0,20) и гибридная форма И-108-1 (2,46 ± 0,11), у остальных образцов данный показатель в среднем составил 2,54 ± 0,08.

Флуоресценция хлорофилла количественно и качественно характеризует

состояние фотосинтетического аппарата растений, а параметры медленной индукции хлорофилла (таблица 3) используют в качестве индикатора стресса у растений. На стадии образования цветочного колоса минимальное значение индекса жизнеспособности отмечено у гибридной формы П-34-1, и составляет  $1,90 \pm 0,07$ . Данный показатель у гибридных форм П-28-1 и М-Р-5 –  $2,98 \pm 0,20 \dots 2,64 \pm 0,17$ , соответственно, разница существенна ( $НСР_{05} = 0,40$ ).

Таблица 3 - Основные характеристики пигментного аппарата и параметры медленной индукции флуоресценции хлорофилла в листьях фрезии различных сортов и гибридных форм (г. Сочи, ВНИИЦиСК, 2014–2016 гг.)

Образец	$\Sigma$ хлор., мг/г	$\Sigma$ кар., мг/г	Fm/Ft	Kf_T	Kf_n
Образование цветочного колоса					
Георгий Победоносец	$2,38 \pm 0,09$	$0,91 \pm 0,03$	$2,14 \pm 0,19$	$0,52 \pm 0,04$	$0,35 \pm 0,03$
Меланж	$2,05 \pm 0,10$	$0,79 \pm 0,05$	$2,25 \pm 0,07$	$0,55 \pm 0,02$	$0,38 \pm 0,01$
И-108-1	$2,33 \pm 0,04$	$0,91 \pm 0,02$	$2,01 \pm 0,07$	$0,50 \pm 0,02$	$0,33 \pm 0,01$
М-Р-5	$2,17 \pm 0,06$	$0,83 \pm 0,02$	$2,64 \pm 0,17$	$0,62 \pm 0,02$	$0,43 \pm 0,02$
П-30-1	$2,05 \pm 0,24$	$0,79 \pm 0,09$	$2,21 \pm 0,11$	$0,54 \pm 0,02$	$0,37 \pm 0,02$
П-34-1	$2,35 \pm 0,14$	$0,93 \pm 0,06$	$1,90 \pm 0,07$	$0,47 \pm 0,02$	$0,33 \pm 0,02$
П-28-1	$2,27 \pm 0,02$	$0,89 \pm 0,01$	$2,98 \pm 0,20$	$0,66 \pm 0,02$	$0,46 \pm 0,02$
НСР <sub>05</sub>	0,19	0,07	0,40	0,07	0,05
Цветение					
Георгий Победоносец	$2,53 \pm 0,08$	$1,07 \pm 0,03$	$3,77 \pm 0,01$	$0,73 \pm 0,01$	$0,52 \pm 0,01$
Меланж	$2,12 \pm 0,14$	$0,84 \pm 0,06$	$5,79 \pm 0,48$	$0,82 \pm 0,02$	$0,60 \pm 0,01$
И-108-1	$2,54 \pm 0,05$	$1,02 \pm 0,02$	$3,19 \pm 0,16$	$0,68 \pm 0,02$	$0,47 \pm 0,01$
М-Р-5	$2,77 \pm 0,20$	$1,08 \pm 0,08$	$2,38 \pm 0,08$	$0,58 \pm 0,01$	$0,40 \pm 0,01$
П-30-1	$2,26 \pm 0,09$	$0,88 \pm 0,03$	$3,48 \pm 0,65$	$0,68 \pm 0,05$	$0,47 \pm 0,04$
П-34-1	$2,51 \pm 0,06$	$1,02 \pm 0,03$	$3,89 \pm 0,24$	$0,74 \pm 0,02$	$0,52 \pm 0,02$
П-28-1	$2,19 \pm 0,08$	$0,87 \pm 0,03$	$4,14 \pm 0,16$	$0,76 \pm 0,01$	$0,53 \pm 0,01$
НСР <sub>05</sub>	0,19	0,08	0,98	0,07	0,05

В норме величина коэффициента фотосинтетической активности (Kf\_n) составляет 0,6 и выше, под воздействием различных стрессоров происходит ее снижение пропорционально ослаблению фотосинтетической функции. Наибольшее значение данного показателя отмечено у образцов П-28-1 ( $0,46 \pm 0,02$ ) и М-Р-5 ( $0,43 \pm 0,02$ ), минимальное значение – у образца П-34-1 ( $0,33 \pm 0,02$ ). Значение коэффициента фотосинтетической активности у остальных образцов составило в среднем  $0,36 \pm 0,02$ . Такие низкие показатели можно связать со стрессорными процессами, протекающими в хлоропластах листьев фрезии, вызванными влиянием неблагоприятных факторов при выращивании.

Расчетный коэффициент фотосинтетической активности (Kf\_T), идентичный по смыслу параметру Kf\_n, определяется по расчетному стационарному уровню флуоресценции в течение 30...60 секунд прописи медленной индукции флуоресценции хлорофилла. На практике чем выше данный показатель, тем лучше функциональное состояние растительного организма. В исследуемых образцах минимальное значение данного параметра в период образования цветочного колоса отмечено у гибридной формы П-34-1 ( $0,47 \pm 0,02$ ), у остальных сортов и гибридных форм – в пределах от 0,5 до 0,6. Существенно отличались гибридные формы М-Р-5 ( $0,62 \pm 0,02$ ) и П-28-1 ( $0,66 \pm 0,02$ ), у которых расчет-

ный коэффициент был значительно выше ( $НСР_{05} = 0,07$ ). Однако данный показатель носит несколько искусственный характер и его использование оправдано в тех случаях, когда необходимо провести в ограниченное время большое число сравнительных измерений.

При переходе к генеративной фазе развития растений параметры медленной индукции флуоресценции хлорофилла несколько изменились. Наибольшее значение индекса жизнеспособности отмечено у сорта Меланж ( $5,79 \pm 0,48$ ) и гибридной формы П-28-1 ( $4,14 \pm 0,16$ ), а самое низкое значение этого показателя было отмечено у гибридной формы М-Р-5 ( $2,38 \pm 0,08$ ). Такие же зависимости прослеживаются как в значениях показателя коэффициента фотосинтетической активности ( $Kf_n$ ), так и в данных расчётного коэффициента фотосинтетической активности ( $Kf_T$ ). Гибридная форма М-Р-5 в период цветения имела существенно более низкие значения всех показателей, в отличие от периода образования цветочного колоса. По результатам исследованных нами сортов и гибридных форм можно сделать предварительный вывод о перспективности гибридной формы П-28-1, которая на фоне высоких показателей параметров медленной индукции флуоресценции хлорофилла характеризуется меньшей лабильностью зелёных пигментов и большим накоплением каротиноидов.

На основе полученных данных посчитаны коэффициенты парной корреляции между основными характеристиками пигментного аппарата и параметрами медленной индукции флуоресценции хлорофилла листьев фрезии различных сортов (таблица 4).

Таблица 4 – Коэффициенты парной корреляции ( $r$ ) между характеристиками пигментного аппарата и параметрами МИФХ в листьях фрезии различных сортов и гибридных форм

Корреляция общая	$F_m/F_T$	$Kf_T$	$Kf_n$
$\Sigma$ хлорофиллов, мг/г	0,79	0,78	0,82
$\Sigma$ каротиноидов, мг/г	0,71	0,68	0,75
Са/Св	-0,54	-0,54	-0,55
$\Sigma$ хлор./ $\Sigma$ карот.	-0,13	-0,06	-0,16

Для выяснения зависимости между показателями содержания фотосинтетических пигментов и параметрами медленной индукции флуоресценции хлорофилла у сортов и гибридных форм фрезии были рассчитаны коэффициенты парной корреляции между этими признаками по всем сортообразцам в целом. Анализ зависимостей изученных признаков в целом по культуре показал наличие тесной положительной корреляции между общим содержанием хлорофиллов ( $r =$  до 0,82) и суммой каротиноидов ( $r =$  до 0,75). Однако, следует отметить, что в отношении общего содержания хлорофиллов ко всем показателям медленной индукции флуоресценции хлорофилла наметилась тенденция отрицательной зависимости ( $r = -0,54 \dots -0,55$ ).

Основываясь на предварительных данных, можно сделать выводы о возможности использования особенностей пигментной системы листьев фрезии в качестве диагностического признака устойчивости растений в лимитирующих условиях среды. Выявленные зависимости, основанные на привлечении пара-



метров медленной индукции флуоресценции хлорофилла и особенностей строения пигментной системы, позволят разработать экспресс-диагностику фотосинтетической (ассимиляционной) активности растений фрезии на ранних стадиях развития гибридов, что поможет ускорить селекционный процесс в условиях влажных субтропиков России.

### 3.6 Влияние лазерного облучения на растительный организм фрезии

Эффект лазерной стимуляции заключается в значительном повышении функциональной активности живых организмов под воздействием света с высокой статистической упорядоченностью (так называемой когерентностью), источником излучения которого являются лазеры (Будаговский, 2005, 2006).

Установлено, что низкоинтенсивное когерентное излучение (НКИ) является универсальным фактором воздействия на растительный организм, существенно повышает регенерационную способность растений и может использоваться при их вегетативном размножении (Мохно и др., 2012).

В опыт по применению лазерной стимуляции были включены различные образцы фрезии, включая сорта и перспективные гибриды (Голубой Жемчуг, М-Р-6, Фантазия, Кавказ, Вега, И-108-1, Георгий Победоносец и т.д.). В результате обработки клубнелуковиц-детки после окончания роста и развития растений были получены клубнелуковицы 3-го разбора и счётной детки. Известно, что стандартная клубнелуковица 3-го разбора, в зависимости от сорта, в среднем весит от 4 до 8,5 г, счётная детка – от 0,5 до 0,9 г. Предпосадочная обработка лазерной «стимуляцией» в среднем дала увеличение выхода клубнелуковиц по сравнению с контролем как по количеству, так и по массе (таблица 5).

Таблица 5 – Влияние лазерной стимуляции на выход посадочного материала фрезии (г. Сочи, ВНИИЦиСК, 2011–2015 гг.)

Вариант обработки сортобразцов	Получено клубнелуковиц, шт.		Масса средняя, г	
	клубнелуковиц II-III разборов	детки	клубнелуковицы	детки
Сорт Голубой Жемчуг				
Контроль	33	152	8,25	0,94
I вариант	40	128	6,6	1,03
II вариант	22	84	10	1,28
III вариант	28	124	8,7	1,28
IV вариант	29	164	9,0	1,21
Гибрид М-Р-6				
Контроль	36	128	7,01	0,91
I вариант	28	124	8,35	1,26
II вариант	37	104	8,62	0,95
III вариант	24	108	7,56	0,98
IV вариант	20	97	8,92	1,19
Сорт Вега				
Контроль	25	104	5,4	0,96
I вариант	24	84	5,76	0,95
II вариант	36	80	5,77	0,82
III вариант	28	180	11,97	1,13
IV вариант	21	149	15,66	1,28
Гибрид И-108-1				

Контроль	6	104	6,95	0,68
I вариант	7	176	8,56	0,98
II вариант	5	164	7,72	0,79
III вариант	9	164	6,5	0,91
IV вариант	8	136	7,79	1,01
Сорт Георгий Победоносец				
Контроль	7	168	8,41	0,99
I вариант	4	100	8,75	1,06
II вариант	8	128	8,84	1,03
III вариант	7	140	8,57	1,02
IV вариант	7	112	7,31	0,96

Примечание. Варианты: I – 30, II – 60, III – 120, IV – 240 сек.

Особенно значительные показатели по увеличению количества и массы клубнелуковиц получены при обработке лазером «детки» сорта Вега.

В результате исследований установлено: нарастание массы клубнелуковиц до более крупных размеров обеспечивается в вариантах при обработке «детки» с экспозицией 60 сек., особенно у таких сортов как Иней, Чайка и гибрида И-108-1, выход большего количества посадочного материала – при экспозиции 120 сек. Исключение составил сорт Кавказ (таблица 6).

Таблица 6 – Влияние лазерной стимуляции на выход посадочного материала фрезии в зависимости от дозы обработки (г. Сочи, ВНИИЦиСК, 2014 г.)

Наименование сорта, гибрида	Вариант обработки	Получено клубнелуковиц, шт				Коэффициент размножения
		II разбор	III разбор	детка	всего	
Иней	контроль	11	10	57	77	3,85
Иней	I	13	7	59	79	3,95
Иней	II	19	17	95	131	6,55
Чайка	контроль	12	8	58	78	3,90
Чайка	I	14	7	58	79	3,95
Чайка	II	10	13	68	91	4,55
Праздничная	контроль	4	16	32	52	2,9
Праздничная	I	7	13	45	65	3,26
Праздничная	II	7	13	51	71	3,55
Кавказ	контроль	3	17	44	64	3,20
Кавказ	I	10	10	52	72	3,60
Кавказ	II	7	13	50	70	3,50
И-108-1	контроль	6	14	54	74	3,70
И-108-1	I	13	7	61	81	4,05
И-108-1	II	12	8	82	102	5,10

Примечание. Варианты: I – 60 сек, II – 120 сек.

При обработке лазером семян фрезии практически во всех вариантах, кроме варианта IV, получено значительное повышение их всхожести (в 2 раза и более), особенно при облучении в течение 60 сек. (таблица 7).

Таблица 7 – Всхожесть семян фрезии после лазерной обработки (г. Сочи, ВНИИЦиСК, 2015 г.)

Смесь семян разных комбинаций	Кол-во семян, шт.	Дата появления всходов	Кол-во всходов, шт.	% всхожести семян
контроль	50	06.02.2015	18	36
I вариант	50	06.02.2015	37	74
II вариант	50	06.02.2015	45	90
III вариант	50	06.02.2015	39	78
IV вариант	50	06.02.2015	20	40
V вариант	50	06.02.2015	40	80

Примечание. Варианты: контроль, I – 30, II – 60, III – 120, IV – 240, V – 480 сек.

Таким образом, обработка посадочного материала лазерным облучением обеспечивает более полную реализацию генетического потенциала сортообразцов и гибридов фрезии и служит действенным способом повышения качества и количества посадочного материала.

### **3.7 Особенности наследования декоративных признаков цветка**

Гибридологический анализ и изучение характера наследования декоративных признаков в зависимости от использованных исходных родительских форм были проведены на сеянцах гибридных комбинаций, представляющих особый интерес. Подбор сортов по фенотипу на признаки, контролируемые полигенами, не всегда дает желаемый результат, так как внешне похожие формы могут иметь различную генотипическую структуру признака и по разному передавать его потомству.

С целью изучения донорских способностей исходных форм фрезии по декоративным признакам цветка нами проанализировано 25 комбинаций скрещиваний. Изучение потомства по альтернативным признакам показало, что более половины сеянцев (52 %) полностью наследовали форму цветка отцовского растения. Только 24 % сеянцев на 100 % унаследовали материнскую форму цветка сортов Athene, Blue Ocean, Кубанская Желтая, Кубанская Белая, Романтика и радиамутанта М-Р-6. Также сорт Юбилейная в сочетании с сортообразцами Мечта и К-86-4 в 74,6–80 % потомства повторил материнскую форму цветка. В большинстве случаев гибридная форма К-86-4, имеющая очень крупный цветок и четко наследующая форму цветка сорта Карин, при скрещивании с разными сортообразцами не сохранила свою исходную форму.

Иная форма цветка по сравнению с исходными сортами получена только у сеянцев двух комбинаций: Purple Rain × Юбилейная (14,3 %) и К-86-4 × О-10-14 (13,1 %).

Особенно ярко гетерозиготность сортообразцов проявилась при расщеплении в потомстве признака окраски цветка. Практически у большинства комбинаций скрещиваний (у 18 из 25) гибридные сеянцы в 13–100 % случаев имели цветки с иной по сравнению с исходными сортами окраской лепестков цветка, в различном сочетании элементов материнских и отцовских растений, а также, по видимому, их предков.

Особенно большое разнообразие окрасок, не повторяющих ни одну родительскую форму, получено в комбинациях: Л-10-3 × И-108-1 (хотя обе исход-

ные формы имеют белую окраску цветка), Mercurius × смесь пыльцы, Юбилейная × К-86-4, К-86-4 × О-10-14, Чайка × Мечта, Кавказ × Ирина, Иней × К-76-3/1.

При использовании в скрещиваниях сортообразцов с темно-синей и темно-фиолетовой окраской долей околоцветника (Юбилейная) она часто доминировала у сеянцев, хотя в большинстве случаев полученная окраска этих гибридных форм имела промежуточный (иной) тип наследования. Чисто белая окраска исходного гибрида И-108-1 в гибридном потомстве повторялась редко – 5,2 и 27,9 %. Однако, при использовании в качестве исходных материнских форм с белой окраской цветка Athene и Иней даже в сочетании с сортами Юбилейная и Сонет было получено 50 и 88 % сеянцев с белой окраской цветка.

Что касается окраски горла цветка, то в большинстве потомства от разных комбинаций скрещиваний она у 70–100 % сеянцев получена иная по сравнению с исходными формами. Этот показатель на 100 % в потомстве получен только от сорта Весна.

Таким образом, сеянцы фрезии, полученные от разных комбинаций скрещиваний, в какую бы сторону они не уклонялись по таким альтернативным признакам как форма и окраска цветка, в большинстве случаев представляют новообразования, отличающиеся от исходных родительских форм. Поэтому для целенаправленного подбора родительских пар и получения ярких окрасок цветка изучение биохимического состава пигментов долей околоцветника фрезии является одной из очень важных задач в дальнейшей селекционной работе.

## **4 ХАРАКТЕРИСТИКА ГИБРИДНЫХ ФОРМ ФРЕЗИИ**

### **4.1 Выход ценных форм от разных комбинаций скрещивания и характеристика гибридных форм, отобранных для дальнейшего изучения**

В результате проведенных многолетних исследований наиболее перспективными комбинациями для получения отборных гибридных форм определено 8: № 34, № 59, № 61, № 62, № 64, № 66, № 68 и № 74. В качестве исходных материнских форм здесь были использованы сорта – Карин, Иней, Кубанская Белая, Streipt Perl, Юбилейная, Солнечный Берег, гибриды И-108-1, М-Р-6.

Среди гибридов для дальнейшего изучения выделено 34 отборные формы, отличающиеся высокими декоративными качествами и хорошей способностью к вегетативному размножению: У-52-1, У-34-1, У-64-1, У-55-1, У-70-1, У-55-2, У-64-2, У-28-1, Ф-34-1, Ф-34-2, Ф-10-1, Ф-55-2, Ф-59-1, Ф-59-2, Ф-59-3, Ф-59-4, Ф-59-6, Ф-62-1, Ф-62-2, Ф-62-3, Ф-60-1, Ф-68-1, Ф-71-1, Ф-71-2, Ц-34-1, Ц-34-2, Ц-59-1, Ц-59-2, Ц-61-1, Ц-61-2, Ц-61-5, Ц-62-1, Ц-62-2, Ц-78-1.

Из группы перспективных форм выделено 10 гибридов для конкурсного изучения – П-28-1, П-28-2, П-30-1, П-34-1, Р-24-1, Р-34-3, Р-34-4, Р-28-3, С-24-1, М-10-1 и 4 формы для заключительной оценки – И-60-9, И-108-1, Л-141-1, М-Р-6 (таблица 8).

Таблица 8 - Характеристика перспективных форм как кандидатов в сорта (г. Сочи, ВНИИЦиСК)

Гибрид	Цветонос		Количество цветоносов, шт.	Длина соцветия, см	Количество цветков в соцветии, шт.	Окраска цветка			Цветок	
	h, см	d, см				основная	горла	пятна	d, см	h, см
И-60-9	32,0	0,52	2	8,0	7	ярко-желтая	ярко-желтая	темно-желтая	5,5	7,4
И-108-1	32,0	0,35	2	10	7	белая	бело-кремовая	желтая	5,8	7,2
Л-141-1	28,0	0,4	3	7,5	8	ярко-желтая	желтая	темно-желтая	5,6	6,3
М-Р-6	38,0	0,65	3	7,5	10	сине-фиолетовая	белая	без пятен	4,5	7,0

#### 4.2 Характеристика перспективных гибридов – кандидатов в сорта, переданных в ГСИ

За высокие декоративные качества и хорошие хозяйственные показатели было отобрано 36 элитных сеянцев, 10 гибридов рекомендованы для конкурсного изучения. Сорта Бриз, Меланж, Ангел и Пальмира в 2016 – 2017 гг. включены в Государственный реестр селекционных достижений РФ.

**Гибрид И-10-14 ('Бриз')** получен от комбинации *Голубой Жемчуг* × *св.опыление*. Высота цветоноса в период массового цветения достигает 78,0 см, цветонос прочный, 3–4 соцветия на одном растении. Цветков в соцветии 8–10, высота цветка – 8,5 см, диаметр – 6,2 см., тип – немахровый. Окраска цветка – синяя, окраска горла и нижней части лепестков – белая, период цветения – средний, урожай соцветий с 1 м<sup>2</sup> – 210 шт., коэффициент размножения клубнелуковиц – 5,0.

**Гибрид К-86-4 ('Меланж')** получен от комбинации *Карин* × *смесь пыльцы*. Высота в период массового цветения 81,0 см, цветонос прочный, 4–5 цветоносов на одном растении. Цветков в соцветии 11–12, высота цветка – 7,2 см, диаметр – 7,5 см., тип – немахровый. Окраска лепестков цветка – сиреневая, окраска горла – жёлтая, период цветения – средний, урожай соцветий с 1 м<sup>2</sup> – 240, коэффициент размножения клубнелуковиц – 6,0.

**Гибрид М-Р-5 ('Пальмира')** радиационный мутант сорта 'Пурпурная'. Высота растения 72,0 см, на одном растении 3–5 цветоносов с 4–6 цветками в соцветии, цветок крупный: 6,2 см высотой и 7,5 см в диаметре, окраска цветка розово-пурпурная с желто-кремовым горлом и ярко выраженным пятном, насыщенного желтого цвета, устойчивость в культуре хорошая, коэффициент размножения 3,6, в срезе сохраняется 8–10 дней.

**Гибрид Л-10-3 ('Ангел')** – получен от комбинации *Athene* × *И-108-1*. Высота растения 68,0 см, на одном растении 3–4 цветоноса с 7–9 цветками в соцветии, цветок крупный – 6,5 см высотой и 6,3 см в диаметре, ярко-белого цвета

без явно выраженного пятна, устойчивость в культуре хорошая, коэффициент размножения 3,9, в срезе сохраняется 8–10 дней.

**Гибрид П-34-1 ('Рица')** – получен от комбинации *Карин* × *смесь пыльцы*. В 2016 году гибрид передан в Государственную комиссию Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений для включения в Реестр селекционных достижений Российской Федерации. Высокорослое растение до 71,0 см, с 3–5 цветоносами по 8–10 цветков, из которых 2–3 представляют экстрата товарную продукцию. Цветок крупный, в диаметре 6,3 см. Окраска внешних долей околоцветника голубая, внутренних – белая с широкой голубой каймой и яркими центральными жилками, пятно желтое, ярко выраженное. В культуре растение хорошо устойчиво, коэффициент размножения 3,7.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. При изучении коллекционных сортообразцов фрезии, представленных во ВНИИЦиСК, выявлено, что в условиях влажных субтропиков России (Сочи) они в разной степени поражаются вирусными и грибными болезнями. Для проведения межсортовых и разноплоидных скрещиваний по хозяйственным и декоративным признакам отобрано 36 исходных родительских форм, в том числе: 11 интродуцентов, 16 отечественных сортов и 9 гибридных форм.

2. Установлено, что лучшие результаты по завязываемости семян (9,2–15 штук на плод) обеспечивали комбинации скрещивания, в которых в качестве материнских или отцовских форм были использованы тетраплоидные отечественные сорта (Георгий Победоносец, Романтика, Юбилейная) и перспективные гибридные формы – И-108-1, Л-10-3 (Ангел), К-86-4 (Меланж).

3. В условиях влажных субтропиков России впервые детально изучены особенности роста и развития гибридных сеянцев и темпы нарастания массы клубнелуковиц фрезии. Самые крупные клубнелуковицы (0,95–1,02 грамма) уже через год после посева семян получены в комбинациях также с участием сортов Георгий Победоносец, Романтика, Чайка, Юбилейная и гибрида К-86-4.

4. Путем оценки функционального состояния фотосинтетического аппарата листьев по параметрам медленной индукции флуоресценции хлорофилла выявлены возможности раннего отбора гибридных форм фрезии с комплексом устойчивости растений к различным стресс-факторам (холоду, жаре).

5. При воздействии на посадочный материал лазерной стимуляции установлено, что обработка клубнелуковиц-детки обеспечивает более полную реализацию генетического потенциала сортообразцов и гибридов культуры фрезия и служит действенным способом повышения качества и количества посадочного материала.

6. Результаты изучения донорских способностей исходных форм фрезии 25 комбинаций скрещиваний показали, что более 52% сеянцев наследовали форму цветка отцовского растения; иная форма цветка получена только у сеянцев от двух комбинаций скрещиваний: Purple Rain × Юбилейная и К-86-4 × О-10-14. По окраске цветка 72 % сеянцев в 13–100 % случаев получили иную по

сравнению с родительскими формами окраску цветка. Особенно большое разнообразие окрасок (50 % и более) получено в комбинациях: Mercurius × смесь пыльцы, Л-10-3 × И-108-1, Athene × Юбилейная, Юбилейная × К-86-4, Сонет × Кавказ, К-86-4 × О-10-14, Чайка × Мечта, Кавказ × Ирина, Иней × К-76-3/1.

7. Выявлены наиболее перспективные и результативные исходные материнские формы для получения новообразований с хозяйственно-ценными признаками: Карин, Иней, Кубанская Белая, Солнечный Берег, Юбилейная, Streipt Perl.

8. Выделено для получения отборных форм – 8 комбинаций скрещивания; отобраны 34 элитные формы для дальнейшего изучения, отличающиеся высокими декоративными качествами и хорошей способностью к вегетативному размножению; 10 гибридов – для конкурсного изучения. В 2016 г. в Государственную комиссию Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений включены сорта Бриз и Меланж, в 2017 – Ангел и Пальмира.

#### **Список работ, опубликованных по теме диссертации:**

##### ***Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ***

1. Мохно В.С. Фотосинтетическая активность в листьях растений фрезии как показатель при раннем отборе устойчивых генотипов / В.С. Мохно, **О.И. Пащенко** // Сельскохозяйственная Биология. – 2014. – №1. – с. 50-53.
2. Пащенко О.И. Селекция фрезии на юге России / **О.И. Пащенко**, Е.В. Братухина // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – №6 (152). – с. 92-97
3. Пащенко О.И. Новые сорта и перспективные гибриды фрезии / **О.И. Пащенко** // Плодоводство и ягодоводство России: сборник научных работ. – 2017. – Т. 48, ч. 2. – с. 217-223.
4. Пащенко О.И. Коллекция *Freesia refracta* во Всероссийском научно-исследовательском институте цветоводства и субтропических культур и перспективы ее расширения / **О.И. Пащенко** // Hortus botanicus. – 2017. – Т. 12. – URL:<http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=4702>.

##### ***Публикации в изданиях, входящих в базу данных Scopus***

1. Belous O. Comparative analysis of photosynthetic indicators in freesia hybrids on the Black sea coast of Krasnodar region / O. Belous, K. Klemeshova, **O. Pashchenko** // Hort.Sci.(Prague) – 2017. – Vol. 44. – p. 99-104.

##### ***Публикации в других журналах, сборниках и материалах совещаний***

1. Братухина Е.В. Селекция цветочно-декоративных культур. Фрезия / Е.В. Братухина, В.С. Мохно, **О.И. Пащенко** // Книга «Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве». – 2012. – с. 467-475.
2. Мохно В.С. Селекция фрезии во влажных субтропиках Краснодарского края / В.С. Мохно, Е.В. Братухина, **О.И. Пащенко** // Materialy VIII Miedzynarodowej naukowj – praktycznej konferencji «Dynamika naukowych Badan - 2012», Nauk Biologicznych Ekologia. – 2012. – Vol. 19 – s. 3-5.

3. Мохно В.С. Возможности отбора устойчивых форм фрезии по параметрам медленной индукции флуоресценции хлорофилла / В.С. Мохно, **О.И. Пащенко** // Субтропическое и декоративное садоводство – 2012. – Вып. 46. – с. 75-82.
4. Мохно В.С. Результаты воздействия лазерного облучения на растительный организм фрезии / В.С. Мохно, А.В. Будаговский, **О.И. Пащенко** // Субтропическое и декоративное садоводство – 2012. – Вып. 47 – с.168-171.
5. Братухина Е.В. Новые отечественные сорта фрезии / Е.В. Братухина, **О.И. Пащенко** // Цветоводство: традиции и современность: материалы VI Международной научной конференции. – 2013. – с. 133-135.
6. Пащенко О.И. Создание новых сортов фрезии в условиях влажных субтропиков России / **О.И. Пащенко** // Научные исследования в субтропиках России: сб. трудов молодых ученых, аспирантов и соискателей. – 2013. – с.103-109.
7. Программа Северо-Кавказского центра по селекции плодовых, ягодных, цветочно-декоративных культур и винограда на период до 2030 года (Под общей редакцией члена-корреспондента Россельхозакадемии Е.А. Егорова) – 2013. – 202 с. (Пащенко О.И. Раздел 2.8.2. Фрезия - с. 81-82.)
8. Мохно В.С. Некоторые механизмы оценки адаптивности растений фрезии в изменяющихся условиях среды / В.С. Мохно, **О.И. Пащенко** // Бъдещето въпроси от света на науката – 2013: матер. за IX международна научна практична конференция. – 2013. – Т. 32– с. 63-66.
9. Пащенко О.И. Новые сорта фрезии, выведенные во влажных субтропиках России / **О.И. Пащенко** // Проблемы и перспективы исследований растительного мира: матер. международной научно-практической конференции молодых ученых – 2014. – с. 188.
10. Klemeshova K.V. Diagnostics of Freesia Functional state on the Black Sea coast of Krasnodar region / K.V. Klemeshova, **O.I. Pashchenko** // Conduct of modern science – 2014: materials of I international research and practice conference. – 2014. – Vol. 22 – s. 77-82.
11. Братухина Е.В. К вопросу о гибридизации фрезии в условиях субтропиков Краснодарского края / Е.В. Братухина, **О.И. Пащенко** // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2015. – Вып. 55 – с. 82-86.
12. Пащенко О.И. Интродукция фрезии на черноморском побережье Краснодарского края / **О.И. Пащенко** // Тезисы докладов III (XI) Международной Ботанической Конференции молодых ученых в Санкт-Петербурге 4 – 9 октября 2015 года. – 2015. – с. 163.
13. Пащенко О.И. Фрезия – технология срезочной культуры и использование во флористике / **О.И. Пащенко** // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2016. – Вып. 56 – С. 117-121.